



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119937069 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 06

(21) 申请号 202510099796.9

(22) 申请日 2020.09.30

(30) 优先权数据

62/909,205 2019.10.01 US

(62) 分案原申请数据

202080068668.3 2020.09.30

(71) 申请人 上海显耀显示科技有限公司

地址 201306 上海市浦东新区临港新片区
海洋四路99弄11、13号7层

(72) 发明人 李起鸣 祝元坤 赵爽

(74) 专利代理机构 上海智晟知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 31313

专利代理师 张东梅

(51) Int. Cl.

G02B 3/00 (2006.01)

H10H 20/855 (2025.01)

H10H 29/30 (2025.01)

H10H 29/01 (2025.01)

H10K 50/858 (2023.01)

H10K 59/80 (2023.01)

H10K 71/00 (2023.01)

G09F 9/33 (2006.01)

G09F 9/35 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

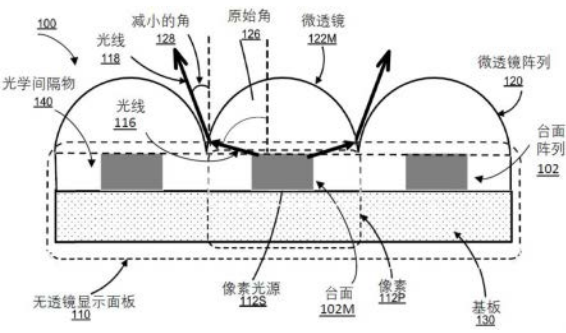
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

具有集成微透镜阵列的显示面板系统及其
制造方法

(57) 摘要

各种实施例包括具有集成微透镜阵列的显示面板。显示面板通常包括台面阵列,该台面阵列包括电耦合到对应像素驱动电路(例如,FET)的像素光源(例如,LED)阵列。微透镜阵列与包括像素光源的台面对准,并且定位为减少由像素光源产生的光的发散。在一些实施例中,由微透镜材料层形成的微透镜阵列直接形成在台面的顶部。显示面板还可以包括由相同的微透镜材料层形成的集成光学间隔物,以保持微透镜与像素驱动电路之间的定位。



1. 一种制造发光像素单元的方法,包括:

提供基板;

在基板上形成至少一个台面;以及

通过化学气相沉积工艺直接在所述至少一个台面的至少顶部上沉积微透镜材料层,在化学气相沉积工艺期间,所述微透镜材料层通过与所述至少一个台面的形状相符合,在所述至少一个台面上形成至少一个具有半球形状的微透镜;

其中:

所述至少一个微透镜中的微透镜在所述至少一个台面的台面中心顶部处的厚度比所述微透镜在台面的边缘顶部处的厚度更厚,以减小台面所产生光的发散;以及

微透镜材料层的半球形状、以及所述半球形状的用于减小所述至少一个台面所产生光的发散的定位是在通过化学气相沉积工艺进行沉积的期间形成的。

2. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

微透镜材料层的材料与所述至少一个台面的材料不同。

3. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

微透镜在通过化学气相沉积工艺进行的沉积期间在台面顶部周围单独形成。

4. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

在所述至少一个台面与微透镜之间由相同的微透镜材料层形成间隔物。

5. 根据权利要求4所述的制造发光像素单元的方法,其中:

间隔物的材料与微透镜的材料相同。

6. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

微透镜由介电材料组成。

7. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

微透镜的材料是光刻胶。

8. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

微透镜的高度不超过1微米。

9. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

微透镜的宽度不超过3微米。

10. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

在基板上,台面处于台面阵列的矩阵内,并且微透镜处于微透镜阵列的矩阵内,所述微透镜阵列在化学气相沉积工艺期间根据台面阵列的布局沉积并形成半球形状。

11. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

当台面的顶部是平坦的时,微透镜的形状为半球形。

12. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

所述至少一个台面包括至少一个发光器件。

13. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,其中:

用于沉积微透镜材料层并在所述至少一个台面上形成半球形状的化学气相沉积工艺的参数包括:功率小于1000W,压力在100毫托至2000毫托,温度在23°C至500°C,气体流速小于3000sccm,且时间在1小时至3小时。

14. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法,还包括:

对微透镜材料层进行图案化以暴露基板的电极区域。

15. 根据权利要求14所述的制造发光像素单元的方法, 其中所述图案化进一步包括:

在微透镜材料的表面上形成掩膜;

通过光刻工艺对掩膜进行图案化, 从而在掩膜中形成开口并暴露所述至少一个台面的电极区域上方的微透镜材料层; 以及

在掩膜的保护下, 蚀刻由开口暴露的微透镜材料层的部分。

16. 根据权利要求15所述的制造发光像素单元的方法, 其中:

蚀刻是湿法蚀刻方法。

17. 根据权利要求1所述的制造发光像素单元的方法, 其中:

所述至少一个微透镜的高度不超过2微米, 且所述至少一个微透镜的宽度不超过4微米。

具有集成微透镜阵列的显示面板系统及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年10月1日提交的申请号为62/909,205、标题为“Systems and Fabrication Methods for Display Panels with Integrated Micro-Lens Array (具有集成微透镜阵列的显示面板系统及其制造方法)”的美国临时专利申请的优先权,该申请通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开一般涉及显示装置,更具体地,涉及具有集成微透镜阵列的显示面板系统及其制造方法。

背景技术

[0004] 显示技术在当今商业电子设备中变得越来越流行。这些显示面板被广泛用于诸如液晶显示电视(LCD TVs)和有机发光二极管电视(OLED TVs)之类的固定大屏幕以及诸如个人笔记本电脑、智能电话、平板电脑和可穿戴电子设备之类的便携式电子设备。固定式大屏幕技术的发展方向是实现大视角以便适应且能够使多个观众从各种角度看到屏幕。例如,诸如超扭曲向列(STN)和薄膜补偿超扭曲向列(FSTN)之类的各种液晶材料已经被开发,以实现在显示面板中所有像素光源的大视角。

[0005] 然而,大多数便携式电子设备被设计主要用于单个用户,且这些便携式设备的屏幕取向应调整为用于相应用户的最佳视角而不是适应多个观众的大视角。例如,对于用户的合适的视角可以垂直于屏幕表面。在这种情况下,与固定的大屏幕相比,以大视角发出的光大部分被浪费。另外,大视角会引发在公共区域中使用便携式电子设备的隐私问题。

[0006] 另外,在基于诸如液晶显示器(LCD)、数字镜像设备(DMD)、和硅基液晶(LCOS)之类的被动成像设备的常规投影系统中,被动成像设备本身不发光。具体地,通过光学调制从光源发出的平行光,例如,由LCD面板以像素级发射或由DMD面板以像素级反射光的一部分,传统的投影系统得以投影图像。然而,没有被发射或反射的那部分光就丢失了,这降低了投影系统的效率。此外,为了提供平行光,需要复杂的照明光学部件来收集所述光源发射的发散的光。照明光学部件,不仅使系统体积庞大,而且引入额外的光损失到系统中,这进一步影响了系统的性能。在传统的投影系统中,由光源产生的照明光通常只有小于10%用于形成投影图像。

[0007] 由半导体材料制成的发光二极管(LED)可以用在单色或全色显示器中。在采用LED的电流显示器中,LED通常用作光源,以提供由例如LCD或DMD面板进行光学调制的光。即,由LED发射的光自身不形成图像。也对包括多个LED管芯作为成像器件的LED面板的LED显示器进行了研究。在这样的LED显示器中,LED面板是自发射的成像设备,其中每个像素可以包括一个LED管芯(单色显示器)或多个LED管芯,每个管芯表示一种原色(全色显示)。然而,由LED管芯发射的光产生自自发发射,因此是不定向的,导致大的发散角。大发散角可引起LED显示器的各种问题。例如,由于大的发散角,由LED管芯发射的光可以被更容易地扩散和/或

反射到LED显示器中。扩散/反射的光可以照亮其它像素,从而引起像素之间的光串扰、清晰度损失以及对比度损失。

发明内容

[0008] 需要改进的显示设计,其改进并有助于解决常规的显示系统的诸如上述的缺点。特别地,需要一种显示面板,减小视角以更好地保护用户隐私,或/和减少光浪费以降低功耗,以及减少像素之间的光干扰以提供更好的图像。

[0009] 各种实施例包括集成了微透镜阵列的显示面板。显示面板通常包括电耦合到对应的像素驱动电路(例如,FET)的像素光源(例如,LED、OLED)阵列。微透镜阵列与像素光源对准,并减少由像素光源产生的光的发散。显示面板还可以包括集成的光学间隔物,以保持微透镜与像素驱动电路之间的间隙。

[0010] 微透镜阵列减小了由像素光源产生的光的发散角和显示面板的可用视角。这转而降低了功率浪费、增加了亮度和/或在公共区域中更好地保护了用户隐私。

[0011] 集成了微透镜阵列的显示面板,可以使用各种生产方法来制造,从而产生各种各样的器件设计。在一方面,该微透镜阵列被直接制造为带有像素光源的基板的台面或突起。在一些方面,自组装、高温回流、灰度掩膜光刻、模制/压印/冲压和干法蚀刻图案转移等技术可以用于制造微透镜阵列。

[0012] 其它方面包括部件、器件、系统、改进、包括生产方法的方法和工艺、应用、以及与所述中的任何方面相关的其它技术。

[0013] 在一方面中,一种发光像素单元,包括:形成于基板上的至少一个台面。该发光像素单元还包括由覆盖所述至少一个台面的至少顶部的微透镜层形成的微透镜。在一些实施例中,微透镜层的材料不同于所述至少一个台面的材料,并且微透镜层与所述至少一个台面直接物理接触。

[0014] 在发光像素单元的一些实施例中,微透镜围绕所述至少一个台面的顶部独立形成。

[0015] 在发光像素单元的一些实施例中,在所述至少一个台面与微透镜之间由同一微透镜层形成间隔物。

[0016] 在发光像素单元的一些实施例中,间隔物的厚度不大于1微米。

[0017] 在发光像素单元的一些实施例中,间隔物的材料与微透镜的材料相同。

[0018] 在发光像素单元的一些实施例中,微透镜由介电材料构成。

[0019] 在发光像素单元的一些实施例中,介电材料包括氧化硅。

[0020] 在发光像素单元的一些实施例中,微透镜的材料为光刻胶。

[0021] 在发光像素单元的一些实施例中,微透镜的高度不大于2微米。

[0022] 在发光像素单元的一些实施例中,微透镜的宽度不大于4微米。

[0023] 在发光像素单元的一些实施例中,在基板上,所述至少一个台面位于台面阵列矩阵内,以及微透镜位于根据放置台面阵列而放置的微透镜阵列矩阵内。

[0024] 在发光像素单元的一些实施例中,所述至少一个台面的顶部是平坦的,微透镜的形状为半球形。

[0025] 在发光像素单元的一些实施例中,所述至少一个台面包括至少一个发光器件。

[0026] 在发光像素单元的一些实施例中,发光器件包括PN结。

[0027] 在另一方面中,一种制造发光像素单元的方法,包括:提供基板;在基板上形成所述至少一个台面;以及在所述至少一个台面的至少顶部直接沉积微透镜材料层。在一些实施例中,微透镜材料层符合所述至少一个台面的形状并在至少一个台面上具有半球形的形状。

[0028] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,微透镜材料层采用化学气相沉积技术沉积。

[0029] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,用于沉积微透镜材料层的化学气相沉积技术的参数包括:功率为0W至1000W,压力为100毫托至2000毫托,温度为23℃至500℃,气体流量为0sccm至3000sccm,时间为1小时至3小时。

[0030] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,微透镜材料层由介电材料构成。

[0031] 在一些实施例中,制造发光像素单元的方法还包括:图案化微透镜材料层以暴露基板的电极区域。

[0032] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,图案化步骤还包括:在微透镜材料的表面上形成掩膜;通过光刻工艺对掩膜进行图案化,从而在掩膜中形成开口并暴露所述至少一个台面的电极区域上方的微透镜材料层;以及在掩膜保护到位的情况下,蚀刻微透镜材料层的被所述开口暴露的部分。

[0033] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,蚀刻为湿法蚀刻方法。

[0034] 在又一方面中,制造发光像素单元的方法,包括:提供基板;在基板上形成所述至少一个台面;以及在所述至少一个台面的至少顶部上直接沉积微透镜材料层。在一些实施例中,微透镜材料层覆盖所述至少一个台面的顶部,且微透镜材料的顶面是平坦的。在一些实施例中,制造发光像素单元的方法还包括自顶向下对微透镜材料层进行图案化,从而在不穿透微透镜材料层的情况下在微透镜材料层中形成至少一个半球体。在一些实施例中,半球体位于所述至少一个台面上方。

[0035] 在一些实施例中,制造发光像素单元的方法还包括:在微透镜材料层的表面上沉积掩膜层;将掩膜层图案化以在掩膜层中形成半球图案;以及用半球图案作为掩膜,蚀刻微透镜材料层,以在微透镜材料层中形成半球。

[0036] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,在微透镜材料层被蚀刻后,微透镜材料层未被蚀刻透以暴露所述至少一个台面的顶面,从而在所述至少一个台面的顶部形成间隔物。

[0037] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,微透镜材料层采用旋涂法沉积。

[0038] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,掩膜层先通过光刻工艺图案化,再通过回流工艺图案化。

[0039] 在制造发光像素单元的方法的一些实施例中,蚀刻微透镜材料层通过光刻工艺进行。

[0040] 在一些实施例中,制造发光像素单元的方法还包括:在形成所述至少一个台面之后且在沉积微透镜材料层之前,形成具有用于在图案化工艺中与微透镜材料层对准标记的标记层。

[0041] 在一些实施例中,制造发光像素单元的方法还包括:在图案化微透镜材料层之后,

对微透镜材料层进行图案化以暴露基板的电极区域。

[0042] 本文所公开的显示器件和系统的设计通过利用微透镜材料的形状与台面的形状的一致性,在基板上的台面的顶部直接形成微透镜,从而大大减少了微透镜制造的步骤并提高了显示面板结构形成的效率。此外,显示系统的制造能可靠地和有效地形成微透镜结构模式而无需使用或保留附加的基板。减小视角和降低光干扰改善了显示系统的发光效率、分辨率和总体性能。因此,具有微透镜阵列的显示系统的实现与使用常规的显示器相比能够更好地满足用于增强现实 (AR) 和虚拟现实 (VR)、平视显示器 (HUD)、移动设备的显示器、可穿戴设备的显示器、高清晰度投影仪和汽车显示器的显示要求。

[0043] 需要注意的是上面描述的各种实施例可与本文中所描述的任何其它实施例结合。说明书中所描述的特征和优点并非全部包括的,特别地,许多附加特征和优点将对本领域普通技术人员而言在附图、说明书和权利要求方面是显而易见的。此外,应该注意的是,在说明书中使用的语言的选择主要是出于可读性和指导的目的,并且不会被选择用来划定或限定发明主题。

附图说明

[0044] 为使本公开可以被更详细地理解,可通过参照各种实施例的特征对本公开进行更具体的描述,所述特征中的一些特征在附图中示出。但是,这些附图仅示出了本公开内容的有关特征,因此不应被认为是限制性的,因为该描述可以允许有其他有效的特征。

[0045] 图1是根据一些实施例的集成有微透镜阵列的示例显示面板的截面图。

[0046] 图2A是根据一些实施例的具有像素方形阵列布局的示例单色显示面板的俯视图。

[0047] 图2B是根据一个实施例的示出像素三角形和多边形阵列布局的示例单色显示面板的俯视图。

[0048] 图3A是根据一些实施例的具有像素方形阵列布局的示例多色显示面板的俯视图。

[0049] 图3B是根据一些实施例的具有像素三角形阵列布局的示例多色显示面板的俯视图。

[0050] 图4示出了根据一些实施例在集成有微透镜阵列的显示面板上形成发光像素单元的制造方法的流程图。

[0051] 图5示出了根据一些实施例在集成有微透镜阵列的显示面板上形成发光像素单元的制造方法的流程图。

[0052] 图6A示出了根据一些实施例的使用自顶向下图案转移形成集成有微透镜阵列的显示面板的制造方法。

[0053] 图6B示出了根据一些实施例的使用自顶向下图案转移形成集成有微透镜阵列的显示面板的制造方法。

[0054] 图7是根据一些实施例的微型LED显示面板的俯视图。

[0055] 根据常见的做法,附图中所图示的各种特征可能并非按比例绘制。因此,为了清楚起见,各种特征的尺寸可以是任意扩展或减小的。另外,一些附图可能并未描绘给定系统、方法或设备的所有部件。最后,相同的附图标记可以用于表示整个说明书和附图中的类似特征。

具体实施方式

[0056] 本文描述了许多细节,以便提供对附图中所示的示例实施例的透彻理解。然而,可以在没有许多具体细节的情况下实践一些实施例,并且权利要求的范围仅受到权利要求中专门详述的那些特征和方面的限制。此外,未详尽地描述众所周知的方法、部件和材料,以免不必要地模糊本文所述实施例的相关方面。

[0057] 如上所述,在一些示例中,LED管芯具有大的发散角,这可能导致各种问题,诸如在背景技术部分中讨论的那些问题。此外,在采用具有多个LED管芯的LED阵列作为自发光成像装置的投影系统中,需要投影透镜或投影透镜组来投影由LED阵列产生的图像,并且投影透镜可以具有有限数值孔径。因此,由于LED管芯的发散角较大,因此由LED管芯发出的光仅一部分可以被投影透镜收集。这降低了基于LED的投影系统的亮度和/或增加了功耗。

[0058] 与本公开一致的实施例包括作为自发光成像器装置的集成显示面板以及制造显示面板的方法,该集成显示面板包括具有像素驱动电路阵列的基板、形成在基板上的可以包括例如LED管芯的台面阵列、形成在台面阵列上方的微透镜阵列。显示面板和基于该显示面板的投影系统将光源、成像功能和光束准直功能结合在一个单片器件中,能够克服传统投影系统的缺点。

[0059] 图1是根据一些实施例的集成有微透镜阵列120的示例显示面板100的截面图。在图1中,完成的显示面板100包括无透镜显示面板110(即,没有微透镜阵列)和微透镜阵列120。显示面板100包括诸如在如像素112P示出的每个单独像素内的独立台面的阵列102。在一些实施例中,台面阵列102形成在基板130上。在一些实施例中,基板是半导体基板。在一些实施例中,每个像素112P还包括像素驱动电路(图1中未示出)和在独立台面102M内的对应的像素光源112S。微透镜阵列120内的微透镜122M至少覆盖台面102M的顶部。在一些实施例中,微透镜122M直接覆盖并接触台面102M。在一些实施例中,微透镜122M符合台面102M的形状并在台面102M上形成半球。例如,微透镜形成在台面102M的顶部和外部。在一些实施例中,微透镜阵列120的组分不同于台面102M的组分。在一些实施例中,台面102M的顶部是大致平坦的并且微透镜122M的形状是大致半球形的。在一些实施例中,台面102M是圆形平台。在一些实施例中,微透镜122M在它们形成在台面102M的顶部之后不接触。

[0060] 在一些实施例中,微透镜阵列120由诸如氧化硅的介电材料制成。在一些实施例中,介电材料为透明氧化物,诸如氮化硅、碳化硅、氧化铝等。在一些实施例中,微透镜阵列120由光刻胶制成。在一些实施例中,微透镜122M的高度不大于2微米。在一些实施例中,微透镜122M的高度不大于1微米。在一些实施例中,微透镜122M的高度不大于0.5微米。在一些实施例中,微透镜122M的宽度不大于4微米。在一些实施例中,微透镜122M的宽度不大于3微米。在一些实施例中,微透镜122M的宽度不大于2微米。在一些实施例中,微透镜122M的宽度不大于1微米。在一些实施例中,微透镜122M的宽高比大于2。

[0061] 每个像素光源112S电耦合到像素驱动电路并由其驱动。像素光源112S是独立可控的。微透镜阵列120形成在无透镜显示面板110上方,其中微透镜122M与包括像素光源112S的对应台面102对准(图1中未单独示出)。出于本公开的目的,诸如“上方”和“顶部”之类的术语是指远离像素光源112A并朝向观察者传播的光的方向。包括像素光源112S的台面阵列102、像素驱动电路阵列(未示出)和微透镜阵列都集成在公共基板130上。在一些实施例中,每个像素光源112S包括一个PN结。

[0062] 为了清楚起见,图1示出了在显示面板100中仅三个独立像素112P,其中每个像素均包括与单个微透镜122M相对应的一个像素光源112S。应当理解的是,一个完整的显示面板100将包括许多独立像素112P和许多微透镜122M的阵列。另外,微透镜122M与包括像素光源112S的台面102M之间的一一对应不是必须的,像素驱动电路(未示出)与像素光源之间的一一对应也不是必须的。像素光源也可以由多个独立光元件制成,例如,并联连接的多个LED。在一些实施例中,一个微透镜122M可以覆盖多个台面102M。

[0063] 像素光源112S产生用于显示面板100的光。可以使用不同类型的像素光源112S,例如,包括独立微型LED阵列的微型LED阵列、包括独立微型OLED阵列的微型OLED阵列、或包括独立微型LCD阵列的微型LCD阵列。注意,在LCD阵列中,“像素光源”实际上调制从背光源或其他地方产生的光,而不是由电产生光,但除非另有说明,否则本文仍将其称为像素光源。在一个实施例中,每个独立的像素光源112S包括单个光元件。在另一实施例中,每个独立的像素光源112S包括多个光元件,例如并联耦合的多个LED。

[0064] 在图1中,微透镜阵列120包括独立的微透镜122M的阵列,每个微透镜与对应的像素光源112S对准。各个微透镜122M具有正光功率,并且设为减小对应像素光源112S发射的如图1中光线116-118所示光的发散度或视角。光线116表示从像素光源112S发射的光束的边缘,该光束具有相当宽的原始发散角126。在一个实施例中,原始角126大于60度。光被微透镜122M弯曲,使得新的边缘光线118现在具有减小的发散角128。在一个实施例中,减小的角128小于30度。微透镜阵列120中的微透镜122M通常是相同的。微透镜的示例包括球面微透镜、非球面微透镜、Fresnel (菲涅尔) 微透镜和圆柱形微透镜。

[0065] 微透镜阵列120通常具有平面侧和弯曲侧。在图1中,微透镜122M的底部是平面侧,微透镜122M的顶部是弯曲侧。每个微透镜122M的基部的典型形状包括圆形、方形、矩形和六边形。各个微透镜122M在形状、曲率、光功率、尺寸、基部、间隔等方面可以相同或不同。在图1的示例中,微透镜122M的圆形基部具有与独立像素112P相同的宽度,但是更小的面积,因为微透镜基部是圆形的,而独立像素112P是正方形的。在一些实施例中,微透镜基部面积大于像素光源112S的面积。

[0066] 在一些实施例中,在无透镜显示面板110与微透镜阵列120之间形成有光学间隔物140。在一些实施例中,在台面阵列102与微透镜阵列120之间形成有光学间隔物140。

[0067] 光学间隔物140是光学透明层,其形成以保持微透镜阵列120相对于像素光源阵列112S的位置。光学间隔物140可以由对像素光源112发射的各波长的光透明的多种材料制成。用于光学间隔物140的示例透明材料包括聚合物、电介质和半导体。制造光学间隔物140的材料可以与制造微透镜阵列120的材料相同或不同。在一些实施例中,在微透镜122M形成符合台面102M的形状的情况下,光学间隔物层140可以与微透镜122M以相同工艺相同材料形成。在一些实施例中,光学间隔物层140可以以与微透镜122M相同工艺相同材料形成在微透镜122M的下面。在一些实施例中,从基板130的底部测量,台面102M的高度大于、等于或小于光学间隔物140的厚度。

[0068] 光学间隔物140的厚度被设计成在微透镜阵列120与像素光源阵列112S之间保持适当的间隔。作为一个示例,对于保持像素光源与微透镜之间的光学间隔大于微透镜焦距的光学间隔物,在一定距离处形成单个像素的图像。作为另一个例子,对于保持像素光源与微透镜之间的光学间隔小于微透镜焦距的光学间隔物,实现了减小的发散度/视角。发散

度/视角的减小量也部分取决于从台面102M的顶表面测量的光学间隔物140的厚度。在一些实施例中,从台面102M的顶表面测量的间隔物140的厚度不大于1微米。在一些实施例中,从台面102M的顶表面测量的光学间隔物140的厚度不大于0.5微米。在一些实施例中,从台面102M的顶表面测量的光学间隔物140的厚度不大于0.2微米。在一些实施例中,从台面102M的顶表面测量的光学间隔物140的厚度约为1微米。在一些实施例中,光学间隔物140的材料与微透镜阵列120的材料相同。

[0069] 在一些实施例中,通过将微透镜阵列集成到显示面板上来实现亮度增强效果。在一些示例中,由于微透镜的聚光效果,在垂直于显示器表面的方向上,具有微透镜阵列的亮度是没有微透镜阵列的亮度的4倍。在替代性实施例中,亮度增强因子可以根据微透镜阵列和光学间隔物的不同设计而变化。例如,可以实现大于8的因子。

[0070] 图2A-2B是根据一些实施例的集成有球面微透镜阵列的示例单色显示面板的俯视图。更具体地说,图2A是具有像素方形阵列布局的示例单色显示面板200的俯视图,图2B是示出了像素三角形和六边形阵列布局的示例单色显示面板250的俯视图。作为示例,三角形阵列布局230的实施例和六边形阵列布局235的实施例如图2B所示。两个显示面板200、250包括微透镜210、260的阵列、包含位于微透镜210下方的像素光源220、270的台面阵列、以及可选的形成在微透镜阵列与台面阵列之间的光学间隔物240、290。每个独立的微透镜与包括独立像素光源的台面对准。更详细地,具有方形矩阵布局的显示面板200包括:独立的微透镜210的阵列、包含像素光源220的对应台面阵列、以及可选的介于该微透镜阵列与该台面阵列之间的光学间隔物240,具有三角形矩阵或六边形布局的显示面板250包括:独立的微透镜260的阵列、包含像素光源270的对应台面阵列、以及可选的介于该微透镜阵列与该台面阵列之间的光学间隔物290。在两个显示面板200、250中,像素光源都是产生相同颜色光的单色像素光源,例如单色LED,所述单色像素光源形成单色显示面板。

[0071] 在图2A-2B中,对应的显示面板200、250的各个微透镜210、260是排列成正方形、三角形或六边形矩阵的球面微透镜。在替代实施例中,微透镜可以具有非球面形状。微透镜也可以排列成其他矩阵布局,诸如矩形矩阵布局、或八边形矩阵布局、或几何矩阵布局的组合。

[0072] 图3A-3B是根据一些实施例的集成有球面微透镜阵列的示例多色显示面板的俯视图。更具体地说,图3A是具有像素方形阵列布局的示例多色显示面板300的俯视图,而图3B是具有像素三角形阵列布局的示例多色显示面板350的俯视图。两个显示面板300、350包括:微透镜310、360的阵列、包含像素光源320、370的台面阵列、以及可选的形成在该微透镜阵列与该像素光源阵列之间的光学间隔物340、390,每个微透镜与包括独立像素光源的相应台面对准。

[0073] 更详细地,具有方形矩阵布局的显示面板300包括:独立微透镜310的阵列、包含像素光源320的对应台面阵列、以及可选的介于所述两阵列之间的光学间隔物340。不同于图2A-2B所示的单色显示面板200、250,显示面板300中的像素光源阵列包括与不同发射波长相关联的像素光源,从而产生多色显示面板。例如,像素光源320R产生红色光,对应的微透镜310R对准红色像素光源,像素光源320G产生绿色光,对应的微透镜310G对准绿色像素光源,而像素光源320B产生蓝色光,对应的微透镜310B对准蓝色像素光源。在一个实施例中,具有不同颜色的多个像素光源320以一定比例组合在一起以形成RGB全色像素。例如,具有

不同颜色的若干像素光源320以三角形、矩形或六边形矩阵布局组合在一起。例如,在常见的设计中,红色像素光源320R、绿色像素光源320G和蓝色像素光源320B以1:2:1的比例组合,形成具有2×2正方形布局光源的单个全色像素330。

[0074] 在图3A-3B中,对应显示面板300、350的各个微透镜310、360是球面微透镜。在替代性实施例中,微透镜可以具有非球面形状。微透镜也可以排列成其他矩阵布局,诸如矩形矩阵布局或六边形矩阵布局。

[0075] 具有三角矩阵布局的显示面板350还包括:独立微透镜360的阵列、包含像素光源370的对应台面阵列、以及位于所述两个阵列之间的光学间隔物390,像素光源370也与不同的发射波长相关联以提供不同颜色的光。例如,像素光源370R发出红色光,对应的微透镜360R对准红色像素光源,像素光源370G发出绿色光,对应的微透镜360G对准绿色像素光源,而像素光源370B发出蓝色光,对应的微透镜360B对准蓝色像素光源。在该示例中,红色像素光源320R、绿色像素光源320G和蓝色像素光源320B以1:1:1的比例组合,形成具有三角形布局的光源的单个全色像素380。在一些实施例中,可以在各台面的顶部形成圆柱形微透镜阵列。

[0076] 图4-5示出了根据各种实施例的形成集成有微透镜阵列的显示面板的不同制造方法的示例。

[0077] 图4示出了根据一些实施例的在集成有微透镜阵列的显示面板上形成发光像素单元的制造方法的流程图。方法400的操作(如,步骤)可以对应于图1中描述的实施例来执行。

[0078] 方法400包括步骤402,提供基板。例如,图1示出了基板130的截面图。在一些实施例中,基板130是诸如硅的半导体基板。在一些实施例中,基板130的材料来自I I~I I I族化合物、蓝宝石、氧化铝、氮化镓等。

[0079] 方法400还包括步骤404,在基板上形成至少一个台面。在一些实施例中,台面是从基板突出的平顶突起,具有陡峭侧面,通过诸如沉积、光刻和蚀刻之类的现有的半导体制造方法形成。在一些实施例中,台面的形状可以是矩形、正方形、三角形、梯形、多边形等。在一些实施例中,台面包括至少一个PN结。例如,图1示出了台面102M的截面图。基板130已经包括了独立像素112P的集成阵列,每个像素112P具有位于台面102M内的对应的像素光源112S。在一个实施例中,基板130上也集成有控制相应像素光源阵列的像素驱动电路阵列(未示出)。图4中的实施例以此结构为起点,此结构被称为无透镜显示面板110,如图1所示。

[0080] 方法400还包括步骤406,至少在一个台面的顶部直接沉积微透镜材料层并使该微透镜材料层与该台面直接物理接触。在一些实施例中,如图1中所示,微透镜材料层的形状符合台面102M的形状,并在台面上形成半球。在一些实施例中,台面102M的顶部是大致平坦的,并且形成的微透镜122M的形状是大致半球形的。在一些实施例中,微透镜材料层通过化学气相沉积(CVD)技术直接沉积在基板上。在一些实施例中,用于CVD工艺的沉积参数是:功率约为0W至1000W、压力约为100毫托至2000毫托、温度约为23℃至500℃、气流约为0至3000sccm(标准立方厘米每分钟)、时间约为1小时至3小时。在一些实施例中,微透镜材料层的材料是诸如二氧化硅的介电材料。

[0081] 方法400还包括步骤408,图案化微透镜材料层以暴露基板的电极区域(图1中未示出)。在一些实施例中,步骤408中的图案化微透镜材料层包括蚀刻步骤。在一些实施例中,蚀刻步骤包括在微透镜材料的表面上形成掩膜的步骤。蚀刻步骤还包括通过光刻工艺对掩

膜进行图案化,从而在掩膜中形成开口,并暴露在台面的电极区域上方的微透镜材料层。蚀刻步骤还包括在掩膜保护到位的情况下蚀刻微透镜材料层被所述开口暴露的部分的步骤。在一些实施例中,暴露的微透镜材料层通过湿法蚀刻方法蚀刻。

[0082] 图5示出了根据一些实施例的在集成有微透镜阵列的显示面板上形成发光像素单元的制造方法的流程图。方法500的操作(如,步骤)可以对应于图1中描述的实施例来执行。

[0083] 方法500包括步骤502,提供基板。例如,图1示出了基板130的截面图。在一些实施例中,基板130是诸如硅的半导体基板。

[0084] 方法500还包括步骤504,在基板上形成至少一个台面。在一些实施例中,台面是从基板突出的平顶突起,具有陡峭侧面,通过诸如沉积、光刻和蚀刻之类的现有的半导体制造方法形成。在一些实施例中,台面的形状可以是矩形、正方形、三角形、梯形、多边形等。在一些实施例中,台面包括至少一个PN结。例如,图1示出了台面102M的截面图。基板130已经包括独立像素112P的集成阵列,每个像素112P具有位于台面102M内的对应的像素光源112S。在一个实施例中,基板130上也集成有控制相应像素光源阵列的像素驱动电路阵列(未示出)。图5中的实施例是以此结构为起点的,此结构被称为无透镜显示面板110,如图1所示。

[0085] 在一些实施例中,方法500还包括可选的步骤506,形成具有用于在后续步骤中与沉积的微透镜材料层对准标记的标记层。例如,形成的标记层使发光像素单元与微透镜材料层对准,以便在发光像素的中心形成微透镜。在一些实施例中,形成的标记层使台面与其上方的层特别是微透镜材料层对准,以便在台面的顶部形成微透镜。

[0086] 方法500还包括步骤508,直接在至少一个台面的顶部沉积微透镜材料层。图6A-6B进一步示出了根据一些实施例,利用自顶向下图案转移形成集成有微透镜阵列的显示面板的制造方法。在一些实施例中,如图6A所示,微透镜材料层645覆盖台面602M的顶部,微透镜材料层645的顶表面是平坦的。在一些实施例中,通过旋涂在台面阵列602的顶部上沉积微透镜材料层645。在一些实施例中,微透镜材料层645的材料是光刻胶。在一些实施例中,微透镜材料层645的材料是诸如氧化硅之类的介电材料。

[0087] 方法500还包括步骤510,自顶向下图案化微透镜材料层,从而在微透镜材料层中形成至少一个半球,如图6A-6B所示。在一些实施例中,图案化步骤无需穿透或蚀刻至微透镜材料层645的底部。在一些实施例中,微透镜620的半球被安置在所述至少一个台面602M的上方。

[0088] 在一些实施例中,步骤510还包括第一步骤,在微透镜材料层645的表面上沉积掩膜层630,如图6A中所示。

[0089] 步骤510还包括第二步骤,图案化掩膜层630,以在掩膜层630中形成半球形图案。在一些示例中,掩膜层630首先经光刻工艺然后再经回流工艺图案化。在一些实施例中,光敏聚合物掩膜层630被图案化成分离单元640,如在图6A中虚线矩形单元所示,为半球图案的形成作好准备。作为一个示例,分离单元640被图案化,并通过光刻工艺形成。具有分离单元640的图案化的光敏聚合物掩膜层650,随后经高温回流工艺形成半球图案660。在一种方法中,分离单元640经高温回流工艺形成分离的半球图案660。在一些实施例中,一个像素分离的半球图案660不与相邻像素的半球图案直接物理接触。在一些实施例中,一个像素的半球图案660仅与相邻像素的半球图案在半球图案660的底部处接触。图案化的光敏聚合物掩膜层650被加热到聚合物材料熔点以上的温度达一定时间。在聚合物材料熔化到液化状态

后,液化材料的表面张力会使它变成具有光滑曲率表面的形状。对于圆形基部半径为R的单元在单元的高度为 $2R/3$ 时,半球形状/图案将在回流工艺之后形成。图6A示出了在高温回流工艺完成后集成有半球图案660阵列的显示面板。在一些实施例中,掩膜层中的半球图案可通过其它制造方法来形成,包括在方法400中所描述的微透镜的制造方法。在一些其它实施例中,掩膜层中的半球图案可以使用灰度掩膜光刻曝光来形成。在一些其它实施例中,掩膜层中的半球图案可经由模制/压印工艺来形成。

[0090] 步骤510还包括第三步骤,使用半球图案660作为掩膜,蚀刻微透镜材料层645,以在微透镜材料层645中形成半球。在一些示例中,蚀刻微透镜材料层645是通过光刻工艺进行的。在一些示例中,蚀刻微透镜材料层645是通过诸如等离子体蚀刻工艺635之类的干法蚀刻,如图6A所示。在一些实施例中,在微透镜材料层645被蚀刻后,该微透镜材料层645未被蚀刻透以暴露台面602M的顶表面,如图6A-6B所示,从而间隔物670形成在台面602M的顶部或覆盖台面602M的顶部,如图6B所示。

[0091] 方法500还包括步骤512,图案化微透镜材料层以暴露基板的电极区域(在图6B中未示出)。在一些实施例中,步骤512中的图案化微透镜材料层包括蚀刻步骤。在一些实施例中,蚀刻步骤包括在微透镜材料的表面上形成掩膜的步骤。蚀刻步骤还包括通过光刻工艺图案化掩膜从而在掩膜中形成开口,并暴露台面的电极区域上方的微透镜材料层的步骤。该蚀刻步骤进一步包括在掩膜保护的情况下对暴露的微透镜材料层进行蚀刻的步骤。在一些实施例中,通过湿法蚀刻方法蚀刻该暴露的微透镜材料层。在一些实施例中,电极的开口设在显示阵列区域之外。

[0092] 如上所述,图1、4、5、6A和6B示出了各种制造方法,以形成集成有微透镜阵列的显示面板。应当理解,这些仅仅是示例,并且也可以使用其它制造技术。

[0093] 虽然详细描述包含了许多细节,但是这些不应被解释为限制本发明的范围,而仅仅被解释为说明了本发明的不同的示例和方面。应当理解,本发明的范围包括在上文中未详细讨论的其它实施例。例如,也可以使用具有不同形状的基部的微透镜,诸如正方形基部或其它多边形基部。可以在本文公开的本发明的方法和装置的布局、操作和细节方面进行对于本领域技术人员来说显而易见的各种其他修改、改变和变化,而不脱离如在所附权利要求中限定的本发明的精神和范围。因此,本发明的范围应由所附权利要求及其法律等同物决定。

[0094] 另外的实施例还包括了包括有图1、2A、2B、3A、3B、4、5、6A和6B中所示的上述实施例的在各种其他实施例中组合或以其他方式重新布置的各种子集。

[0095] 图7是根据一些实施例的微型LED显示面板700的俯视图。显示面板700包括数据接口710、控制模块720和像素区域750。数据接口710接收定义要显示的图像的数据。此数据的源和格式将根据应用而变化。控制模块720接收输入数据并将其转换为适合于驱动显示面板中的像素的形式。控制模块720可以包括:数字逻辑和/或状态机以从所接收的格式转换为适合于像素区域750的格式;移位寄存器或其他类型的缓冲器和存储器以存储和传输数据;数字-模拟转换器和电平转换器;以及包括时钟电路的扫描控制器。

[0096] 像素区域750包括了包含像素的台面阵列(图7中未在LED 734中单独示出)。像素包括例如如上所述的集成有像素驱动器的诸如单色或多色LED 734的微型LED。微透镜阵列(图7中未在LED 734中单独示出)覆盖台面阵列的顶部。在该示例中,显示面板700是彩色

RGB显示面板。它包括红色、绿色和蓝色像素。在每个像素内,LED 734由像素驱动器控制。根据先前所示的实施例,该像素与电源电压(未示出)接触、通过接地垫736与地接触、也与控制信号接触。尽管在图7中未示出,LED 734的P电极和驱动晶体管的输出端电连接。LED电流驱动信号连接(在LED的P电极与像素驱动器的输出端之间)、接地连接(在n电极与系统地之间)、电源电压Vdd连接(在像素驱动器的源与系统Vdd之间)以及至像素驱动器栅极的控制信号连接根据各种实施例进行。本文中公开的任何微透镜阵列均可以用微型LED显示面板700实现。

[0097] 图7仅是代表性的附图。其他设计将是明显的。例如,颜色不必是红色、绿色和蓝色。它们也不必排列成行或条。作为一个示例,除了图7中所示的像素的正方形矩阵布局之外,像素的六边形矩阵布局也可用于形成显示面板700。

[0098] 在一些应用中,完全可编程的矩形像素阵列不是必须的。还可以使用本文所述的器件结构形成具有多种形状的显示面板和显示器的其他设计。一类例子是专业应用,包括标牌和汽车。例如,多个像素可以以星形或螺旋形状布局形成显示面板,并且可以通过打开和关闭LED生成显示面板上的不同图案。另一个专业示例是汽车前灯和智能照明,其中某些像素被分组在一起以形成各种照明形状,并且每组LED像素可以通过各个像素驱动器打开或关闭或以其他方式调整。

[0099] 甚至每个像素内的器件的横向布局也可以变化。在图1、6A和6B中,LED和像素驱动器竖向布置,即,每个LED位于相应像素驱动电路的顶部。其他布局也是可能的。例如,像素驱动电路也可以位于LED的“后面”、“前面”或“旁边”。

[0100] 不同类型的显示面板可以被制造出来。例如,显示面板的分辨率通常可以在 8×8 至 3840×2160 的范围内。常见的显示分辨率包括具有分辨率 320×240 且长宽比4:3的QVGA、分辨率 1024×768 且长宽比4:3的XGA、分辨率 1280×720 且长宽比16:9的D、分辨率 1920×1080 且长宽比16:9的FHD、分辨率 3840×2160 且长宽比16:9的UHD以及分辨率 4096×2160 的4K。还可以有各种各样的像素大小,范围从亚微米及以下到10mm及以上。整体显示区域的尺寸也可以广泛变化,范围从对角线小到几十微米或更小到数百英寸或更大。

[0101] 不同的应用还将对光学亮度和视角具有不同的要求。示例应用包括直视显示屏,用于家庭/办公投影仪和便携式电子产品,诸如智能手机、笔记本电脑、可穿戴电子设备、AR和VR眼镜的光引擎,以及视网膜投影。功耗可在从用于视网膜投影仪的低至几毫瓦到用于大屏幕户外显示器、投影仪和智能汽车前灯的高达千瓦级的范围内变化。就帧速率而言,由于无机LED的快速响应(纳秒级),帧速率可以高达KHz级别,或者对于小分辨率甚至是MHz级别。

[0102] 另外的实施例还包括有包括了如在图1、2A、2B、3A、3B、4、5、6A、6B和7中示出的实施例的在各个其他实施例中组合和以其他方式重新布置的各种子集。

[0103] 尽管具体描述包含许多细节,但是这些不应被解释为限制本发明的范围,而仅仅是说明本发明的不同示例和方面。应当理解,本发明的范围包括上面未详细讨论的其他实施例。例如,上述方法可以应用于非LED和OLED的功能器件与非像素驱动器的控制电路的集成。非LED器件的示例包括垂直腔面发射激光器(VCSEL)、光电探测器、微机电系统(MEMS)、硅光子器件、电力电子器件和分布式反馈激光器(DFB)。其他控制电路的示例包括电流驱动器、电压驱动器、跨阻放大器和逻辑电路。

[0104] 所公开的实施例的前述描述被提供以使能够作出或使用本文描述的实施例及其变型。对这些实施例的各种修改对于本领域技术人员来说是显而易见的,并且本文定义的通用原理可以应用于其他实施例而不脱离本文公开的主题的精神或范围。因此,本公开不旨在限于本文所示的实施例,而是将符合与以下权利要求和本文公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

[0105] 本发明的特征可以通过使用计算机程序产品或在计算机程序产品的帮助下实现,所述计算机程序产品为诸如存储介质(多种介质)或计算机可读存储介质(多种介质),其中或其上存储有指令,这些指令可被用于对处理系统进行编程,以执行本文所呈现的任何特征。存储介质可以包括但不限于高速随机存取存储器,诸如DRAM、SRAM、DDR RAM或其他随机接入固态存储器设备,并且可以包括非易失性存储器,诸如一个或多个磁盘存储设备、光盘存储设备、闪存设备或其他非易失性固态存储设备。存储器可选地包括远离CPU定位的一个或多个存储设备。存储器或可选地存储器内的非易失性存储器设备包括非暂时性计算机可读存储介质。

[0106] 存储在任何机器可读介质(多种介质)上的本发明的特征可以包含在软件和/或固件中,用于控制处理系统的硬件,以及使处理系统能够利用本发明的结果与其他机构交互。这种软件或固件可以包括但不限于应用程序代码、设备驱动程序、操作系统和执行环境/容器。

[0107] 应当理解,尽管本文可以使用术语“首先”、“第二”等来描述各种要素或步骤,但这些要素或步骤不应受这些术语的限制。这些术语仅用于将一个要素或步骤与另一个要素或步骤区分开来。

[0108] 本文中使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,并且不旨在限制权利要求。如在实施例和所附权利要求的描述中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“这个”旨在也包括多个形式,除非上下文另有清楚地表明。还应理解,如本文所用的术语“和/或”是指并且包括一个或多个相关的列出的项目的任何和所有可能的组合。还应理解,术语“包括”和/或“包含”在本说明书中使用,指定所说的特征、整数、步骤、操作、要素和/或部件的存在,但不妨碍存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、要素、部件和/或组。

[0109] 如本文所用,术语“如果”可以被解释为意味着根据上下文“在……情况下”“当……时”或“响应于检测到”,陈述的先决条件是真的。类似地,短语“如果确定了[那个陈述的先决条件是真的]”或“如果[陈述的先决条件是真的]”或“当[陈述的先决条件是真的]时”可以被解释为意味着根据上下文,“当确定”或“响应于确定”或“根据确定”或“当检测到”或“响应于检测到”,所陈述的先决条件是真的。

[0110] 已经参考特定实施例描述了用于说明的前述描述。然而,上述说明性讨论并非旨在穷举,或者将权利要求限制在所公开的精确形式。考虑到上述教导,可以进行许多改型和变化。选择和描述实施例,以便最佳地解释实际应用和操作的原理,从而使本领域的其他技术人员能够实现。

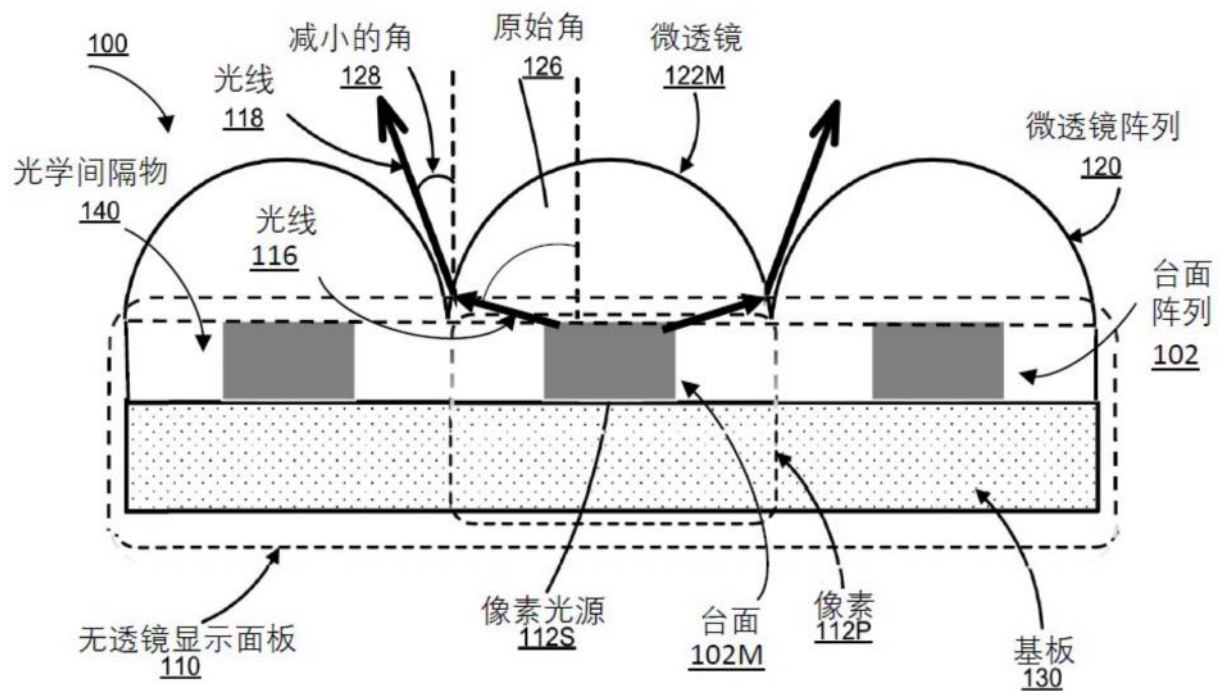


图1

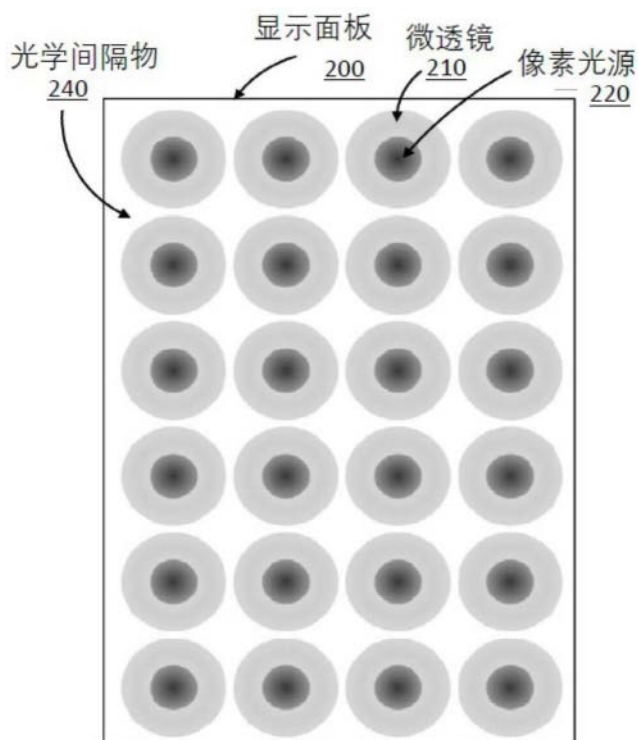


图2A

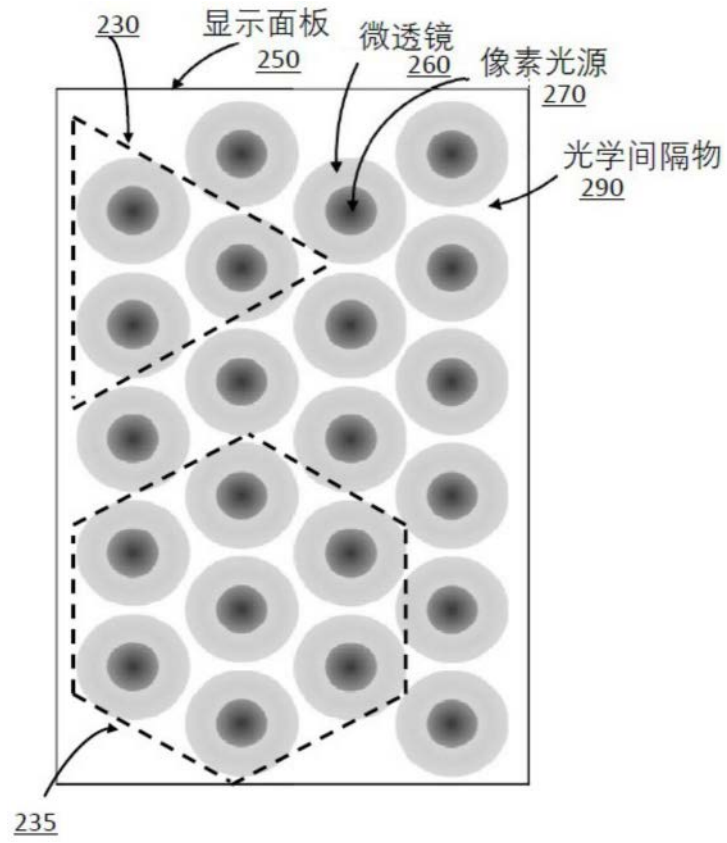


图2B

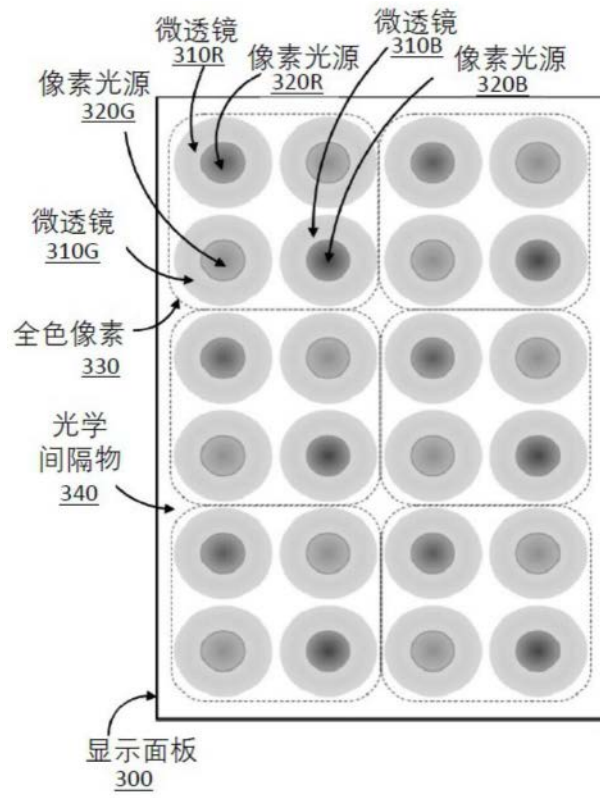


图3A

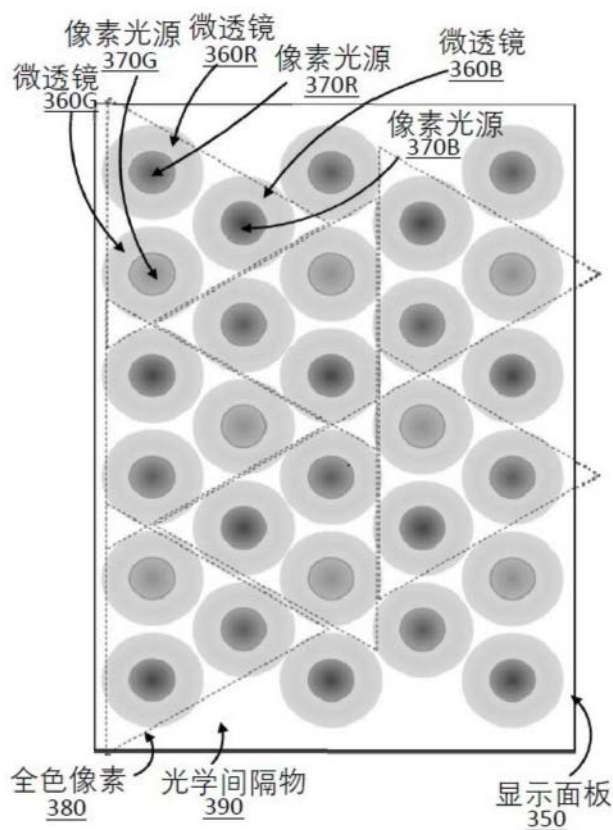


图3B

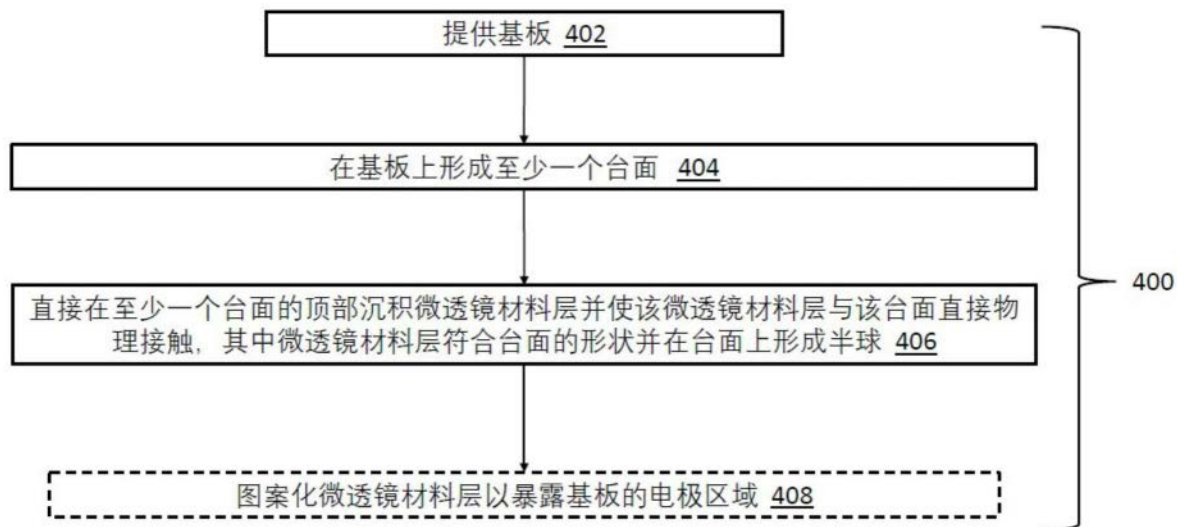


图4



图5

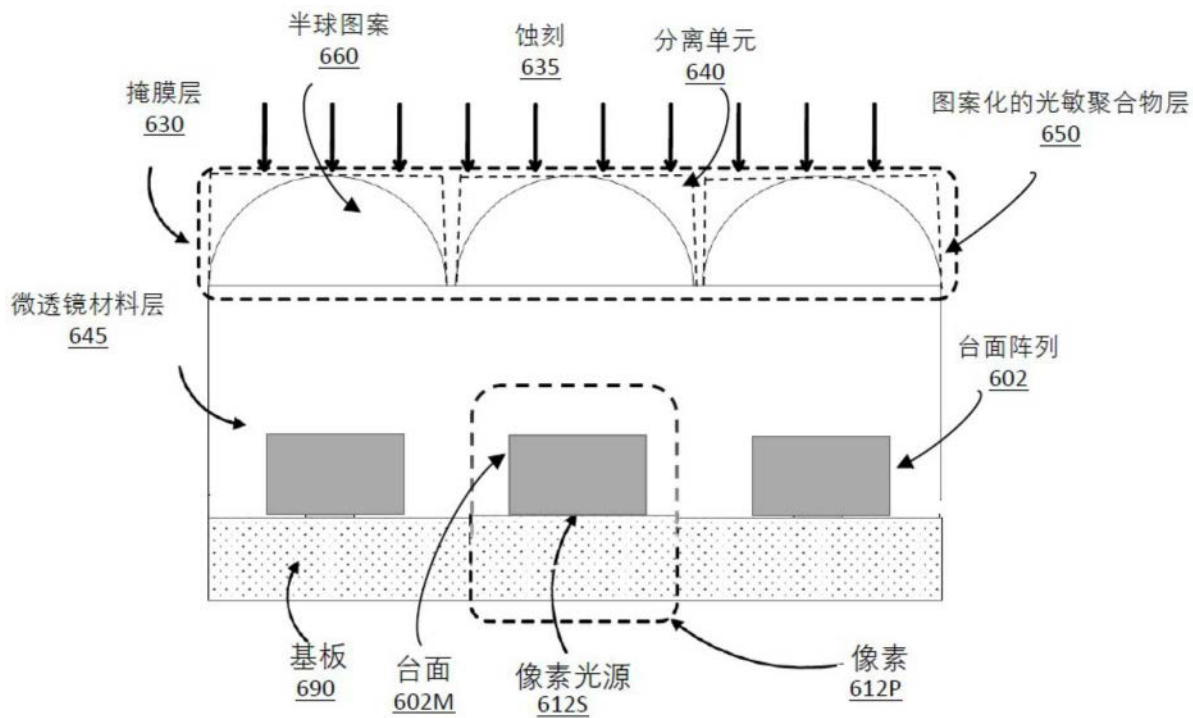


图6A

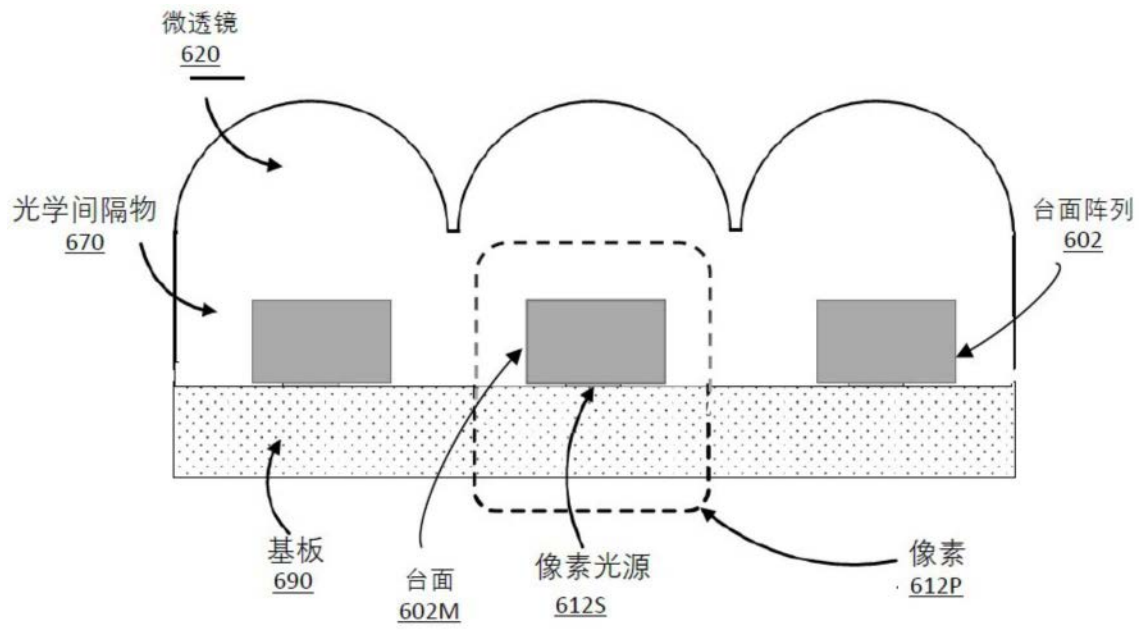


图6B

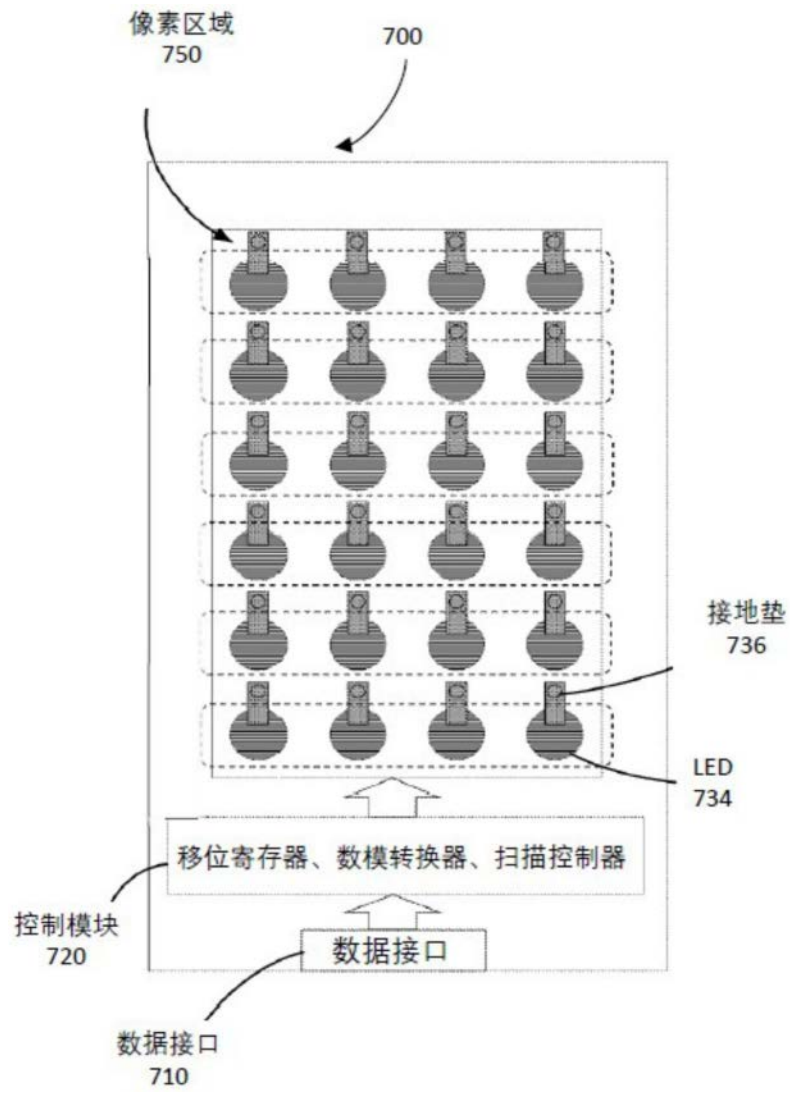


图7