

液晶的最新技术

— 物性·材料·应用 —

〔日〕 松本正一 合著
角田市良

化学工业出版社

液晶的新技术

—物性·材料·应用—

【日】 松本正一 角田市良 合著

王殿福 孙红军 译

(K625.2)



K625.2

化学工业出版社

内 容 提 要

本书根据日本(株)工业调查会出版的松本正一和角田市良共著《液晶の最新技術》1983年版译出。

全书分13章,以最新的资料为基础,分别详细地介绍了液晶的物性、液晶材料以及液晶在电子显示器件、传感器、光电元件等方面的应用。

本书可供有关科研人员、工程技术人员、大学教师 and 研究生、高年级学生阅读、参考。

液晶の最新技術

——物性・マテリアル・応用——

松本正一 角田市良 共著

工業調査会, 1983年5月

液晶的最新技术

——物性・材料・应用——

王殿福 孙红军 译

责任编辑: 叶 露

封面设计: 李德懿

*

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销

•

开本787×1092¹/₃₂印张11¹/₄字数253千字

1991年10月第1版 1991年10月北京第1次印刷

印 数 1—2,100

ISBN 7-5025-0892-9/TQ·517

定 价7.50元

译 者 序

液晶是近些年迅速兴起的、有卓越性能及特殊功用的功能材料。

液晶已经在各种需要显示文字和图象的仪器及设备得到了广泛的应用，其中包括要求严格、图象色彩复杂的彩色电视机，给人们的工作和生活带来了极大的方便和美的享受。

液晶在一些基础科学研究中，例如仿生工程学，也将会发挥其独特的效用。

各国许多科技工作者，对于液晶的制造、液晶的性能、液晶的应用技术等做了大量的研究工作。我国也有许多科技人员在从事这方面的研究工作，这支队伍还将有较大的发展。

松本正一和角田市良共著的《液晶的最新技术》一书，以最新的资料为基础，深入浅出而又系统地叙述了液晶的属性及功能、各种液晶材料、液晶显示器件的制作技术，并举出了大量的应用实例。这些内容，对我国从事有关液晶合成及其应用的科技工作者是有参考价值的。我国有关液晶方面的书籍，所见不多。为此，我们翻译了这本书。

本书适用于有关科学技术人员和高等学校教师、研究生和高年级学生阅读、参考。

本书第7章至第12章是王殿福翻译的，第1至6章及13章和附录是孙红军翻译的。胡瑞江、石祖蓉、王身国对本书进行了审校。在翻译本书的过程中还得到了有关同志的帮助。在此一并致谢！

由于译者水平有限，难免有错误及不当之处，敬请读者批

评指正。

王殿福 孙红军

1986年12月

序

液晶无论在基础科学还是在应用工程学方面，都是很有用的功能材料。因此，有关液晶研究的领域十分广阔，已经横跨了物理学、化学、电子工程学、材料工程学、生物工程学等多种学科。对于液晶在生产和学科两个方面的基础研究和应用研究，正在日新月异地发展着，而且，许多研究成果已经得到了切实有效的应用。可以说，液晶是颇具魅力的功能材料，至今仍然蕴藏着多种研究和开发的可能性。

液晶是兼有液体和晶体两方面性质的奇异的功能材料。液晶的发现很早，可以追溯到1880年，而其应用的历史却比较短，于1960年才开始。但是其应用开发的速度和实际的业绩却是令人吃惊的。现在，液晶已广泛地在电子显示器件、各种传感器和光电子学元件等方面实用化，尤其是液晶显示器件已经控制了与它竞争的其它电子显示器件的市场，独占了手表和台式计算器等领域。最近已经开始在各种计量仪器、家用电器、电子计算器和文字信息处理机等办公设备，以及摩托车和汽车上配备液晶显示器件。可以预料，不久的将来，人们所期望着的液晶电视将得到普及，液晶显示器将会更进一步地靠近我们的身旁（参阅附录1“液晶电子学应用之树”）。还有，液晶除在分子纤维领域里也已开始应用外，在生物电子工程学和分子物理学等领域也正在开始实用化的研究。

本书对于预期在实际生活中将具有十分广泛应用的液晶，就其物理性质、化学性质、各种液晶材料以及它们在电子显示器件、传感器、光电元件等方面的应用，尽可能地在比较广的范

圖里為讀者提供有關的基礎知識和實踐知識，以及有關的情報資料和數據等等。

本書的第1~7章可以看作是基礎篇，這一部分敘述了液晶的梗概、物理性質、各種電光效應、液晶的分子排列、液晶化學和液晶材料。特別在第5~7章中，以最新的資料為基礎，對液晶材料作了系統地分類和說明，以方便讀者。第8~13章可以看作是應用篇，這一部分敘述了液晶在電子顯示器件、傳感器和光電元件等方面應用開發的實踐技術知識，並且尽可能多地列舉了最先進的液晶應用的典型例子及具體的使用。尤其是在第12~13章介紹了許多實例，以為讀者提供便利。

本書由松本和角田共同執筆，第1~7章和第9章以及彩色插圖、附錄由松本編寫，第8章和第10~13章由角田執筆。

在此成書之際，對曾給予我們協助和指教的國內外許多大學、研究機構和企業部門的有關各位表示感謝，特別是對為此書提供寶貴的技术資料和照片的有關各位表示衷心的謝意。

本書僅由作者是難以寫成的，其中還得到了平素與我們有關係的各個學會的同事們給予我們的許多指導和幫助，在此一并表示謝意。

還有，對給予此書出版機會的(株)工業調查會電子材料編輯部的伊海政博士、出版部的內堀隆夫先生、辻精一先生表示深切的謝意。

最後，本書如能對各位讀者稍微有所裨益的話，將使作者深感欣慰，同時敬希各位就此書的內容提出寶貴的意见。

松本正一

角田市良

1983年春

目 录

第1章 什么是液晶	1
1. 液晶的发现	1
1.1 第四态——液晶	1
1.2 液晶一词的由来	2
1.3 大化学家范特霍夫 (Van't Hoff) 和液晶	2
2. 各种各样的液晶	3
2.1 三类液晶	3
2.2 液晶形态的辨别及其转变	3
2.3 液晶的分子排列	4
3. 液晶的观测与鉴别	7
3.1 液晶的观测方法	7
3.2 用水检眼镜观测液晶	8
3.3 用锥光偏振仪观测液晶	15
4. 异型液晶	16
4.1 圆盘型液晶	16
4.2 重入液晶	17
5. 溶致液晶	17
5.1 液晶和仿生学	17
5.2 各种溶致液晶	18
6. 关于液晶的技术情报	19
6.1 有关液晶的各种会议和讨论会	19
6.2 有关液晶的各种刊物	22
第2章 液晶的应用物性	25
1. 液晶的物理性质和各向异性	25
2. 分子排列的有序参数	27

3. 液晶的双折射性和光学性质	28
3.1 折射率的各向异性和光学的正负	28
3.2 折射率各向异性和光学性质	30
4. 液晶的弹性连续体理论	32
5. 电场和磁场对液晶分子取向的影响	34
5.1 磁化率各向异性与分子取向	34
5.2 介电常数的各向异性与分子取向	35
6. 胆甾型液晶的光学性质	37
6.1 选择光散射与旋光性	37
6.2 温度变化引起颜色变化	39
第3章 液晶的电光效应	41
1. 各种电光效应及液晶显示方式	41
2. 扭曲向列型(TN)效应	44
3. 宾主(GH)效应	46
4. 电控双折射(ECB)效应	50
4.1 DAP方式	50
4.2 沿面排列方式和HAN方式	53
5. 相变(PC)效应	54
6. 动态散射(DS)效应	58
6.1 电不稳定现象与DS效应	58
6.2 电不稳定现象的原理	61
7. 热光效应	63
8. 电光效应的响应性	66
第4章 液晶分子排列的基础	69
1. 液晶分子排列的功能和分类	69
1.1 分子排列的功能	69
1.2 分子排列的种类	69
2. 液晶分子排列的方法	71
2.1 基片面直接取向处理法	72

2.2	薄片面间接取向处理法	74
2.3	薄片面变形取向处理法	74
3.	液晶分子排列与界面状态	77
3.1	取向层的分子结构与液晶取向效果	77
3.2	表面张力与分子排列方式	80
3.3	非光滑表面与分子排列方式	80
第5章	液晶材料及其分子结构	82
1.	各种液晶的应用和液晶材料	82
1.1	液晶的应用及液晶材料	82
1.2	液晶的材料设计	83
2.	液晶性与分子结构	84
2.1	分子间引力和液晶的种类	84
2.2	烷基链长的效应	85
2.3	不饱和键的效应	86
2.4	支链和取代基的效应	87
2.5	极性基的位置和介电各向异性	89
第6章	最新的向列型液晶材料	91
1.	实用液晶材料合成的着眼点	91
2.	西夫碱系液晶	93
3.	偶氮系和氧化偶氮系液晶	95
4.	苯甲酸酯系液晶	96
5.	联苯系和三联苯系液晶	98
6.	环己酸苯酯系液晶	100
7.	苯基环己烷系和联苯基环己烷系液晶	102
8.	嘧啶系和二噁烷系液晶	103
9.	多组分系混合液晶材料	105
9.1	多组分混合液晶的用途	105
9.2	共融组成混合液晶	106
10.	商品化的混合液晶材料	108

第7章 具有特殊功能的液晶材料	110
1. 特殊的向列型液晶	110
1.1 具有特殊分子结构的液晶	110
1.2 介电各向异性大的液晶	112
1.3 介电各向异性符号可变的液晶	113
1.4 具有二色性的液晶染料	114
2. 胆甾型液晶和近晶型液晶	115
2.1 有胆甾环的胆甾型液晶	115
2.2 无胆甾环的胆甾型液晶——手征性向列型液晶	117
2.3 实用的近晶型液晶	120
第8章 液晶显示基础	121
1. 液晶分子排列和显示器件	123
1.1 平行排列型的显示器件	125
1.2 垂直排列型的显示器件	127
1.3 倾斜排列型的显示器件	130
1.4 混合排列型的显示器件	131
2. 段型显示及其驱动方式	131
2.1 静态驱动方式	131
2.2 多路传输驱动方式	134
3. 棒状图形显示及其驱动方式	135
3.1 模拟显示方式	135
3.2 数字显示方式	138
4. 矩阵显示器件及其驱动方法	139
4.1 电压平均化驱动法	141
4.2 双频驱动法	143
4.3 变形矩阵显示	150
4.4 有源矩阵显示	152
5. 多功能显示器件	159
5.1 多层盒结构的显示器件	159

5.2	双光束投结构的显示器件	160
5.3	透射-反射兼有的显示器件	163
6.	光寻址型显示器件	163
7.	热寻址型显示器件	165
7.1	激光束热寻址型	165
7.2	加热电极寻址型	167
第9章	彩色液晶显示器件	170
1.	彩色液晶显示的功用	170
2.	彩色液晶显示的基础	171
2.1	液晶的光学性质和彩色显示	171
2.2	液晶分子排列和彩色显示	171
3.	彩色液晶显示的各种方式	172
4.	控制双折射的方式	175
4.1	垂直分子排列(DAP)型	175
4.2	平行分子排列(沿面)型	177
4.3	混合分子排列(HAN)型	177
5.	多色性方式	179
5.1	宾主型	179
5.2	二色性液晶型	183
6.	扭曲向列型方式	184
6.1	双折射性薄膜型	184
6.2	彩色偏振光薄膜型和彩色滤光薄膜型	185
6.3	胆甾薄膜型	186
7.	胆甾型方式	186
7.1	旋光色散型	186
7.2	选择散射型	187
7.3	圆偏振光二色性型	187
第10章	液晶显示器的组成材料	189
1.	透明基片	190

2. 透明电极	191
2.1 NESAM膜	191
2.2 ITO膜	192
3. 电极图案的形成	195
3.1 段电极的形状	196
3.2 公共电极的形状	198
3.3 矩阵电极	198
3.4 梳形电极	199
4. 偏振光片	200
5. 光反射扩散片	202
6. 照明光源	203
7. 其它组成材料	204
7.1 面板加热器	204
7.2 光快门窗	204
7.3 接插件	206
第11章 液晶盒的制造	207
1. 基片清洗和生产工艺管理	209
2. 液晶分子的排列技术	210
2.1 平行排列技术	211
2.2 垂直排列技术	215
2.3 倾斜排列技术	216
3. 液晶盒的密封	216
3.1 空盒的制作	216
3.2 液晶注入孔的密封	219
4. 公共电极接点的转移	219
5. 液晶材料的注入	221
5.1 真空除气处理	221
5.2 注入方法	222
6. 可靠性试验及评价	223

第12章 液晶显示器件的各种应用	228
1. 电子表(多功能表、计算器表、竞赛表)	229
2. 电子钟	233
3. 电子计算器	235
4. 测量仪器、电子秤	237
5. 家用电器、音响装置	240
6. 电话、无线电传呼机	241
7. 照相机	243
8. 各种电子游艺玩具	244
9. 公共告示	244
10. 加油站和停车场用仪表	245
11. 汽车	247
12. 摩托车	250
13. 数控(NC)绘图机	251
14. 电子学习机	251
15. 计算机、终端机、现金出纳机	252
16. 电子打印机、文字自动处理机	254
17. 示波器	256
18. 文字广播图象接收机	260
19. 液晶电视	263
第13章 液晶在光学仪器和计量测试方面的应用	267
1. 在光学仪器上的应用	267
1.1 电子光快门	267
1.2 电子光圈	269
1.3 光闸制器	271
1.4 空间调制器	272
1.5 相位衍射光栅	274
1.6 光通信用光路转换开关	275
1.7 液晶光敏印刷头	278

1.8 焦距可变透镜·····	279
1.9 红外摄象机·····	281
2. 向列型液晶在计气测试方面的应用·····	283
2.1 电场和磁场的测量(LSI试验)·····	283
2.2 微温传感器·····	284
2.3 加速度传感器·····	285
2.4 物体的位置信息测量·····	287
2.5 超声波测量·····	288
3. 胆甾型液晶在测试方面的应用·····	290
3.1 液晶温度计·····	290
3.2 液晶测温·····	296
3.3 压力传感器·····	301
3.4 红外线测量方面的应用·····	303
3.5 微波测量·····	306
参考文献·····	307
附录1 液晶电子学应用之树·····	320
附录2 液晶术语(汉日英对照)·····	322
中文索引·····	331
英文索引·····	341

第 1 章 什么是液晶

1. 液晶的发现

1.1 第四态——液晶

通常，固体加热至熔点就变成透明的液体。然而，有些分



图 1.1 液晶性物质随温度变化而发生的状态转变

子结构特殊的物质不是直接从固体转变为液体，而是如图1.1所示那样，先要经过一种被称做液晶 (liquid crystal) 的中间状态，然后才转变成液体。

不属于普通固体、液体和气体的任何一种状态的中间状态，可叫做物质的第四态。这种中间状态如照片1.1所示，外观是流动性的混浊液体，同时又有光学各向异性晶体所特有的双折射性。

这种能在某个温度范围内兼有液体和晶体二者特性的物质就叫做



照片 1.1 液晶物质的中间状态 (液晶状态) 的外观

1106773

液晶①。

具有液晶性的大多数物质，一般是由呈细长棒状或扁平片状分子结构的有机化合物构成的。迄今为止，已经发现了近一万种液晶化合物。

Handwritten text:

Handwritten text:

Handwritten text:

Handwritten text:

Handwritten text:

Handwritten text:

Handwritten text:

1.2 液晶一词的由来

液晶的发现和产生可以追溯到19世纪。据各种出版物记载，奥地利植物学家莱尼茨尔

(F. Reinitzer) 早在1888年就发现了胆甾醇的苯甲酸酯和醋酸酯的液晶性。他发现，这些酯类化合物在某些温度范围内呈白色混浊的液状，并发出多彩而美丽的珍珠光泽。可以说，这是发现液晶的开端⁽¹⁾。

翌年(1889年)，德国物理学家莱曼(O. Lehmann)使用

照片 1.2 范特霍夫给莱曼的信
(1887年11月1日寄)

由他亲自设计、在当时作为最新式的附有加热装置的偏光显微镜对这些酯类化合物进行了观察。他发现，这类白而混浊的液体外观上虽然属于液体，但却能显示出各向异性晶体特有的双折射性⁽²⁾。于是莱曼将其命名为 Flie Bende Krystalle(德语“液晶”之意)这一学术名称。

1.3 大化学家范特霍夫(Van't Hoff)和液晶

作者于一个偶然的机会，得到了第一届诺贝尔化学奖获得

① 液晶一词原意是指中间状态，但是，一般也泛指那些具有中间状态的物质。