

文章编号: 1007-2780(2010)05-0696-03

利用 LCD Master 软件模拟预倾角对 LCD 性能的影响

牟 强, 阎洪刚, 张方辉

(陕西科技大学 电气与信息工程学院, 陕西 西安 710021; E-mail: bweia@qq.com)

摘 要: 利用 LCD Master 软件构架了两种不同液晶材料的 TN-LCD 显示屏, 模拟了在不同预倾角下, 液晶屏的响应时间、对比度和视角的变化情况。通过模拟, 发现随着液晶分子预倾角的增加 ($3.6 \sim 4.4^\circ$), 液晶屏响应时间逐步增加, 对比度也同时变大, 而液晶屏的视角基本保持不变。

关 键 词: 预倾角; 模拟; LCD Master; TN-LCD

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A

Simulation of Effects of Pretilt Angle on LCD Characteristics Utilizing LCD Master

MU Qiang, YAN Hong-gang, ZHANG Fang-hui

(School of Electric and Information Engineering, Shanxi University of Science and Technology,

Xi'an 710021, China, E-mail: bweia@qq.com)

Abstract: Two types of liquid crystal display(LCD) were designed utilizing LCD Master software, and response time, contrast ratio and view angle of LCD were simulated under different pretilt angle(from 3.6° to 4.4°). By simulating, it was found that response time of LCD would get longer, contrast ratio would get larger as increasing the pretilt angles, but view angle of LCD would not be changed.

Key words: pretilt angle; simulation; LCD Master; TN-LCD

1 引 言

视角、对比度和响应速度是评价 LCD 性能的重要指标。聚酰亚胺(PI)取向膜的功能是使液晶分子产生有序均匀的取向, 其性能的优劣对 LCD 的对比度、预值电压、响应时间和视角等特性有直接的影响^[1-2]。PI 的一个作用是使液晶分子在其表面整齐地排列, 形成一定的预倾角。PI 的结构特征对预倾角有直接的影响^[3-4]。PI 在不同温度下的固化会有不同的预倾角, 而不同的预倾角则会导致 LCD 的阈值电压发生变化^[5]。对于液晶分子排列扭曲成 90° 的 TN-LCD 而言, 预倾角应在 $1^\circ \sim 3^\circ$; 而对于液晶分子排列扭曲成 $180^\circ \sim 270^\circ$

的超扭曲向列型 STN-LCD 而言, 预倾角应在 $5^\circ \sim 30^\circ$ ^[6]。对于预倾角对 LCD 性能的影响, 以前基本都是通过生产出产品后对其性能进行测试, 而很少使用软件模拟的方法进行研究。

本文利用 LCD Master 软件模拟液晶盒, 研究了预倾角对响应时间、对比度和视角等 LCD 显示性能的影响。通过软件模拟可以找到合理的液晶盒参数, 为产品的设计和生产提供指导。

2 LCD Master 软件

LCD Master 是日本 SHINTEK 公司的一款 LCD 光学特性模拟软件, 其功能主要是指向矢排列和光学性能的模拟。该软件包括 LCD Bench、

Analyzer、2SBench 和 3SBench 4 个子模块。LCDBench 的作用有 3 个方面:对数据库进行编辑和更新;计算一维液晶指向;进行光学特性计算。Analyzer 模块可以根据 LCD Bench 的计算结果计算物理特性并且图形化。2SBench 用来建立二维模型,并且模拟指向矢排列和穿透率。3SBench 的作用在于建立三维模型,并且模拟指向矢排列和穿透率。LCD Master 软件应用的是右手坐标系,对于扭曲角和预倾角在软件中都有定义。设置好液晶盒的参数后,软件会自动计算出液晶盒的各项性能。

3 液晶屏的模拟

在模拟中,液晶材料选用的是 MJ08577 和 MJ08522 两种型号,这两种液晶的介电系数 $\Delta\epsilon$ 为 9~12,折射率各项异性 Δn 约为 0.115,旋转黏度 γ 为 85 mPa·s。两种液晶的阈值电压都为 3.8 V,响应时间正常为 8 ms。在液晶屏的架构中,需要对液晶屏的偏光片、ITO 玻璃、彩色滤光片、PI、液晶层进行设置,每一项都有确定的材料相对应。本次模拟实验主要研究的是液晶分子的预倾角对液晶屏的响应时间、对比度和视角的影响。在每次的模拟过程中,仅改变液晶分子的预倾角的大小。液晶分子扭曲角设置为 -90° ,预扭曲角设置为 -45° 。预倾角分别设置为 3.6° 、 3.8° 、 4.0° 、 4.2° 和 4.4° 等 5 种情况。预倾角没有设置在 3° 以下,是因为这几个值的选取是一组经验值,在预倾角为 3° 以下时,液晶盒的响应速度不能够满足快速响应的要求。

4 模拟结果与讨论

4.1 预倾角对视角的影响

在对比度 $CR > 10$,扭曲角为 -90° 的条件下,分别测量了 MJ08577、MJ08522 两种型号液晶的视角。从图 1 可以看到,使用 MJ08577 型液晶的液晶屏,在预倾角为 3.6° 、 3.8° 、 4.0° 、 4.2° 和 4.4° 时,它的上、左、右视角分别为 26° 、 46° 、 46° 。在 5 种预倾角下,下视角分别为 55° 、 55° 、 55° 、 54° 、 54° ,只有很小的差别。从图 2 可以看到,使用 MJ08522 型液晶的液晶屏,在 5 种预倾角下,它的上、下、左方向视角是相同的,分别为 24° 、 56° 、 41° 。从右方向看也基本相同。

对这两种类型的液晶,随着液晶预倾角的变

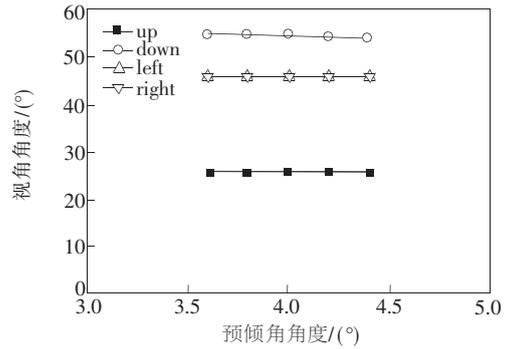


图 1 在不同预倾角下,LCD 视角模拟结果(MJ08577).
Fig. 1 View angle simulation results of LCD under different pretilt angles(MJ08577)

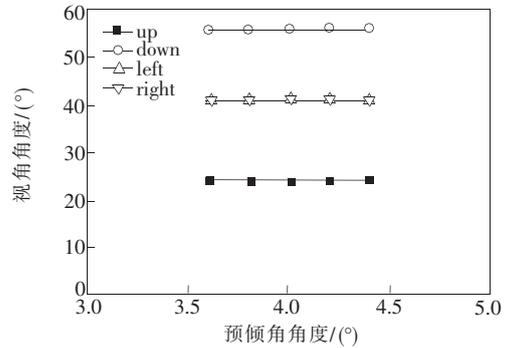


图 2 在不同预倾角下,LCD 视角模拟结果(MJ08522).
Fig. 2 View angle simulation results of LCD under different pretilt angles(MJ08522)

化,液晶盒的上、下、左、右视角基本没有变化,可见预倾角($3.6^\circ \sim 4.4^\circ$)对液晶屏的视角基本没有影响。

4.2 预倾角对液晶屏响应时间的影响

为了研究预倾角对响应时间的影响,在液晶盒所加电压为 3.8 V 下,测出 5 种情况下液晶屏的响应时间 T ,测试数据列于表 1 和表 2。其中 T_r 为上升时间, T_f 为下降时间,二者相加即为液晶盒的响应时间。当预倾角为 3.6° 、 3.8° 、 4.0° 、 4.2° 、 4.4° 时,由表 1 可知,由 MJ08577 型液晶构成的液晶屏响应时间分别为 8.9、8.96、9.02、9.05、9.11 ms;由表 2 可知,由 MJ08522 型液晶构成的液晶屏响应时间分别为 7.5、7.56、7.59、7.61、7.66 ms。

由上面的两组数据得出,随着预倾角的增加,液晶屏的响应时间在变长,这也就意味着预倾角($3.6 \sim 4.4^\circ$)越大,液晶屏的响应速度就越慢。模拟实验是在预倾角较小的情况下进行的。在 STN-LCD 中,预倾角的值较大,在这种情况下,增

表 1 不同预倾角下 LCD 响应时间数据(MJ08577)

Table 1 Data of LCD response time under different pretilt angles(MJ08577)

MJ08577	1	2	3	4	5
90%	1.13	1.09	1.05	1.02	0.99
10%	2.39	2.35	2.31	2.26	2.22
10%	13.41	13.42	13.43	13.45	13.46
90%	21.05	21.12	21.19	21.26	21.34
T_r	1.26	1.26	1.26	1.24	1.23
T_f	7.64	7.7	7.76	7.81	7.88
T	8.9	8.96	9.02	9.05	9.11

表 2 不同预倾角下响应时间数据表(MJ08522)

Table 2 Data of LCD response time under different pretilt angles(MJ08522)

MJ08577	1	2	3	4	5
90%	1.37	1.31	1.27	1.24	1.21
10%	2.53	2.48	2.43	2.38	2.35
10%	13.10	13.45	13.53	13.55	13.56
90%	19.85	19.91	19.96	20.02	20.08
T_r	1.16	1.17	1.16	1.14	1.14
T_f	6.34	6.39	6.43	6.47	6.52
T	7.50	7.56	7.59	7.61	7.66

加预倾角可以消除条纹对显示屏的影响,获得陡峭电致畸变曲线并且不影响其他的性能^[7],包括响应时间。不过大预倾角在制作工艺上存在一定的困难^[8]。

4.3 预倾角对液晶屏对比度的影响

在液晶屏施加的电压 $V=3.8\text{ V}$,上下左右的视角为 20° 、 45° 、 45° 、 45° 时,测试了 5 种预倾角显示屏的对比度,其大小分别为 1 882, 1 900, 1 917, 1 935, 1 952。可以看到,随着预倾角的增加,对比度呈逐渐增大趋势。

根据之前量产的同类产品得到的数据显示, LCD Master 软件的模拟值与实际值之间存在差异,但是实际的盒性能比模拟特性要好一些。模拟结果与实际情况对比来看,可以利用这种软件模拟预倾角对 LCD 性能的影响。

5 结 论

利用 LCD Master 软件构架了两种不同液晶材料的 TN-LCD 显示屏,模拟了在不同预倾角下液晶屏的响应时间、对比度和视角的变化情况。通过模拟结果可知,在预倾角从 3.6° 增加到 4.4° 时,屏的视角在各方向的视角基本不变,对比度增加,但响应速度变慢。仅从液晶屏的对比度与响应时间两方面考虑,预倾角(在小角度范围内)不能太大也不能太小,否则不能满足实际应用的需要。

参 考 文 献:

- [1] Castellano J A. Surface anchoring of liquid crystal molecules on various substrates [J]. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1983, 94(122):33-41.
- [2] 吕凤珍,彭增辉,姚丽双,等. 表面自组装反应制备液晶光控取向膜 [J]. *液晶与显示*, 2008, 23(4):399-403.
- [3] Arafune R, Sakamoto K, Yamakawa D, et al. Pretilt angles of liquid crystals in contact with rubbed polyimide films with different chain inclinations [J]. *Surf. Sci.*, 1996, 368:208-212.
- [4] Nishikawa M, West L L. Effect of chemical structures of polyimides on photo-alignment of liquid crystals [J]. *Mol. Cryst. Liq. Cryst. A*, 1999, 333:165-179.
- [5] 宋莉丽,于海峰,李燕. 阈值电压波动初探 [J]. *液晶与显示*, 2002, 17(2):139-142.
- [6] 白星,王宇,汪映寒. 聚酰亚胺制备条件对液晶预倾角的影响 [J]. *液晶与显示*, 2007, 22(3):268-272.
- [7] 张辉,郭克定. d/p 窗口的研究 [J]. *液晶与显示*, 1995, 3(1):122-161.
- [8] 张俊瑞,马志华,刘绍锦,等. 预倾角对超扭曲向列相液晶显示的影响 [J]. *液晶与显示*, 2006, 21(2):145-148.