



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201897674 U

(45) 授权公告日 2011. 07. 13

(21) 申请号 201020616687. 9

G09G 3/36 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 09. 25

H04M 1/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

12/794, 623 2010. 06. 04 US

(73) 专利权人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 E·多基戈托夫 葛志兵 徐明

陈戎 Y·B·帕克 仲正中 陈巍

S·R·格特麦

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李玲

(51) Int. Cl.

G02F 1/1337 (2006. 01)

G02F 1/133 (2006. 01)

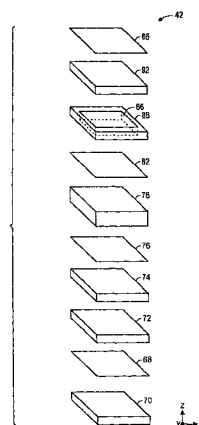
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 10 页

(54) 实用新型名称

电子设备、电子显示器及液晶显示器

(57) 摘要

本实用新型涉及电子设备、电子显示器及液晶显示器。包括：具有多个像素的液晶显示器，具有置于彼此不对称的两个液晶取向层之间的液晶材料，分别在两个液晶取向层之上和之下的上下偏光层，其中：液晶显示器的灰度级 0 电压高于最小灰度级 0 电压能力；或者两个液晶取向层的液晶分子取向轴被相互偏离除 180° 的倍数以外的偏斜角；或者第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个既不平行也不垂直于两个液晶取向层的液晶分子取向轴之一；或者其任意组合，使得多个像素的透光率随灰度级电压增大而单调增大。本公开的一个目的是解决由 LCD 面板中的液晶取向层的非平面性引起的形变。本公开的一个技术效果是使像素单调增大透光率，降低灰度反转以及增强同轴对比度。



1. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括:

具有多个像素的液晶显示器,具有置于彼此不对称的两个液晶取向层之间的液晶材料,并且具有分别在所述两个液晶取向层之上和之下的上偏光层和下偏光层,其中:

液晶显示器的灰度级 0 电压高于液晶显示器的最小灰度级 0 电压能力,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大;或者

所述两个液晶取向层的液晶分子取向轴被相互偏离除 180° 的倍数以外的偏斜角,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大;或者

与上偏光层相关的第一偏光轴和与下偏光层相关的第二偏光轴中的至少一个既不平行也不垂直于所述两个液晶取向层的液晶分子取向轴之一,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大;或者

它们的任意组合,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大。

2. 按照权利要求 1 所述的电子设备,其特征在于,当对液晶显示器的像素施加灰度级 0 电压时,像素的透光率处于最小值。

3. 按照权利要求 1 所述的电子设备,其特征在于,液晶显示器的所述两个液晶取向层至少之一是平面的。

4. 按照权利要求 1 所述的电子设备,其特征在于,液晶显示器的所述两个液晶取向层中的第一液晶取向层是平面的,以及液晶显示器的所述两个液晶取向层中的第二液晶取向层是非平面的,其中液晶材料的液晶指向矢方位角对准与所述两个液晶取向层中的第一液晶取向层相关的第一液晶分子取向轴,但是不对准与所述两个液晶取向层中的第二液晶取向层相关的第二液晶分子取向轴。

5. 一种电子显示器,其特征在于,所述电子显示器包括:

像素,所述像素包括:

配置成在第一偏光轴上使光偏光的下偏光层;

置于下偏光层之上并被配置成在没有电场的情况下通常使液晶分子沿着第一液晶分子取向轴对准的下液晶取向层;

置于下液晶取向层之上的包括液晶分子的液晶层;

置于液晶层之上并被配置成在没有电场的情况下通常使液晶分子沿着第二液晶分子取向轴对准的上液晶取向层,其中第二液晶分子取向轴与第一液晶分子取向轴相同或者相差 180° ;和

置于上液晶取向层之上并被配置成在第二偏光轴上使光偏光的上偏光层;

其中第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴。

6. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴的第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个,相对于平行或者垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移一角度,所述角度使像素在没有电场的情况下透过的光量少于在没有电场的情况下如果第一偏光轴和第二偏光轴平行或垂直于第一液晶分子取向轴和第二液晶分子取向轴时该像素会透过的光量。

7. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴的第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个,相对于平行

或者垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移小于 5° 的角度。

8. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴的第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个,相对于平行或者垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移大于 0.3° 但小于 1° 的角度。

9. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 O- 模式工作时,第一偏光轴在朝着更平行于所述突出的方向,相对于平行于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

10. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 O- 模式工作时,第二偏光轴在朝着更垂直于所述突出的方向,相对于垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

11. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 E- 模式工作时,第一偏光轴在朝着更垂直于所述突出的方向,相对于垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

12. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 E- 模式工作时,第二偏光轴在朝着更平行于所述突出的方向,相对于平行于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

13. 按照权利要求 5 所述的电子显示器,其特征在于,下液晶取向层和上液晶取向层是不对称的。

14. 一种液晶显示器,其特征在于,所述液晶显示器包括:

像素,所述像素包括:

具有第一液晶分子取向轴的第一液晶取向层;

具有第二液晶分子取向轴的第二液晶取向层,其中第二液晶分子取向轴相对于第一液晶分子取向轴被偏移除 180° 的倍数以外的偏斜角;和

置于第一液晶取向层和第二液晶取向层之间的液晶层;

其中第一液晶取向层和 / 或第二液晶取向层至少部分是非平面的。

15. 按照权利要求 14 所述的液晶显示器,其特征在于,第一液晶取向层和 / 或第二液晶取向层包括进入液晶层的多个突出。

16. 按照权利要求 15 所述的液晶显示器,其特征在于,所述多个突出是由于在第一液晶取向层和 / 或第二液晶取向层之下的像素电极或者公共电极的指状部分造成的。

17. 按照权利要求 14 所述的液晶显示器,其特征在于,第一液晶取向层大体上是平面的,并且其中所述像素包括轴线垂直于或者平行于第一液晶分子取向轴的第一偏光层。

18. 按照权利要求 14 所述的液晶显示器,其特征在于,第二液晶分子取向轴相对于第一液晶分子取向轴被偏移小于或等于 1° 的角度。

19. 按照权利要求 14 所述的液晶显示器,其特征在于,第二液晶分子取向轴相对于第一液晶分子取向轴被偏移大于或等于 0.3° 的角度。

电子设备、电子显示器及液晶显示器

[0001] 当 Apple 的 iPhone 4 的样机在 2010 年 3 月 25 日从 Apple 的一个工程师处被窃取时,本申请中要揭示和主张的发明被提前且未经 Apple 授权地向公众公开了。在该明显盗窃之前,尚未提交本申请所基于的美国优先权申请。

技术领域

[0002] 本公开一般涉及液晶显示器 (LCD) 面板,并且更具体地说涉及高对比度 LCD 面板。

背景技术

[0003] 背景技术部分用于向读者介绍与下面说明和 / 或要求保护的本公开的各个方面相关的现有技术的各个方面。相信下面的讨论有助于向读者提供背景信息,以便于更好地理解本公开的各个方面。因此,应该据此理解这些陈述,而不应理解成承认这些陈述为现有技术。

[0004] 液晶显示器 (LCD) 通常用作各种电子设备的屏幕或显示器,所述各种电子设备包括诸如电视机、计算机和手持设备 (例如,蜂窝电话、音频和视频播放器、游戏系统等等) 之类的消费电子产品。这样的 LCD 设备一般在适合于用在各种电子产品的相对较薄封装中提供平板显示器。另外,与可比较的显示器技术相比,这种 LCD 设备一般使用较少的电力,使它们适合于用在电池供电的设备中或者用在希望使用电降至最小的其它环境中。

[0005] LCD 设备一般包括排列成矩阵以显示图像的多个像元 (picture element) (像素)。当向每个像素中的液晶材料施加电场时, LCD 设备的各个像素可变地允许光线通过。这种电场可由像素电极与公共电极之间的电压差产生。施加于使像素透过最小量的光线的像素电极的电压可被称为灰度级 (gray scale level) 0 电压 (G0)。当灰度级电压增大到大于 G0 时,液晶材料会逐渐允许更多的光通过像素。不过,在一些情况下,当灰度级电压增大到大于 G0 时,在称为灰度级反转 (grayscale inversion) 或灰度反转 (gray inversion) 的情况下,像素的光量可能首先降低。LCD 面板中的灰度反转情况会降低对比度,并在低灰度级电压下产生图像伪像 (image artifact)。

实用新型内容

[0006] 下面陈述这里公开的一些实施例的概要。应明白介绍这些方面只是为了向读者提供所述这些实施例的简明概要,并且所述这些方面并不意图限制本公开的范围。实际上,本公开可包含未在下面陈述的各种方面。

[0007] 本公开的一个实施例的一个目的是解决由 LCD 面板中的液晶取向层的非平面性引起的形变。

[0008] 根据一个实施例,提供了一种电子设备。所述电子设备包括:具有多个像素的液晶显示器,具有置于彼此不对称的两个液晶取向层之间的液晶材料,并且具有分别在所述两个液晶取向层之上和之下的上偏光层和下偏光层,其中:液晶显示器的灰度级 0 电压高于液晶显示器的最小灰度级 0 电压能力,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而

单调增大 ;或者所述两个液晶取向层的液晶分子取向轴被相互偏离除 180° 的倍数以外的偏斜角,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大 ;或者与上偏光层相关的第一偏光轴和与下偏光层相关的第二偏光轴中的至少一个既不平行也不垂直于所述两个液晶取向层的液晶分子取向轴之一,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大 ;或者它们的任意组合,使得所述多个像素的透光率随着灰度级电压增大而单调增大。

[0009] 根据一种实施方式,当对液晶显示器的像素施加灰度级 0 电压时,像素的透光率处于最小值。

[0010] 根据一种实施方式,液晶显示器的所述两个液晶取向层至少之一是非平面的。

[0011] 根据一种实施方式,液晶显示器的所述两个液晶取向层中的第一液晶取向层是平面的,以及液晶显示器的所述两个液晶取向层中的第二液晶取向层是非平面的,其中液晶材料的液晶指向矢方位角对准与所述两个液晶取向层中的第一液晶取向层相关的第一液晶分子取向轴,但是不对准与所述两个液晶取向层中的第二液晶取向层相关的第二液晶分子取向轴。

[0012] 根据一个实施例,提供了一种电子显示器。所述电子显示器包括 :像素,所述像素包括 :配置成在第一偏光轴上使光偏光的下偏光层 ;置于下偏光层之上并被配置成在没有电场的情况下通常使液晶分子沿着第一液晶分子取向轴对准的下液晶取向层 ;置于下液晶取向层之上的包括液晶分子的液晶层 ;置于液晶层之上并被配置成在没有电场的情况下通常使液晶分子沿着第二液晶分子取向轴对准的上液晶取向层,其中第二液晶分子取向轴与第一液晶分子取向轴相同或者相差 180° ;和置于上液晶取向层之上并被配置成在第二偏光轴上使光偏光的上偏光层 ;其中第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴。

[0013] 根据一种实施方式,既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴的第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个,相对于平行或者垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移一角度,所述角度使像素在没有电场的情况下透过的光量少于在没有电场的情况下如果第一偏光轴和第二偏光轴平行或垂直于第一液晶分子取向轴和第二液晶分子取向轴时该像素会透过的光量。

[0014] 根据一种实施方式,既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴的第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个,相对于平行或者垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移小于 5° 的角度。

[0015] 根据一种实施方式,既不平行也不垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴的第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个,相对于平行或者垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移大于 0.3° 但小于 1° 的角度。

[0016] 根据一种实施方式,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 0- 模式工作时,第一偏光轴在朝着更平行于所述突出的方向,相对于平行于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

[0017] 根据一种实施方式,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 0- 模式工作时,第二偏光轴在朝着更垂直于所述突出的方向,相对于垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

[0018] 根据一种实施方式,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 E- 模式工作时,第一偏光轴在朝着更垂直于所述突出的方向,相对于垂直于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

[0019] 根据一种实施方式,下液晶取向层包括进入液晶层的突出,并且其中当液晶显示器被配置成按照 E- 模式工作时,第二偏光轴在朝着更平行于所述突出的方向,相对于平行于第一液晶分子取向轴或者第二液晶分子取向轴被偏移。

[0020] 根据一种实施方式,下液晶取向层和上液晶取向层是不对称的。

[0021] 根据一个实施例,提供了一种液晶显示器。所述液晶显示器包括:像素,所述像素包括:具有第一液晶分子取向轴的第一液晶取向层;具有第二液晶分子取向轴的第二液晶取向层,其中第二液晶分子取向轴相对于第一液晶分子取向轴被偏移除 180° 的倍数以外的偏斜角;和置于第一液晶取向层和第二液晶取向层之间的液晶层;其中第一液晶取向层和 / 或第二液晶取向层至少部分是非平面的。

[0022] 根据一种实施方式,第一液晶取向层和 / 或第二液晶取向层包括进入液晶层的多个突出。

[0023] 根据一种实施方式,所述多个突出是由于在第一液晶取向层和 / 或第二液晶取向层之下的像素电极或者公共电极的指状部分造成的。

[0024] 根据一种实施方式,第一液晶取向层大体上是平面的,并且其中所述像素包括轴线垂直于或者平行于第一液晶分子取向轴的第一偏光层。

[0025] 根据一种实施方式,第二液晶分子取向轴相对于第一液晶分子取向轴被偏移小于或等于 1° 的角度。

[0026] 根据一种实施方式,第二液晶分子取向轴相对于第一液晶分子取向轴被偏移大于或等于 0.3° 的角度。

[0027] 根据本公开的一个实施例的一个技术效果是可以单独地或者组合地使 LCD 面板的像素单调增大(例如,增大而不降低)透光率,从而降低灰度反转(例如,当与更高的灰度级电压相比,较低的灰度级电压带来更大的透射率时),以及增强同轴对比度。

[0028] 本公开的实施例涉及与高对比度液晶显示器(LCD)有关的设备和方法。例如,这样的电子设备可以包括具有彼此不对称的两个液晶取向层(alignment layer),和分别在所述两个取向层之上和之下的上偏光层和下偏光层的 LCD。多个像素的透光率(light transmittance)随着灰度级电压单调增大。显示器可利用比该显示器的最低灰度级 0 电压能力高的灰度级 0 电压工作。另外或者可替换的,所述两个取向层的液晶分子取向轴(alignment axis)可以被相互偏离除 180° 的倍数以外的角度。另外或者可替换的,上偏光层的第一偏光轴和 / 或下偏光层的第二偏光轴可以既不平行也不垂直于液晶分子取向轴之一。

附图说明

[0029] 参考附图,阅读下面的详细说明,可更好地理解本公开的各个方面,其中:

[0030] 图 1 是按照本公开的各个方面的电子设备的示例组件的方框图;

[0031] 图 2 是按照本公开的各个方面的手持电子设备的正视图;

[0032] 图 3 是按照本公开的各个方面的计算机的视图;

- [0033] 图 4 是按照本公开的各个方面的 LCD 像素的开关和显示电路的电路图；
- [0034] 图 5 是按照本公开的各个方面的液晶显示器 (LCD) 面板的像素的示例各层的分解图；
- [0035] 图 6 是按照本公开的各个方面的 LCD 像素的一部分的示意图；
- [0036] 图 7 是按照本公开的各个方面, 模拟作为像素中离像素电极的深度的函数的液晶指向矢形变 (director distortion) 的曲线图；
- [0037] 图 8 是按照本公开的各个方面, 模拟作为电压的函数的像素透射率的曲线图；
- [0038] 图 9 和 10 是描述通过选择接近透射率最小值的灰度级 0 电压, 实现高对比度 LCD 面板的方法的实施例的流程图；
- [0039] 图 11 是按照本公开的各个方面的具有偏离液晶分子取向轴的偏光器, 以改善灰度级电压的单调性的像素的示意图；
- [0040] 图 12 是按照本公开的各个方面的具有偏移的上下液晶分子取向轴, 以改善灰度级电压的单调性的像素的示意图；以及
- [0041] 图 13 是按照本公开的各个方面, 模拟作为灰度级电压的函数的图 11 或 12 的像素的透射率的曲线图。

具体实施方式

[0042] 下面将说明一个或多个具体实施例。在致力于提供这些实施例的简明描述的过程中, 在说明书中未描述实际实现的所有特征。应意识到在任何这种实际实现的开发中, 和任何工程或设计项目中一样, 为了实现开发人员的会因实现而异的特定目标, 比如遵守与系统相关的和与企业相关的约束条件, 必须做出各种特定于实现的决策。此外, 应意识到这样的开发工作可能复杂和费时, 不过对受益于本公开内容的普通技术人员来说, 这样的开发工作不过是常规的设计、加工和制造任务。

[0043] 本公开的实施例涉及高对比度液晶显示器 (LCD) 面板。具体地说, 这种高对比度 LCD 面板的开发、生产和 / 或使用可以包括把 LCD 面板的灰度级 0 电压 (G0) 设定为带来透射率最小值的电压。另外或者可替换的, 上偏光层或下偏光层的轴线可以偏离 LCD 面板的一个或两个取向层的液晶分子取向轴, 而不是平行或者垂直于液晶分子取向轴。术语“液晶分子取向轴”也可被称为“摩擦轴”或“导轴 (director axis)”, 这里通常用于表示在没有电场的情况下, 如果取向层是平面的, 那么取向层会使液晶分子对准的角度。在一些实施例中, 液晶取向层的上下液晶分子取向轴甚至可以相互偏离, 以使液晶指向矢 (director) 在低灰度级电压下更有效地排斥光线。随着灰度级电压的增大, 这些实施例可以单独地或者组合地使 LCD 面板的像素单调增大 (例如, 增大而不降低) 透光率, 从而降低灰度反转 (例如, 当与更高的灰度级电压相比, 较低的灰度级电压带来更大的透射率时), 以及增强同轴对比度 (on-axis contrast)。

[0044] 如下所述, 相信通过解决由某些现代 LCD 面板中的液晶取向层的非平面性引起的形变, 这些实施例能够实现高对比度。当像素电极占据一个或多个取向层之下的空间时, 出现这种非平面性 (non-planarity), 导致取向层突出到被液晶材料占据的空间中。在某些平面内切换 / 边缘场切换 (IPS/FFS) LCD 面板中, 像素电极通常会占据这样的空间, 在某些 LCD 面板中, 公共电极会占据这样的空间。

[0045] 通常,当取决于 LCD 面板的工作模式,在像素之上和之下的偏光层的轴线分别垂直和平行于 LCD 面板的液晶分子取向轴,或者平行和垂直于 LCD 面板的液晶分子取向轴时,可以获得高对比度。不过,认为当上下偏光层的轴线垂直或平行于 LCD 面板的液晶分子取向轴时,某些 LCD 面板中的取向层的非平面性会在突出点附近产生液晶材料的形变。认为这种形变引起沿着或者垂直于液晶分子取向轴方向被偏光的光线的延迟,对同轴光来说,在暗态 (dark state) 下导致显著的漏光,如果不被校正的话,这会有效地降低 LCD 面板的对比度。

[0046] 为了解决这些漏光伪像,一些实施例包括执行某种 γ 校正,以保证面板的透射率随着灰度级电压单调增大。例如,这些实施例包括确定产生最小透射率的电压,以及把灰度级 0 (G0) 电压设定成等于该最小透射率电压。这些实施例还可以包括首先选择默认的 γ 设置,并且关于灰度反转情况,测试某些低灰度级电压值 (例如, G0、G3 和 G7)。如果检测到灰度反转情况,那么可以选择新的 γ 设置,并且在所述低灰度级电压值再次关于灰度反转测试 LCD 面板。重复这种模式,直到不再检测到灰度反转为止,这意味灰度级 0 电压 (G0) 接近 LCD 面板的透射率最小值。当灰度级 0 电压 (G0) 接近 LCD 面板的透射率最小值时, LCD 显示器的对比度通常可达到最大值。

[0047] 另一方面或者除了选择 LCD 面板的 γ 设置的技术之外, LCD 面板可被设计成使得上偏光层轴线或下偏光层轴线偏离 LCD 面板的取向层的液晶分子取向轴。认为通过使偏光层轴线偏离液晶分子取向轴,可以校正因像素电极或公共电极突出到液晶材料中而引起的轻微形变。类似地,在一些实施例中,上取向层的液晶分子取向轴可以不同于下取向层的液晶分子取向轴。认为通过偏离上下取向层各自的液晶分子取向轴,可导致 LCD 面板的形变的相似校正。预期按照这里描述的方式偏移偏光层轴线和 / 或液晶分子取向轴会产生相对于灰度级电压大体单调的透射率函数。

[0048] 考虑到上面所述,图 1 表示采用这种高对比度显示器 18 的电子设备 10 的方框图。除了其它组件之外,电子设备 10 还可以包括一个或多个处理器 12、存储器 14、非易失性存储器 16、显示器 18、输入结构 20、输入 / 输出 (I/O) 接口 22、一个或多个网络接口 24、和 / 或电源 26。在备选实施例中,电子设备 10 可以包括更多或更少的组件。图 1 中所示的各个功能块可以包括硬件部件 (包括电路),软件部件 (包括保存在计算机可读介质上的计算机代码),或者硬件部件和软件部件的组合。另外应注意,图 1 只是一个特定实现的例子,并且用于举例说明可存在于电子设备 8 中的组件的类型。

[0049] 通常,一个或多个处理器 12 可以控制电子设备 10 的操作。在一些实施例中,基于从非易失性存储器 16 载入存储器 14 中的指令,处理器 12 可响应经由显示器 18 输入的用户触摸手势。除了这些指令之外,非易失性存储器 16 还保存各种数据。例如,非易失性存储器 16 可以包括硬盘驱动器和 / 或固态存储器,比如闪存存储器。

[0050] 显示器 18 可以是高对比度液晶显示器 (LCD),比如这里提供的高对比度液晶显示器 (LCD)。特别地,不管显示器 18 中的取向层的非平面性,显示器 18 在低灰度级电压下可以不表现出或者可以表现出较小的灰度反转,和 / 或基于这里提供的技术可表现出高的同轴对比度。显示器 18 还可代表输入结构 20 之一。例如,其它输入结构 20 可以包括按键、按钮和 / 或开关。电子设备 10 的 I/O 端口 22 可以使电子设备 10 能够相对于其它电子设备 10 和 / 或各种外设,比如外部键盘或鼠标,传送和接收数据。网络接口 24 能够实现个域

网 (PAN) 集成 (例如, 蓝牙), 局域网 (LAN) 集成 (例如, Wi-Fi), 和 / 或广域网 (WAN) 集成 (例如, 蜂窝 3G 或 4G)。电子设备 10 的电源 26 可以是任何适当的电源, 比如可再充电的锂聚合物 (Li-poly) 电池和 / 或交流电 (AC) 电力变换器。

[0051] 图 2 图解说明呈手持设备 30 (这里是蜂窝电话) 形式的电子设备 10。应注意尽管在蜂窝电话的语境中提供了手持设备 30, 不过作为电子设备 10, 也可适宜地提供其它类型的手持设备 (比如播放音乐和 / 或视频的媒体播放器、个人数据管理器、手持式游戏平台、和 / 或这些设备的组合)。此外, 手持设备 30 可以包括一种或多种设备, 比如媒体播放器、蜂窝电话、游戏平台、个人数据管理器等的功能。

[0052] 例如, 在所描述的实施例中, 手持设备 30 呈可提供各种附加功能 (比如拍摄照片、记录音频和 / 或视频、听音乐、玩游戏等的能力) 的蜂窝电话的形式。如同关于图 1 的普通电子设备所述那样, 手持设备 30 可以允许用户连接到因特网或者其它网络, 比如局域网或广域网, 并通过因特网或者所述其它网络进行通信。手持设备 30 还可利用短程连接, 比如蓝牙和 / 或近场通信 (NFC), 与其它设备通信。例如, 手持设备 30 可以是可从加利福尼亚州库珀蒂诺的苹果公司获得的一种型号的 **iPod®** 或者 **iPhone®**。

[0053] 手持设备 30 可以包括外壳 32 或主体, 所述外壳 32 保护内部组件免受物理损害, 和屏蔽内部组件免受电磁干扰。外壳 32 可由任何适当的材料形成, 比如塑料、金属或者复合材料, 并且可以允许某些频率的电磁辐射经过而到达手持设备 30 内的无线通信电路, 以便于无线通信。外壳 32 还可以包括用户输入结构 20, 通过用户输入结构 20, 用户可与手持设备 30 接口。每个用户输入结构 20 可以被配置成当被动作时帮助控制设备功能。例如, 在蜂窝电话实现中, 一个或多个输入结构 20 可以被配置成调用要显示的 “主 (home)” 屏幕或菜单、在休眠模式和唤醒模式之间切换、使蜂窝电话应用的振铃器静音、增大或减小音量输出等等。

[0054] 显示器 18 可以显示图形用户界面 (GUI), 图形用户界面 (GUI) 允许用户与手持设备 30 交互。GUI 的图标可借助包括在显示器 18 中的触摸屏来选择, 或者可以用一个或多个输入结构 20, 比如滚轮或按钮来选择。手持设备 30 还可以包括允许手持设备 30 与外部设备连接的各种 I/O 端口 22。例如, 一个 I/O 端口 22 可以是允许在手持设备 30 和另一个电子设备比如计算机之间传输和接收数据或命令的端口。这种 I/O 端口 22 可以是苹果公司的专有端口, 或者可以是开放标准 I/O 端口。另一个 I/O 端口 22 可以包括允许头戴式耳机 34 连接到手持设备 30 的耳机插孔。

[0055] 除了图 2 的手持设备 30 之外, 电子设备 10 可以采取计算机或者其它类型的电子设备的形式。这样的计算机可以包括通常是便携式的计算机 (比如膝上型计算机、笔记本计算机和 / 或平板计算机) 和 / 或通常在一个地方使用的计算机 (比如常规的桌上型计算机、工作站和 / 或服务器)。在一些实施例中, 呈计算机形式的电子设备 10 可以是可从苹果公司获得的一种型号的 **MacBook®, MacBook® Pro, MacBook Air®, iMac®, Mac® mini** 或者 **Mac Pro®**。在另一个实施例中, 电子设备 10 可以是平板计算设备, 比如可从苹果公司购得的 **iPad®**。例如, 图 3 中举例说明了膝上型计算机 36, 膝上型计算机 36 代表按照本公开的一个实施例的电子设备 10 的一个实施例。除了其它组件之外, 计算机 36 包括壳体 38、显示器 18、输入结构 20 和 I/O 端口 22。

[0056] 在一个实施例中, 输入结构 22 (比如键盘和 / 或触摸板) 能够实现与计算机 36 的

交互,比如启动、控制或者操作 GUI 或者在计算机 36 上运行的应用。例如,键盘和 / 或触摸板可以允许用户导航在显示器 18 上显示的用户界面或者应用界面。另外,如上所述,计算机 36 还可以包括各种允许连接附加设备的 I/O 端口 22。例如,计算机 36 可以包括适合于连接到另一个电子设备、投影仪、辅助显示器等的一个或多个 I/O 端口 22,比如 USB 端口或者其它端口。另外,计算机 36 可以包括如参照图 1 描述的网络连接能力、记忆能力和存储能力。

[0057] 如上简要所述,在图 1-3 的实施例中示出的显示器 18 可以是液晶显示器 (LCD)。图 4 示出按照实施例的这种显示器 18 的电路图。如图所示,显示器 18 可以包括 LCD 显示面板 40,LCD 显示面板 40 包括布置成像素阵列或矩阵的单元像素 42。在这样的阵列中,每个单元像素 42 可以由这里分别用示出的栅极线 44 (也称为“扫描线”)和源极线 46 (也称为“数据线”)表示的各行和各列的交叉点定义。为了简单起见,图中只示出了 6 个单元像素 42a-42f。不过,应明白在实际的实现中,每个源极线 46 和栅极线 44 可以包括数千个这样的单元像素 42。

[0058] 如本实施例中所示,每个单元像素 42 包括开关保存在相应的像素电极 50 上的数据信号的薄膜晶体管 (TFT) 48。在所描述的实施例中,每个 TFT 48 的源极 52 可与源极线 46 电连接,并且每个 TFT 48 的栅极 54 可与栅极线 44 电连接。每个 TFT 48 的漏极 56 可与相应的像素电极 50 电连接。每个 TFT 48 充当可以基于在 TFT 48 的栅极 54 是否相应存在或不存在的扫描信号,而被启动和停用 (例如,接通和断开) 预定周期的开关部件。

[0059] 当被启动时, TFT 48 可以把经由相应的源极线 46 接收的图像信号作为电荷保存在其对应的像素电极 50 上。像素电极 50 保存的图像信号可被用于在相应的像素电极 50 和公共电极 (图 5 中未示出) 之间产生电场。相应的像素电极 50 和公共电极之间的电场可改变在单元像素 42 上方的液晶层的极性。该电场可使液晶分子对准液晶层,以调制光透射。当电场变化时,光量可增大或减少。通常,光可以与 (例如,从对应的源极线 46) 施加的电压对应的强度通过单元像素 42。不过,如下所述,上下液晶取向层之间的不对称被认为会造成一定的形变,所述形变可能会不利地影响像素电极 50 的电压和像素 42 的透射率之间的这种关系。

[0060] 显示器 18 还可以包括源极驱动器集成电路 (IC) 58,源极驱动器集成电路 (IC) 58 可以包括通过从处理器 12 接收图像数据 60,和把对应的图像信号发送给面板 40 的单元像素 42,来控制显示面板 40 的芯片,比如处理器或者 ASIC。源极驱动器 IC 58 还可以与栅极驱动器 IC 62 耦接,栅极驱动器 IC 62 可以经由栅极线 44 启动或停用各行单元像素 42。因而,源极驱动器 IC 58 可以向栅极驱动器 IC 62 发送定时信息 (由附图标记 64 表示),以使各行像素 42 的启动 / 停用更容易。在其它实施例中,可以按照某些其它方式向栅极驱动器 IC 62 提供定时信息。

[0061] 操作上,源极驱动器 IC 58 从处理器 12 或者独立的显示控制器接收图像数据 60,并根据接收的数据输出控制像素 42 的信号。例如,为了显示图像数据 60,源极驱动器 IC 58 可以每次一行地调整像素电极 50 的电压。为了访问单独一行像素 42,栅极驱动器 IC 62 可以向与该行像素 42 关联的 TFT 48 发送启动信号 (例如,启动电压),使被寻址行的 TFT 48 变成导通。源极驱动器 IC 58 可以经由相应的源极线 46,向被寻址行的单元像素 42 传送一定的数据信号。之后,通过应用停用信号 (例如,小于启动电压的电压,比如接地电压),栅

极驱动器 IC 62 可以停用被寻址行中的 TFT 48, 从而阻止该行中的像素 42 改变状态, 直到它们再次被寻址为止。可对面板 40 中的每行像素 42 重复上述处理, 以把图像数据 60 再现成显示器 18 上的可视图像。

[0062] 显示器 18 的像素 42 可以包括许多层, 在图 5 的分解图中示意性示出它们中的许多层。每个像素 42 可以包括使来自背光模组 70 或光反射面的光偏光的上偏光层 66 和下偏光层 68。下基板 72 可以被布置在偏光层 68 之上并通常由透光材料, 比如玻璃、石英和 / 或塑料形成。

[0063] 薄膜晶体管 (TFT) 层 74 被描述成置于下基板 72 之上。为了举例说明的简便起见, 在图 5 中, TFT 层 74 被描述成一般化的结构。实际上, TFT 层 74 本身可以包括通常形成驱动像素 42 的操作的电子设备和通道的各种导电、不导电和半导体层和结构。例如, 在其中像素 42 是 IPS/FFS LCD 面板的一部分的实施例中, TFT 层 74 可以包括像素 42 的相应数据线、扫描线、像素电极和公共电极 (以及其它导电迹线和结构)。在像素的透光部分中, 这样的导电结构可利用透明导电材料, 比如氧化铟锡 (ITO) 来形成。另外, TFT 层 74 可以包括由适当的透明材料 (比如氧化硅) 形成的绝缘层 (例如栅极绝缘膜), 和由适当的半导体材料 (比如非晶硅) 形成的半导体层。通常, 相应的导电结构和迹线、绝缘结构和半导体结构可被适当布置, 以形成用于操作像素 42 的相应的像素电极和公共电极、TFT、和相应的数据线和扫描线, 如上关于图 4 所述。

[0064] 在无电场的情况下, 聚酰亚胺 (PI) 或者其它适宜材料的下取向层 76 和上取向层 82 通常可以使液晶层 78 的分子对准它们的液晶分子取向轴。可按照任何适当的方式形成下取向层 76 和上取向层 82 的液晶分子取向轴。例如, 通过利用纤维布摩擦下取向层 76 和 / 或上取向层 82, 利用偏振紫外 (UV) 光在下取向层 76 和 / 或上取向层 82 上形成光取向, 和 / 或可以利用倾斜沉积的无机材料, 比如氧化硅 (SiO_x) 或类金刚石碳的下取向层 76 和 / 或上取向层 82, 形成液晶分子取向轴。

[0065] 当在像素电极 50 和公共电极之间存在电场时, 液晶层 78 的液晶粒子可能沿不同于液晶分子取向轴的方向定向或对准。液晶层 78 的液晶粒子的所述定向会按照允许通过液晶层 78 的光经过上偏光层 66 的方式, 使所述光变成偏振光。从而, 调制对液晶层 78 施加的电场可调制透过像素 42 的光量。

[0066] 下取向层 76 和上取向层 82 可能不是完美对称的。认为下取向层 76 和上取向层 82 之间的不对称会产生液晶分子的一定形变, 在低电压下这会导致灰度反转。考虑到这种不对称, 在一些实施例中, 灰度级电压 0 (G0) 可被选为高于最低设备电压, 这可防止灰度反转和增大对比度。另外或者可替换的, 在一些实施例中, 偏光层 66 和 68 的轴线可能并不完全平行或垂直于下取向层 76 和上取向层 82 的液晶分子取向轴, 相反可能偏移足以减小或消除灰度反转和增大对比度的量。在一些实施例中, 下取向层 76 和上取向层 82 的液晶分子取向轴可能相互偏移足以减小或消除灰度反转和增大对比度的一定量。

[0067] 上覆的滤色片 86 可以是红色、绿色或蓝色滤色片, 使得当来自背光模组 70 的光透过液晶层 78 时, 像素 42 对应于原色。滤色片 86 可被不透光的掩模或矩阵, 例如黑掩模 88 围绕, 所述不透光的掩模或矩阵可以围绕像素 42 的透光部分。例如, 在一些实施例中, 可以确定黑掩模 88 的大小和形状, 以定义在液晶层 78 上方并且环绕滤色片 86 的透光孔径, 并覆盖或遮蔽像素 42 的不透光部分, 比如扫描线和数据线驱动电路、TFT、和 / 或像素 42 的外

围。在所描述的实施例中,上基板 92 可以被布置在黑掩模 88 及滤色片 86 和偏光层 66 之间。在这样的实施例中,上基板 92 可以由透光玻璃、石英和 / 或塑料制成。

[0068] 如上所述,认为当下取向层 76 和上取向层 82 的表面都是平面的和 / 或对称的时,在不存在电场的情况下和当上偏光层 66 和下偏光层 68 的轴线分别平行和垂直于,或者垂直和平行于下取向层 76 和上取向层 82 的液晶分子取向轴(取决于显示器 18 的工作模式)时,应出现像素 42 的最小透光率。不过,如图 6 的代表像素 42 的一部分的像素选择部分 100 所示,下取向层 76 和 / 或上取向层 82 可能既不对称也不平坦。

[0069] 像素选择部分 100 可代表像素 42 的从 TFT 层 74 到黑掩模层 88 的片段。具体地说,图 6 图解说明像素选择部分 100 的侧视图 A 和顶视图 B。从图 6 的侧视图 A 中可看出,TFT 层 74 可以包括玻璃基板 102、公共电极 104、和像素电极 50 的指状部分。像素电极 50 的指状部分会导致下取向层 76 的进入液晶材料 78 的突出 108。如下所述,认为这些突出 108 和因而发生的下取向层 76 与上取向层 82 之间的不对称影响了使光透过像素 42 的方式。

[0070] 下取向层 76 和 / 或上取向层 82 的液晶分子取向轴 110 通常可使液晶层 78 的某些分子取向。在一些实施例中,下取向层 76 和上取向层 82 两者的液晶分子取向轴 110 可以相同,或者彼此偏离 180° 。在其它实施例中,下取向层 76 的液晶分子取向轴 110 可以稍微偏离上取向层 82 的液晶分子取向轴 110。可以使用任何适当的方法来确定液晶分子取向轴 110,例如,液晶分子取向轴 110 可以被设定成 83° 的角度。取决于设计限制,液晶分子取向轴 110 可以成不同的角度。液晶分子取向轴 110(这里还称为取向轴)通常可使液晶层 78 的液晶分子变成沿液晶分子取向轴 110 的方向排列。

[0071] 不过,认为这些液晶层 78 的分子的实际取向方向可能并不严格和非平面的取向层,比如具有突出 108 的下取向层 76 的液晶分子取向轴 110 相匹配。特别地,认为进入液晶材料 78 的突出 108 的存在会在像素电极 106 附近造成某些形变。如果因其它结构(例如,在下取向层 76 或上取向层 82 之下的公共电极 104 和 / 或在上取向层 82 之下的像素电极 50)而造成在显示器 18 中存在其它突出 108,那么可预期会出现类似的结果。

[0072] 如在图 7 的曲线图 120 中模拟的那样,认为当由于像素电极 50 的指状部分,下取向层 76 包括突出 108,而上取向层 82 仍然保持平面时,越接近突出 108 的地点,液晶层 78 的液晶指向矢(单位矢量取向方向)可能稍微偏离液晶分子取向轴 110。在曲线图 120 中,纵坐标 122 表示液晶指向矢方位角(单位:度),横坐标 124 表示从下取向层 76 到上取向层 82 的液晶材料的深度(单位:微米(μm))。从曲线图 120 可以看出在较低的深度(更接近突出 108 的位置),像素空腔内的液晶指向矢的方位角更偏离液晶分子取向轴 110 的角度,以及在更高的深度,更加按照液晶分子取向轴 110 取向。

[0073] 曲线 126 表示沿着像素选择部分 100 的 x 方向,在位于像素电极 50 指状部分或其附近的位置,液晶层 78 的液晶指向矢的方位角。曲线 128 表示沿着像素选择部分 100 的 x 方向,在离开像素电极 50 指状部分的位置,液晶层 78 的液晶指向矢的方位角。在更接近由于突出 108 的缘故而不平坦的下取向层 76 的深度,液晶指向矢方位角可增大到大于 84° ,或者说比液晶分子取向轴 110 的角度(这里表示成 83°)大 1 度。在更接近平坦的上取向层 82 的深度,液晶指向矢方位角可以收敛于液晶分子取向轴 110 的角度(这里表示成 83°)。

[0074] 比较曲线 126 和曲线 128 进一步表明突出 108 是造成液晶指向矢方位角偏离液晶分子取向轴 110 的角度的原因。特别地,应回想起曲线 126 代表液晶层 78 中沿 x 方向的接近突出 108 的位置,以及曲线 128 代表液晶层 78 中沿 x 方向的更远离突出 108 的位置。表明模拟的液晶指向矢方位角在曲线 126(更接近突出 108)中比在曲线 128(更远离突出 108)中偏离更大。

[0075] 液晶指向矢方位角的这些偏离被认为会引起沿着或者垂直于液晶分子取向轴 110 方向偏振的光的延迟,对同轴光来说,在暗态下造成明显的漏光。不论什么原因,某些 LCD 面板会表现出图 8 中图示方式的灰度反转。即,如图 8 的模拟作为灰度级电压的函数的像素 42 的透光率的曲线图 140 所示,所述透射率最初可随着电压而降低,而不是单调增大。这种灰度反转效应还导致对比度降低,因为最低的灰度级电压允许比像素 42 的真实的透射率最小值更大的透射率。

[0076] 曲线图 140 包括表示透射率的纵坐标 142(单位:吸光度单位(AU)),和表示灰度级电压的横坐标 144(单位:伏(V))。在曲线图 140 中,横坐标 144 被模拟成开始于 0V,因为显示器 18 被模拟成能够向像素电极 50 供给 0V。不过,应明白其它实施例可以具有它们能够提供的其它最低电压。

[0077] 曲线 146 代表作为灰度级电压的函数的像素 42 的透射率。可以看出,当最初从显示器 18 能够提供的最低电压开始增大电压时,发生灰度反转 148。在点 150,透射率达到真实的透射率最小值,之后透射率开始单调增大。这种灰度反转 148 是成问题的,因为在特定灰度级电压下的显示器 18 的像素 42 可能比在更高灰度级电压下的像素 42 更亮(例如,G0 可能比 G3 更亮)。

[0078] 灰度反转 148 还会影响显示器 18 的对比度,因为最低的灰度级电压可能不被设定成显示器 18 的真实的透射率最小值 150。因而,图 9 和 10 表示通过选择在真实的透射率最小值 150 或其附近的灰度级 0 电压(G0),产生高对比度显示器 18 的方法的实施例的流程图。从而,显示器 18 的透射率可随着灰度级电压而单调增大。

[0079] 参见图 9,流程图 160 表示选择导致显示器 18 的高对比度的灰度级 0 电压(G0)的方法的实施例。当对显示器 18 的像素 42 的像素电极 50 施加初始电压时(方框 162),开始流程图 160。可利用任何适当的测光设备,测试得到的这些像素的透射率(方框 164)。在再一次测试像素 42 的透射率(方框 168)之前,可以增大当前施加于像素电极 50 的电压(方框 166)。

[0080] 随后,可以比较与初始电压和增大后的电压相关的透射率,如果透射率未随着电压而增大(判定框 170),那么知道发生了灰度反转。从而,可再次增大施加于像素电极 50 的电压(方框 166),并再一次测试像素 42 的透射率(方框 168)。重复该过程,直到透射率不再增大为止(判定框 170),此时,知道前一电压可以接近真实的透射率最小值 150。另外,知道从该电压向前,作为施加于像素电极 50 的电压的函数的透射率将是单调的。从而,灰度级 0 电压(G0)可被设定成等于所述前一电压。

[0081] 确定灰度级 0 电压(G0)的另一种方式可包括关于灰度反转,测试一个或多个定义的 γ 设置。如图 10 的流程图 180 所示,通过使显示器 18 按照默认 γ 设置工作(方框 182),可首先校准显示器 18。所述默认 γ 设置可定义各种灰度级电压(例如,对 8 比特灰度来说,G0-G255)。随后,可对显示器 18 的像素 42 的像素电极 50 施加某一低灰度级电压,

并测试作为结果获得的透射率。例如,可对显示器 18 的像素 42 的像素电极 50 施加 G0、G3 和 G7 电压,并按照任何适当的方式测试得到的透射率(方框 184-194)。

[0082] 如果与 G0 电压相比,G3 电压产生更低的透射率,或者与 G0 或 G3 电压相比,G7 电压产生更低的透射率,那么大概由于上述原因,显示器 18 会表现出灰度反转。如果确定发生这样的灰度反转(判定框 196),那么可改为选择显示器 18 的新的 γ 设置(方框 198)。这种新的 γ 设置一般涉及比先前的 γ 设置的 G0 更高的灰度级 0 电压(G0)的值。事实上,增加的电压可以等于或超过 0.2V,并且在一些情况下,可能等于或超过 0.3V(例如,以便达到如图 7 中的真实的透射率最小值 150)。

[0083] 在选择了新的 γ 设置之后,可再次对显示器 18 的像素 42 的像素电极 50 施加某一低的灰度级电压,并测试得到的透射率(方框 184-194)。如果仍然出现灰度反转(判定框 196),那么可选择另一个 γ 设置(方框 198)。可重复该过程,直到不再出现灰度反转为止(判定框 196),在这种情况下,可在 200 结束流程图 180。当在 200 结束流程图 180 时,选择的 γ 设置可产生无灰度反转的单调灰度。

[0084] 尽管上面关于图 9 和 10 讨论的技术可以校正在显示器 18 中出现的灰度反转,不过下面公开的实施例可减小这样的灰度反转或者首先防止出现灰度反转,并且提高同轴对比度。如上所述,作为传统知识,普遍接受的是偏光层 66 和 68 应分别平行或垂直于液晶分子取向轴 110(取决于显示器 18 的工作模式)。不过,发明人认为这种传统知识是不正确的。事实上,如以下进一步所述,发明人提出通过使上偏光层 66 的轴线和/或下偏光层 68 的轴线相对于下取向层 76 和上取向层 82 的液晶分子取向轴 110 偏移某一角度,可以提高同轴对比度和/或减小或消除灰度反转。另外或者可替换的,一些实施例可涉及使下取向层 76 的液晶分子取向轴 110 相对于上取向层 82 的液晶分子取向轴 110 偏移某一角度。偏移偏光层 66 和/或 68 的轴线,和/或液晶分子取向轴 110 被认为可以解决由于(例如,由突出 108 引起的)下取向层 76 的非平面性造成的形变。

[0085] 具体地说,由于因像素电极 50 的指状部分引起的突出 108,下取向层 76 的表面拓扑形状不是平坦的,从而和上取向层 82 不对称。作为这种不对称取向状况的结果,认为液晶层 78 的液晶指向矢未沿着贯穿像素 42 的液晶分子取向轴 110 均匀取向,而是随着它逼近像素电极 50,从上到下发生偏离(如图 6 中的模拟所示)。这些偏离被认为引起沿着或者垂直于液晶分子取向轴 110 的方向偏振的光的延迟。例如,由于传播通过轻微扭曲的液晶结构的线性偏振传播会经历相位延迟,并变成椭圆偏振的,因此通过未校正的像素 42 的这种光会逸出上偏光层 66。尽管这种影响可能很小,不过应注意灰度级 0 电压(G0)的暗态透射率也很小,即使最小的变化也会显著降低对比度。在这种情况下,图 9 和 10 的技术仅仅可减小或消除灰度反转,不过不能使同轴对比度达到最大。

[0086] 因此,如图 11 中所示,可以使上偏光层 66 的轴线和/或下偏光层 68 的轴线稍微偏离它们与液晶分子取向轴 110 的常规垂直或平行结构。具体地说,可以利用任何适当的方法,确定液晶分子取向轴 110。这里,液晶分子取向轴 110 已被确定为 83° 。随后可以使上偏光层 66 的轴线和/或下偏光层 68 的轴线偏离它们相对于液晶分子取向轴 110 的常规结构。

[0087] 例如,图 11 表示 O-模式结构,其中可以使下偏光层 68 的轴线 204 相对于平行于液晶分子取向轴 110 偏移一定的量,可以通过实验和/或模拟来确定,可代表在显示器 18 能

够提供的最低的灰度级电压下,使最少量的光透过像素 42 的角度。在一些实施例中,下偏光层 68 的轴线 204 可被偏移较小的量,比如介于 0.3° 和 1° 之间,不过该偏移量也可以更小或更大(通过实验和模拟确定)。可沿朝着平行于像素电极 50 的指状部分的轴线偏移轴线 204 的角度(例如,更接近 90°)。如图所示,下偏光层 68 的轴线 204 可具有约 83.3° 的角度。

[0088] 在一些实施例中,胜于与液晶分子取向轴 110 垂直 202,也可以使上偏光层 66 的轴线 206 偏离与液晶分子取向轴 110 垂直 202。轴线 206 的偏斜角可通过实验和/或模拟来确定,并可代表在显示器 18 能够提供的最低的灰度级电压下,使最少量的光透过像素 42 的角度。在一些实施例中,上偏光层 66 的轴线 206 可被偏移较小的量,比如介于 0.3° 和 1° 之间,不过该偏移量也可以更小或更大(通过实验和模拟确定)。可沿朝着垂直于像素电极 50 的指状部分的轴线偏移轴线 206 的角度(例如,更接近 0°)。如图所示,下偏光层 68 的轴线 204 可具有约 -16.7° 的角度。尽管轴线 204 和 206 的偏斜角被图示成相同,不过在一些实施例中,基于实验和模拟,所述偏斜角可以不同。

[0089] 在图 11 的实施例中,可以使下偏光层 68 的轴线 204 和上偏光层 66 的轴线 206 都偏离液晶分子取向轴 110。在替换实施例中,取决于工作模式(例如 O 模式或 E 模式),可以只使轴线 204 和 206 之一偏离其默认结构。另外,尽管图 11 的实施例涉及关于 O- 模式显示器 18 操作的结构,不过其它实施例可以涉及关于 E- 模式的结构。例如,可以使下偏光层 68 的轴线 204 相对于与液晶分子取向轴 110 垂直 202 偏离某一角度,和/或可以使上偏光层 66 的轴线 206 相对于与液晶分子取向轴 110 平行偏离某一角度。

[0090] 除了上面参考图 9 和 10 讨论的实施例和上面参考图 11 讨论的实施例之外,通过偏移下取向层 76 和上取向层 82 的液晶分子取向轴 110,也可减小或消除灰度反转,并可提高同轴对比度。如图 12 中所示,可以使与下取向层 76 相关的下液晶分子取向轴 110A 偏离与上取向层 82 相关的上液晶分子取向轴 110B。特别地,可按照任何适当的方式确定离下取向层 76 的突出 108 相对较远的上液晶分子取向轴 110B。如图 12 中所示,上液晶分子取向轴 110B 的角度约为 83° 。由于图 12 图解说明的是 O- 模式结构,因此下偏光层 68 的轴线 204 平行于上液晶分子取向轴 110B,而上偏光层 66 的轴线 206 垂直于上液晶分子取向轴 110B。

[0091] 与下取向层 76 相关的下液晶分子取向轴 110A 可以相对于与上取向层 82 相关的上液晶分子取向轴 110B 偏离某一角度。换句话说,下液晶分子取向轴 110A 并不仅仅与上液晶分子取向轴 110B 相差 180° ,而是可偏移某一角度,比如小于或大于 180° 的倍数。该偏斜角可通过实验和/或模拟来确定,并可代表在显示器 18 能够提供的最低灰度级电压下,使最少量的光透过像素 42 的角度。在一些实施例中,下液晶分子取向轴 110A 可以相对于上液晶分子取向轴 110B 偏离较小的量,比如介于 0.3° 和 1° 之间。该偏斜角可以更小或更大,取决于实验和/或模拟的结果。在一些实施例中,如图 12 中所示,可以使下液晶分子取向轴 110A 沿着朝向垂直于像素电极 50 的指状部分的轴线的方向,偏离上液晶分子取向轴 110B(例如,更接近于 0°)。如图所示,下液晶分子取向轴 110A 可具有约 82.7° 的角度。

[0092] 尽管图 12 的实施例涉及关于 O- 模型显示器 18 操作的结构,不过其它实施例可以涉及关于 E- 模式操作的结构。例如,下偏光层 68 的轴线 204 可平行于上液晶分子取向轴

110B, 以及上偏光层 66 的轴线 206 可垂直于上液晶分子取向轴 110B。

[0093] 应明白可以结合上面参考图 11 和 12 说明的实施例。即, 即使在使下液晶分子取向轴 110A 相对于上液晶分子取向轴 110B 偏移某一角度的时候, 也可使下偏光层 68 的轴线 204 和 / 或上偏光层 66 的轴线 206 相对于它们与上液晶分子取向轴 110B 的默认结构偏移某一角度。

[0094] 取决于突出 108 的大小和影响, 与图 11 和 12 相关的实施例会产生由图 13 的曲线图 210 表示的像素 42 透射率和灰度级电压的单调函数。在曲线图 210 中, 纵坐标 212 表示透射率 (单位: 吸光度单位 (AU)), 横坐标 214 代表灰度级电压 (单位: 伏 (V))。横坐标 210 被模拟成开始于 0V, 因为显示器 18 被模拟成能够向像素电极 50 提供 0V。不过, 应明白其它实施例可以具有它们能够提供的其它最低电压。

[0095] 曲线 216 代表作为灰度级电压的函数的像素 42 的透光率。从曲线 216 可以看出, 作为灰度级电压的函数的透射率基本上是单调的。因而, 真实的透射率最小值 218 可开始于显示器 18 能够提供的最小电压。另一方面, 如果在与图 11 和 / 或 12 相关的实施例中未出现灰度反转, 并且作为灰度级电压的函数的像素 42 的透光率不是单调的, 那么可按照上面参考图 9 和 10 讨论的方式, 选择灰度级 0 电压 (G0)。

[0096] 作为例子示出了上面说明的具体实施例, 应明白这些实施例可容许各种修改和备选形式。另外应明白权利要求并不打算局限于公开的特殊形式, 相反, 覆盖在本公开的精神和范围内的所有修改、等同方案和备选方案。

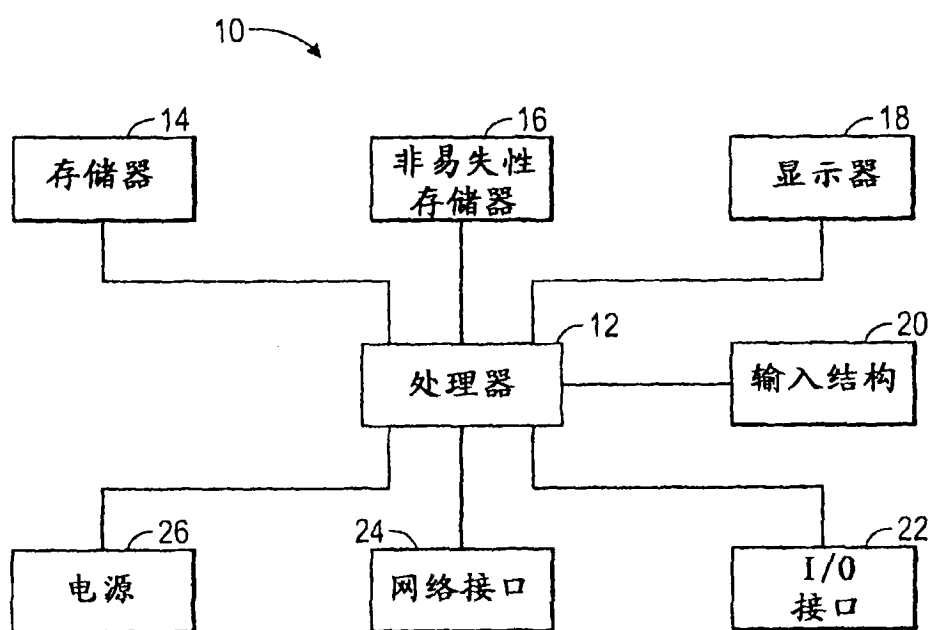


图 1

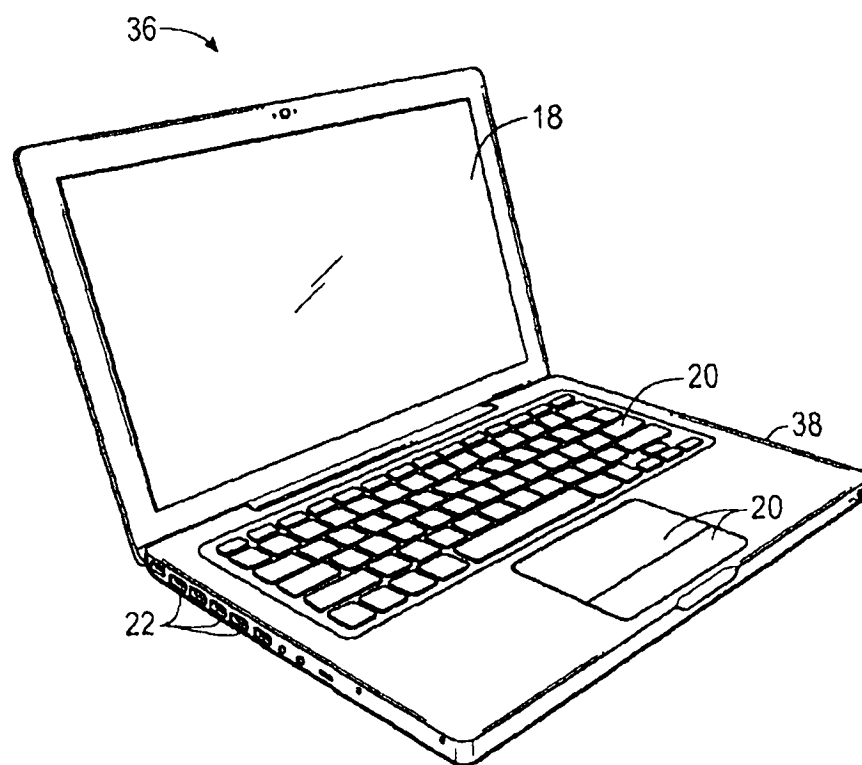


图 3

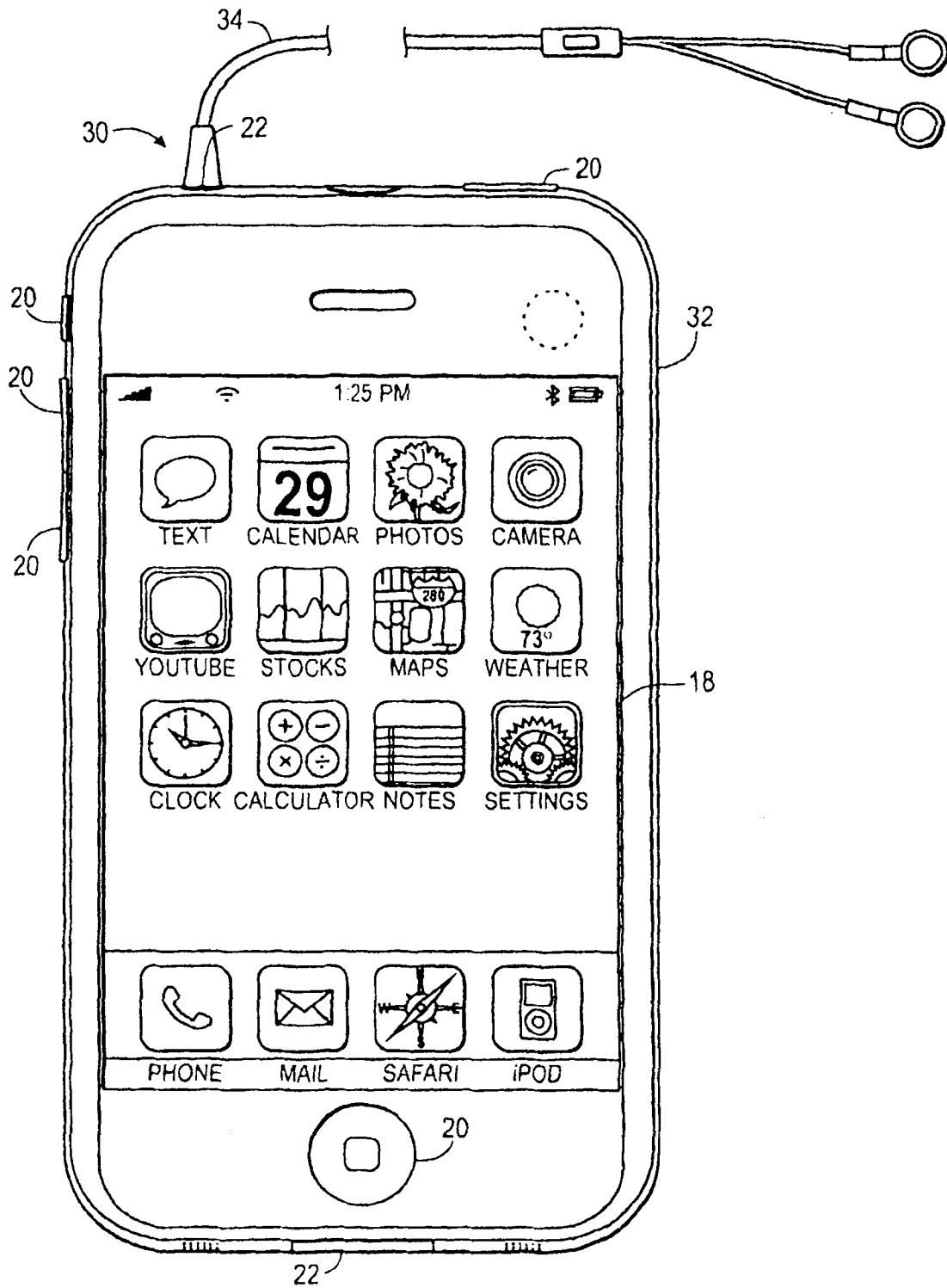


图 2

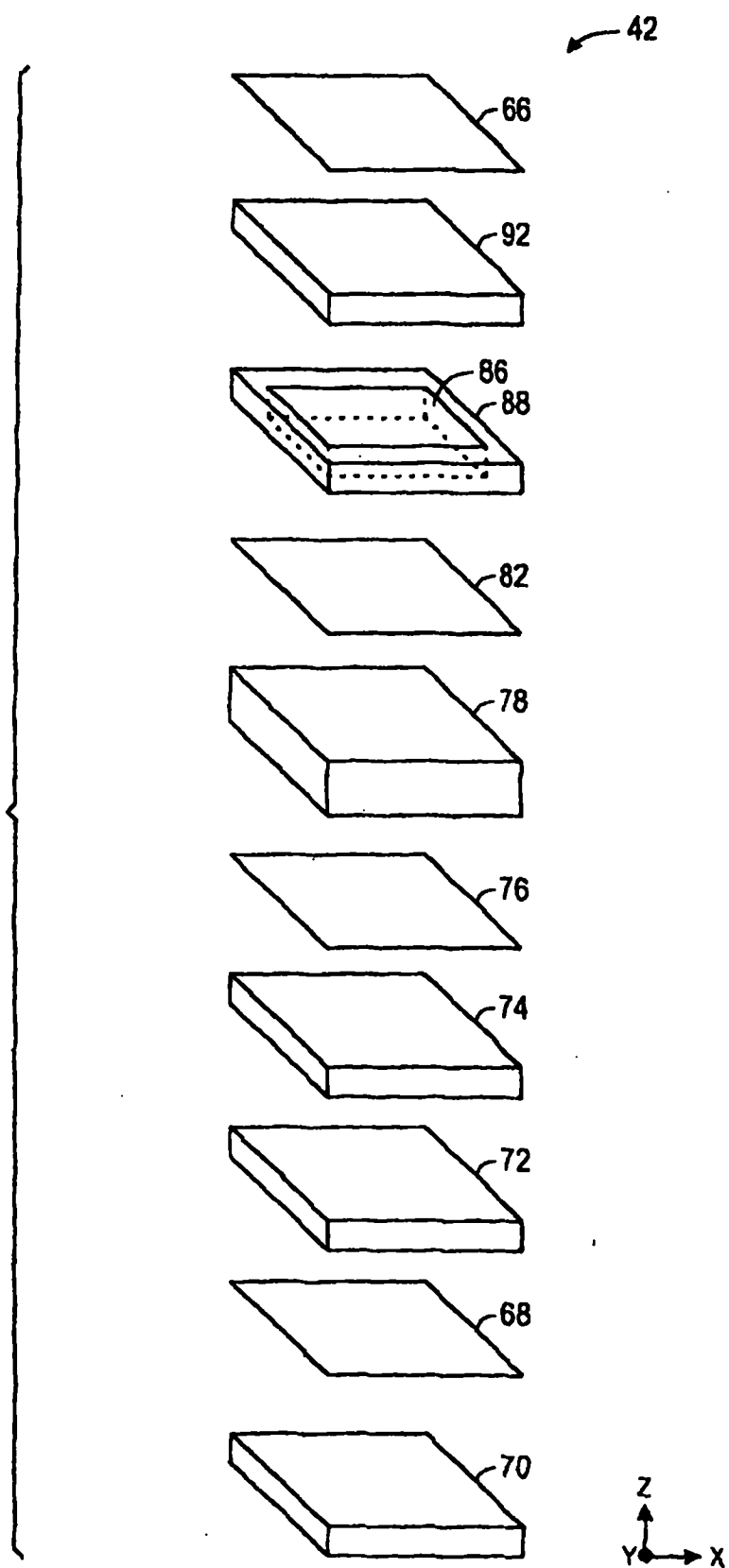


图 5

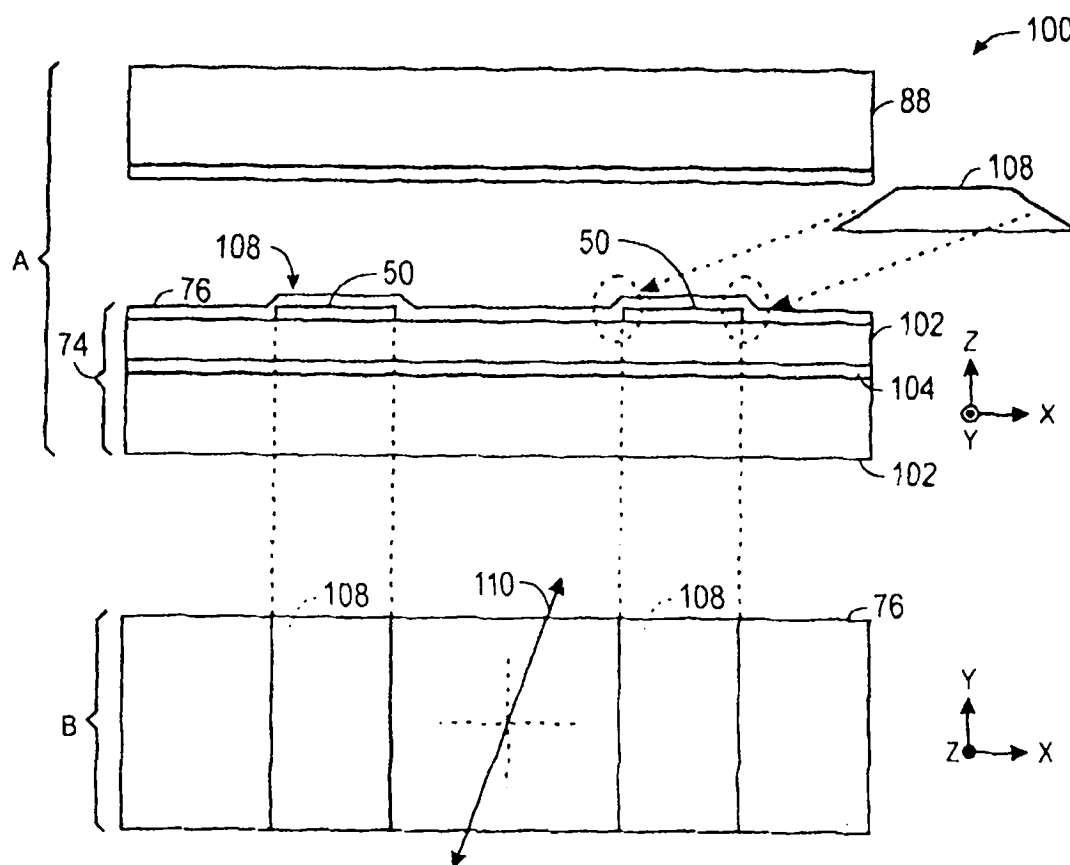


图 6

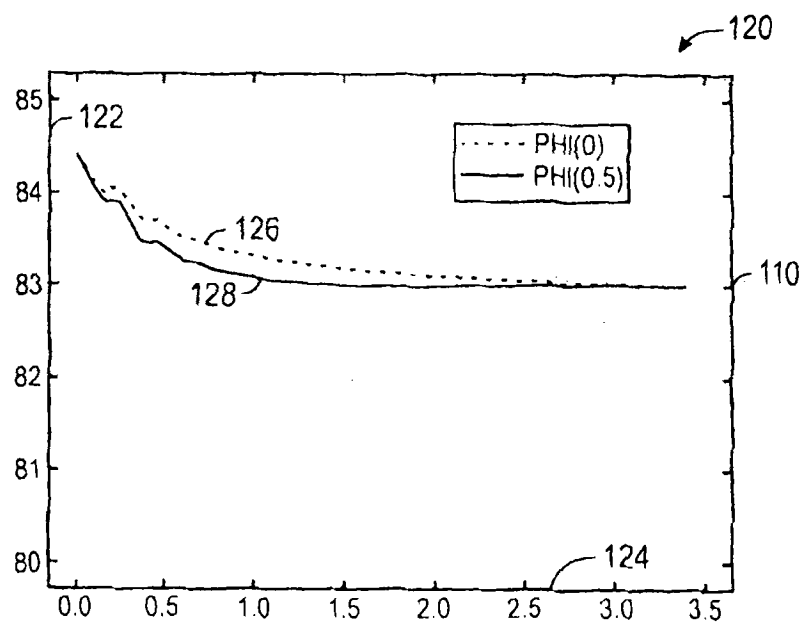


图 7

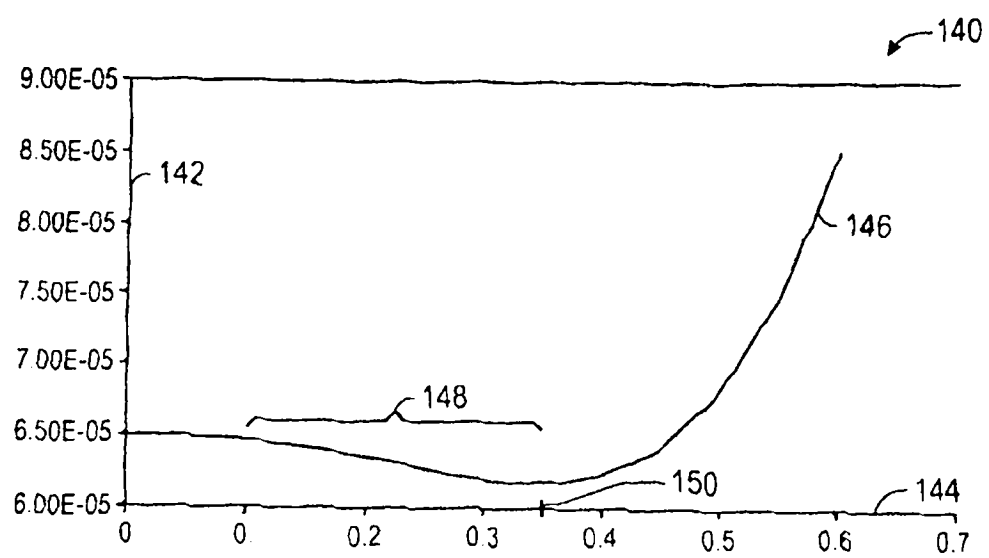


图 8

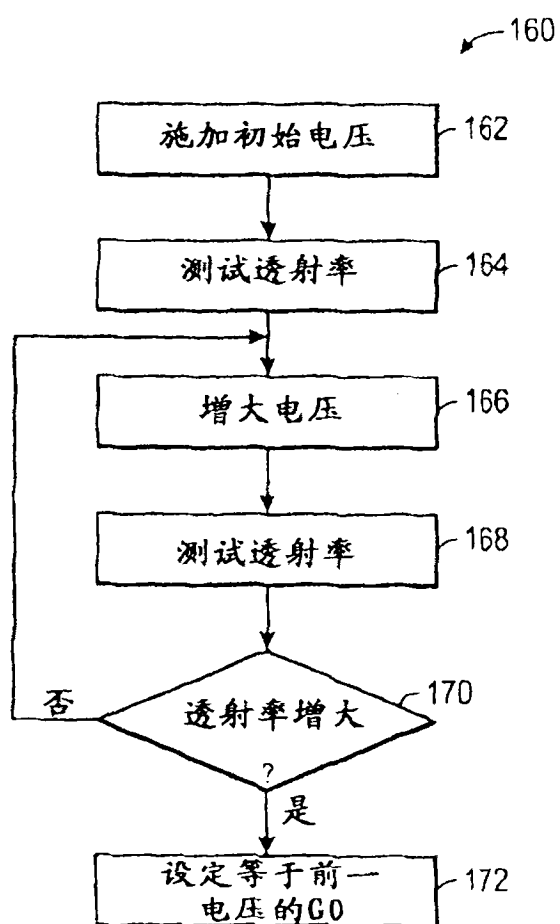


图 9

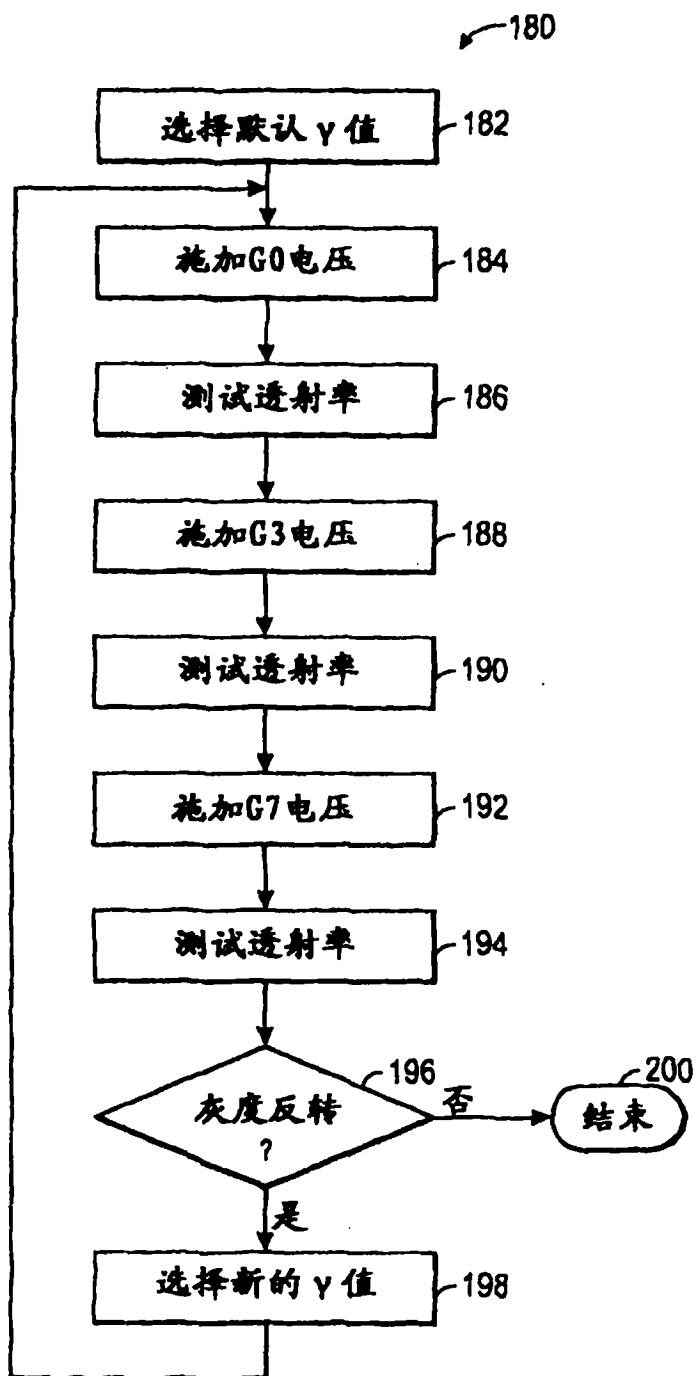


图 10

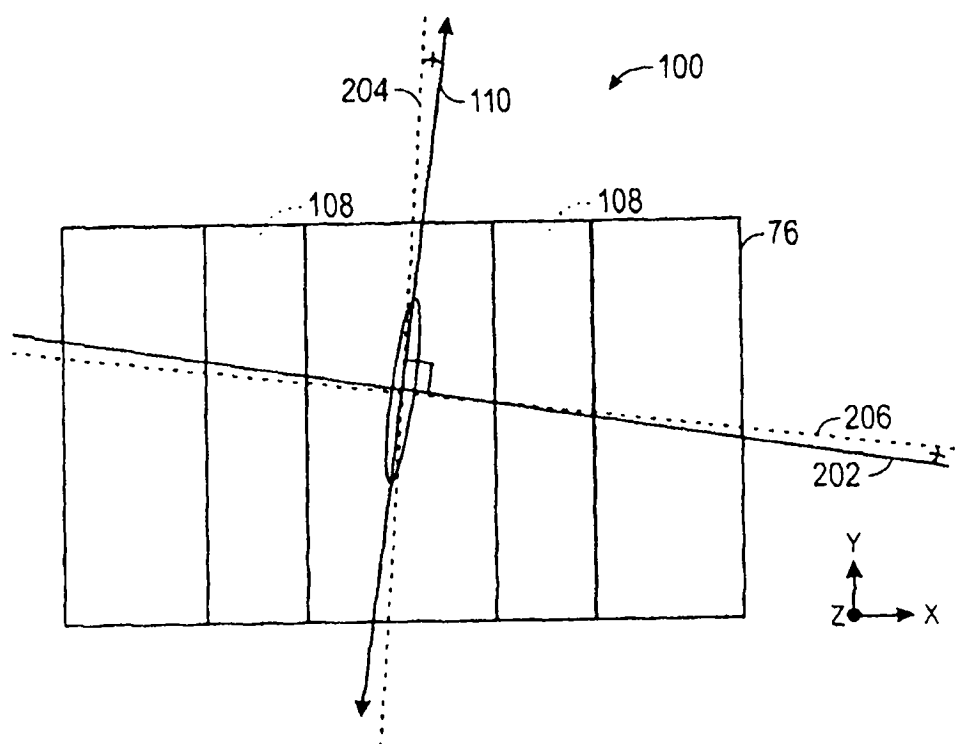


图 11

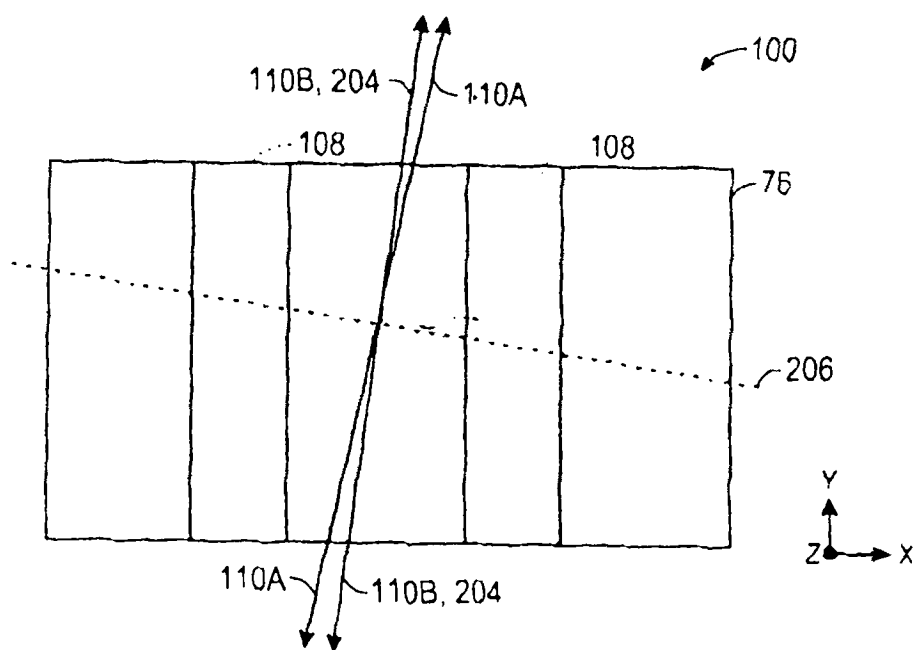


图 12

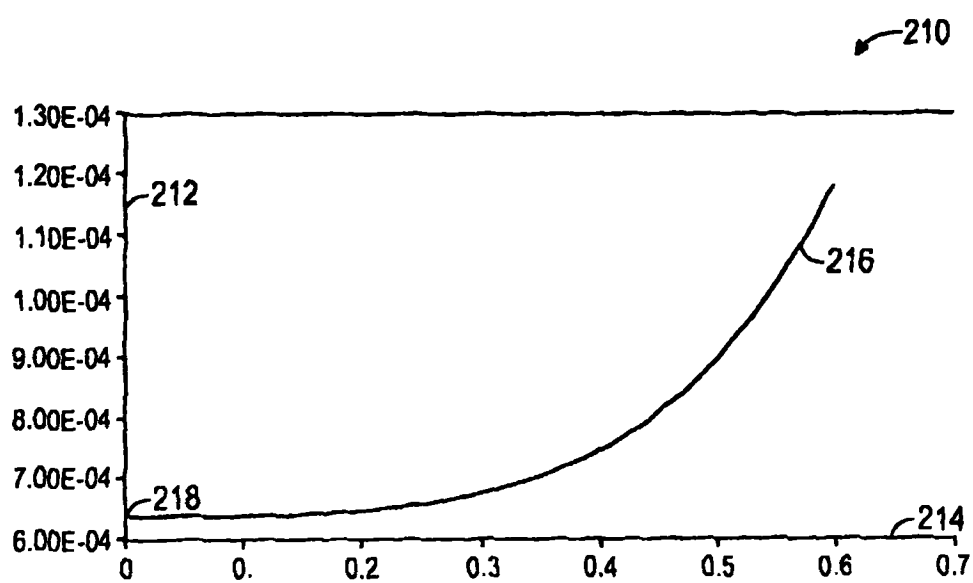


图 13

专利名称(译)	电子设备、电子显示器及液晶显示器		
公开(公告)号	CN201897674U	公开(公告)日	2011-07-13
申请号	CN201020616687.9	申请日	2010-09-25
[标]申请(专利权)人(译)	苹果公司		
申请(专利权)人(译)	苹果公司		
当前申请(专利权)人(译)	苹果公司		
[标]发明人	E多基戈托夫 葛志兵 徐明 陈寇 YB帕克 仲正中 陈巍 SR格特麦		
发明人	E·多基戈托夫 葛志兵 徐明 陈寇 Y·B·帕克 仲正中 陈巍 S·R·格特麦		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/133 G09G3/36 H04M1/02		
CPC分类号	G02F1/133784 G02F2001/133776		
代理人(译)	李玲		
优先权	12/794623 2010-06-04 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型涉及电子设备、电子显示器及液晶显示器。包括：具有多个像素的液晶显示器，具有置于彼此不对称的两个液晶取向层之间的液晶材料，分别在两个液晶取向层之上和之下的上下偏光层，其中：液晶显示器的灰度级0电压高于最小灰度级0电压能力；或者两个液晶取向层的液晶分子取向轴被相互偏离除180°的倍数以外的偏斜角；或者第一偏光轴和第二偏光轴中的至少一个既不平行也不垂直于两个液晶取向层的液晶分子取向轴之一；或者其任意组合，使得多个像素的透光率随灰度级电压增大而单调增大。本公开的一个目的是解决由LCD面板中的液晶取向层的非平面性引起的形变。本公开的一个技术效果是使像素单调增大透光率，降低灰度反转以及增强同轴对比度。

