

具有广阔应用前景的超扭曲液晶显示

王良御

(清华大学化学系)

本文叙述了超扭曲液晶显示的原理、分子排列,电光特性以及超扭曲液晶显示的进展和应用,对超扭曲用液晶材料的选择和调制都作了简要介绍。

近年来液晶显示取得了巨大的进展。新的技术,新的显示原理,如超扭曲 (super twisted nematic liquid crystal displays) 向列液晶显示、TFT (薄膜场效应晶体管) 以及铁电液晶显示等的应用,使液晶新产品如雨后春笋般出现在电子工业产品中。例如,平板彩色液晶电视机^[1],电视电话,计算机终端^[2],摄象监视器^[3],激光打印机,文字处理机等新产品具有功耗低,电压低,无损害人体的各种射线产生、便于携带、全色显示的优点。现已不断投入市场。超扭曲液晶显示是液晶显示中的一枝新花,显示信息量大,在 720 × 480 的矩阵显示器件中,得到高清晰度图象。用于办公自动化、计算机终端,电子打字机,电视电话等信息显示领域,具有优良性能。

好的双稳态电光特性(见图 2)。

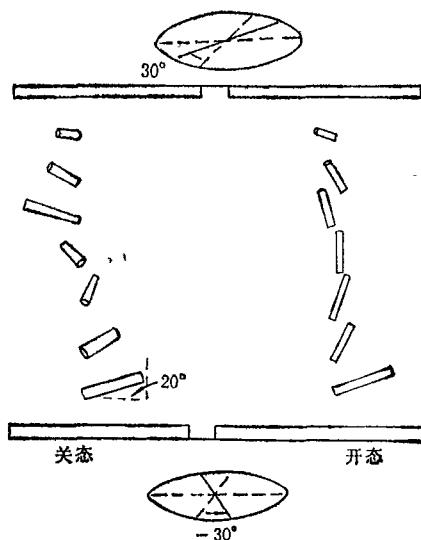


图1 超扭曲液晶分子排列

一、扭曲效应显示及其限制

利用扭曲效应进行矩阵显示,其扫描线数目可根据下式判断^[4]:

$$\alpha_{\text{最大电压比}} = \frac{V_s}{V_n} = \sqrt{\frac{\sqrt{N} + 1}{\sqrt{N} - 1}}$$

V_s 为选择电压, V_n 为非选择电压, N 为扫描线数目。

从理论上说 α 值最大值为 1.1, 最大扫描线数目为 100, 实际上由于视角和对比度限制, 最大扫描线数目 N 仅为 64。但是, 当扭曲角度大于 180° 至 270° (见图 1), 可表现出比普通扭曲效应(扭曲 90° 角)有更陡峭的电光特性和良

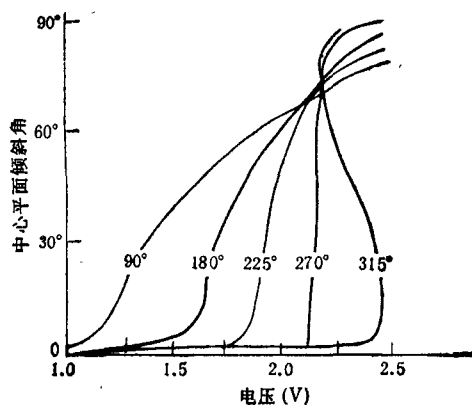


图2 超扭曲电光特性

二、超扭曲液晶显示

实现超扭曲液晶显示的三个基本条件为：
(1) 液晶分子呈现高倾斜表面取向排列；(2) 分子扭转排列 $180^\circ\text{--}270^\circ$ 的扭曲角；(3) 添加手性液晶使呈螺旋状结构。偏振片特殊放置，获得极为敏锐的电光特性和极大的多路驱动能力，目前已经得到 640×400 的矩阵显示。

超扭曲液晶显示经几年研究已发展为多种形式的高性能显示(见表1)。

表1 各种超扭曲液晶显示

超扭曲液晶显示类型 (STN-LCD)	显示色		说明
	背景色	显示色	
有色型	黄色 Y-STN	黑/黄	黄底黑字
	蓝色 B-STN	白/蓝	蓝底白字
	白色 W-STN	棕/白	白底棕字
黑白型	双层型 STN	黑/白	白底黑字
	宾主型 GH-STN	白/黑	黑底白字(包括OMI型)
	延迟片型 LR-STN	白/黑	黑底白字

1. 有色型

当光线经过偏振片变成线偏振光后，照射到超扭曲液晶盒上，经过双折射的液晶层成为椭圆偏振，椭圆轴比的变化以及检偏振片偏振轴位置的不同，决定透射光波长，在开态或关态分别出现黄、棕、蓝色^[5]。

2. 黑白型

(1) 双层型 (DSTN-LCD) 超扭曲液晶显示^[6]

在显示光路中分别放入两个液晶盒，一个作为补偿用，一个作为驱动显示的液晶盒。但两个液晶盒基片上的液晶分子指向矢是相互垂直的，而且两个液晶盒的液晶分子扭转方向相反，从而消除了干涉彩色，得到黑白型超扭曲(见图3)。

(2) 宾主型超扭曲 (GH-STN-LCD) 液晶显示

在 STN 液晶中加入二向色性染料，可以获得黑白型超扭曲液晶显示器，如在非选择态

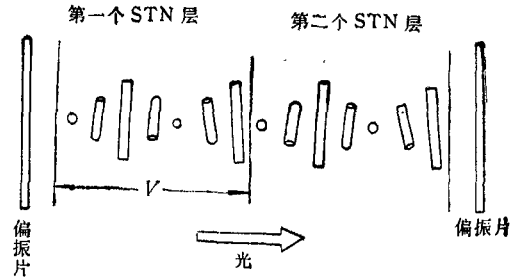


图3 双层 STN 显示原理图

为淡蓝色的液晶中加入黄色染料用以补偿蓝色，使之在选择态为白色。直接使用黑色二向色性染料，或使用带色偏振片均可得到黑白型超扭曲显示。本方法具有较宽视角，但选择态发暗。

(3) 低延迟片法 (low retardation)^[7]

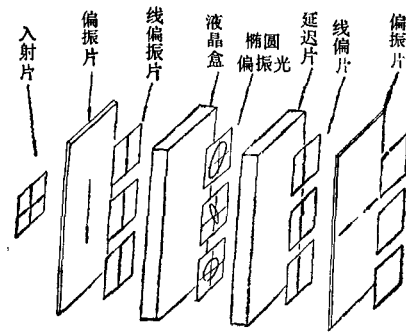


图4 使用延迟片的 STN 显示原理图

表2 黑白型 STN 特征比较

方式	D-STN	GH-STN	LR-STN
结构	双层	单层	单层
	一层为显示盒 一层为补偿盒 排列扭转方向相反盒表面上分子互相垂直	二向色性染料 补色	加一片延迟片于偏振片和液晶盒之间。
黑白色调	优良	纯黑白	背景灰色
亮度	优	好	差
反射率	好	很差	好
视角	好	优	差
对比度	优	好	差
响应	好	差	好
价格	贵	好	优

在液晶盒和偏振片之间加一片延迟片（如聚碳酸酯的相漂移薄膜），这种单轴拉伸薄膜可将椭圆偏振光转换为线偏振光，显示原理见图4。

但这种显示视角窄，工作温度范围窄，使成为非彩色功能差（即总带有一点彩色）。根据上述特征将黑白型STN显示作比较于表2^[8]。

三、超扭曲液晶显示用液晶材料调制

1. 手性 (chiral) 液晶

在混合液晶中必须加入适当的手性液晶成份以产生相应的扭曲角($>180^\circ$)。如使用右手螺旋的4-(2-甲基丁基)4'-氰基联苯(见图5)。

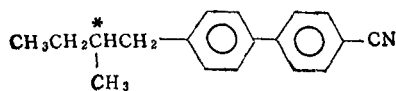


图 5(a)

左手螺旋的4-(2-甲基丁氧基)4'-氰基联苯

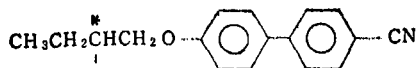


图 5(b)

(上接第 753 页)

奋斗的革命精神、无私的道德品质、严谨的治学态度和艰苦朴素的工作作风。金建中先生作风民主，联系群众，生活简朴，清正廉洁，为人正派，光明磊落，谦虚谨慎，平易近人，是深受人们尊敬和爱戴的同志和师长。

金建中先生一贯热爱党，热爱社会主义祖国，认真学习马列主义、毛泽东思想，坚决拥护党的路线、方针和政策，即使在“文化大革命”期间，他遭受迫害，身心受到严重摧残，政治上受到极不公正待遇的情况下，也没有动摇他的信念。1972年，他将自己历年存款一万四千元作为党费上交党组织，又从1975年3月至1978年4月，每月将自己工资的一半作为党费上交

但不能过量以免产生焦锥结构，出现光散射。

液晶混合物纯度应较高，杂质离子少，以防止产生动态散射。

2. 扭曲角控制(θ 角)

扭曲角应控制在 $180^\circ \leq \theta \leq 270^\circ$ 之间(见图2)。要调节液晶的螺距，使之与液晶盒厚相适应，通常控制在 $0.4 \leq \frac{d}{p} \leq 0.8$ 之间。 p 为螺距， d 为液晶盒厚。

d/p 值增加，则电光锐度降低，双稳态消失，多路驱动能力消失。

另外混合液晶粘度要小，清亮点要高，才能保证快响应和防止彩色涨落现象。

另外混合液晶粘度要小，清亮点要高，才能保证快响应和防止彩色涨落现象。

- [1] Takashi Lmai., *J. Elect. Ind.*, **36-5** (1989), 30., 36-8 (1989), 65.
- [2] Takashi Lmai., *J. Elect. Ind.*, **36-10** (1989), 66.
- [3] Koji Takashi., *J. Elect. Engin.*, **26-273** (1989), 87.
- [4] E. Kaueko., *Liquid Crystal TV Display*, KTK/TOKYO, (1986), 84.
- [5] Optrex Corp., *J. Elect. Engin.*, **26-267** (1989), 46.
- [6] Hiroshi Araki., *J. Elect. Engin.*, **25-260** (1988), 54.
- [7] Yukihiko Iwashita., *J. Elect. Engin.*, **25-260** (1988), 50.
- [8] Takaharu Suzuki, *J. Elect. Engin.*, **25-260**(1988), 62.

给党组织。“文化大革命”以后，金建中先生在担任兰州物理研究所所长期间，坚决拥护并认真贯彻党的十一届三中全会以来的路线、方针和政策，不顾年高体弱，四处奔波，为进一步提高发展兰州物理研究所的科研事业，为发展我国的航空航天事业和祖国的四化大业不辞辛苦，忘我工作。直到他病情恶化，再也无法为党的事业倾注心力为止。

数十年来，金建中先生忠诚党的科学事业，创始、开拓并大力推进了中国的真空科学技术研究，在真空科技领域取得突出的科技成果和很深的学术造诣，为中国真空科学技术事业、航空航天事业和原子能事业的发展做出了重要的贡献。