



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108845442 A

(43)申请公布日 2018.11.20

(21)申请号 201810710409.0

(22)申请日 2018.07.02

(71)申请人 豪威半导体(上海)有限责任公司

地址 201611 上海市松江区茸华路211号

(72)发明人 小堺隆

(74)专利代理机构 上海思微知识产权代理事务

所(普通合伙) 31237

代理人 智云

(51)Int.Cl.

G02F 1/133(2006.01)

G02F 1/1335(2006.01)

G02F 1/1343(2006.01)

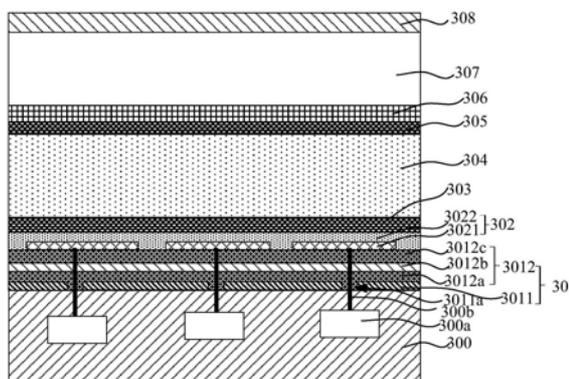
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

LCOS显示器及电子设备

(57)摘要

本发明提供一种LCOS显示器及电子设备,将原来设置在像素电极层上方的反射镜堆改换为设置在像素电极层下方,由此,一方面可以降低传统的反射镜堆设置在像素电极层上方时引起的光衍射,进而实现更高的反射率,另一方面,有利于降低像素电极的厚度,且能够避免施加的电压被在反射镜堆上产生压降,从而解决了反射镜堆引入的额外负载降低液晶层上的施加电压的问题,利于实现反射镜堆的高反射率,同时使液晶层得到精确的电压,进而确保LCOS显示器的精准电压控制,提高了产品性能,有利于更高反射率及更高性能的产品的大量生产。



1. 一种LCOS显示器,其特征在於,包括晶圆基板以及依次层叠在所述晶圆基板上的反射镜堆、具有多个像素电极的像素电极层、液晶层以及透明盖板,所述晶圆基板中形成有驱动电路,所述像素电极层中的各个像素电极通过贯穿所述反射镜堆的导电通孔结构与所述驱动电路电连接。

2. 如权利要求1所述的LCOS显示器,其特征在於,所述反射镜堆包括依次层叠的反射金属层以及电介质层,且所述反射金属层与所述导电通孔结构相互绝缘。

3. 如权利要求2所述的LCOS显示器,其特征在於,所述反射金属层的材质包括镁、铜、铝、钛、钽、金、锌和银中的至少一种。

4. 如权利要求2所述的LCOS显示器,其特征在於,所述电介质层为单层结构或叠层结构,所述电介质层的材质包括氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、氧化铝、氧化钛、五氧化二钽、氧化铪、氮化钛、氮化钽、氧化锌和氟化镁中的至少一种。

5. 如权利要求2至4中任一项所述的LCOS显示器,其特征在於,所述反射金属层为银,所述电介质层为氧化钛-氧化硅-氧化钛叠层结构。

6. 如权利要求1所述的LCOS显示器,其特征在於,所述像素电极层还包括绝缘钝化层,所述多个像素电极形成在所述绝缘钝化层中。

7. 如权利要求6所述的LCOS显示器,其特征在於,所述像素电极为半透光电极或者全透光性电极。

8. 如权利要求7所述的LCOS显示器,其特征在於,所述像素电极的厚度为 $100\text{\AA} \sim 300\text{\AA}$ 。

9. 如权利要求1所述的LCOS显示器,其特征在於,所述液晶层与所述像素电极层之间还形成有第一配向层;所述液晶层与所述透明盖板之间还依次层叠有第二配向层和透明导电层;所述透明盖板的表面上还覆盖有抗反射层。

10. 一种电子设备,其特征在於,包括权利要求1至9中任一项所述的LCOS显示器。

LCOS显示器及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示技术领域,尤其涉及一种LCOS显示器及电子设备。

背景技术

[0002] 硅基液晶(Liquid Crystal on Silicon,LCOS)显示器是一种反射型液晶显示器件(LCD),其是采用半导体硅晶技术控制液晶进而“投射”彩色画面,具有光利用效率高、体积小、开口率高、制造技术成熟等特点,其可以很容易实现高分辨率和充分的色彩表现。

[0003] 请参考图1A,一种典型的LCOS显示器包括:硅晶基板100以及依次位于所述硅晶基板100上的像素电极层101(具有多个像素电极)、第一配向层102、液晶层(LC)103、第二配向层104、透明导电层(ITO)105、玻璃盖板106和抗反射层(AR)107。这种结构下,外部强光源透过液晶层103,照射到像素电极101上,经像素电极101反射入人眼,从而可以观看到图像画面,其中可以利用施加在液晶层103两端的驱动电压(该电压能够改变液晶分子的排列)来控制液晶层103的极化光转换率,进而控制从液晶层103穿出的反射光线的极化态比率,再进一步搭配光机引擎设计,来实现显示画面的灰度调制功能,其等效电路图如图1B所示,其中, R_1 是第一配向层102的等效阻抗, C_1 是第一配向层102的等效电容, R_{LC} 是液晶层103的等效阻抗, C_{LC} 是液晶层103的等效电容, R_2 是第二配向层104的等效阻抗, C_2 是第二配向层104的等效电容。其中,像素电极101是影响反射效率的关键因素之一,标准LCOS像素电极通常由晶圆制程产生,其材质通常为铝,标准的铝像素电极反射入射光可达88%,但这也意味着有12%的入射光被吸收。

[0004] 因为我们可以藉由模拟去实现更高的反射率,所以在像素上设计的反射镜堆是目前提高反射率的一种很好的方法。具体请参考图2A,通常在液晶层103和第一配向层102之间增设反射镜堆108,该反射镜堆108也可以对入射光起到很大的反射作用,由此可以实现更高的反射率,增加反射镜堆108后的等效电路图如图2B所示,其中, R_3 是反射镜堆108的等效阻抗, C_3 是反射镜堆108的等效电容。

[0005] 通常情况下,LCOS显示器可以有2种模式:“常亮模式”和“常黑模式”,其中“常亮模式”的LCOS显示器,会在驱动电压未施加到液晶层103的两端上时就调制入射光,以保证入射效果,而当向液晶层103的两端施加相应的驱动电压后,显示的图像会变暗,而显示图像的对比质量(即明亮状态和黑暗状态的比率)取决于实际施加在液晶层103上的有效电压值(即液晶层103上的有效压降)的大小,因此使液晶层得到精确的电压以确保LCOS显示器的精准电压控制,有利于产品性能的提高,然而,而图2A所示的增加反射镜堆的方式,反而带来了额外的负载(即图2B中的 R_3 和 C_3),进而影响了液晶层103上的有效压降的精确控制,即影响了LCOS显示器的精准电压控制的实现,不利于产品性能的提高。

[0006] 此外,为了提高显示图像的对比度,一种方法是向液晶层103的两端施加更高的驱动电压,但是由于半导体设计与制程的限制,对液晶层103施加的最大驱动电压也是有限制,如图3中的曲线所示,图3分别示出了图1A所示的LCOS显示器上施加的驱动电压与液晶层密度之间的关系以及图2A所示的LCOS显示器上施加的驱动电压与液晶层密度之间的关

系,这种方法下,较高的驱动电压会产生较大的功耗,不能满足目前低功耗产品的需求;另一种方法是在不增大驱动电压的前提下,优化电路设计来尽可能减少额外的负载,以增大液晶层103上的有效压降,进而提高显示图像的对比度,然而图2A所示的增加反射镜堆的方式,反而带来了额外的负载(即图2B中的R₃和C₃),这就造成了使用反射镜堆的高反射率以及液晶层103的高有效压降这两个要求之间的矛盾,没法满足更高性能的LCOS显示器的要求。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种LCOS显示器及电子设备,能够在使用反射镜堆以实现高反射率的前提下,还能使液晶层得到精确的电压,进而确保LCOS显示器的精准电压控制,提高产品性能。

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供一种LCOS显示器,包括晶圆基板以及依次层叠在所述晶圆基板上的反射镜堆、具有多个像素电极的像素电极层、液晶层以及透明盖板,所述晶圆基板中形成有驱动电路,所述像素电极层中的各个像素电极通过贯穿所述反射镜堆的导电通孔结构与所述驱动电路电连接。

[0009] 可选地,所述反射镜堆包括依次层叠的反射金属层以及电介质层,且所述反射金属层与所述导电通孔结构相互绝缘。

[0010] 可选地,所述反射金属层的材质包括镁、铜、铝、钛、钽、金、锌和银中的至少一种。

[0011] 可选地,所述电介质层的材质包括氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、氧化铝、氧化钛、五氧化二钽、氧化钪、氮化钛、氮化钽、氧化锌和氟化镁中的至少一种。

[0012] 可选地,所述反射金属层为银,所述电介质层为氧化钛-氧化硅-氧化钛叠层结构。

[0013] 可选地,所述像素电极层还包括绝缘钝化层,所述多个像素电极形成在所述绝缘钝化层中。

[0014] 可选地,所述像素电极为半透光性电极或者全透光性电极。

[0015] 可选地,所述像素电极的厚度为100Å~300Å。

[0016] 可选地,所述液晶层与所述像素电极层之间还形成有第一配向层,所述液晶层与所述透明盖板之间还依次层叠有第二配向层和透明导电层。

[0017] 可选地,所述透明盖板的表面上还覆盖有抗反射层。

[0018] 本发明还提供一种电子设备,包括上述的LCOS显示器。

[0019] 可选地,所述电子设备为微型投影机、监视器或便携终端设备。

[0020] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下有益效果:

[0021] 1、将反射镜堆设置在像素电极层的下方,可以降低传统的反射镜堆设置在像素电极层上方时引起的光衍射,进而实现更高的反射率;

[0022] 2、将反射镜堆设置在像素电极层的下方,且像素电极层中的像素电极通过导电通孔结构与晶圆基底中的驱动电路连接,能够避免施加的电压被在反射镜堆上产生压降,从而解决了反射镜堆引入的额外负载降低液晶层上的有效压降的问题,可以使液晶层得到精确的电压,进而确保LCOS显示器的精准电压控制,有利于实现显示图像的对比度的精确调节;

[0023] 3、由于本发明的方案中,反射镜堆设置在像素电极层的下方,反射镜堆不会引入额外的负载,在相同的驱动电压下,本发明的液晶层上的有效压降更大,因此本发明的方案

可以兼顾反射镜堆的高反射率和液晶层上的更高有效压降的要求,有利于更高对比度的实现,也有利于更低驱动电压和更低功耗的实现;

[0024] 4、所述像素电极层中的像素电极可以是采用金属材料制成的半透光结构,相比传统的铝像素电极,能够具有更好的功函数,从而降低像素电极与透明导电层之间的电池效应,提高产品可靠性。

附图说明

[0025] 图1A是一种已知的典型LCOS显示器的剖面结构示意图;

[0026] 图1B是图1A所示的LCOS显示器的等效电路图;

[0027] 图2A是一种已知的具有反射镜堆的LCOS显示器的剖面结构示意图;

[0028] 图2B是图2A所示的LCOS显示器的等效电路图;

[0029] 图3是图1A和图2A所示的LCOS显示器上的液晶密度和实际电压之间的关系曲线;

[0030] 图4A至图4C是本发具体实施例的LCOS显示器的剖面结构示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、特征更明显易懂,下面结合附图对本发明的技术方案作详细的说明,然而,本发明可以用不同的形式实现,不应只是局限在所述的实施例。

[0032] 请参考图4A至图4C,本发明提供一种LCOS显示器,包括依次层叠的晶圆基板300、反射镜堆301、像素电极层302、第一配向层303、液晶层304、第二配向层305、透明导电层306、透明盖板307、抗反射层308以及导电通孔结构300b。

[0033] 其中,晶圆基板300可以是本领域技术人员熟知任意合适的半导体材料,例如硅、锗、锗化硅、碳化硅、绝缘体上硅、绝缘体上锗和砷化镓等,晶圆基板300内包含有一驱动电路300a,所述驱动电路300a包括有金属内连线以及多个阵列式排列的MOS晶体管(与像素电极3021一一对应),用于驱动像素电极层302中的各个像素电极3021,驱动电路300a通过导电通孔结构300b(或称为导电插塞,Via)与位于反射镜堆301表面上的像素电极3021电连接。进一步地,所述晶圆基板300可安装在提供增加机械强度的陶瓷基板(未图示)上,所述陶瓷基板上还可具有将外部电压源通过ITO连接器等连接到透明导电层306的电路。

[0034] 反射镜堆301包括依次层叠在所述晶圆基板300的表面上的反射金属层3011和具有绝缘性能的电介质层3012。所述反射金属层3011具有导电性且可形成光滑表面,能够对入射光进行反射(可以是全反射),所述反射金属层3011的材质包括镁(Mg)、铜(Cu)、铝(Al)、钛(Ti)、钽(Ta)、金(Au)、锌(Zn)和银(Ag)中的至少一种,优选为银,由此使得所述反射金属层3011在具有较高的反射率的前提下还具有较高的化学稳定性,且材料易得;反射金属层3011中形成有暴露出晶圆基板300表面的沟槽3011a,沟槽3011a用于形成导电通孔结构300b的一部分且能够使得反射金属层3011与导电通孔结构300b相互绝缘,沟槽3011a的位置和数量取决于像素电极3021的位置和数量,沟槽3011a相当于将一完整的反射金属层3011划分多个块,每个块能够覆盖相应的像素电极3021之间的间隙。请参考图4A,所述电介质层3012可以覆盖在所述沟槽3011a以及所述反射金属层3011的表面上,一方面能够实现所述反射金属层3011和导电通孔结构300b的相互绝缘以及像素电极3021和所述反射金属层3011的相互绝缘,另一方面还作为干涉层,用于增强反射率;请参考图4B,在本发明的

一些实施例中,若沟槽3011a的尺寸足够小,电介质层3012能够覆盖在反射金属层3011上且可以将各个沟槽3011a封闭为气隙,该气隙一方面可以实现反射金属层3011和导电通孔结构300b的相互绝缘,另一方面还可以降低反射镜堆301的寄生电容,有利于产品的电学性能的提高;请参考图4C,在本发明的另一些实施例中,还可以在沟槽3011中填充另外的隔离材料,该隔离材料的顶面与反射金属层3011齐平,从而可以为电介质层3012的形成提供平坦的工艺表面,能够提高电介质层3012在全局的厚度均一性,从而可以提高显示器全表面上的反射率的均匀性,有利于显示图像的显示效果的提高。所述电介质层3012可以是单层结构,也可以是叠层结构,可以是全透明层,也可以是半透明层,所述电介质层3012的材质可以包括氧化硅(SiO₂)、氮化硅(SiN)、氮氧化硅(SiON)、氧化铝(Al₂O₃)、氧化钛(TiO₂)、五氧化二钽(Ta₂O₅)、氧化铪(HfO₂)、氮化钛(TiN)、氮化钽(TaN)、氧化锌(ZnO)和氟化镁(MgF₂)中的至少一种;优选地,所述电介质层3012为叠层结构,例如为由氧化钛层3012a、氧化硅层3012b、氧化钛层3012c依次层叠而成的氧化钛-氧化硅-氧化钛叠层结构,由此可以增进反射金属层3011的全反射的效果,增强反射率,同时还可以增强与反射金属层3011、像素电极3021之间的粘附性,进而提高产品的可靠性,且氧化钛层3012a可以在氧化硅层3012b与反射金属层3011之间提供缓冲,以避免伤害反射金属层3011的光滑表面,氧化硅层3012b作为透明层,可以实现光的干涉,进而增强反射率,氧化钛层3012c可以作为保护层和刻蚀停止层,用于为形成像素电极3021的刻蚀工艺提供停止指示作用以及在形成像素电极3021的刻蚀工艺保护下方各层不受损伤。其中,氧化钛层3012a、氧化硅层3012b、氧化钛层3012c的厚度可以分别为500Å(埃)~1500Å,例如氧化钛层3012a的厚度为1250Å,氧化硅层3012b和氧化钛层3012c的厚度均为1350Å。

[0035] 导电通孔结构300b贯穿所述沟槽3011a处的电介质层3012且底部与驱动电路300b电接触,顶部与像素电极层302中的相应的像素电极3021的底面电接触。导电通孔结构300b的材质可以包括钨(W)或铜(Cu)或碳纳米管(CNT)。

[0036] 像素电极层302包括绝缘钝化层3022以及形成在绝缘钝化层3022中的多个像素电极3021,所有像素电极3021可以呈阵列排布。绝缘钝化层3022用于实现像素电极3021之间的绝缘并保护像素电极3021免受环境及后续加工步骤的影响,且能够使得需要被反射镜堆301反射的入射光线以及经反射镜堆301反射后的反射光线穿透,绝缘钝化层3022包含例如氧化硅、氮化硅、氮氧化硅等介电材料或其组合,或是其他合适的材料。像素电极3021用以向液晶层304的一端提供施加电压,使得液晶层304能基于像素电极3021提供的施加电压来调节极化光转换率,进而控制从液晶层304穿出的反射光线的极化态比率,再进一步搭配光机引擎设计,来实现显示画面的灰度调制功能。像素电极3021可为不具有反射能力的材料制得,例如为采用镍、钴、锰等具有类似功能的金属制成的半透光性电极,其厚度控制在100Å~300Å,以实现半透光且具有较低阻抗的结构(相当于半透光的薄膜电极)。在本发明的其他实施例中,像素电极3021还可以是为全透光性电极,其可以包含例如氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)或其他合适的透明导电性材料。由于像素电极3021不具有反射能力,相比传统的铝像素电极,能够具有更好的功函数,可以降低与透明导电层306之间的电池效应,可以提高产品可靠性。此外,由于反射镜堆301设置在像素电极层302的下方,不会在像素电极302至透明导电层306之间引入的额外负载,进而不会降低液晶层304上的有效压降,

由此可以使液晶层304得到精确的电压,进而确保LCOS显示器的精准电压控制,有利于实现显示图像的对比度的精确调节;而且,与图2A所示的结构相比,在相同的驱动电压下,本发明的液晶层303上的有效压降更大,因此本发明的方案可以兼顾反射镜堆的高反射率和液晶层上的更高有效压降的要求,有利于更高对比度的实现,也有利于更低驱动电压和更低功耗的实现。

[0037] 第一配向层303设置于像素电极层302上,第二配向层305与第一配向层303相对设置,且液晶层304设置于第一配向层303与第二配向层305之间。第一配向层303、第二配向层305可以是聚合物层,例如是聚酰亚胺。液晶层304具有液晶分子,其由第一配向层303与第二配向层305配向,且其依据在像素电极3021与设置于第二配向层305上的透明导电层306(即公共电极层)之间所产生的电场而扭转,即液晶层304能基于像素电极3021提供的施加电压以及透明导电层306提供的施加电压(即LOS显示器的驱动电压)来调节极化光转换率,进而控制从其穿出的反射光线的极化态比率,再进一步搭配光机引擎设计,来实现显示画面的灰度调制功能。第一配向层303和第二配向层305可具有各自的摩擦方向,在液晶层304中的每一液晶分子具有贝塔角和扭转角,所述贝塔角相关于第二配向层305的摩擦方向和晶圆基板300的水平方向,且扭转角相关于第一配向层303和第二配向层305的摩擦方向。

[0038] 透明导电层306包含透光性和导电性材料,例如氧化铟锡、氧化铟锌或其他合适的材料。透明盖板307设置于透明导电层306上,用以接收入射光线和保护下方各层及驱动电路300a和导电通孔结构300b等。在一些实施例中,透明盖板307可以包含玻璃、二氧化硅、塑料或类似的透光性材料,当透明盖板307为玻璃基板时,优选用石英、熔融石英、高温玻璃或具有与硅基板类似的热膨胀系数的玻璃制成,由此以增强显示器的机械性能。抗反射(AR)层308用于防止透明盖板307受到机械损坏并减少来自透明盖板307的顶部表面的入射光反射。

[0039] 在一些实施例中,所述LCOS显示器还可以包括设置在像素电极层302与第一配向层303之间的彩色滤光层(未图示),彩色滤光层包含例如高分子聚合物等着色材料或染色材料,或是其他合适的材料。彩色滤光层可以具有多个彩色滤波单元,且每一彩色滤波单元分别对应一像素电极,用以使特定颜色的光通过,由此可以达到想要的颜色显示效果。

[0040] 综上所述,本发明的LCOS显示器,将原来设置在像素电极层上方的反射镜堆改换为设置在像素电极层下方,由此,一方面可以降低传统的反射镜堆设置在像素电极层上方时引起的光衍射,进而实现更高的反射率,另一方面,有利于降低像素电极的厚度,且能够避免施加的电压被在反射镜堆上产生压降,从而解决了反射镜堆引入的额外负载降低液晶层上的有效压降的问题,能够使液晶层304得到精确的电压,进而确保LCOS显示器的精准电压控制,有利于实现显示图像的对比度的精确调节,同时,在相同的驱动电压下,本发明的液晶层上的有效压降更大,可以兼顾反射镜堆的高反射率和液晶层上的更高有效压降的要求,有利于更高对比度的实现,也有利于更低驱动电压和更低功耗的实现,适合产品的大量生产。

[0041] 本发明还提供一种电子设备,包括本发明的LCOS显示器,所述LCOS显示器可用作电子设备的显示部(显示装置),可以将输入到电子设备的视频信号或在电子设备内生成的视频信号作为图像或视频显示。所述电子设备可以是微型投影机、监视器或便携终端设备。所述便携终端设备可以是数码相机、视频摄像机、PDA(Personal Digital Assistant:个人

数字助理)、游戏机、笔记本型个人电脑、电子书、移动电话和穿戴时设备(例如头戴式、腕戴式、眼镜等)等等。

[0042] 本发明的电子设备由于采用了本发明的LCOS显示器作为显示部,因此具有更佳的显示效果以及产品可靠性。

[0043] 显然,本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

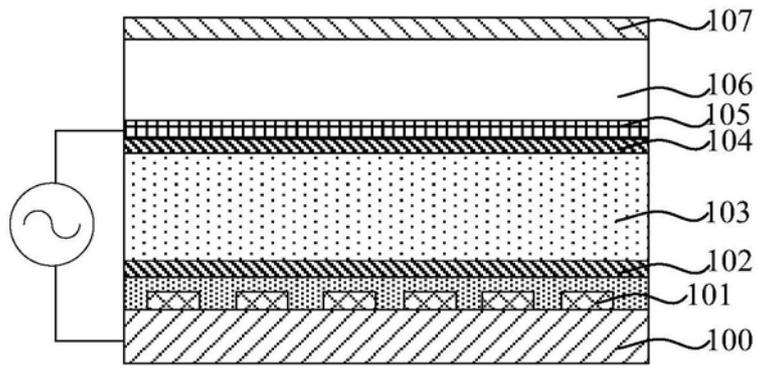


图1A

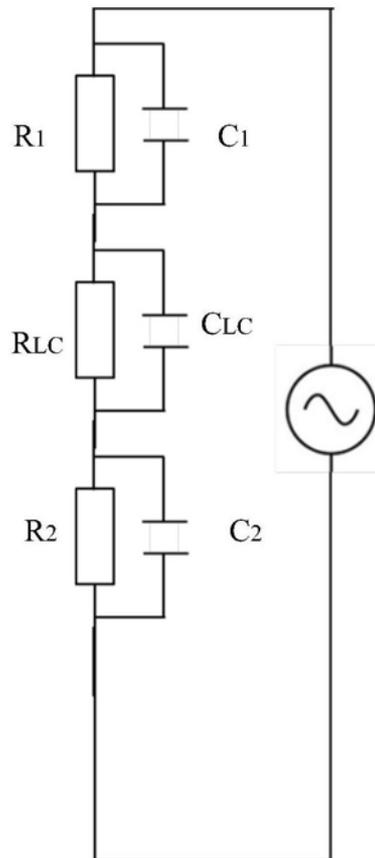


图1B

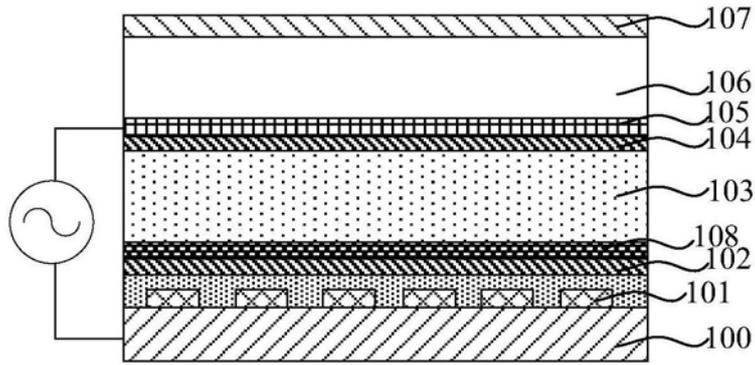


图2A

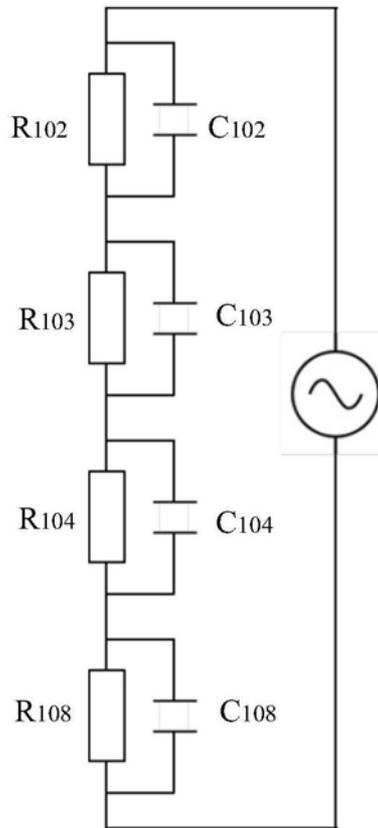


图2B

液晶密度

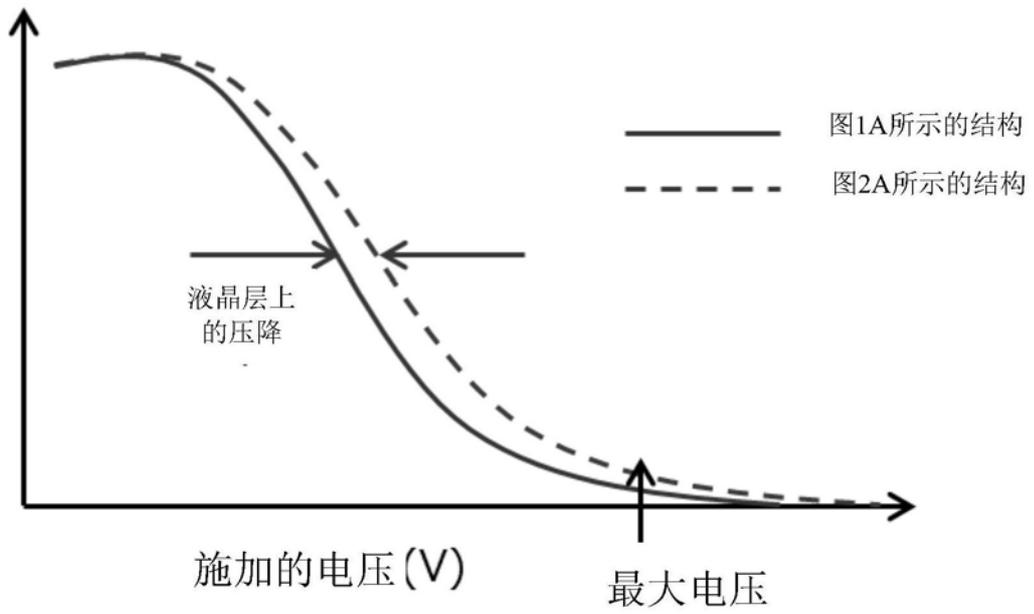


图3

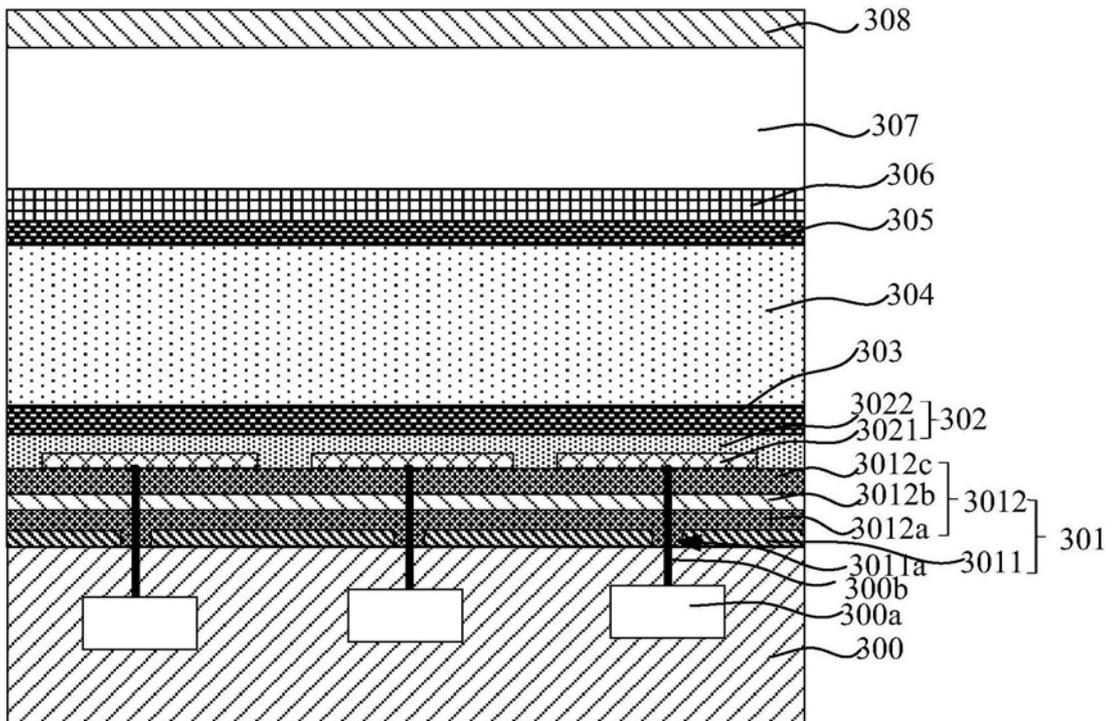


图4A

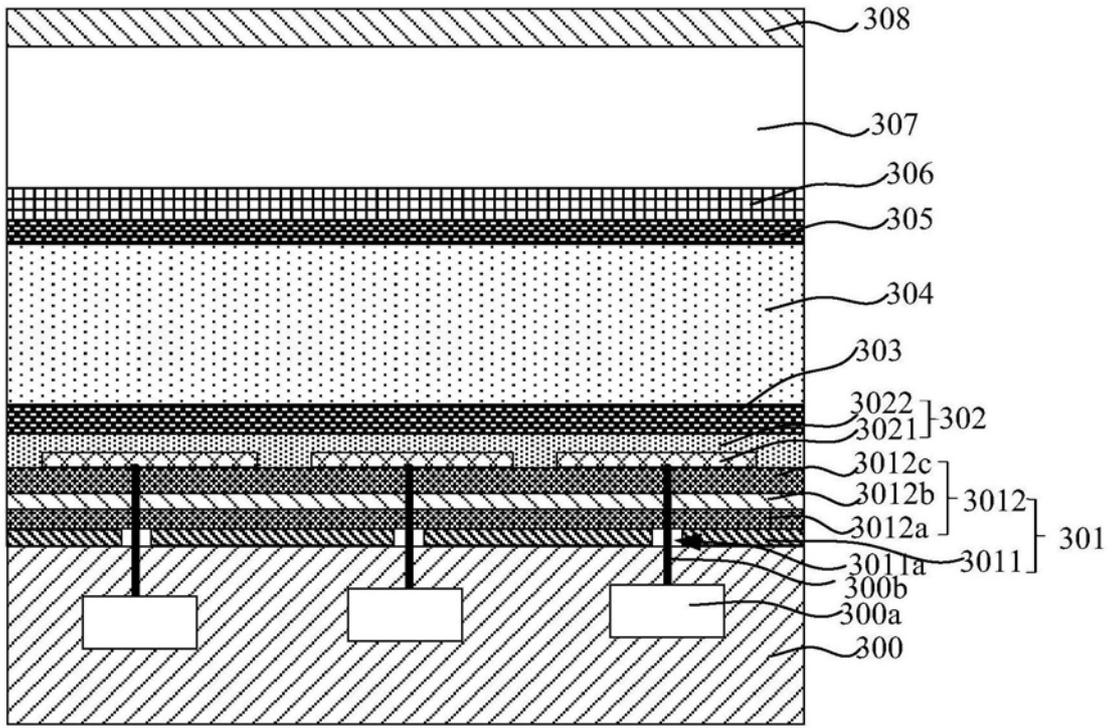


图4B

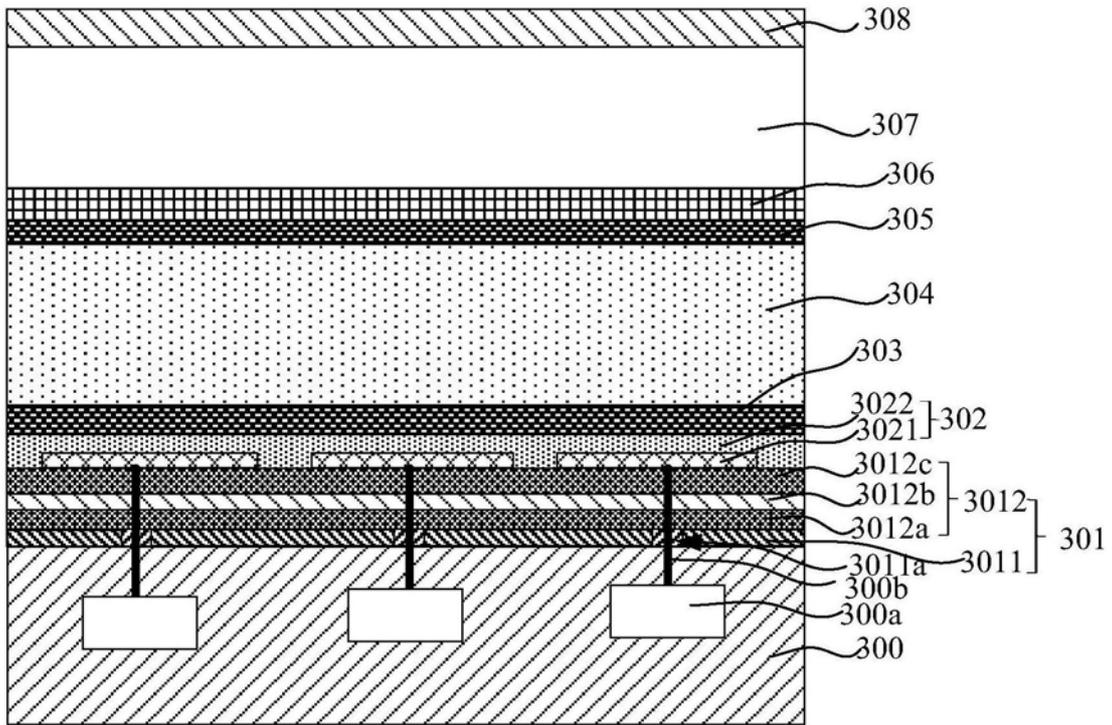


图4C

专利名称(译)	LCOS显示器及电子设备		
公开(公告)号	CN108845442A	公开(公告)日	2018-11-20
申请号	CN201810710409.0	申请日	2018-07-02
[标]申请(专利权)人(译)	豪威半导体(上海)有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	豪威半导体(上海)有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	豪威半导体(上海)有限责任公司		
[标]发明人	小堺隆		
发明人	小堺隆		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/1335 G02F1/1343		
CPC分类号	G02F1/133553 G02F1/13306 G02F1/134309 G02F2001/134345		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种LCOS显示器及电子设备，将原来设置在像素电极层上方的反射镜堆改换为设置在像素电极层下方，由此，一方面可以降低传统的反射镜堆设置在像素电极层上方时引起的光衍射，进而实现更高的反射率，另一方面，有利于降低像素电极的厚度，且能够避免施加的电压被在反射镜堆上产生压降，从而解决了反射镜堆引入的额外负载降低液晶层上的施加电压的问题，利于实现反射镜堆的高反射率，同时使液晶层得到精确的电压，进而确保LCOS显示器的精准电压控制，提高了产品性能，有利于更高反射率及更高性能的产品的大量生产。

