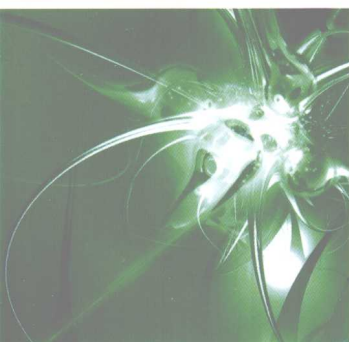


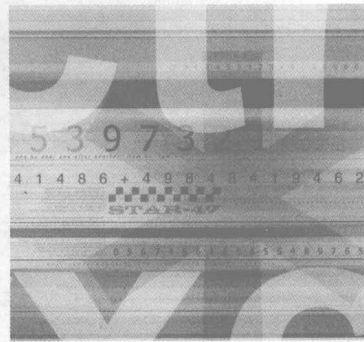
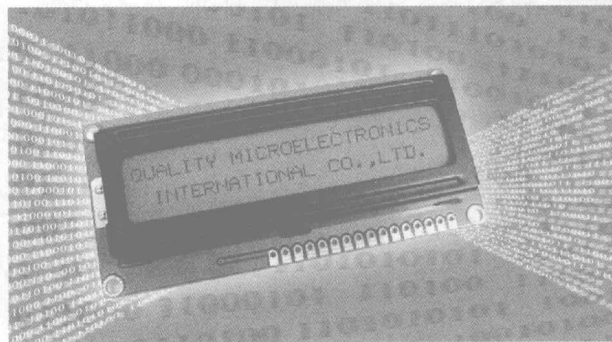
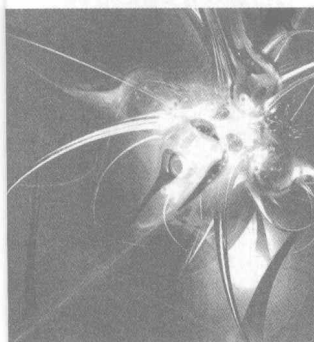
液晶显示器件 制造技术



电子行业职业技能鉴定指导中心 组编

YEJING XIANSHI QIJIAN
ZHIZAO JISHU

液晶显示器件 制造技术



电子行业职业技能鉴定指导中心 组编

YEJING XIANSHI QIJIAN
ZHIZAO JISHU

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

液晶显示器件制造技术 / 电子行业职业技能鉴定指导
中心组编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.7
ISBN 978-7-115-19430-5

I. 液… II. 电… III. 液晶显示器—制造—基本知识
IV. TN141.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第199039号

内 容 提 要

本书根据液晶显示器件制造企业对从业人员的技能要求, 全面介绍了液晶显示器件制造技术, 内容包括液晶显示器的基础原理、生产材料、生产设备、制造工艺、过程控制、产品测试评价等知识和操作技能, 还介绍了生产管理、质量管理、安全生产、法规等相关内容。本书内容贴近液晶显示器件制造企业生产需要, 具有较高的实用价值。

本书可作为液晶显示器件制造从业人员职业技能培训指导用书, 同时还可供行业技术人员参考使用。

液晶显示器件制造技术

-
- ◆ 组 编 电子行业职业技能鉴定指导中心
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.25
字数: 303千字 2009年7月第1版
印数: 1—3500册 2009年7月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-19430-5/TN

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

编 委 会

主 任 高 林 周 明

委 员（按姓氏笔画排序）

王晓燕 刘京中 李 深 李鹏云 杨长勇

杨欣斌 孟玉茹 周连兵 姚予疆 唐俊英

盛鸿宇 窦亚娟 鲍 洁

前 言

平板显示领域中液晶显示器已被越来越广泛的使用，液晶显示产业的发展使我国逐渐成为销售和生产液晶显示器的最主要国家之一。随着这种新兴的高技术型产业的发展，越来越多的人投入到这个行业中从事技术、管理和生产作业等不同专业的工作。技术的快速发展和市场的竞争加剧使得企业对从业人员的技能要求和培训要求都在提升。目前液晶显示器件行业的有关著作内容多偏重于理论和器件应用方面，不能很好满足液晶显示器件生产中各层次从业人员的知识和技能需求。河北冀雅电子有限公司作为河北省高技能人才培养基地，应河北省信息产业厅承担人力资源和社会保障部的安排和公司基地人才培养要求，组织编写了这本《液晶显示器件制造技术》。本书既可以作为职业技能鉴定的专用教材，也可以作为行业从业人员的专业参考书，希望本书的出版能为我国的液晶显示行业的发展提供帮助。

本书内容共 22 章，主要包含液晶显示器的基础原理、生产材料、产品设计、工艺、制造设备、测试评价、过程控制、生产管理、质量管理、职业道德、安全法规等相关内容，并结合了生产实践得出的一些方法和结论，使其尽可能贴近生产应用的要求。

本书由河北冀雅电子有限公司担任编写工作，在本书编写过程中得到了王丽娟博士和国家电子行业职业技能鉴定督导员、河北省电子行业职业技能鉴定工作指导专家李少华教授的帮助和支持，河北冀雅电子有限公司总工程师李鹏云对本书的编写也进行了指导，在此一并表示感谢。

河北冀雅电子有限公司编写小组分工如下。

主 编：杨长勇

副主编：王 芳 王永波

成 员：（以姓氏拼音为序）

窦亚娟 冯 蕾 葛二敏 李 惠 李鹏云

马树会 孙力骞 王 辉 王晓燕 杨会然

受实践条件、能力、时间所限，本书编写过程中难免会有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

目 录

第 1 部分 液晶显示器件概论

第 1 章 液晶显示器件基本知识	2
1.1 液晶显示器件简介	2
1.1.1 液晶显示的特点	2
1.1.2 液晶显示器发展简史	2
1.1.3 液晶显示的种类	2
1.1.4 液晶显示器件的基本结构	3
1.1.5 TN-LCD 的显示原理	4
1.1.6 STN-LCD 和 FSTN-LCD 的显示原理	4
1.1.7 液晶显示器件制造工艺	5
1.2 液晶显示概述	9
1.2.1 液晶的发现	9
1.2.2 什么是液晶	10
1.2.3 液晶的种类	10
1.2.4 向列相液晶的形成条件	10
1.2.5 向列相液晶的分子排列	11
1.2.6 向列相液晶的性质	11
1.2.7 液晶显示的驱动方法简介	12
1.3 液晶显示器件性能评价	13
1.3.1 液晶显示器的评估方法	13
1.3.2 液晶显示器的主要性能参数	15
1.3.3 液晶显示器的电光性能测试方法	18
1.3.4 电光参数与结构参数关系	21
1.3.5 LCD 检测系统的结构原理	23
1.3.6 可靠性试验	24
1.4 电子显示器件的发展	27
1.4.1 电子显示器件的分类	27
1.4.2 其他常见电子显示器件简介	27
第 2 章 液晶显示器件版图设计基础	29
2.1 基本知识	29



2.1.1	集成度定义	29
2.1.2	图纸基本常识	29
2.2	版图设计	30
2.2.1	版图设计的种类	30
2.2.2	集成度计算	30
2.2.3	排版	31
2.3	版图布线技术	31
2.3.1	设计考虑因素	31
2.3.2	布线的原则	32
第3章	液晶显示器件原材料	33
3.1	材料的使用	33
3.1.1	概述	33
3.1.2	材料要求	33
3.1.3	使用方法	41
3.2	材料性质	45
3.2.1	材料的性质、规格、技术指标	45
3.2.2	材料使用的注意事项	53
3.3	材料原理	54
3.3.1	材料的工作原理及结构	54
3.3.2	材料对工艺的影响	61
3.3.3	材料造成产品质量不良的原因	67
第4章	洁净控制及纯水制备	71
4.1	洁净技术基础	71
4.1.1	洁净基本知识	71
4.1.2	洁净室分类	71
4.2	洁净控制与纯水制备简介	73
4.2.1	净化等级与洁净度定义	73
4.2.2	高纯水制备与清洗工艺	74
4.2.3	压空概述	76
4.3	洁净控制技术	78
4.3.1	车间洁净控制技术	78
4.3.2	环境对质量影响	79
第5章	液晶显示器件版网制作工艺	81
5.1	光刻掩膜版制作	81
5.1.1	光刻版的制作方法	81
5.1.2	光刻版的质量要求和检验	81



5.2 取向剂涂覆版的制作	82
5.2.1 APR 版制作	82
5.2.2 注意事项	82
5.3 丝网的制作	83
5.3.1 菲林版的制作	83
5.3.2 丝网制版	83

第 2 部分 液晶显示器件制造工艺

第 6 章 光刻	86
6.1 工艺概述	86
6.1.1 光刻的基本工艺原理和质量控制要求	86
6.1.2 基本操作流程	88
6.1.3 常见问题	89
6.1.4 工序设备的基本结构	90
6.1.5 光刻使用材料	91
6.2 质量控制点和关键参数	91
6.2.1 质量控制要点	91
6.2.2 设备的关键性能参数	92
6.3 质量控制技术	92
6.3.1 工序质量控制技术	92
6.3.2 工序设备原理、设备一般故障分析	93
第 7 章 取向	95
7.1 工艺概述	95
7.1.1 取向的基本工艺原理和基本质量控制要求	95
7.1.2 工序基本操作流程	96
7.1.3 常见问题的处理方法	96
7.1.4 工序设备的基本结构	98
7.1.5 工序材料	99
7.2 质量控制点和关键参数	99
7.2.1 质量控制要点	99
7.2.2 设备的关键性能参数	100
7.3 质量控制技术	100
7.3.1 工序质量控制技术	100
7.3.2 工序设备原理、设备一般故障分析	101
7.3.3 影响取向质量的关键因素分析	103



第 8 章 丝印成盒	105
8.1 工艺概述	105
8.1.1 工序的基本工艺原理和基本质量控制要求	105
8.1.2 工序基本流程	107
8.1.3 常见问题的处理方法	107
8.1.4 工序设备的基本结构	109
8.1.5 工序材料	111
8.2 质量控制点和关键参数	111
8.2.1 质量控制要点	111
8.2.2 设备的关键性能参数	111
8.3 质量控制技术	112
8.3.1 工序质量控制技术	112
8.3.2 工序设备原理、设备一般故障分析	113
第 9 章 切割裂片	116
9.1 工艺概述	116
9.1.1 工序的基本工艺原理和基本质量控制要求	116
9.1.2 工序基本操作流程	117
9.1.3 常见问题的处理方法	117
9.1.4 工序设备	118
9.2 质量控制点和关键参数	118
9.2.1 质量控制要点	118
9.2.2 设备的关键性能参数	118
9.3 质量控制技术	119
9.3.1 工序质量控制技术	119
9.3.2 影响质量的关键因素分析	120
第 10 章 液晶灌注与封口	121
10.1 工艺概述	121
10.1.1 工序的基本工艺原理和基本质量控制要求	121
10.1.2 工序基本操作流程	121
10.1.3 常见问题的处理方法	122
10.1.4 工序设备的基本结构	123
10.1.5 工序材料	123
10.2 质量控制点和关键参数	123
10.2.1 质量控制要点	123
10.2.2 设备的关键性能参数	124
10.3 质量控制技术	124



10.3.1	工序质量控制技术	124
10.3.2	工序设备原理、设备一般故障分析	125
10.3.3	影响质量的关键因素分析	126
第 11 章	光台检测工序	127
11.1	光台检测的基本原理	127
11.2	光台检验废品的种类	128
11.3	光台检测工序操作规程	129
第 12 章	电测工序	131
12.1	电测原理	131
12.2	电测仪器及其配件	131
12.3	电测板的设计	134
12.4	电测工序操作规程	135
12.4.1	电路板安装	135
12.4.2	电测仪的调整	135
12.4.3	测试	135
12.4.4	电测工序检验标准	136
第 13 章	贴片工序	137
13.1	切割偏光片基本原理	137
13.2	手动贴片原理	137
13.3	检验	138
第 14 章	LCD 金属管脚的连接和加工	139
14.1	液晶显示的电极及印制电路板电极	139
14.2	液晶显示器的连接	139
14.2.1	连接方式	139
14.2.2	金属管脚卡接原理	140
14.2.3	使用金属管脚时应注意的内容	140
14.3	上金属管脚加工工艺	141
14.3.1	印导电胶	141
14.3.2	裁金属管脚	141
14.3.3	上金属管脚	141
14.3.4	UV 照射	142
14.3.5	切引线腿	142
14.3.6	弯腿(产品有要求时)	142
14.3.7	测试	142
第 15 章	盒外丝印装饰工序	144



第 16 章 包装与检验	145
16.1 包装	145
16.2 产品检验	145

第 3 部分 相 关 知 识

第 17 章 职业道德基本知识	148
17.1 绪论	148
17.1.1 道德的内涵	148
17.1.2 道德是调节社会关系的重要手段	148
17.1.3 中华民族传统美德	149
17.1.4 职业道德的内涵及特征	149
17.2 职业道德与企业的发展	149
17.2.1 职业道德是企业文化的重要组成部分	149
17.2.2 职业道德是增强企业凝聚力的手段	151
17.2.3 职业道德可以提高企业的竞争力	153
17.3 职业道德与人自身的发展	153
17.3.1 职业道德是事业成功的保证	153
17.3.2 职业道德、社会公德、家庭美德的统一性	153
17.4 职业道德的基本规范	153
17.4.1 文明礼貌	154
17.4.2 爱岗敬业	154
17.4.3 诚实守信	154
17.4.4 办事公道	154
17.4.5 勤劳节俭	155
17.4.6 遵纪守法	155
17.4.7 团结互助	155
17.4.8 开拓创新	155
第 18 章 职业道德修养	156
18.1 职业道德修养的含义	156
18.2 职业道德修养的途径	156
18.3 职业道德修养的方法	156
第 19 章 相关法律与法规知识	158
19.1 《劳动法》的部分条款	158
19.2 《安全生产法》的部分条款	160



第 20 章 质量管理	161
20.1 质量管理概论	161
20.1.1 重要术语解释	161
20.1.2 质量管理简史	162
20.2 ISO 9000 族标准和质量管理体系	163
20.2.1 质量管理体系标准的产生	163
20.2.2 八项质量管理原则	164
20.2.3 质量管理体系基础	164
20.2.4 过程方法	164
20.3 质量检验	165
20.3.1 什么是质量检验	165
20.3.2 生产操作的质量检验	166
20.3.3 工序质量检验	166
20.3.4 成品质量检验	167
20.3.5 包装的质量检验	167
20.3.6 不合格品管理	168
20.3.7 抽样检验	168
20.4 过程控制	170
20.4.1 过程控制的概念和理念	170
20.4.2 数据收集	171
20.4.3 数据展示	171
20.4.4 数据分析	175
20.4.5 数据控制	179
第 21 章 环境、职业健康安全管理体系	183
21.1 环境管理体系	183
21.1.1 ISO 14000 系列标准的产生和发展	183
21.1.2 ISO 14000 系列标准的构成	183
21.1.3 ISO 14001 标准介绍	184
21.1.4 ISO 14001 标准的特点	184
21.1.5 ISO 14001 标准实施的益处	184
21.1.6 ISO 14001 术语与定义	185
21.2 职业健康安全管理体系	186
21.2.1 GB/T 28001 标准简介	186
21.2.2 GB/T 28001 标准术语和定义	186
第 22 章 安全生产和 5S 管理	188
22.1 安全生产	188



22.1.1	安全生产的概念	188
22.1.2	安全生产的意义	188
22.1.3	安全生产的任务	189
22.1.4	安全生产的方针	189
22.1.5	安全生产的法律法规	189
22.1.6	安全生产责任制	190
22.1.7	安全生产教育	191
22.2	5S 管理	191
22.2.1	5S 的含义	191
22.2.2	推行 5S 的目的	192
22.2.3	5S 具体内容	193
22.2.4	员工在 5S 活动中的责任	198

Part

01

第 1 部分 液晶显示 器件概论

第 1 章 液晶显示器件基本知识

第 2 章 液晶显示器件版图设计基础

第 3 章 液晶显示器件原材料

第 4 章 洁净控制及纯水制备

第 5 章 液晶显示器件版网制作工艺

1.1 液晶显示器件简介

1.1.1 液晶显示的特点

液晶显示的英文是 Liquid Crystal Display (LCD)。以下我们用 LCD 代表液晶显示。

40 年来, LCD 到处可见, 几乎可以说与 CRT 一比天下, 它被公认为平板显示的未来, 这与 LCD 独特的优点是分不开的。

- ① LCD 平板显示, 体积小, 质量小, 便于携带。
- ② LCD 工作电压低, 功耗小, 例如计算器工作电压仅 2~5V, 单位面积功耗为 $0.01\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 左右, 一块氧化银电池可以使用两三年。
- ③ LCD 寿命相当长, 一般在 50 000h 以上。
- ④ LCD 无电磁辐射, 对人体无害, 不易引起人眼的疲劳。
- ⑤ LCD 是被动发光, 不易被强光冲刷, 外界光越强显示越清晰。
- ⑥ LCD 易于驱动: 液晶显示易实现大规模集成电路驱动, 使 LCD 驱动方便, 这也是 LCD 得到迅猛发展的原因。
- ⑦ LCD 结构简单, 没有复杂的机械部分。
- ⑧ 易于彩色化。

1.1.2 液晶显示器发展简史

自从 1968 年 5 月美国 RCA 公司发明世界上第一台液晶显示装置以来, 虽然仅仅经过 40 年的时间, 但是液晶显示器得到了迅猛的发展。液晶显示器已经广泛地应用于钟表、计算器、仪器仪表、手机、笔记本电脑、液晶电视、大型平板显示、投影电视等家用、工业、军用显示领域。

1.1.3 液晶显示的种类

液晶显示的种类很多, 广泛应用的是利用液晶的电光效应。多数采用的扭曲向列型液



晶显示就是利用液晶的电光效应实现的。

所谓电光效应实际上就是指在电的作用下,液晶分子的初始排列改变为其他的排列形式,从而使液晶层的光学性质发生变化。也就是说以“电”通过液晶对“光”进行了调制。

利用电光效应制作的常用液晶显示器大致有以下几种:TN-LCD、STN-LCD、HTN-LCD、FSTN-LCD 和 TFT-LCD 等。

TN-LCD 是 Twisted Nematic Liquid Crystal Display 的缩写,即扭曲向列型液晶显示。一般情况下表层液晶分子基本平行于基板排列,中间的液晶分子取向呈扭曲排列,整体扭曲角为 90° 。TN-LCD 是人们发明最早的,也是应用范围最广、数量最多、价格最便宜的液晶显示器。

TN-LCD 的制造工艺已经成熟,目前日本国内已完全淘汰了 TN-LCD 的生产线,把生产线转移到新加坡、中国台湾地区、中国大陆等国家和地区。现在中国成为 TN-LCD 的主要生产地区。我们日常所见到的电子表、计算器、游戏机等使用的大都是 TN-LCD。

STN-LCD 是 Super Twisted Nematic Liquid Crystal Display 的缩写,即超扭曲向列型液晶显示。它同 TN-LCD 的结构相似,但它的扭曲角在 $180^\circ \sim 270^\circ$ 之间。不仅仅是扭曲角不同,它的工作原理同 TN-LCD 也完全不同。STN-LCD 是目前 LCD 的中档产品,它具有比 TN-LCD 显示信息量大等特点,它主要用于各种仪器仪表、黑白手机屏、记事本、电子词典等。国内 STN-LCD 制造工艺技术基本成熟。生产 STN-LCD 的厂家,在国内有河北冀雅、深圳天马、信利半导体、汕头超声、鞍山亚视、深圳 IDW 等公司。

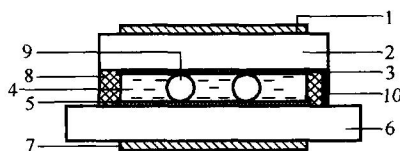
HTN-LCD 是 High Twisted Nematic Liquid Crystal Display 的缩写,即高扭曲向列型液晶显示。HTN-LCD 与 TN-LCD 和 STN-LCD 的结构相似,只不过 HTN-LCD 的扭曲角在 $100^\circ \sim 120^\circ$ 之间,介于 TN-LCD 和 STN-LCD 之间。HTN-LCD 性能也介于 TN-LCD 和 STN-LCD 之间。由于 HTN-LCD 性能优于 TN-LCD,价格低于 STN-LCD,因此一些显示信息量大、性能要求较高的领域(如电表、工业仪表、汽车仪表等)越来越多应用 HTN-LCD。

FSTN-LCD 是 Film Super Twisted Nematic Liquid Crystal Display 的缩写,这里 Film 是指补偿膜或延迟膜,所以 FSTN-LCD 称带补偿膜超扭曲向列型液晶显示。通过一层特殊的补偿膜,能够克服 STN-LCD 有背景色的缺点,成为黑白显示,所以有人称 FSTN 为黑白模式的 STN-LCD。

TFT-LCD 是 Thin Film Transistor Liquid Crystal Display 的缩写,即薄膜晶体管的有源矩阵液晶显示。它是目前 LCD 市场中最高档次的产品。它主要用于笔记本电脑、液晶彩电等。它具有很好的彩色及灰度、图像清晰、视角宽、响应速度快、可实现大面积及多彩显示等优点。但 TFT-LCD 的制造工艺比较复杂,价格比较高。日本、韩国、中国台湾地区是世界上生产 TFT-LCD 较成熟的国家和地区,目前我国已经有京东方、上广电、深圳天马、吉林彩晶等企业生产或投资准备生产 TFT-LCD。

1.1.4 液晶显示器件的基本结构

液晶显示器件的种类很多,其结构也是千差万别,一般液晶显示器件结构如图 1.1 所示。



1—上偏光片；2—ITO 玻璃（上基板玻璃）；3—PI 层（上基板 PI 层）；
4—液晶层；5—PI 层（下基板 PI 层）；6—ITO 玻璃（下基板玻璃）；
7—下偏光片；8—封边框；9—垫片；10—导电材料

图 1.1 一般液晶显示器件结构图

1.1.5 TN-LCD 的显示原理

TN-LCD 是现在液晶显示最普通、较低档的一种液晶显示器。

上一节我们对液晶显示器的结构有了一个大致的了解。TN-LCD 的结构也基本如此。由上下偏光片、上下玻璃基板、上下 PI 层、液晶层构成，而且 PI 层可以使中间的液晶按一定规律排列。TN-LCD 液晶盒中液晶分子排列规律如图 1.2 所示。

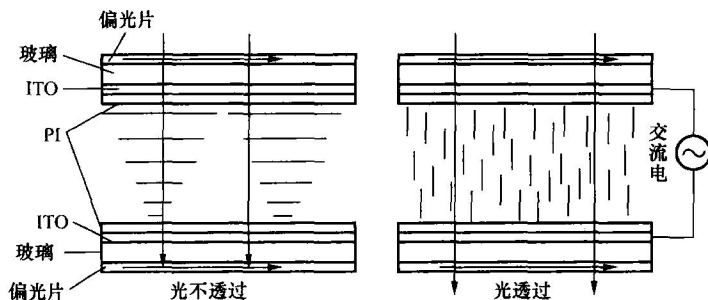


图 1.2 TN-LCD 液晶分子排列规律

在不加电压情况下，液晶分子的长轴与玻璃基板面平行，而且在上下基板间连续扭曲 90° 排列起来，也就是扭曲排列。入射光为自然光，自然光透过第一层偏光片成为线偏振光，线偏振光经过扭曲排列的液晶层，线偏振光由于液晶的旋光性其偏振方向就会随液晶分子的扭曲而转动，到了液晶层的另一侧使线偏振光偏振方向改变 90° ，改变了 90° 偏振方向的偏振光和下侧偏光片的偏振光轴正交，因而不透明，出现黑态。

在加电压作用下，液晶分子由于受外加电压的作用而使排列发生变化，不再是扭曲排列，而是优先取向方向垂直于玻璃基板。液晶分子不再扭曲排列，那么液晶盒的旋光性也就全部消失。外界自然光通过第一层偏光片后，成为线偏振光，线偏振光通过液晶层，偏振方向不再改变。所以通过第二层偏光片，呈现透明，即亮态。

这样，在无外加电压与有外加电压作用下形成暗与亮的对比，实现液晶显示。

1.1.6 STN-LCD 和 FSTN-LCD 的显示原理

旋转 90° 的 TN 液晶显示器件的电光特性都不够陡峭，在多路驱动中只能工作于 100 条线以下。在 20 世纪 80 年代初，人们发现只要将传统的 TN 液晶显示器件的液晶分子扭