



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205992104 U

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201621041982.X

(22)申请日 2016.09.07

(73)专利权人 京东方科技集团股份有限公司  
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

(72)发明人 高健 陈小川 杨亚锋

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理  
有限公司 11291

代理人 黄志华

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335(2006.01)

G09F 9/30(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

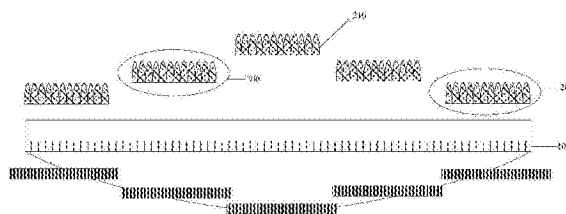
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

## (54)实用新型名称

一种虚拟曲面显示面板及显示装置

## (57)摘要

本实用新型公开了一种虚拟曲面显示面板及显示装置,利用凸透镜的成像原理,将多个凸透镜阵列设置在显示面板的出光侧,各凸透镜阵列到显示面板的物距以显示面板的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于竖直中心轴两侧且距离竖直中心轴相等的各凸透镜的焦距相等,与竖直中心轴距离不等的各凸透镜的焦距互不相等;各凸透镜阵列的焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大。通过调整各凸透镜阵列中的凸透镜的焦距从而使显示面板中各像素所成像的像距不同,将各像素的成像轨迹成一曲面排布,同时可保证各凸透镜阵列的放大倍率相近,提升了显示效果,实现了在显示面板上显示虚拟曲面的画面效果。



1. 一种虚拟曲面显示面板,其特征在于,包括:具有多个像素的显示面板,以及设置在所述显示面板出光侧的用于使各所述像素的成像轨迹构成曲面的多个凸透镜阵列,每个所述凸透镜阵列包括多个凸透镜;

各所述凸透镜阵列到所述显示面板的物距以所述显示面板的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于所述竖直中心轴两侧且距离所述竖直中心轴相等的各所述凸透镜的焦距相等,与所述竖直中心轴距离不等的各所述凸透镜的焦距互不相等;

各所述凸透镜阵列的焦距随着各所述凸透镜阵列到所述显示面板之间的物距的增大而增大。

2. 如权利要求1所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,各所述凸透镜阵列中位于中心位置的凸透镜的放大倍率相等。

3. 如权利要求1所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,各所述凸透镜阵列到所述显示面板之间的物距随着与所述竖直中心轴的距离的增大而减小。

4. 如权利要求3所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距小于对应的各所述凸透镜的焦距。

5. 如权利要求1所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,各所述凸透镜阵列到所述显示面板之间的物距随着与所述竖直中心轴的距离的增大而增大。

6. 如权利要求5所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距大于对应的各所述凸透镜的焦距,且小于2倍焦距。

7. 如权利要求3或5所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,每个所述凸透镜阵列中的各凸透镜的焦距随着与所述竖直中心轴距离的增大而依次增大。

8. 如权利要求1所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,每个所述凸透镜阵列与所述显示面板中的至少一个所述像素相对应。

9. 如权利要求8所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,所述显示面板中的各像素分别与所述凸透镜阵列中的一个凸透镜相对应。

10. 如权利要求9所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,

各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距小于对应的各所述凸透镜的焦距时,同一个所述凸透镜阵列所对应的各所述像素与两侧的黑矩阵在与所述竖直中心轴垂直方向上的宽度之比随着所述像素与所述竖直中心轴的距离的增大而增大;

各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距大于对应的各所述凸透镜的焦距时,同一个所述凸透镜阵列所对应的各所述像素与两侧的黑矩阵在与所述竖直中心轴垂直方向上的宽度之比随着所述像素与所述竖直中心轴的距离的增大而减小。

11. 如权利要求8所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,所述显示面板中各所述像素的各亚像素分别与所述凸透镜阵列中的至少一个凸透镜相对应。

12. 如权利要求11所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,各所述亚像素所对应的凸透镜的个数小于或等于8个。

13. 如权利要求11所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,同一所述像素中的各所述亚像素对应的凸透镜的焦距相等。

14. 如权利要求1所述的虚拟曲面显示面板,其特征在于,所述凸透镜阵列为液晶透镜。

15. 一种显示装置,其特征在于,包括如权利要求1-14任一项所述的虚拟曲面显示面

板。

## 一种虚拟曲面显示面板及显示装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及显示装置领域,尤其涉及一种虚拟曲面显示面板及显示装置。

### 背景技术

[0002] 目前的平板显示有节省物理空间的优点,因此被广泛应用。但由于其光分布属性,一般在显示器正对人眼的位置往两边的观看距离依次增加,光强依次变弱,即给人眼的视角体验不好。特别是大型的显示器,此种效应更加明显。而曲面显示的环抱效果可增强观看的视觉效果冲击,但其缺点是物理弯曲工程难度较大,而且器件厚重。

[0003] 因此,如何在平板显示上显示出虚拟曲面的画面效果,将是人们所要研究的重点问题。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型实施例提供了一种虚拟曲面显示面板及显示装置,用以在平面显示上显示出虚拟曲面的画面效果。

[0005] 第一方面,本实用新型实施例提供一种虚拟曲面显示面板,包括:具有多个像素的显示面板,以及设置在所述显示面板出光侧的用于使各所述像素的成像轨迹构成曲面的多个凸透镜阵列,每个所述凸透镜阵列包括多个凸透镜;

[0006] 各所述凸透镜阵列到所述显示面板的距离以所述显示面板的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于所述竖直中心轴两侧且距离所述中心轴相等的各所述凸透镜的焦距相等,与所述竖直中心轴距离不等的各所述凸透镜的焦距互不相等;

[0007] 各所述凸透镜阵列的焦距随着各所述凸透镜阵列到所述显示面板之间的物距的增大而增大。

[0008] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述凸透镜阵列中位于中心位置的凸透镜的放大倍率相等。

[0009] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述凸透镜阵列到所述显示面板之间的物距随着与所述竖直中心轴的距离的增大而减小。

[0010] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距小于对应的各所述凸透镜的焦距。

[0011] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述凸透镜阵列到所述显示面板之间的物距随着与所述竖直中心轴的距离的增大而增大。

[0012] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距大于对应的各所述凸透镜的焦距,且小于2倍焦距。

[0013] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板

中,每个所述凸透镜阵列中的各凸透镜的焦距随着与所述竖直中心轴距离的增大而依次增大。

[0014] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,每个所述凸透镜阵列与所述显示面板中的至少一个所述像素相对应。

[0015] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,所述显示面板中的各像素分别与所述凸透镜阵列中的一个凸透镜相对应。

[0016] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距小于对应的各所述凸透镜的焦距时,同一个所述凸透镜阵列所对应的各所述像素与两侧的黑矩阵在与所述竖直中心轴垂直方向上的宽度之比随着所述像素与所述竖直中心轴的距离的增大而增大;

[0017] 各所述凸透镜到所述显示面板之间的物距大于对应的各所述凸透镜的焦距时,同一个所述凸透镜阵列所对应的各所述像素与两侧的黑矩阵在与所述竖直中心轴垂直方向上的宽度之比随着所述像素与所述竖直中心轴的距离的增大而减小。

[0018] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,所述显示面板中各所述像素的各亚像素分别与所述凸透镜阵列中的至少一个凸透镜相对应。

[0019] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,各所述亚像素所对应的凸透镜的个数小于或等于8个。

[0020] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,同一所述像素中的各所述亚像素对应的凸透镜的焦距相等。

[0021] 在一种可能的实现方式中,在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,所述凸透镜阵列为液晶透镜。

[0022] 第二方面,本实用新型实施例提供一种显示装置,包括上述任一虚拟曲面显示面板。

[0023] 本实用新型实施例的有益效果包括:

[0024] 本实用新型实施例提供了一种虚拟曲面显示面板及显示装置,利用凸透镜的成像原理,将多个凸透镜阵列设置在显示面板的出光侧,且每个凸透镜阵列都包括多个凸透镜,各凸透镜阵列到显示面板的距离以显示面板的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于竖直中心轴两侧且距离中心轴相等的各凸透镜的焦距相等,与竖直中心轴距离不等的各凸透镜的焦距互不相等;各凸透镜阵列的焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大。本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板,可通过调整各凸透镜阵列中的凸透镜的焦距从而使显示面板中各像素所成像的像距不同,将各像素的成像轨迹成一曲面排布,由于各凸透镜阵列的整体焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大,因此,可同时保持各凸透镜阵列的放大倍率相近,避免了由于各显示画面区域的放大倍率差异过大而导致的显示画面扭曲或失真,由此,提升显示效果,实现了在平面显示上显示虚拟曲面的画面效果,增强了观看的视觉冲击效果。

## 附图说明

[0025] 图1为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板的结构示意图之一;

- [0026] 图2a为凸透镜成虚像的显示原理示意图；
- [0027] 图2b为凸透镜成实像的显示原理示意图；
- [0028] 图3a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现后置虚拟曲面显示时的结构示意图之一；
- [0029] 图3b为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现前置虚拟曲面显示时的结构示意图之一；
- [0030] 图4a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现后置虚拟曲面显示时同一个凸透镜阵列内部的结构示意图之一；
- [0031] 图4b为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现前置虚拟曲面显示时同一个凸透镜阵列内部的结构示意图之一；
- [0032] 图5a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现后置虚拟曲面显示时同一个凸透镜阵列内部的结构示意图之二；
- [0033] 图5b为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现前置虚拟曲面显示时同一个凸透镜阵列内部的结构示意图之二；
- [0034] 图6a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现后置虚拟曲面显示时的结构示意图之二；
- [0035] 图6b为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现前置虚拟曲面显示时的结构示意图之二；
- [0036] 图7a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现后置虚拟曲面显示时的结构示意图之三；
- [0037] 图7b为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现前置虚拟曲面显示时的结构示意图之三；
- [0038] 图8a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板的结构示意图之二；
- [0039] 图8b为凸透镜的等光程原理图；
- [0040] 图8c为液晶透镜的工作原理图；
- [0041] 图9a为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现后置虚拟曲面显示时的结构示意图之四；
- [0042] 图9b为本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板在实现前置虚拟曲面显示时的结构示意图之四；
- [0043] 图10为本实用新型实施例提供的显示面板的虚拟曲面显示方法。

### 具体实施方式

- [0044] 本实用新型实施例提供了一种虚拟曲面显示面板及显示装置,用以在平面显示上显示出虚拟曲面的画面效果。
- [0045] 为了使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本实用新型作进一步地详细描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本实用新型保护的范围。
- [0046] 下面结合附图详细介绍本实用新型具体实施例提供的虚拟曲面显示面板、显示装

置及显示方法。

[0047] 如图1所示,本实用新型实施例提供的虚拟曲面显示面板,包括:

[0048] 具有多个像素的显示面板100,以及设置在显示面板100出光侧的用于使各像素的成像轨迹构成曲面的多个凸透镜阵列200,每个凸透镜阵列200包括多个凸透镜210;

[0049] 各凸透镜阵列200到显示面板100的物距以显示面板100的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于竖直中心轴两侧且距离竖直中心轴相等的各凸透镜210的焦距相等,与竖直中心轴距离不等的各凸透镜210的焦距互不相等;

[0050] 各凸透镜阵列200的焦距随着各凸透镜阵列200到显示面板100之间的物距的增大而增大。

[0051] 需要说明的是,上述的凸透镜阵列的焦距是指凸透镜阵列的整体焦距,为说明各凸透镜阵列焦距的总体趋势,而每个凸透镜阵列中还具有多个凸透镜,每个凸透镜仍具有其自身的焦距。在一个凸透镜阵列的整体焦距大于另一个凸透镜阵列的整体焦距时,例如,凸透镜阵列A的整体焦距大于凸透镜阵列B的整体焦距,则凸透镜阵列A内各凸透镜中的最小焦距仍大于凸透镜阵列B内各凸透镜中的最大焦距。此外,在凸透镜的物像坐标系中,物距通常位于坐标系的负半轴,因此其值为负数。而在本实用新型中的物距或像距均指距离,其值为坐标系中物距或像距的绝对值。在具体实施时,本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中并不限定显示面板100的类型,具体可以为液晶显示面板、电致发光显示面板、等离子显示面板或电子纸中的任意一种。

[0052] 在图1中是以显示面板100为液晶显示面板为例进行说明,其中,液晶显示面板包括:相对而置的上基板001和下基板002,在上基板001和下基板002之间的液晶层003,贴附在上基板001之上的上偏光片004,贴附在下基板002下方的下偏光片005。上偏光片004一侧作为液晶显示面板的显示面即出光面,凸透镜阵列200设置在上偏光片004之上,背光模组发出的光线经过液晶层003的调制后从上偏光片004的一侧出射,经过凸透镜阵列200中具有不同焦距的凸透镜210的折射后成像。

[0053] 通过调整各凸透镜阵列中的凸透镜的焦距从而使显示面板中各像素所成像的像距不同,将各像素的成像轨迹成一曲面排布,由于各凸透镜阵列的整体焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大,因此,可同时保持各凸透镜阵列的放大倍率相近,避免了由于各显示画面区域的放大倍率差异过大而导致的显示画面扭曲或失真,从而提升了显示效果,实现了在平面显示上显示虚拟曲面的画面效果,增强了观看的视觉冲击效果。

[0054] 在具体实施时,在同一个凸透镜阵列中的多个凸透镜,由于各凸透镜的物距相同,因而无法使其放大倍率相等。为保证各凸透镜阵列200的放大倍率相近,可使各凸透镜阵列200中位于中心位置的凸透镜的放大倍率设置相等。

[0055] 在本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板中,一方面如图2a所示,可以利用凸透镜成虚像的原理,将物体AB放置于物距 $l$ 小于焦距 $f'$ 处,可使物体AB呈一个放大的虚像 $A'B'$ 被人眼接收,且所成虚像 $A'B'$ 与物体AB位于凸透镜的同一侧,由此实现相对于显示面板100的后置虚拟曲面的显示效果。另一方面如图2b所示,将物体放置于物距 $l$ 大于焦距 $f'$ 小于2倍焦距 $2f'$ 处,可使物体AB呈一个放大的实像 $A'B'$ ,且所成实像 $A'B'$ 与物体AB分别位于凸透镜的两侧,由此实现相对于显示面板100的前置虚拟曲面的显示效果。

[0056] 如下给出的光学系统的基本公式：

$$[0057] \quad 1. \text{物象关系: } \frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'} \quad (1)$$

$$[0058] \quad 2. \text{垂轴放大倍率: } \beta = \frac{l'}{l} \quad (2)$$

[0059] 由上述光学系统基本公式可知,在放大倍率 $\beta$ 一定时,像距 $l'$ 和物距 $l$ 的比例一定,即像距 $l'$ 和物距 $l$ 的变化趋势一致,在像距 $l'$ 增大时,物距 $l$ 同时增大。因此利用这一性质,可调整各凸透镜阵列200的物距,使得各具有不同像距的成像构成一个曲面,从而实现虚拟曲面的显示效果,同时还可保持各凸透镜阵列的放大倍率基本一致。

[0060] 在具体实施时,如图3a和图3b所示,根据虚拟曲面的显示位置不同,可分为如下两种情况来设置各凸透镜阵列200与显示面板100之间的物距。如图3a所示,各凸透镜阵列200到显示面板100之间的物距随着与竖直中心轴的距离的增大而减小。或者,如图3b所示,各凸透镜阵列200到显示面板100之间的物距随着与竖直中心轴的距离的增大而增大。

[0061] 在采用如图3a所示的方式设置各凸透镜阵列200的位置时,由于虚拟曲面位于显示面板100背离凸透镜阵列200一侧,且虚拟曲面的开口面向显示面板100,因此,各凸透镜210到显示面板100之间的物距 $l$ 小于对应的各凸透镜210的焦距 $f'$ 。

[0062] 在采用如图3b所示的方式设置各凸透镜阵列200的位置时,由于虚拟曲面位于凸透镜阵列200背离显示面板100的一侧,且虚拟曲面的开口背离凸透镜阵列200,因此,各凸透镜210到显示面板100之间的物距 $l$ 大于对应的各凸透镜210的焦距 $f'$ ,且小于2倍焦距 $2f'$ 。

[0063] 在具体应用时,无论采用图3a和图3b两种设置方式的哪一种,针对每一个凸透镜阵列中的各凸透镜210的焦距 $f'$ 随着与竖直中心轴距离的增大而依次增大。例如,针对某一个凸透镜阵列200与其所对应的显示区域的局部图如图4a和图4b所示。在图4a和图4b中位于中间位置的凸透镜阵列200中的各凸透镜210的焦距分别为 $f_0$ 、 $f_1$ 和 $f_2$ ,位于中心位置的凸透镜的焦距 $f_0$ 小于位于两侧的凸透镜的焦距 $f_1$ 和 $f_2$ ,各凸透镜210的焦距以竖直中心轴呈对称设置,与竖直中心轴的距离相等的凸透镜的焦距相等。随着与竖直中心轴的距离的增大,各凸透镜的焦距关系为 $f_2 > f_1 > f_0$ 。采用如上方式来设置凸透镜阵列200中的各凸透镜210的焦距,可使各凸透镜对应的各像素的成像轨迹为符合虚拟曲面的整体趋势。

[0064] 在具体实施时,每个凸透镜阵列200与显示面板100中的至少一个像素相对应。

[0065] 进一步地,显示面板100中的各像素RGB分别与凸透镜阵列200中的一个凸透镜210相对应。

[0066] 在实际应用中,每一个凸透镜阵列200分别对应着显示面板的一部分显示区域,在显示区域中包括许多个像素,如图4a和图4b所示,在一个凸透镜阵列200所对应的显示区域中,一个凸透镜210与一个像素相对应。

[0067] 在采用如图4a所示的设置方式时,可实现相对于显示面板100的后置虚拟曲面的显示效果。在采用如图4b所示的设置方式时,可实现相对于显示面板100的前置虚拟曲面的显示效果。无论采用图4a和图4b中的哪一种设置方式,各凸透镜210的焦距关系都应满足 $f_0 < f_1 < f_2$ 。

[0068] 然而,在采用各像素RGB与凸透镜210分别一一对应的设置方式时,不论各像素的



成像为虚像还是实像,如图4a和图4b所示,每个像素RGB所成的被放大的像均存在相互重叠的现象,这样会对虚拟曲面显示的画质造成失真的影响,基于此,可以采用如下三种方式缓解成像相互重叠的现象从而解决画质失真的问题。

[0069] 方式一:针对每一个凸透镜阵列200,改变同一个凸透镜阵列200所对应的各像素与两侧的黑矩阵在与垂直中心轴垂直方向上的宽度之比。图4a和图4b示出了一个凸透镜阵列中各凸透镜的设置方式,在如图4a所示凸透镜210到平面显示面板100之间的物距 $l$ 小于各凸透镜210的焦距 $f'$ 时,由于各凸透镜210的焦距 $f'$ 随着凸透镜210与垂直中心轴距离的增大而依次递增,因此,根据前述公式(2)可知,各像素RGB的成像放大倍数随着该像素RGB与垂直中心轴距离的增大而依次递减,即中心处的成像放大倍数最大,边缘处的成像放大倍数最小,这样,在中心处的成像相互重叠最严重,边缘处的成像相互重叠最轻,因此,如图5a所示,可以将各像素RGB与两侧的黑矩阵在与垂直中心轴垂直方向上的宽度之比随着像素RGB与垂直中心轴距离的增大而依次递增,具体地,可以将各像素RGB在与垂直中心轴垂直方向上的宽度随着像素RGB与垂直中心轴距离的增大而依次递增,或者,可以如图5a所示将各像素RGB之间的黑矩阵在与垂直中心轴垂直方向上的宽度随着像素与垂直中心轴距离的增大而依次降低。

[0070] 在如图4b所示凸透镜210到平面显示面板100之间的物距 $l$ 大于各凸透镜210的焦距且小于2倍焦距 $2f'$ 时,由于各凸透镜210的焦距 $f'$ 随着凸透镜210与垂直中心轴距离的增大而依次递增,因此,根据前述公式(2)可知,各像素RGB的成像放大倍数随着该像素RGB与垂直中心轴距离的增大而依次递增,即中心处的成像放大倍数最小,边缘处的成像放大倍数最大,这样,在中心处的成像相互重叠最轻,边缘处的成像相互重叠最严重,因此,如图5b所示,可以将各像素RGB与两侧的黑矩阵在与垂直中心轴垂直方向上的宽度之比随着像素RGB与垂直中心轴距离的增大而依次递减,具体地,可以将各像素RGB在与垂直中心轴垂直方向上的宽度随着像素RGB与垂直中心轴距离的增大而依次递减,或者,可以如图5b所示将各像素RGB之间的黑矩阵在与垂直中心轴垂直方向上的宽度随着像素与垂直中心轴距离的增大而依次递增。

[0071] 采用上述结构,可使每个像素RGB被放大的虚像不重叠或重叠的部分尽量少,从而提升了虚拟曲面显示的画面质量,但由于降低了开口率,从而会影响发光效率。

[0072] 方式二:使显示面板中各像素的各亚像素分别与凸透镜阵列中的至少一个凸透镜相对应。如图6a和图6b所示,各凸透镜210分为与组成像素RGB的各亚像素R、G和B一一对应。此时,一个凸透镜210对应一个亚像素R、G或B,且对应同一像素RGB的各凸透镜210的焦距相同。这样可使每个像素RGB中的亚像素R、G或B所成被放大的像之间相互重叠,而相邻像素之间所成的像由于黑矩阵的作用则不会相互重叠或者重叠的很少。亚像素R、G或B所成被放大的像之间相互重叠不但不会对显示造成影响,反而有利于画质色彩的调制,间接提高了显示像素的开口率。

[0073] 方式三:针对每个亚像素设置多个凸透镜与其对应。如图7a和图7b所示,显示面板100中组成像素RGB的各亚像素R、G和B与凸透镜阵列200中的多个凸透镜210相对应,且对应同一像素RGB的各凸透镜210的焦距相同。这样可进一步减小每个像素RGB中的亚像素R、G或B所成被放大的像之间的相互重叠。例如,可将组成像素RGB的各亚像素R、G和B与2个、3个或更多个凸透镜210相对应,亚像素所对应的凸透镜210的个数越多,像素所成被放大的像之

间的重叠量则越小,但由于现有工艺的限制,凸透镜的口径不能小于 $6\mu\text{m}$ ,因此,各亚像素所对应的凸透镜210的个数最多为8个。而随着制作工艺的不断发展,使凸透镜210的口径进一步减小,从而使得一个亚像素对应更多个凸透镜210的情况,在此不做限定。

[0074] 在一种可实施的方式中,本实用新型实施例中的各凸透镜阵列可采用液晶透镜,采用多个液晶透镜的虚拟曲面显示面板的结构示意图如图8a所示。在显示面板100的出光侧叠层设置多层液晶透镜300,在各层液晶透镜300的两侧施加电压,使液晶分子发生偏转等效为一个或多个凸透镜阵列200。而对于液晶透镜300,其焦距值与液晶旋转状态所对应线偏振光的折射率 $n$ 、盒厚 $d$ 、和每个阵列透镜的口径 $p$ 有关。如图8b所示,以凸透镜为例,由

等光程原理有: $n_1d + f' = n_2d + \sqrt{f'^2 + \left(\frac{p}{2}\right)^2}$ ,因为 $[(n_1 - n_2) * d]^2 \approx 0$ ,所以上式可简化为:

$$f' = \frac{p^2}{8(n_1 - n_2)d}, \text{其中 } n_o \leq n_2 < n_1 \leq n_e。$$

[0075] 图8a示出了多层液晶透镜不加电状态时的液晶排布状态,即为液晶的初始配向状态,其液晶的长轴方向与LCD的上偏光片的透光轴平行。本实用新型实施例只以三层液晶透镜为例,不对虚拟曲面显示面板所包括的液晶透镜数量进行限定,在实际应用中,采用的液晶透镜的层数越多,显示的虚拟曲面的效果就越平滑。图8c示出了液晶透镜等效于正透镜时的液晶偏转状态。在液晶透镜等效为凸透镜时,两边折射率小,中间折射率大,其通过液晶盒的光程值轨迹成凸面排布。

[0076] 由上述光学系统基本公式可知,不同的像素位置,通过对应不同的物距 $l$ 和焦距 $f'$ ,可使每个像素成像的像距 $l'$ 不同,在保持放大倍率 $\beta$ 相同,使各像素的成像轨迹呈曲面排布。例如,设计液晶透镜的焦距值 $f' = -2l$  (物距为负数),由物象关系可得出像距 $l' = 2l$ ,放大倍率 $\beta = 2^x$ 。因此利用这一性质,使多层液晶透镜300等效于如图3a或图3b所示的多个凸透镜阵列200。此外,每层液晶透镜300通过电压控制可以等效为物距相等的一个或多个凸透镜阵列200,且每个凸透镜阵列200中包括多个凸透镜210。如图9a所示,距离显示面板100最远的液晶透镜300等效为位于中间位置的一个凸透镜阵列200,且凸透镜阵列200中包括多个凸透镜210;位于第二层的液晶透镜300等效为位于两侧的两个凸透镜阵列200,且每个凸透镜阵列中包括多个凸透镜210;距离显示面板100最近的液晶透镜300等效为位于两侧的两个凸透镜阵列200,且每个凸透镜阵列中包括多个凸透镜210。在采用如图9a的方式设置液晶透镜时,位于中间位置的凸透镜阵列的整体焦距大于位于两侧凸透镜阵列的整体焦距,且随着与垂直中心轴的距离的增大,凸透镜阵列的整体焦距依次减小。而针对每一个凸透镜阵列中的各凸透镜而言,随着距离垂直中心轴距离的增大各凸透镜的焦距依次增大。

[0077] 如图9b所示,距离显示面板100最近的液晶透镜300等效为位于中间位置的一个凸透镜阵列200,且凸透镜阵列200中包括多个凸透镜210;位于第二层的液晶透镜300等效为位于两侧的两个凸透镜阵列200,且每个凸透镜阵列中包括多个凸透镜210;距离显示面板100最远的液晶透镜300等效为位于两侧的两个凸透镜阵列200,且每个凸透镜阵列中包括多个凸透镜210。在采用如图9b的方式设置液晶透镜时,位于中间位置的凸透镜阵列的整体焦距小于位于两侧凸透镜阵列的整体焦距,且随着与垂直中心轴的距离的增大,凸透镜阵列的整体焦距依次增大。而针对每一个凸透镜阵列中的各凸透镜而言,随着距离垂直中

心轴距离的增大各凸透镜的焦距依次增大。

[0078] 无论采用图9a和图9b中的哪种方式来设置液晶透镜,液晶透镜在除等效为凸透镜阵列之外的区域均为不加电状态。并且在同一个像素内的各亚像素对应的各凸透镜的焦距相等。

[0079] 本实用新型实施例还提供了一种显示装置,包括本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板,该显示装置可以为:手机、平板电脑、电视机、显示器、笔记本电脑、数码相框、导航仪等任何具有显示功能的产品或部件。该显示装置的实施可以参见上述虚拟曲面显示面板的实施例,重复之处不再赘述。

[0080] 上述的显示面板的虚拟曲面显示方法,如图10所示,包括如下步骤:

[0081] S11、在具有多个像素的显示面板的出光侧设置多个凸透镜阵列;

[0082] S12、在显示面板进行显示时,控制各凸透镜阵列到显示面板之间的物距和焦距,使显示面板中各像素的成像轨迹构成曲面。

[0083] 其中,每个凸透镜阵列包括多个凸透镜;各凸透镜阵列到显示面板的物距以显示面板的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于竖直中心轴两侧且距离竖直中心轴相等的各凸透镜的焦距相等,与竖直中心轴距离不等的各凸透镜的焦距互不相等;

[0084] 各凸透镜阵列的焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大。

[0085] 本实用新型实施例提供的一种虚拟曲面显示面板及显示装置,利用凸透镜的成像原理,将多个凸透镜阵列设置在显示面板的出光侧,且每个凸透镜阵列都包括多个凸透镜,各凸透镜阵列到显示面板的距离以显示面板的竖直中心轴呈对称的阶梯状分布;位于竖直中心轴两侧且距离中心轴相等的各凸透镜的焦距相等,与竖直中心轴距离不等的各凸透镜的焦距互不相等;各凸透镜阵列的焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大。本实用新型实施例提供的上述虚拟曲面显示面板,可通过调整各凸透镜阵列中的凸透镜的焦距从而使显示面板中各像素所成像的像距不同,将各像素的成像轨迹成一曲面排布,由于各凸透镜阵列的整体焦距随着各凸透镜阵列到显示面板之间的物距的增大而增大,因此,可同时保持各凸透镜阵列的放大倍率相近,避免了由于各显示画面区域的放大倍率差异过大而导致的显示画面扭曲或失真,由此,提升显示效果,实现了在平面显示上显示虚拟曲面的画面效果,增强了观看的视觉冲击效果。

[0086] 显然,本领域的技术人员可以对本实用新型进行各种改动和变型而不脱离本实用新型的精神和范围。这样,倘若本实用新型的这些修改和变型属于本实用新型权利要求及其等同技术的范围之内,则本实用新型也意图包含这些改动和变型在内。

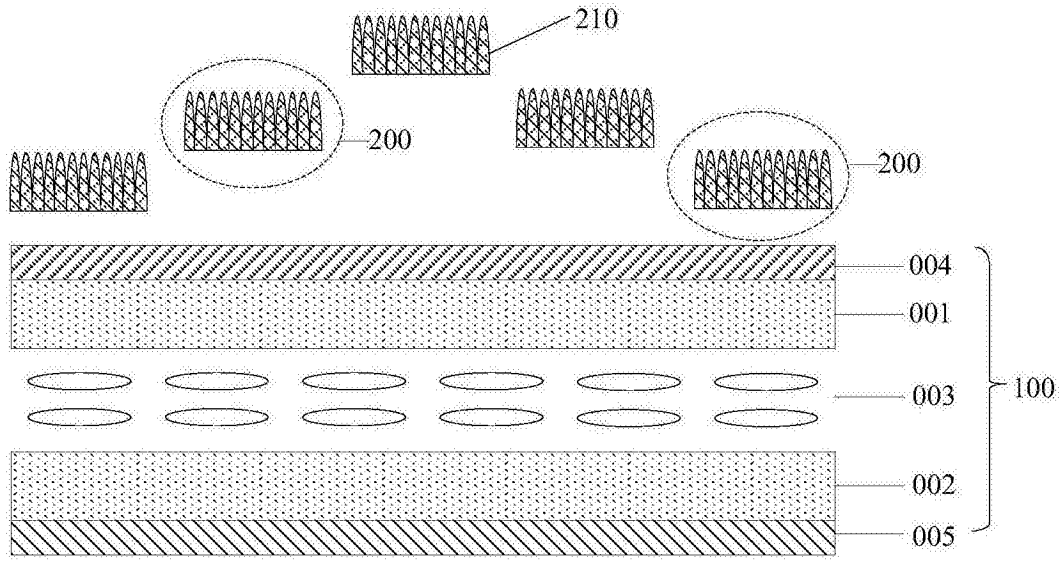


图1

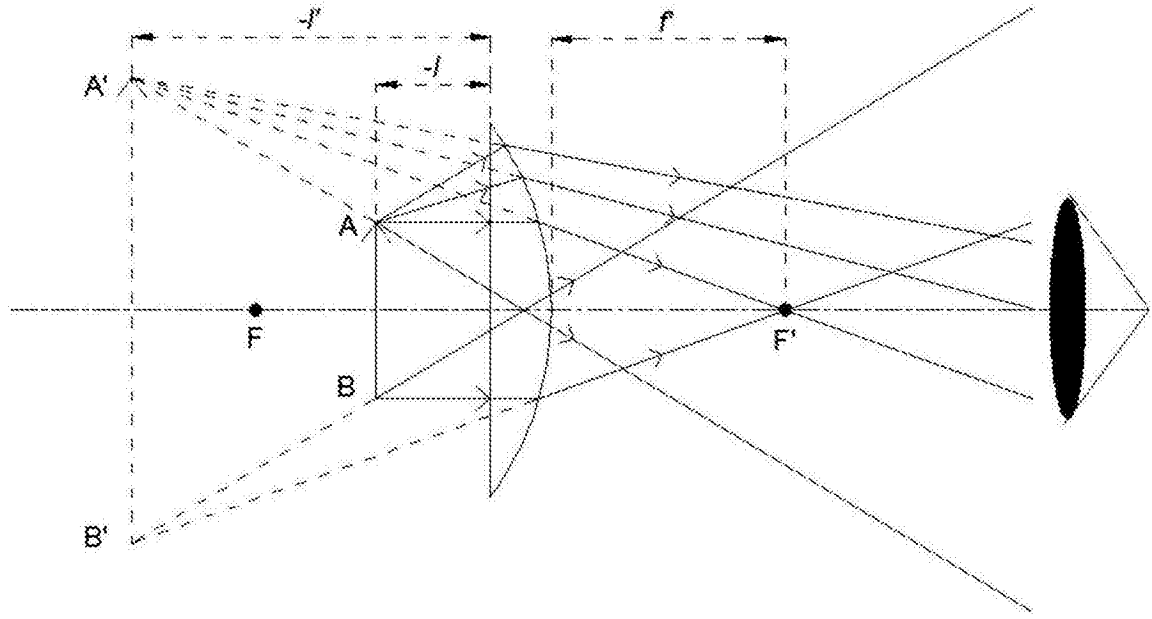


图2a

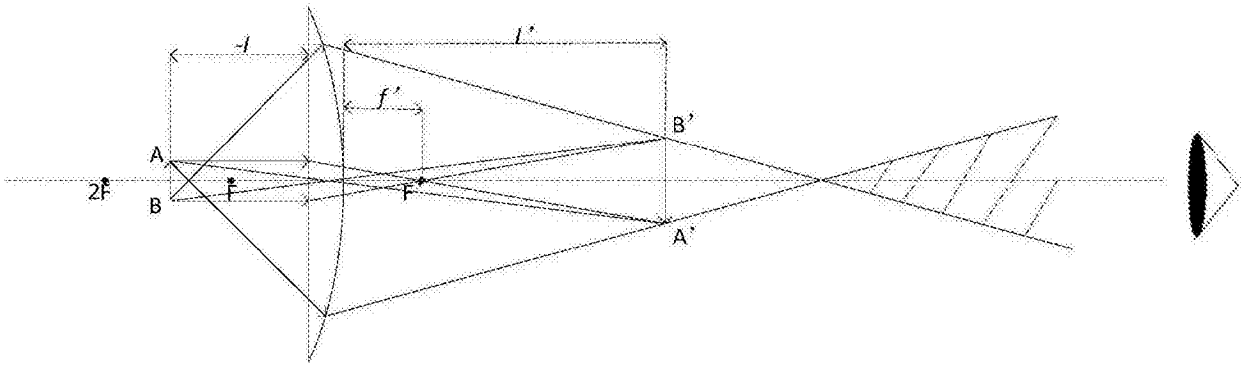


图2b

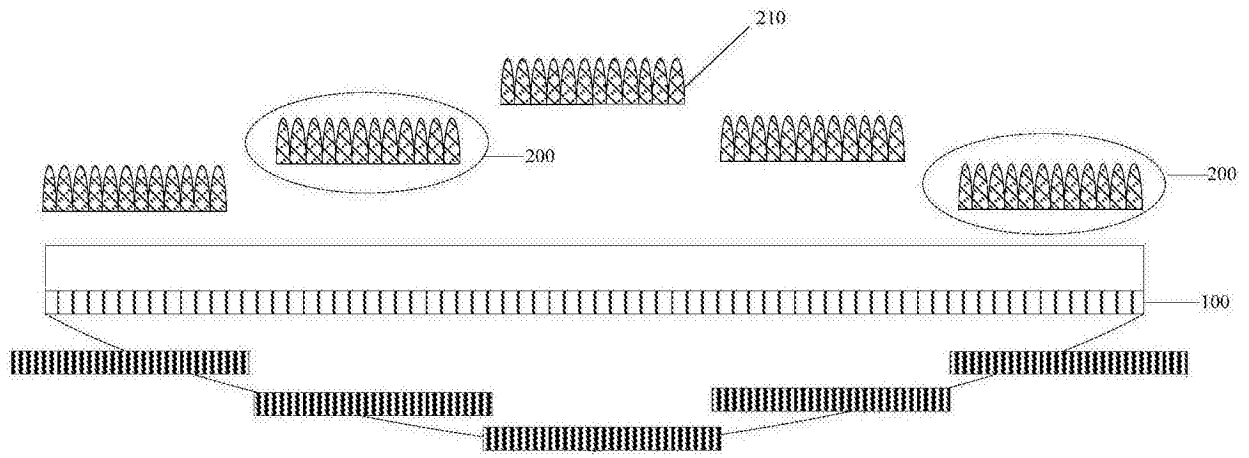


图3a

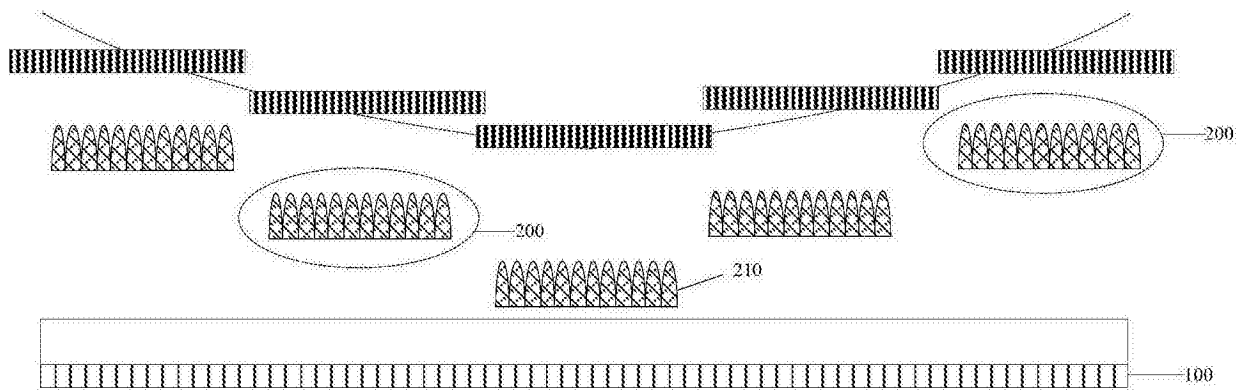


图3b

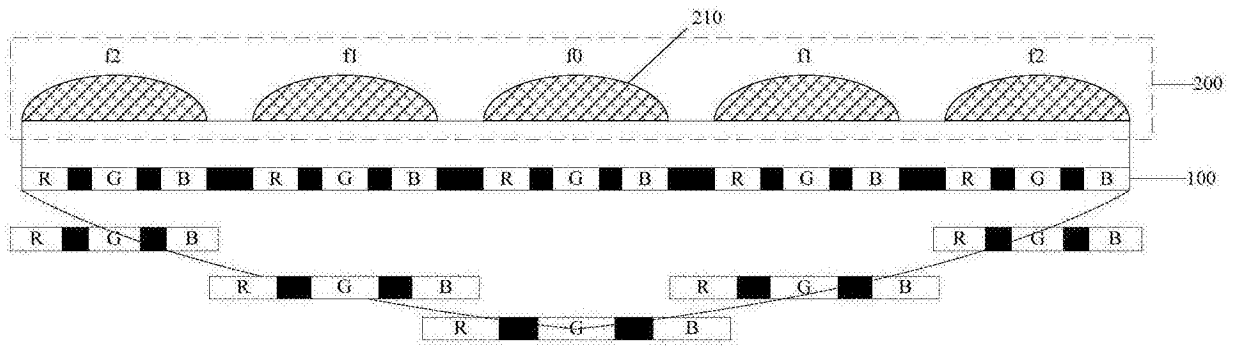


图4a

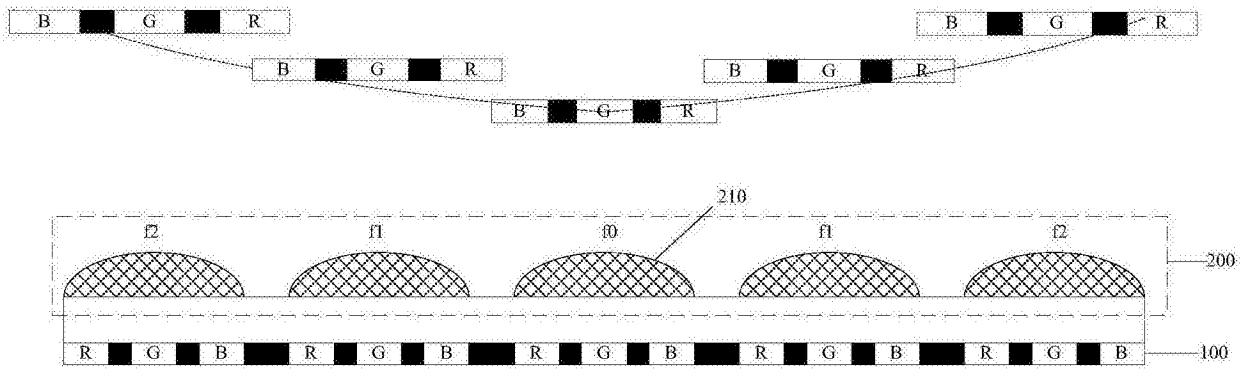


图4b

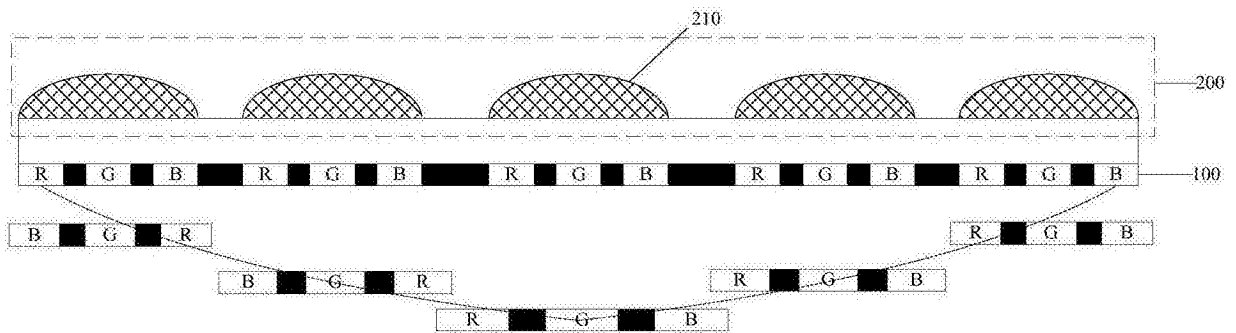


图5a

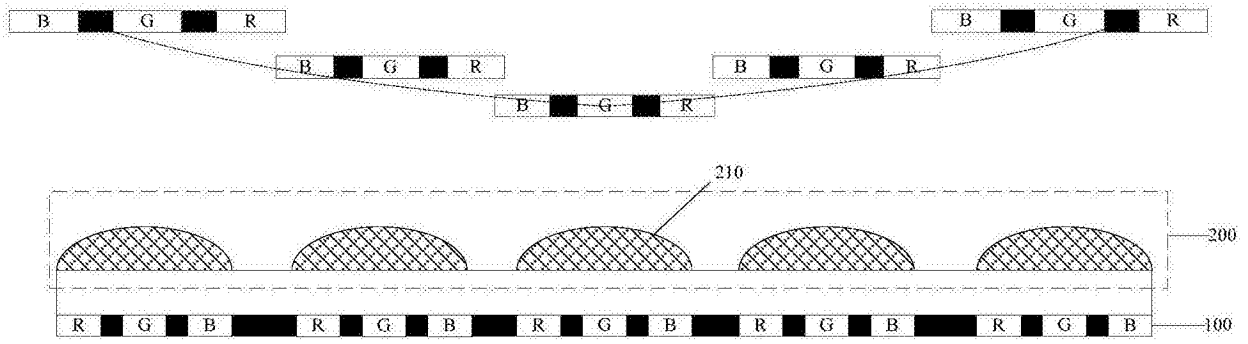


图5b

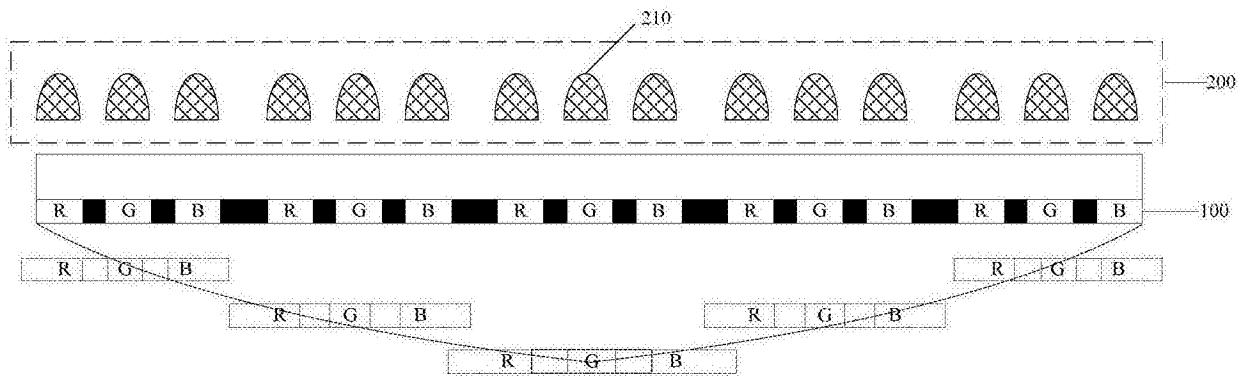


图6a

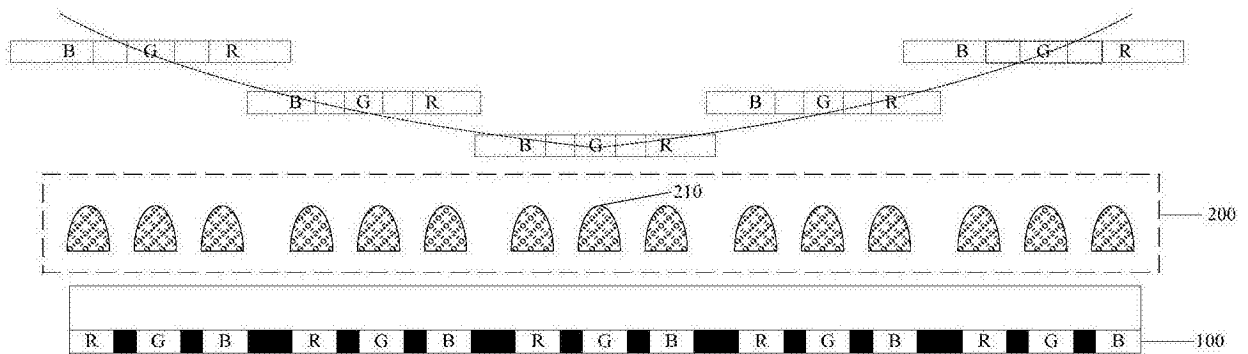


图6b

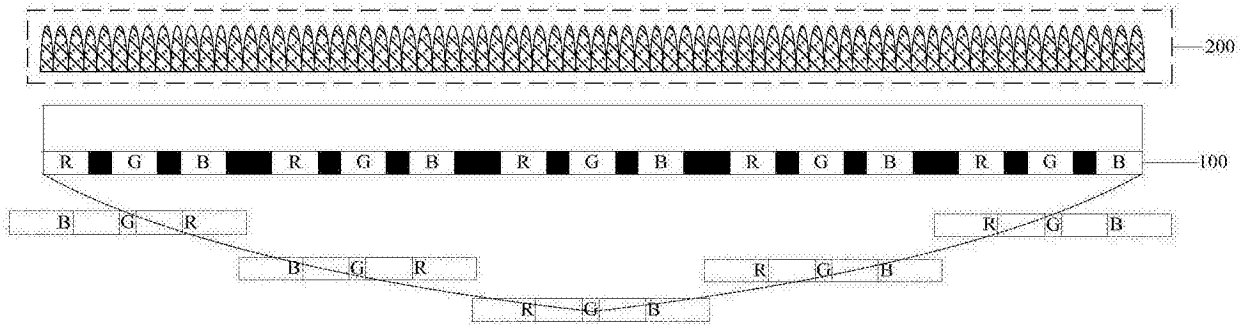


图7a

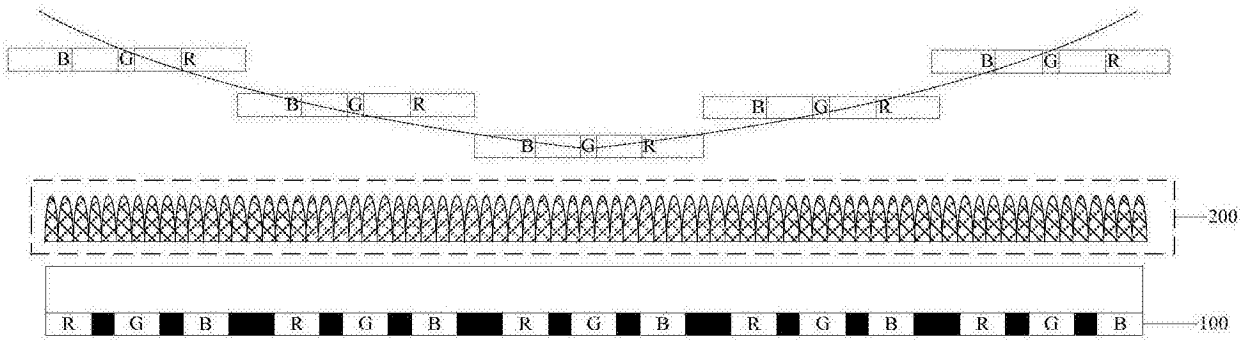


图7b



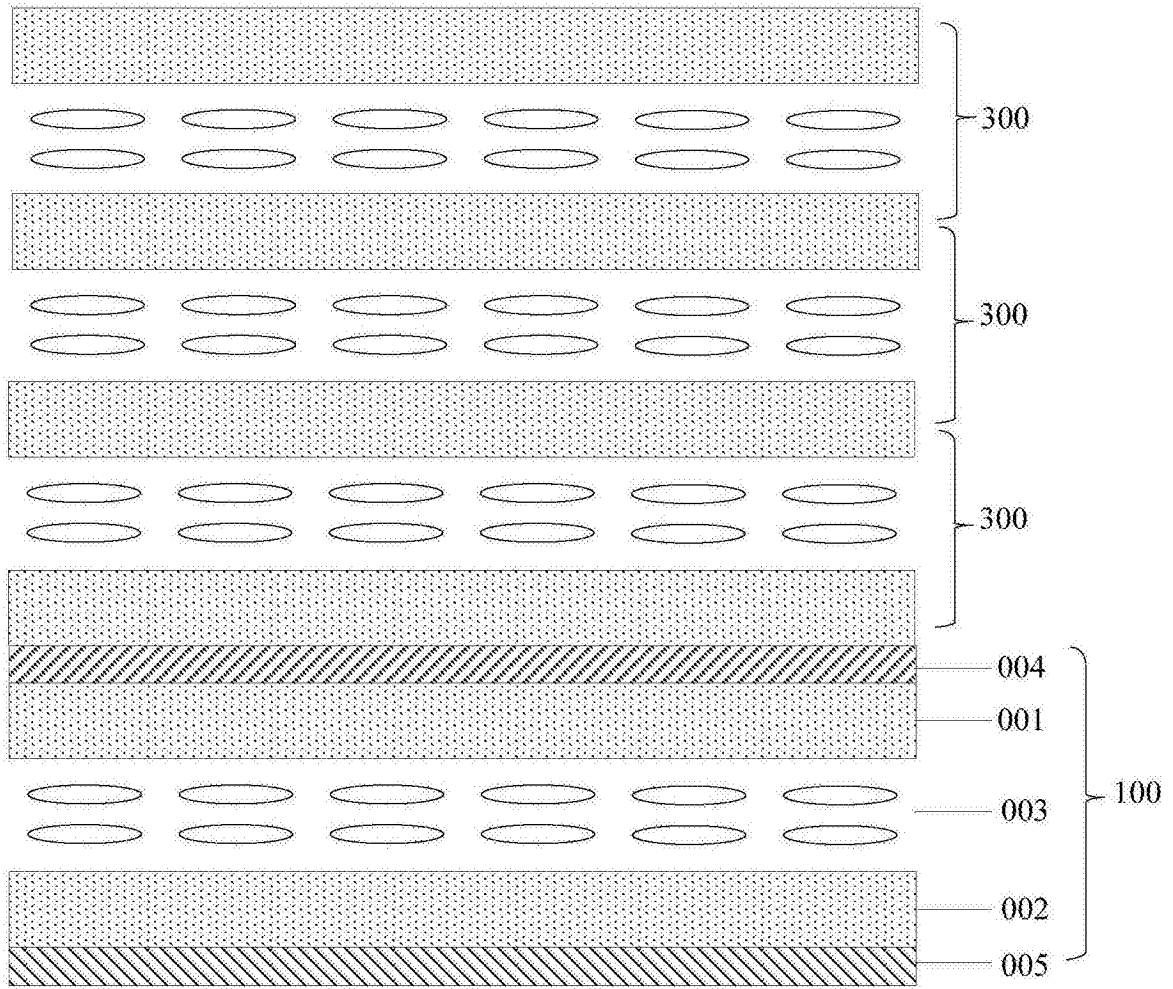


图8a

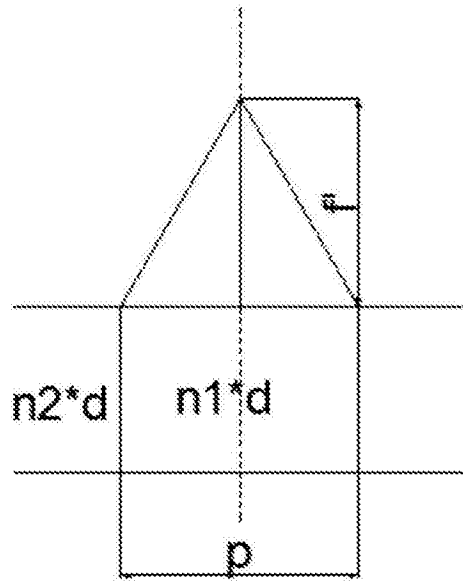


图8b

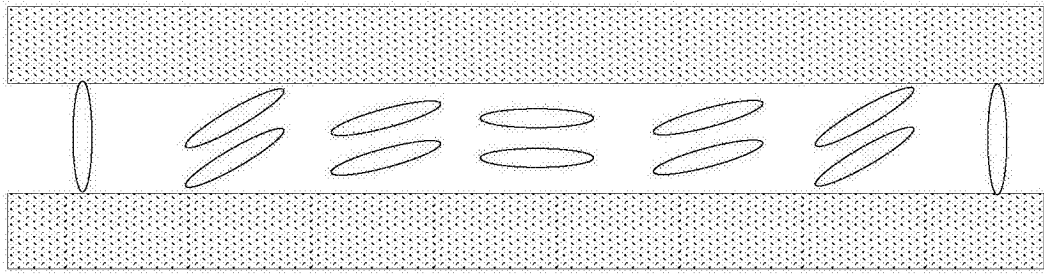


图8c

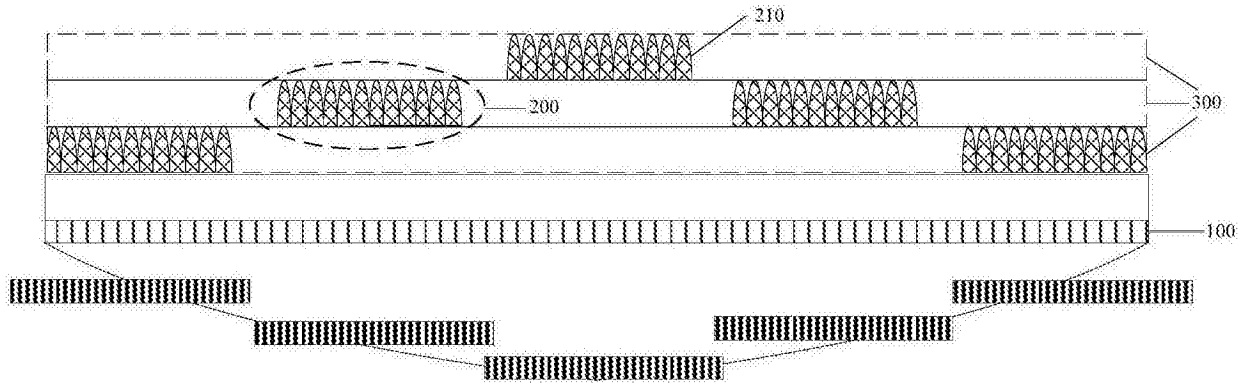


图9a

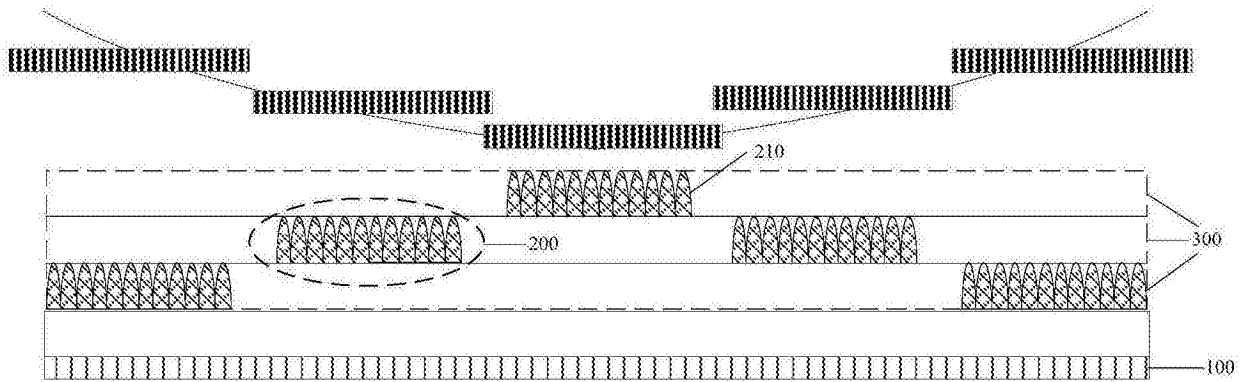


图9b

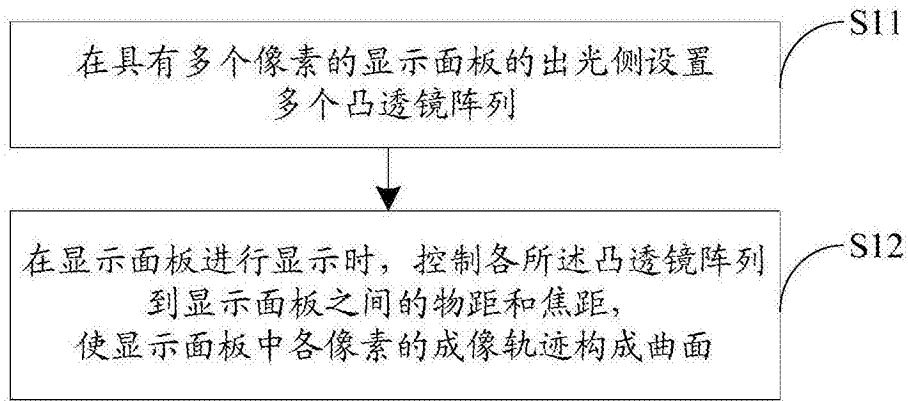


图10