



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105068354 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510490200. 4

(22) 申请日 2015. 08. 11

(71) 申请人 重庆卓美华视光电有限公司

地址 404100 重庆市合川工业园区核心区轻
纺工业园

(72) 发明人 向贤明 洪煦 张涛 李春

(74) 专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11371

代理人 王术兰

(51) Int. Cl.

G02F 1/29(2006. 01)

G02F 1/1335(2006. 01)

G02B 27/22(2006. 01)

G02B 27/26(2006. 01)

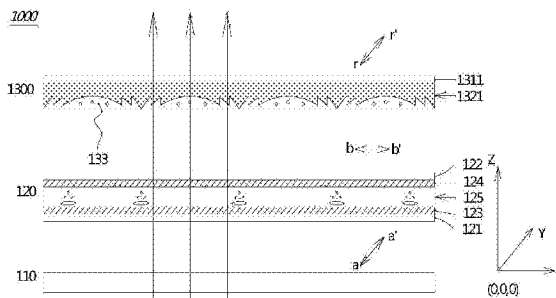
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

裸眼 3D 显示装置

(57) 摘要

本发明提供了裸眼 3D 显示装置, 涉及立体显示领域。本发明提供的裸眼 3D 显示装置, 采用设置菲涅尔透镜单元的方式, 其通过在液晶柱状透镜层中设置了菲涅尔透镜单元来取代了传统的透镜单元, 受到菲涅尔透镜的物理结构影响, 因此在达到相同效果的情况下, 透镜单元的所需的拱高减小一半以上, 便于形成 3D 立体显示装置所需的透镜膜或基板在 PI 印刷及摩擦工艺中减小垂直段差, 提高了 PI 取向膜摩擦强度的一致性和液晶分子取向的一致性, 从而减小 3D 显示装置的串扰, 提高显示效果。



1. 裸眼 3D 显示装置,其特征在于,包括:

液晶柱状透镜层;

所述液晶柱状透镜层包括多个柱状的菲涅尔透镜单元,多个所述菲涅尔透镜单元平行设置;

所述菲涅尔透镜单元包括长方形的片状底板、柱状的第一凸起和柱状的第二凸起,所述第一凸起和所述第二凸起均设置在所述底板朝向光线出射的一侧表面,所述第一凸起和所述第二凸起均沿所述底板的长度方向平行设置,且所述第一凸起的主光轴和所述第二凸起的主光轴重合。

2. 根据权利要求 1 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,还包括 2D 显示模组层和旋光器件层,所述 2D 显示模组层、旋光器件层和所述液晶柱状透镜层顺序层叠排列。

3. 根据权利要求 2 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,

所述液晶柱状透镜层还包括第一软性基板、设置在所述第一软性基板靠近所述旋光器件层一侧的第一透明光学胶层;

在所述第一透明光学胶层远离所述第一软性基板的一侧填充有液晶,以形成所述菲涅尔透镜单元;

所述第一透明光学胶层的折射率小于或等于第一参考折射率,所述第一参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较小的数值相等。

4. 根据权利要求 3 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,

所述旋光器件层包括顺序排列的第一基板、第一电极层、第三液晶层、第二电极层和第二基板;

所述第一基板靠近所述 2D 显示模组层,所述第二基板靠近所述液晶柱状透镜层;

所述液晶柱状透镜层的摩擦方向与从所述 2D 显示模组层所射出的光线的偏振方向平行。

5. 根据权利要求 1 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,所述液晶柱状透镜层还包括顺序层叠排列的:第三基板、第三电极层、第二透明光学胶层、第四电极层和第四基板;

在所述第二透明光学胶层与第四电极层之间填充有液晶,以形成所述菲涅尔透镜单元。

6. 根据权利要求 5 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,还包括 2D 显示面板和背光源;

所述背光源、所述 2D 显示面板和所述液晶柱状透镜层顺序层叠排列;

所述 2D 显示面板包括顺序层叠排列的下偏光片、下玻璃基板、上玻璃基板和上偏光片;

所述上玻璃基板包括彩色滤光片;

所述菲涅尔透镜单元的摩擦方向与从所述 2D 显示面板所射出的光线的偏振方向平行;

所述第二透明光学胶层的折射率小于或等于第一参考折射率,所述第一参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较小的数值相等。

7. 根据权利要求 2 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,所述液晶柱状透镜层还包括第二软性基板、设置在所述第二软性基板远离所述旋光器件层一侧的第一液晶层;

在所述第一液晶层和所述第二软性基板之间填充有透明光学胶,以形成所述菲涅尔透镜单元;

在所述第一液晶层和所述第二软性基板之间填充的透明光学胶层的折射率大于或等于第二参考折射率,所述第二参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较小的数值相等。

8. 根据权利要求 7 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,

所述旋光器件层包括顺序排列的第一基板、第一电极层、第三液晶层、第二电极层和第二基板;

所述第一基板靠近所述 2D 显示模组层,所述第二基板靠近所述液晶柱状透镜层;

所述液晶柱状透镜层的摩擦方向与从所述 2D 显示模组层所射出的光线的偏振方向垂直。

9. 根据权利要求 1 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,所述液晶柱状透镜层还包括顺序层叠排列的:第五基板、第五电极层、第二液晶层、第六电极层和第六基板;

在所述第二液晶层与第五电极层之间填充有光学透明胶,以形成所述菲涅尔透镜单元。

10. 根据权利要求 9 所述的裸眼 3D 显示装置,其特征在于,

还包括 2D 显示面板和背光源;

所述背光源、所述 2D 显示面板和所述液晶柱状透镜层顺序层叠排列;

所述 2D 显示面板包括顺序层叠排列的下偏光片、下玻璃基板、上玻璃基板和上偏光片;

所述上玻璃基板包括彩色滤光片;

在所述第二液晶层与第五电极层之间所填充的透明光学胶的折射率大于或等于第二参考折射率,所述第二参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较大的数值相等;

所述菲涅尔透镜单元的摩擦方向与从所述 2D 显示面板所射出的光线的偏振方向垂直。

裸眼 3D 显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及立体显示领域,具体而言,涉及裸眼 3D 显示装置。

背景技术

[0002] 随着电子技术的发展,2D 显示已经难以满足人们的需求,应运而生的便是 3D 显示装置。3D 显示相较于 2D 显示,有着更好的空间感,给人以身临其境的感受。3D 显示又分为眼镜式和裸眼式两大类。裸眼 3D 主要用于公用商务场合和手机等便携式设备上。而在家用消费领域,显示器、投影机或者电视,均需要配合 3D 眼镜使用,如 3D 影院。眼镜式 3D 技术中,又可以细分出三种主要的类型:色差式、偏光式和主动快门式,也就是平常所说的色分法、光分法和时分法。

[0003] 其中,裸眼 3D 显示技术,由于不需要再观看时佩戴相应的设备,观看者能够较为轻松的进行观看,因而,裸眼 3D 显示技术的受欢迎程度要高于眼镜式 3D 显示技术。

[0004] 裸眼 3D 显示技术的核心与技术难点全部集中在显示设备上。在裸眼 3D 显示设备中,一个主要的结构便是透镜单元。如图 1 所示的裸眼 3D 显示装置的局部放大图,改图中,展示了由光学透明胶等材料形成的凹透镜结构阵列 235 设置在基板 232 的上表面,由于凹透镜单元(凹透镜结构阵列 235 中的组成部分)的拱高 h 较大,一般约 20 μm 左右或以上,使得凹透镜单元中极高点(如点 A 和点 C)与极低点(如点 B)之间具有较大的垂直短差,不能像 TFT-LCQ 一样通过 APR 版转印的方法印刷(平面印刷方法)PI(即聚酰亚胺),现有方案采用喷墨打印的形式用针头 10 将 PI 液 11 喷洒在凹透镜结构表面,同时为防止 PI 液流动导致 B 点厚度大而 A 点厚度小,通常会采用边喷洒 PI,边加热固化的形式涂布 PI(粗黑线表示)于凹透镜单元表面。

[0005] 柱透镜结构阵列在进行摩擦取向时,如图 2 所示,20 是摩擦滚轮,21 是双面胶,双面胶 21 的作用是将摩擦布 22 固定在滚轮 20 的圆周上。当摩擦滚轮 20 与凹透镜结构阵列分别按图 2 中所示的逆时针方向做圆周运动及直线运动后,即可以完成摩擦。摩擦时,由于凹透镜阵列 235 的极高点(如点 A 和点 C)与极低点(如点 B)垂直段差 h 较大,使得凹透镜内部曲面 A、B、C 等各处(其余表面各点未示出)摩擦的强度不同,位于 A 点的 PI 取向膜距离摩擦布 22 的垂直距离较小摩擦强度较大,而位于 B 点的 PI 取向膜距离摩擦布 22 的垂直距离较大摩擦强度较小,PI 取向膜摩擦强度的差异导致不同位置液晶取向程度不一致,最终导致 3D 显示时串扰增大。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供裸眼 3D 显示装置,以降低 3D 显示时所造成的串扰现象。

[0007] 第一方面,本发明实施例提供了裸眼 3D 显示装置,包括:

[0008] 液晶柱状透镜层;

[0009] 所述液晶柱状透镜层包括多个柱状的菲涅尔透镜单元,多个所述菲涅尔透镜单元平行设置;

[0010] 所述菲涅尔透镜单元包括长方形的片状底板、柱状的第一凸起和柱状的第二凸起,所述第一凸起和所述第二凸起均设置在所述底板朝向光线出射的一侧表面,所述第一凸起和所述第二凸起均沿所述底板的长度方向平行设置,且所述第一凸起的主光轴和所述第二凸起的主光轴重合。

[0011] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第一种可能的实施方式,其中,还包括 2D 显示模组层和旋光器件层,所述 2D 显示模组层、旋光器件层和所述液晶柱状透镜层顺序层叠排列。

[0012] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第二种可能的实施方式,其中,

[0013] 所述液晶柱状透镜层还包括第一软性基板、设置在所述第一软性基板靠近所述旋光器件层一侧的第一透明光学胶层;

[0014] 在所述第一透明光学胶层远离所述第一软性基板的一侧填充有液晶,以形成所述菲涅尔透镜单元;

[0015] 所述第一透明光学胶层的折射率小于或等于第一参考折射率,所述第一参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较小的数值相等。

[0016] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第三种可能的实施方式,其中,所述旋光器件层包括顺序排列的第一基板、第一电极层、第三液晶层、第二电极层和第二基板;

[0017] 所述第一基板靠近所述 2D 显示模组层,所述第二基板靠近所述液晶柱状透镜层;

[0018] 所述液晶柱状透镜层的摩擦方向与从所述 2D 显示模组层所射出的光线的偏振方向平行。

[0019] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第四种可能的实施方式,其中,所述液晶柱状透镜层还包括顺序层叠排列的:第三基板、第三电极层、第二透明光学胶层、第四电极层和第四基板;

[0020] 在所述第二透明光学胶层与第四电极层之间填充有液晶,以形成所述菲涅尔透镜单元。

[0021] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第五种可能的实施方式,其中,包括 2D 显示面板和背光源;

[0022] 所述背光源、所述 2D 显示面板和所述液晶柱状透镜层顺序层叠排列;

[0023] 所述 2D 显示面板包括顺序层叠排列的下偏光片、下玻璃基板、上玻璃基板和上偏光片;

[0024] 所述上玻璃基板包括彩色滤光片;

[0025] 所述菲涅尔透镜单元的摩擦方向与从所述 2D 显示面板所射出的光线的偏振方向平行;

[0026] 所述第二透明光学胶层的折射率小于或等于第一参考折射率,所述第一参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较小的数值相等。

[0027] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第六种可能的实施方式,其中,所述液晶柱状透镜层还包括第二软性基板、设置在所述第二软性基板远离所述旋光器件层一

侧的第一液晶层；

[0028] 在所述第一液晶层和所述第二软性基板之间填充有透明光学胶，以形成所述菲涅尔透镜单元；

[0029] 在所述第一液晶层和所述第二软性基板之间填充的透明光学胶层的折射率大于或等于第二参考折射率，所述第二参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较小的数值相等。

[0030] 结合第一方面，本发明实施例提供了第一方面的第七种可能的实施方式，其中，所述旋光器件层包括顺序排列的第一基板、第一电极层、第三液晶层、第二电极层和第二基板；

[0031] 所述第一基板靠近所述 2D 显示模组层，所述第二基板靠近所述液晶柱状透镜层；

[0032] 所述液晶柱状透镜层的摩擦方向与从所述 2D 显示模组层所射出的光线的偏振方向垂直。

[0033] 结合第一方面，本发明实施例提供了第一方面的第八种可能的实施方式，其中，所述液晶柱状透镜层还包括顺序层叠排列的：第五基板、第五电极层、第二液晶层、第六电极层和第六基板；

[0034] 在所述第二液晶层与第五电极层之间填充有光学透明胶，以形成所述菲涅尔透镜单元。

[0035] 结合第一方面，本发明实施例提供了第一方面的第九种可能的实施方式，其中，还包括 2D 显示面板和背光源；

[0036] 所述背光源、所述 2D 显示面板和所述液晶柱状透镜层顺序层叠排列；

[0037] 所述 2D 显示面板包括顺序层叠排列的下偏光片、下玻璃基板、上玻璃基板和上偏光片；

[0038] 所述上玻璃基板包括彩色滤光片；

[0039] 在所述第二液晶层与第五电极层之间所填充的透明光学胶的折射率大于或等于第二参考折射率，所述第二参考折射率的数值与所述菲涅尔透镜单元中的长轴折射率和液晶分子短轴折射率中较大的数值相等；

[0040] 所述菲涅尔透镜单元的摩擦方向与从所述 2D 显示面板所射出的光线的偏振方向垂直。

[0041] 本发明实施例提供的裸眼 3D 显示装置，采用设置菲涅尔透镜单元的方式，与现有技术中的由于凹透镜阵列的极高点与极低点的垂直段差较大，进而导致在进行摩擦的时候，凹透镜表面的各点的摩擦强度不同，使得不同位置液晶取向程度不一致，并最终导致 3D 显示时串扰过大相比，其通过在液晶柱状透镜层中设置了菲涅尔透镜单元来取代了传统的透镜单元，受到菲涅尔透镜的物理结构影响，因此在达到相同效果的情况下，透镜单元的所需的拱高减小一半以上，便于形成 3D 立体显示装置所需的透镜膜或基板在 PI 印刷及摩擦工艺中减小垂直段差，提高了 PI 取向膜摩擦强度的一致性和液晶分子取向的一致性，从而减小 3D 显示装置的串扰，提高显示效果。

[0042] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0044] 图 1 示出了相关技术中,柱透镜膜或者基板 PI 涂布示意图;

[0045] 图 2 示出了相关技术中,柱透镜膜或者基板摩擦状态示意图;

[0046] 图 3 示出了相关技术中,液晶柱状透镜膜立体显示装置 2D 显示示意图;

[0047] 图 4 示出了相关技术中,液晶柱状透镜膜立体显示装置 3D 显示示意图;

[0048] 图 5 示出了相关技术中,液晶柱透镜立体显示装置 2D 显示示意图;

[0049] 图 6 示出了相关技术中,液晶柱透镜立体显示装置 3D 显示示意图;

[0050] 图 7 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,菲涅尔透镜单元形成原理示意图;

[0051] 图 8 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 1 的 2D 显示示意图;

[0052] 图 9 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 1 的 3D 显示示意图;

[0053] 图 10 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 2 的 3D 显示示意图;

[0054] 图 11 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 2 的 2D 显示示意图;

[0055] 图 12 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 3 的 2D 显示示意图;

[0056] 图 13 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 3 的 3D 显示示意图;

[0057] 图 14 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 3 的 2D 显示示意图;

[0058] 图 15 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置中,实例 3 的 3D 显示示意图;

[0059] 图 16 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置与相关技术中所提供的液晶柱透镜立体显示装置进行摩擦的对比示意图;

[0060] 图 17 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置的整体结构的立体视图;

[0061] 图 18 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置的菲涅尔透镜单元放大图;

[0062] 图 19 示出了本申请所提供的裸眼 3D 显示装置的平行设置的菲涅尔透镜单元立体结构示意图。

具体实施方式

[0063] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0064] 裸眼 3D 立体显示装置由于具备良好的观看自由度,而在个人消费品和商用领域得到较为广泛的应用,如小尺寸裸眼 3D 手机、中小尺寸裸眼 3D 平板、笔记本、桌上型显示器以及大尺寸商用广告机等。在这些裸眼 3D 立体显示装置中,较为常见的是利用人的双眼视差和会聚所构成的深度感实现立体显示的柱透镜显示技术以及利用视差屏障原理的狭缝

光栅立体显示技术。

[0065] 图3是相关技术中,基于液晶柱状透镜膜立技术的立体显示装置2D显示装置的示意图。从结构上看,该液晶柱状透镜膜立体显示装置100总体上包括三个部分,即2D显示模组层110,旋光器件层120以及液晶柱状透镜膜130。其中,2D显示模组层110可以是常见的TFT-LCQ即薄膜晶体管液晶显示装置,这里不再赘述。旋光器件层120主要包含正对设置的第一基板121及第二基板122,形成于第一基板121一侧的第一电极123,形成于第二基板122一侧的第二电极124以及密封在第一基板121及第二基板122之间的液晶层125。第一电极123以及第二电极124靠近液晶层125的一侧设置有水平取向膜,其摩擦方向相互正交,即成90度夹角。液晶柱状透镜膜130主要包含三个部分,即软性基板131、形成于软性基板131之上的若干凹透镜单元132,以及填充在凹透镜单元132之中的液晶层133,这里的软性基板131一般为耐高温的PET,凹透镜单元132是通过光学透明胶在模具或者刀具表面进行挤压并紫外固化成型于软性基板131的表面,液晶层133(图中小圆圈表示液晶层133的分子长轴垂直于纸面,即液晶分子分子长轴平行于Y方向)一般为紫外可固化正性液晶材料,常温下一般为固态粉末,液晶层133的形成工艺主要包含摩擦、熔融态液晶取向及紫外固化。液晶柱状透镜膜130与旋光器件层120一般通过光学透明胶或者液态光学胶进行面贴,而旋光器件层120与2D显示模组层110之间一般通过液态光学胶进行面贴。

[0066] 在三维笛卡尔坐标系中(X, Y, Z)中,设从2D显示模组层110上偏光片出射的偏振光偏振方向为 aa' , aa' 平行于Y轴,当旋光器件层120处于未通电即OFF状态时,理想情况下经过90度旋光之后,从旋光器件层120出射的线偏光偏振方向旋转90度为 bb' 方向, bb' 平行于X轴。设 rr' (平行于Y轴)为液晶层133的摩擦取向方向,对液晶层133而言,由于入射光的偏振方向 bb' 与液晶分子长轴方向垂直,此时折射率为 n_o (n_o 为液晶分子133短轴方向折射率),当形成凹透镜单元132的光学透明胶的折射率 $n = n_o$ 时,则在液晶层133与凹透镜单元132的界面不发生折射,即入射光直线传播可显示2D。

[0067] 如图4所示,设从2D显示模组层110上偏光片出射的偏振光偏振方向为 aa' ,即平行于Y轴,当旋光器件层120处于通电即ON状态时,理想情况下其旋光特性消失,从旋光器件层120出射的线偏光偏振方向 bb' 平行于 aa' ,即平行于Y轴。设 rr' (平行于Y轴)为液晶层133的摩擦取向方向,对液晶层133而言,由于入射光的偏振方向 bb' 与液晶分子长轴方向平行,此时折射率为 n_e (n_e 为液晶分子133长轴方向折射率,由于是正性液晶材料,故 $n_e > n_o$),而形成凹透镜单元132的光学透明胶的折射率 $n = n_o < n_e$,则在液晶层133与凹透镜单元132的界面发生折射,即入射光因折射汇聚可显示3D。3D显示时,如果旋光器件层120的第一电极123及第二电极124均是面电极则显示全局3D,如果旋光器件层120的第一电极123及第二电极124其中至少有一个电极有特殊图形时,即可实现局部3D显示。

[0068] 如前文中的描述,液晶柱状透镜膜立体显示装置100是在液晶盒(包括有旋光器件层120及2D显示模组层110)外通过贴膜(130)的形式实现3D显示的,除此之外还有一种所谓的in cell 3D技术,即将实现3D的核心器件如透镜结构设置在液晶盒内部。如图5所示是一种现有的液晶柱透镜立体显示装置2D显示示意图,该液晶柱透镜立体显示装置200总体上包括三个部分,即背光源210,2D显示面板220以及液晶柱透镜230。其中,2D显示面板220主要包含上(彩色滤光片)玻璃基板224,下(阵列)玻璃基板223,贴附

于上玻璃基板 224 表面的上偏光片 222, 贴附于下玻璃基板 223 表面的下偏光片 221 以及密封在上、下玻璃基板 224 及 223 之间的液晶层 (未画出)。液晶柱透镜 230 包含下基板 231 以及正对设置的上基板 232, 下基板 231 与上基板 232 可以是玻璃或者其他透明材料, 在上基板 232 之上设置有第一电极 237, 在第一电极 237 之上设置有折射率为 n 的透明材料 235 (一般为光学树脂), 透明材料 235 正对下基板 231 的一侧形成周期性的凹槽结构 (如, 凹透镜), 236 为每个周期性凹槽结构在 X 方向上的间距, 透明材料 235 形成的凹槽结构应使得由透明材料 235 与下基板 231 之间形成的上部空间为平滑的凸透镜曲面。液晶层 233 填充在上基板 232 与下基板 231 之间, 由于透明材料 235 具有周期性的凹槽结构, 因此填充在上基板 232 与下基板 231 之间的液晶层 233 在靠近透明材料 235 的一侧具有凸透镜曲面。下基板 231 正对上基板 232 的一侧设置有第二电极 238, 第一电极 237 与第二电极 238 可以由 ITO 即铟锡氧化物等形成。液晶层 233 可以是负性液晶 (即介电各向异性 $\Delta \epsilon = \epsilon_{//} - \epsilon_{\perp} < 0$, 式中 $\epsilon_{//}$ 为液晶分子长轴方向的介电系数, ϵ_{\perp} 为液晶分子短轴方向的介电系数), 也可以是正性液晶, 这里以正性液晶为例。

[0069] 如图 5 所示, 在三维笛卡尔坐标系中 (X, Y, Z) 中, 进行 2D 显示时, 只需在第一电极 237 与第二电极 238 之间施加一定的驱动电压即可, 该驱动电压的大小应足以改变液晶层 233 中液晶分子的初始取向, 从而使得液晶层 233 中的液晶分子的长轴沿着 Z 方向 (也即电场方向) 垂直排列。此时, 从 2D 显示面板 220 上偏光片 222 出射的 Y 方向的偏振光通过液晶层 233 时折射率为 n_o , 由于透明材料 235 的折射率 $n = n_o$, 故在液晶层 233 与透明材料 235 的界面不发生折射, 即可进行 2D 显示。

[0070] 3D 显示时则无需对液晶柱透镜 230 进行驱动, 液晶层 233 中的液晶分子仍为 Y 方向取向, 即自然取向 (图 6 中液晶层 233 中的小圆圈表示液晶层 233 的液晶分子长轴垂直于纸面, 即分子长轴平行于 Y 方向)。从 2D 显示面板 220 出射的 Y 方向偏振的线偏光 bb' 通过液晶层 233 时, 由于偏振方向与液晶层 233 的液晶分子长轴方向平行, 其折射率为 n_e , 因透明材料 235 的折射率 $n = n_o < n_e$, 故在液晶层 233 与透明材料 235 的界面发生折射, 光线汇聚即可进行 3D 显示。

[0071] 前面提到的两种 2D/3D 兼容技术, 无论是贴膜实现 3D 显示还是 in cell 3D 都涉及到柱透镜膜或基板 (即将柱透镜微结构分别形成在柔性膜片如 PET 或者硬性基板如玻璃表面) 的摩擦工艺, 对 in cell 3D 技术还涉及到柱透镜基板的 PI 即聚酰亚取向膜涂布工艺。如图 1 所示, 由光学透明胶等材料形成的凹透镜结构阵列 235 设置于基板 232 表面, 由于凹透镜单元的拱高 h 较大, 一般约 20 μm 左右或以上, 使得凹透镜单元中极高点 A, 极低点 B 两点具有较大的垂直短差, 不能像 TFT-LCQ 一样通过 APR 版转印的方法印刷 PI (平面印刷), 现有方案采用喷墨打印的形式用针头 10 将 PI 液 11 喷洒在凹透镜结构表面, 同时为防止 PI 液流动导致 B 点厚度大而 A 点厚度小, 采用边喷洒边加热固化的形式涂布 PI (粗黑线表示) 于凹透镜单元表面。

[0072] 柱透镜结构阵列在进行摩擦取向时, 如图 2 所示, 20 是摩擦滚轮, 21 是双面胶, 用于固定摩擦布 22 在滚轮 20 的圆周上, 当摩擦滚轮 20 与凹透镜结构阵列分别按图示方向做圆周运动及直线运动时即可以完成摩擦。摩擦时, 由于凹透镜阵列 235 的极高点 A 与极低点 B 垂直段差 h 较大, 使得凹透镜内部曲面 ABC 各处摩擦的强度不同, 位于 A 点的 PI 取向膜距离摩擦布 22 的垂直距离较小摩擦强度较大, 而位于 B 点的 PI 取向膜距离摩擦布 22

的垂直距离较大摩擦强度较小,PI 取向膜摩擦强度的差异导致不同位置液晶取向程度不一致,最终导致 3D 显示时串扰增大。

[0073] 有鉴于此,本申请提供了裸眼 3D 显示装置,如图 18 和图 19 所示,包括:

[0074] 液晶柱状透镜层;

[0075] 所述液晶柱状透镜层包括多个柱状的菲涅尔透镜单元 1301,多个所述菲涅尔透镜单元 1301 平行设置;

[0076] 所述菲涅尔透镜单元 1301 包括长方形的片状底板 1305、柱状的第一凸起 1302 和柱状的第二凸起 1303,所述第一凸起 1302 和所述第二凸起 1303 均设置在所述底板 1305 朝向光线出射的一侧表面,所述第一凸起 1302 和所述第二凸起 1303 均沿所述底板 1305 的长度方向平行设置,且所述第一凸起 1302 的主光轴 1306 和所述第二凸起 1303 的主光轴 1306 重合。

[0077] 实际上,菲涅尔透镜单元 1301 中包括有四个部分,分别是第一凸起 1302、第二凸起 1303、第三凸起 1304 和底板 1305,第一凸起 1302、第二凸起 1303 和第二凸起 1303 设置在底板 1305 的同一侧,第一凸起 1302 和第二凸起 1303 均呈锯齿状,第三凸起 1304 呈凸透镜的形状,各个凸起的拱高 h' (如图 7 所示) 最大不超过 20um,优选范围为 5 ~ 15um 之间,每个菲涅尔透镜单元中形成的锯齿数量不超过 6 个 (即第一凸起 1302 和第二凸起 1303 的数量均是 3 个),优选为 2 个 (即只有一个第一凸起 1302 和一个第二凸起 1303,图 7 中锯齿为 4 个)。

[0078] 其中,如图 19 所示,表示了多个所述菲涅尔透镜单元平行设置的状态。具体的,所有的第一凸起 1302 和第二凸起 1303 均是平行设置的 (或者说,所有形成第一凸起 1302 的高度方向的边沿和所有第二凸起 1303 的高度方向的边沿均是平行的)。

[0079] 下面,首先介绍菲涅尔透镜单元的形成原理。参照图 7 的最上面一张图,是现有立体显示装置实现 3D 显示采用的平凸透镜结构 (具体指填充有阵列式斑点的阴影部分),该凸透镜具有的拱高为 h (已在左侧标出),平行于凸透镜主轴入射的光从凸透镜曲面射出时,由于从光密介质到光疏介质折射率的差异,根据折射原理将汇聚在其焦点 O 。由于光线仅在曲面处发生折射,参照图 7 中位于中部的视图,将不改变光线传播方向的部分 (灰色填充区域) 去掉,只保留凸透镜的曲面部分,并将剩下的部分平移至透镜底部,便可以得到如图 7 下部的视图,即菲涅尔透镜。由于菲涅尔透镜与原凸透镜各处的曲率半径完全相同,同样遵守折射定律对入射光进行汇聚成像。同时,由于进行了透镜曲面部分的平移,形成的菲涅尔透镜焦距变短 (原凸透镜焦点为 O ,形成的菲涅尔透镜焦点为 O' ,即焦点从 O 移动到 O' 点),使立体显示装置观看距离相应缩小,因此更适合在中小尺寸个人消费品领域使用。在形成菲涅尔透镜的同时,因去除了凸透镜中不改变光线传播方向的那部分材料,使得菲涅尔透镜具有更小的拱高 h' 。从图 7 可以看出,原凸透镜的拱高为 h ,而形成的菲涅尔透镜拱高 h' 可以满足 $h' = h/2$ 。

[0080] 需要说明的是,图 18 中,所说的第一凸起 1302 和第二凸起 1303 均是指相互对应的凸起。如图 18 中,左侧第一个第一凸起 1302 与右侧第一个第二凸起 1303 是相互对应的,左侧第二个第一凸起 1302 与右侧第二个第二凸起 1303 是相互对应的。可以是相互对应的第一凸起 1302 和第二凸起 1303 的主光轴 1306 重合,也可以是每个第一凸起 1302 和第二凸起 1303 的主光轴 1306 均重合。实际上,主光轴 1306 是第一凸起 1302 的焦点、第二凸起

1303 的焦点和第三凸起 1304 的焦点的集合,只不过这三个凸起的焦点完全重合,从而形成了主光轴 1306。

[0081] 下面,分别以四个具体的实例还说明本申请所提供的裸眼 3D 显示装置。

[0082] 实例 1:

[0083] 如图 8 所示,1000 是本申请所提供的裸眼 3D 显示装置第一实施例的 2D 显示示意图。从结构上看,该裸眼 3D 显示装置 1000 总体上包括三个部分,即 2D 显示模组层 110,旋光器件层 120 以及液晶柱状透镜层 1300。其中,2D 显示模组层 110 及旋光器件层 120 的结构与现有技术中的立体显示装置(图 3、图 4)基本相同,对旋光器件层 120 而言,第一基板 121 及第二基板 122 可以是玻璃或者其他透明软性材料,第一电极层 123 及第二电极层 124 可以是 ITO 导电玻璃(铟锡氧化物),第三液晶层 125 一般选择正性液晶材料,即介电各向异性 $\Delta \epsilon = \epsilon_{//} - \epsilon_{\perp} > 0$, 式中 $\epsilon_{//}$ 为液晶分子长轴方向的介电系数, ϵ_{\perp} 为液晶分子短轴方向的介电系数,该第三液晶层 125 为常见的扭曲向列相 (twist nematic) 液晶,在常温下呈现为液晶态。而液晶柱状透镜层 1300 使用菲涅尔透镜结构,具体而言,在第一软性基板 1311 (第一软性基板,如 PET) 的表面设置有透明光学胶层 1321 (第一透明光学胶层),在透明光学胶层 1321 (第一透明光学胶层) 远离软性基板 1311 的一侧形成菲涅尔透镜所需的曲面结构,由液晶层 1331 填充形成菲涅尔透镜。软性基板 1311 远离光学透明胶 1321 的一侧,为增强其抗划伤性能需要进行表面处理使其具备 2H ~ 3H 的表面硬度。在三维笛卡尔坐标系中 (X, Y, Z) 中,设从 2D 显示模组层 110 出射的线偏光偏振方向为 aa', aa' 平行于 Y 轴。在旋光器件层 120 不通电的状态下,从旋光器件层 120 出射的偏振光 bb' 因偏振方向旋转 90 度而与 X 轴平行 (aa' \perp bb'),由于液晶柱状透镜层 1300 的摩擦取向方向 rr' 与 Y 轴平行,偏振方向为 bb' 的入射光通过第三液晶层 1331 (简称为液晶层 1331) 时因偏振方向与第三液晶层 1331 中液晶分子长轴垂直 (图中小圆圈表示液晶分子的长轴与纸面垂直),折射率为 n_o ,因光学透明胶层 1321 的折射率 $n = n_o$,故在菲涅尔透镜的曲面不发生折射,此时依然显示 2D。

[0084] 如图 9 所示,旋光器件层 120 通电状态下其旋光特性消失,从 2D 显示模组层 110 出射的 aa' 方向偏振的线偏振光通过旋光器件层 120 后不改变其偏振状态,即从旋光器件层 120 射出的光偏振方向 bb' 与 aa' 平行。而 bb' 方向偏振状态的入射光对液晶层 1331 而言,由于偏振方向 bb' 与液晶层 1331 中液晶分子的长轴方向平行 (两者均平行于 Y 轴),此时折射率为 n_e ,因光学透明胶层 1321 的折射率为 n ,且满足 $n = n_o < n_e$,因此在菲涅尔透镜的曲面上将产生如凸透镜一般的折射效果,从而显示 3D 信息。

[0085] 实例 2:

[0086] 图 10 是本申请所提供的裸眼 3D 显示装置实例 2 的 3D 显示示意图。该 3D 立体显示装置 2000 总体上包括三个部分,即背光源 210,2D 显示面板 220 以及液晶柱透镜 2300,其中背光源 210 及 2D 显示面板 220 同现有立体显示装置如图 3/ 图 4 中对应部分相同,当 2D 显示面板 220 是自发光装置如 OLED 时则无需背光源 210 (或者说,可以理解为 2D 显示面板 220 中包含有背光源 210)。液晶柱透镜 2300 与现有立体显示装置如图 3/ 图 4 中所示的液晶柱透镜 230 不同之处在于,该实施例中,在上基板 2321 (第三基板) 之上用光学透明胶 2351 (第二透明光学胶层) 形成菲涅尔透镜所需的曲面结构,上基板 2321 与下基板 2311 (第四基板) 之间封装的液晶层 2331 填充形成菲涅尔透镜。设从 2D 显示面板 220 出

射的线偏振光偏振方向与 Y 轴平行,设置在液晶层 2331(填充在第二透明光学胶层 2351 与第四电极层 2381)两侧的取向膜摩擦方向均与 Y 轴平行,在液晶柱透镜层 2300 处于未加电的状态时,以正性液晶为例,由于液晶分子长轴与 Y 轴平行(图中小圆圈表示液晶层 2331 中液晶分子的长轴与纸面垂直),从 2D 显示面板 220 出射的与 Y 轴平行的线偏振光经过液晶层 2331 形成的菲涅尔透镜时,因线偏振光偏振方向 bb' 与液晶层 2331 长轴平行,折射率为 n_e ,而菲涅尔透镜曲面一侧光学透明胶 2351 折射率为 n ,且 $n_e > n_o = n$,故在菲涅尔透镜曲面发生折射,可以显示 3D。

[0087] 如图 11,从 2D 显示面板 220 出射的线偏振光偏振方向与 Y 轴平行,设置在液晶层 2331 两侧的取向膜摩擦方向均与 Y 轴平行,在液晶柱透镜层 2300 中的电极层 2371 与电极层 2381 之间施加一个较大的驱动电压,以正性液晶为例,由于液晶分子长轴沿着电场方向取向即与 Z 轴平行(图中小椭圆长轴表示液晶层 2331 中液晶分子的长轴),从 2D 显示面板 220 出射的 bb' 方向的线偏振光经过液晶层 2331 形成的菲涅尔透镜时折射率为 n_o ,而菲涅尔透镜曲面一侧光学透明胶 2351 折射率为 n ,且 $n_o = n$,故在菲涅尔透镜曲面不发生折射,依然进行 2D 显示。

[0088] 实例 3:

[0089] 在实例 1 中所使用的光学透明胶层 1321 以及实例 2 中所使用的光学透明胶 2351 均是较低折射率的胶水,即折射率 n 与液晶材料双折射率 (n_e, n_o) 中较小的一个相等,对正性液晶材料即 $n = n_o < n_e$ 。而以下几个实施例中将采用高折射率光学透明胶,即光学透明胶折射率 n 与液晶材料双折射率 (n_e, n_o) 中较大的一个相等,对正性液晶材料即 $n = n_e > n_o$ 。

[0090] 如图 12 是本申请所提供的裸眼 3D 显示装置实例 3 的 2D 显示示意图。实例 3 中的旋光器件层 120 与实例 1 中的旋光器件层 120 完全相同,不再重复说明。实例 3 与实例 1(如图 8、9)不同的是,在第一实施例中软性基板 1311 位于远离旋光器件层 120 的一侧,液晶层 1331 位于靠近旋光器件层 120 的一侧,且菲涅尔透镜由液晶层 1331 形成,此外,第一实施例中液晶柱状透镜层 1300 的摩擦方向 rr' 与 2D 显示模组层 110 出射光偏振方向 aa' 平行。而在第三实施例中,软性基板 1312(第二软性基板)位于靠近旋光器件层 120 的一侧,液晶层 1332 位于远离旋光器件层 120 的一侧,且菲涅尔透镜由高折射率的光学透明胶 1322 形成,此外,在第三实施例中液晶柱状透镜层 3300 的摩擦方向 rr' 与 2D 显示模组层 110 出射光偏振方向 aa' 垂直。在三维笛卡尔坐标系 (X, Y, Z) 中,设从 2D 显示模组层 110 出射的线偏振光偏振方向 aa' // X 轴,在旋光器件层 120 不通电即 OFF 状态下, aa' 方向的线偏振光经过旋光器件层 120 后旋转 90 度为 bb' 方向, bb' 与 Y 轴平行,由于液晶柱状透镜层 3300 的摩擦方向 rr' (rr' // Y) 与 2D 显示模组层 110 出射光偏振方向 aa' 垂直, bb' 偏振方向的入射光经过液晶层 1332 时因其偏振方向与液晶分子长轴(图中小圆圈表示液晶分子长轴垂直于纸面)平行,折射率为 n_e ,而光学透明胶 1322 折射率为 n ,且 $n = n_e$,故在菲涅尔透镜曲面部分不发生折射显示 2D。

[0091] 如图 13,设从 2D 显示模组层 110 出射的线偏振光偏振方向 aa' // X 轴,在旋光器件层 120 通电即 ON 状态下旋光特性消失, aa' 方向的线偏振光经过旋光器件层 120 后偏振方向不变,即 bb' // aa' ,由于液晶柱状透镜层 3300 的摩擦方向 rr' (rr' // Y) 与 2D 显示模组层 110 出射光偏振方向 aa' 垂直, bb' 偏振方向的入射光经过液晶层 1332 时因其偏振方向与液晶分子长轴(图中小圆圈表示液晶分子长轴垂直于纸面)垂直,折射率为 n_o ,而光学

透明胶 1322 折射率为 n , 且 $n = n_e > n_o$, 故在菲涅尔透镜曲面位置因折射率差异将发生折射汇聚从而显示 3D。

[0092] 实例 4:

[0093] 如图 14 是本申请所提供的裸眼 3D 显示装置实例 4 的 2D 显示示意图。与实例 2 (如图 10、图 11) 不同的是, 实例 2 的液晶柱透镜 2300 中使用的光学透明胶 2351 设置在上基板 2321 之上, 由液晶层 2331 填充形成菲涅尔透镜, 而在该实施例 (实例 4) 中, 高折射率光学透明胶 2352 设置在下基板 2312 (第六基板) 之上, 并由光学透明胶 2352 形成菲涅尔透镜结构, 液晶层 2332 设置在菲涅尔透镜 2352 之上。在如图所示的三维笛卡尔坐标系 (X, Y, Z) 中, 设从 2D 显示面板 220 出射的线偏振光偏振方向 bb' // Y 轴, 当液晶柱透镜层 4300 内部的液晶层 2332 (第二液晶层) 摩擦取向方向 rr' // Y 轴时, 在不通电状态下 (电极层 2372 与电极层 2382 之间无压差), 因液晶层 2332 中液晶分子长轴与 Y 轴平行 (图中小圆圈表示液晶层 233 中液晶分子长轴垂直纸面, 即与 Y 轴平行), 偏振方向为 bb' 的入射光对液晶层 2332 的折射率为 n_e , 因光学透明胶 2352 折射率为 n , 且满足 $n = n_e$, 故在菲涅尔透镜曲面处不存在液晶层 2332 折射率的差异, 入射光不发生折射直接通过液晶柱透镜 4300 从而显示 2D。如图 14、15 所示, 液晶柱透镜层 4300, 自上而下, 依次设置有上基板 2322 (第五基板)、电极层 2372 (第五电极层)、液晶层 2332 (第二液晶层)、光学透明胶层 2352 (形成菲涅尔透镜单元的光学透明胶)、电极层 2382 (第六电极层) 和下基板 2312 (第六基板)。

[0094] 如图 15, 设从 2D 显示面板 220 出射的线偏振光偏振方向 bb' // Y 轴, 当液晶柱透镜 4300 内部液晶层 2332 摩擦取向方向 rr' // Y 轴时, 在通电状态下 (电极层 2372 与电极层 2382 之间的压差足以改变液晶层 2332 中液晶分子初始取向, 从而使分子长轴沿电场方向即 Z 轴排列), 因液晶层 2332 中液晶分子长轴与 Z 轴平行 (图中以小椭圆长轴表示液晶层 2332 中液晶分子长轴, 即与 Z 轴平行), 偏振方向为 bb' 的入射光对液晶层 2332 的折射率为 n_o , 因光学透明胶 2352 折射率为 n , 且满足 $n = n_e > n_o$, 故在菲涅尔透镜曲面处因折射率的差异发生折射从而显示 3D。

[0095] 在以上四个实施例中, 采用菲涅尔透镜代替现有的凸透镜后, 由于拱高大大减小 ($h' h/2$), 可有助于在透镜曲面上进行 PI 取向膜涂布以及摩擦, 如图 16 所示以摩擦为例进行说明。对采用凸透镜结构实现立体显示的现有装置而言 (图 16 的左图), 在摩擦过程中因透镜具有较大的拱高 h , 导致透镜结构的极高点 A 与极低点 B 存在较大的垂直段差, 形成于表面的 PI 取向膜受到摩擦布摩擦的强度不同, 导致其配向能力差异很大, 影响液晶分子取向的一致性。而采用菲涅尔透镜结构的立体显示装置在摩擦过程中 (图 16 的右图), 因拱高 h' 可以减小到至少 50% 以上, 能大幅度改善透镜结构极高点 A' 与极低点 B' 处的垂直段差, 减小不同位置 PI 取向膜摩擦强度差异, 提高液晶分子的取向一致性, 便于在 3D 显示时获得更小的串扰, 提高显示品质。

[0096] 如图 17 是各实例的结构示意图, 在三维笛卡尔坐标系 (X, Y, Z) 中, 对实例 1、3 而言, 液晶柱状透镜层 1300/3300 位于靠近观察者的一侧, 旋光器件层 120 设置于 2D 显示模组层 110 与液晶柱状透镜层 1300/3300 之间, 对实例 2、4 而言, 液晶柱透镜 2300/4300 位于靠近观察者的一侧, 2D 显示面板 220 设置于背光 210 与液晶柱透镜 2300/4300 之间。设菲涅尔透镜单元的轴线方向 ss' 同 Y 轴夹角为 α ($0 \leq \alpha \leq 40$ 度, 推荐的角度为 72 度), 各个微透镜之间的间距 (pitch) 为 p , 在 X 方向的投影长度 $p_x = p/\cos \alpha$, 当 $\alpha = 0$ 度时 p_x

$= p$ 也即各个微透镜均沿着 Y 方向延展,而当 $\alpha \neq 0$, $p_x > p$ 也即各个微透镜均与 Y 轴呈一定的倾斜角度,微调倾角 α 可以改变透镜单元在 X 方向投影 p_x 的大小,从而微调 3D 可视角度,并消除摩尔条纹的影响。

[0097] 采用菲涅尔透镜结构形成的裸眼 3D 立体显示装置,相比现有的利用凸透镜实现 3D 显示的立体显示装置而言,因透镜单元的拱高减小一半以上,便于形成立体显示装置所需的透镜膜或基板在 PI 印刷及摩擦工艺中减小垂直段差,提高 PI 取向膜摩擦强度的一致性和液晶分子取向的一致性,从而减小 3D 显示装置的串扰,提高显示效果;

[0098] 对采用液晶柱透镜的立体显示装置而言,透镜单元的拱高减小 1/2 以上,使液晶层厚度 d 大大降低,由于液晶盒响应时间 $t \propto d^2$,因此可以使响应时间减小为原有立体显示装置的 25% 或者更小,提高 2D/3D 切换速度,为高频驱动 ($\geq 120\text{HZ}$) 实现全高清 3D 显示提供了可能;

[0099] 由于菲涅尔透镜相比原凸透镜具有更小的焦距,形成的立体显示装置具有更短的 3D 观察距离,因此更适合在个人消费品如手机、平板等手持设备领域使用;

[0100] 因采用菲涅尔透镜的立体显示装置拱高减小 1/2 以上,液晶层厚度 d 大大降低,可以大幅减少使用液晶用量,降低产品成本。

[0101] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

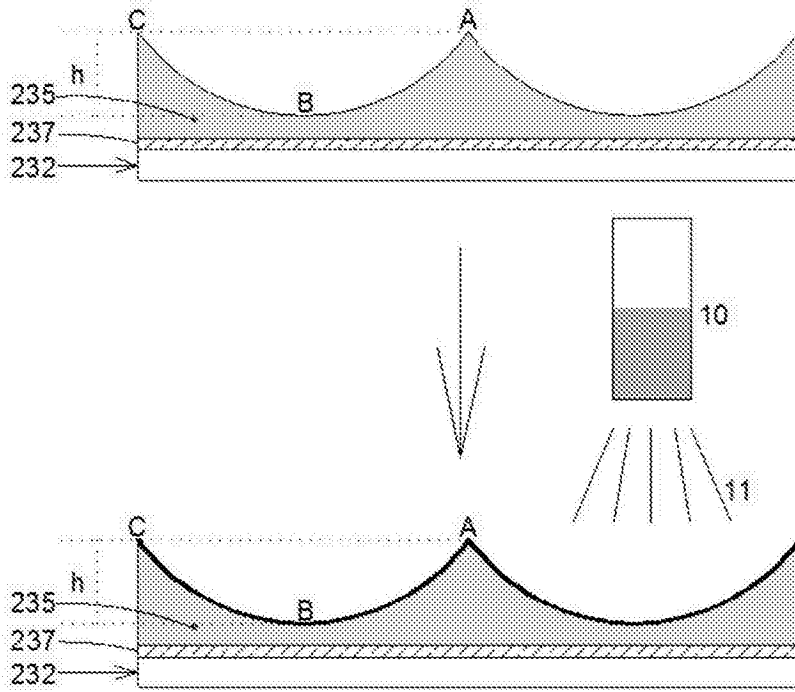


图 1

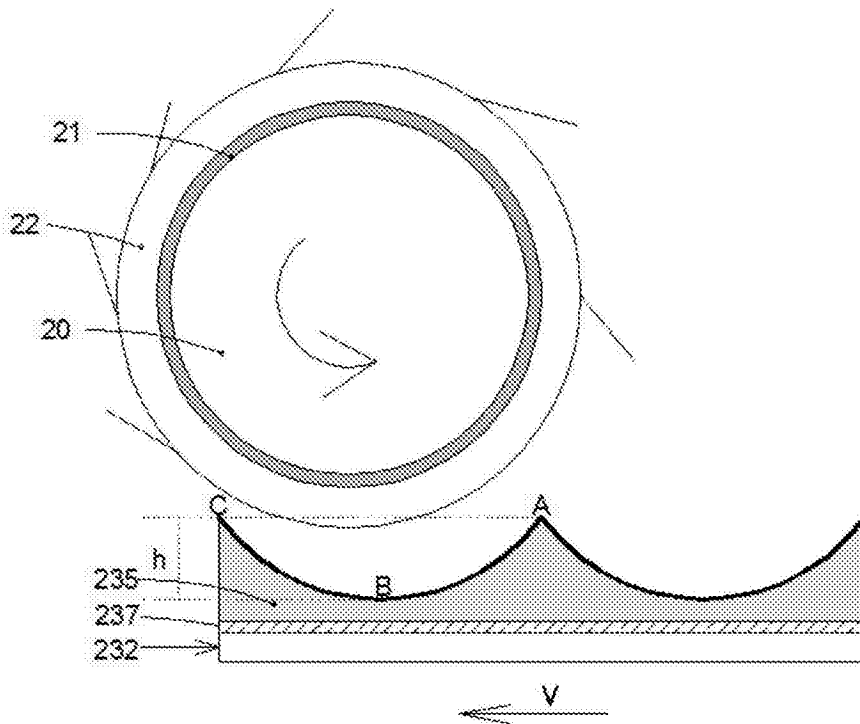


图 2

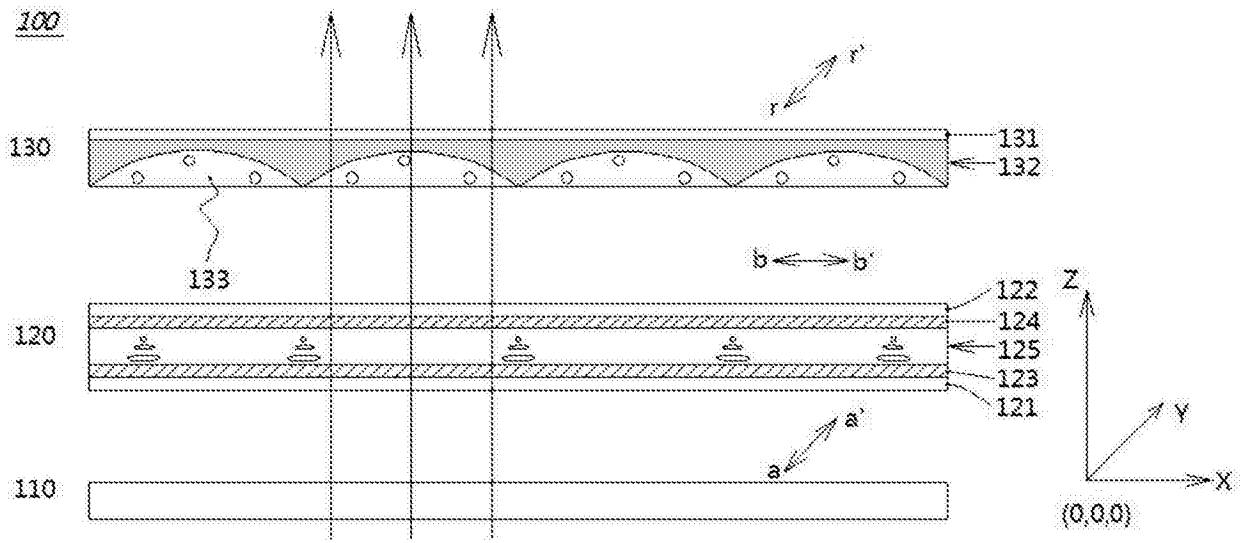


图 3

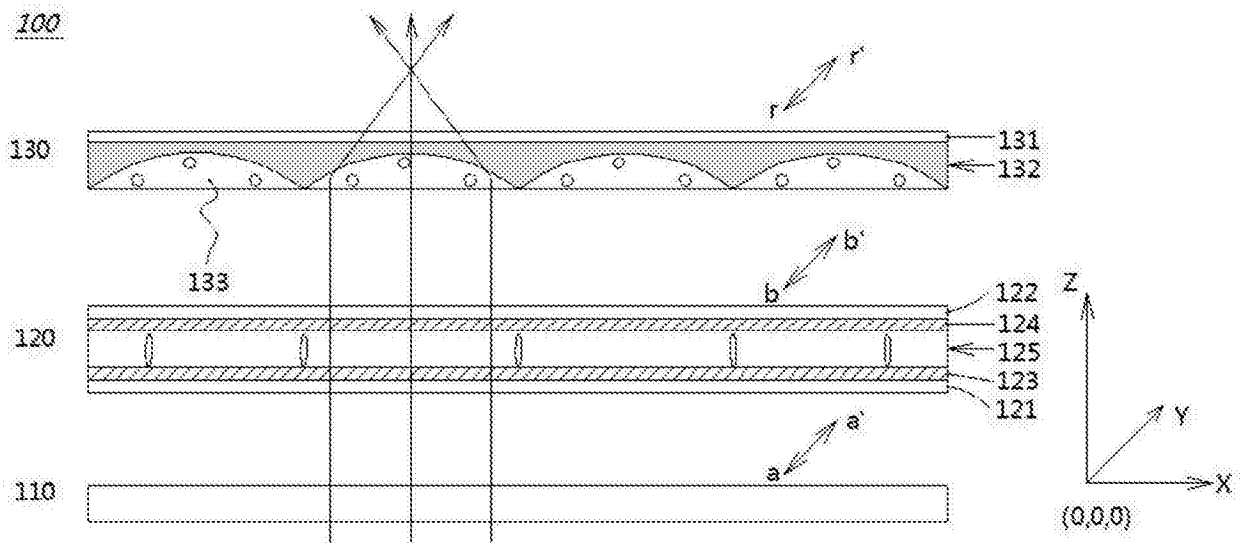


图 4

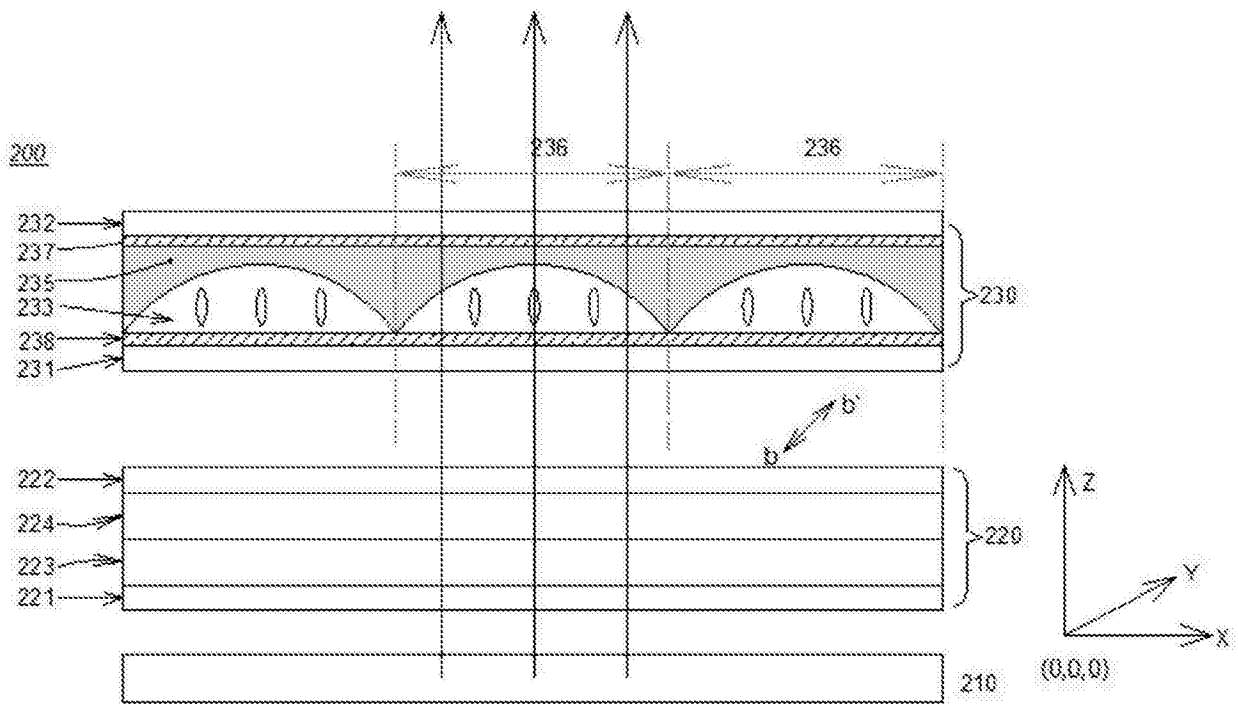


图 5

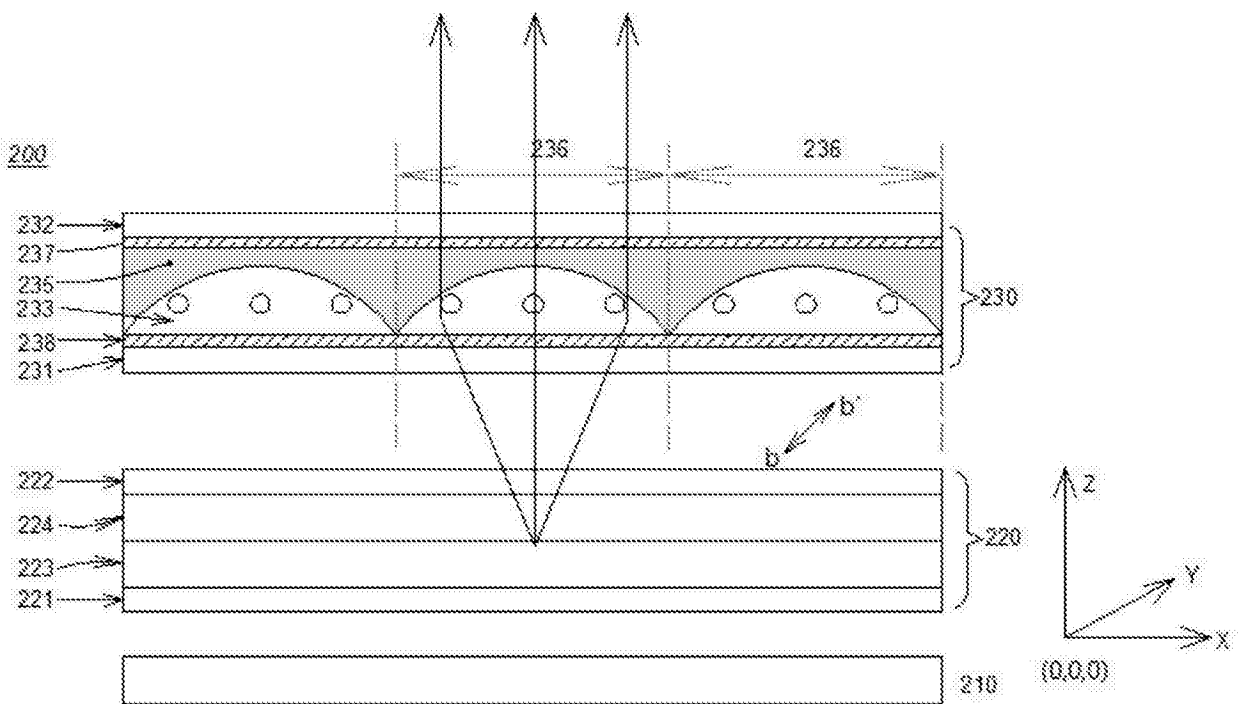


图 6

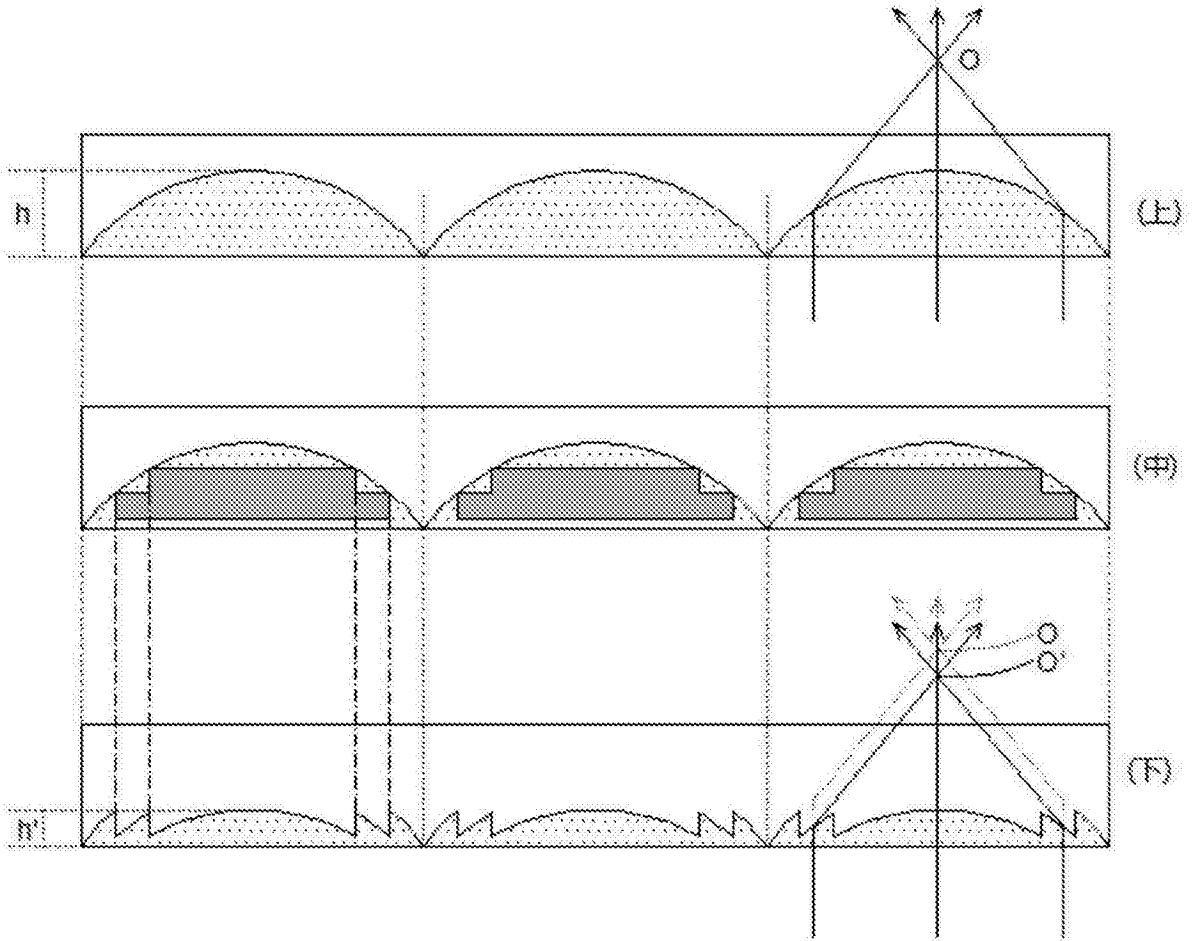


图 7

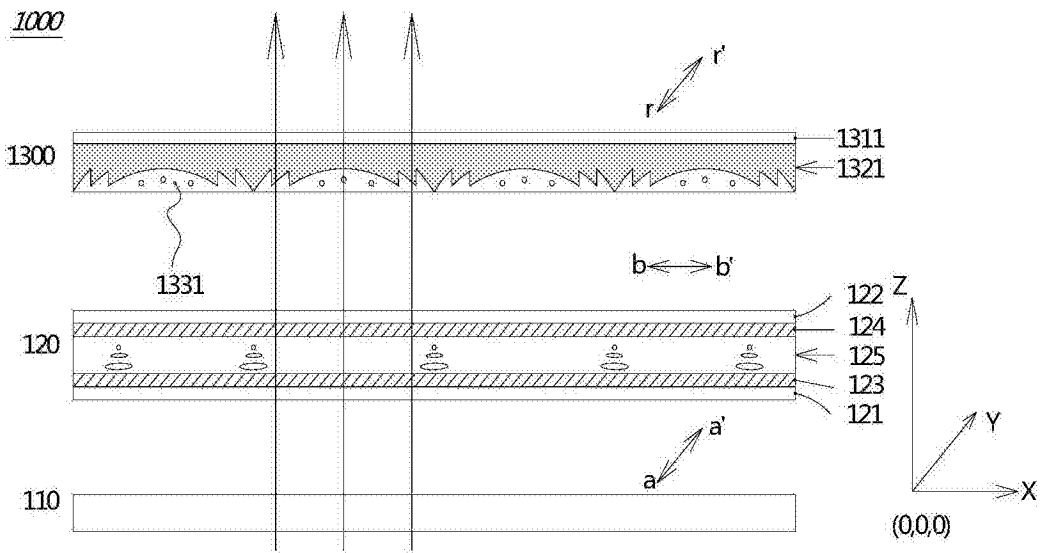


图 8

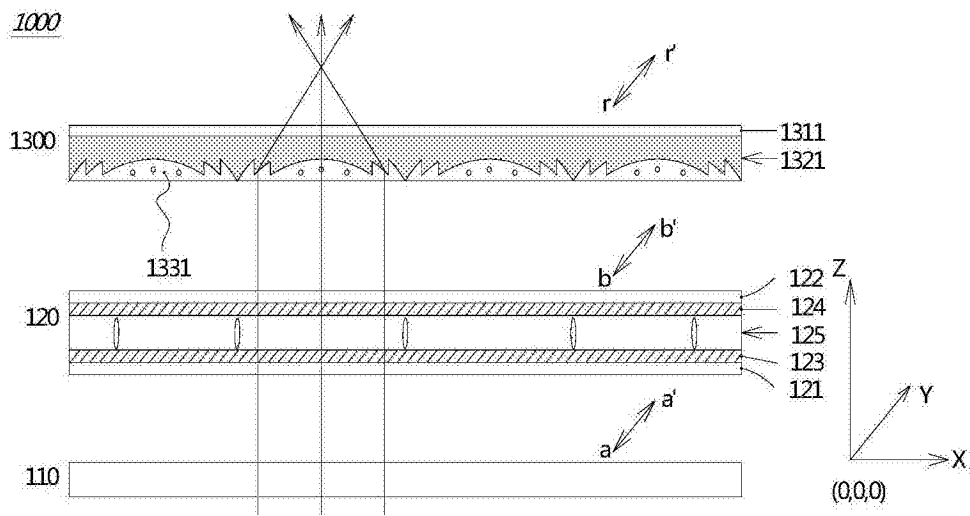


图 9

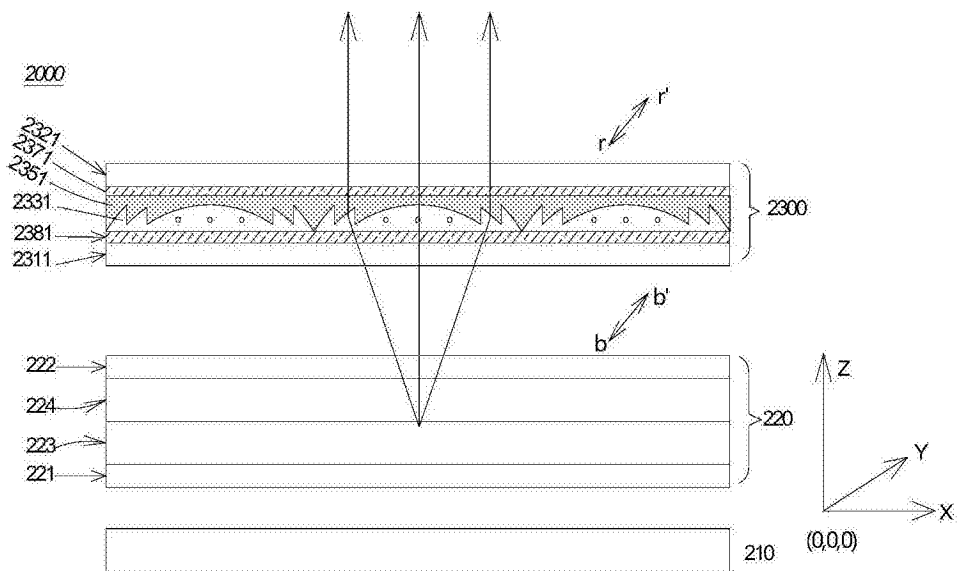


图 10

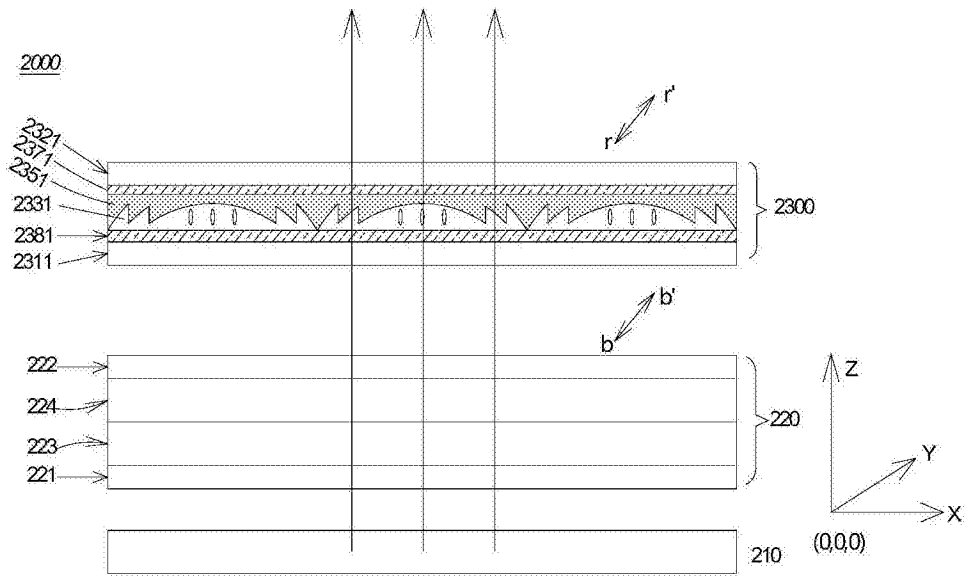


图 11

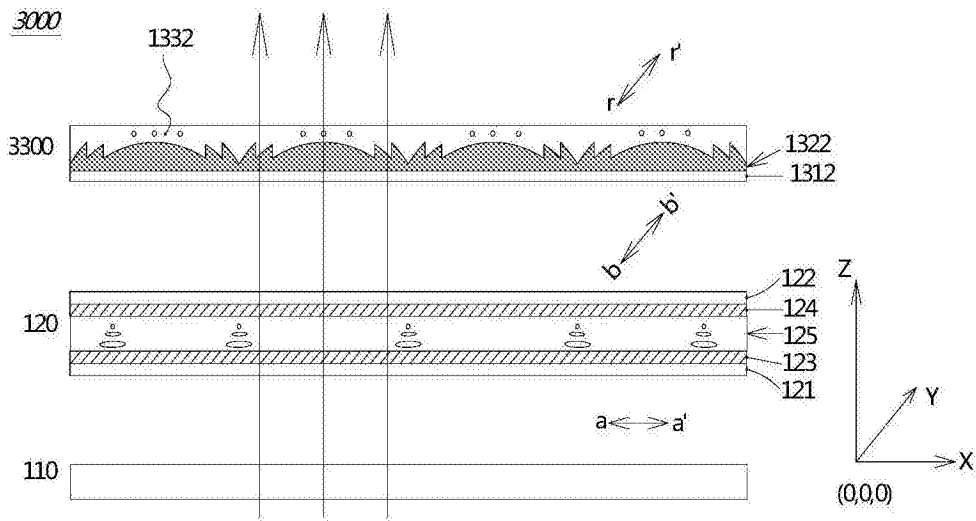


图 12

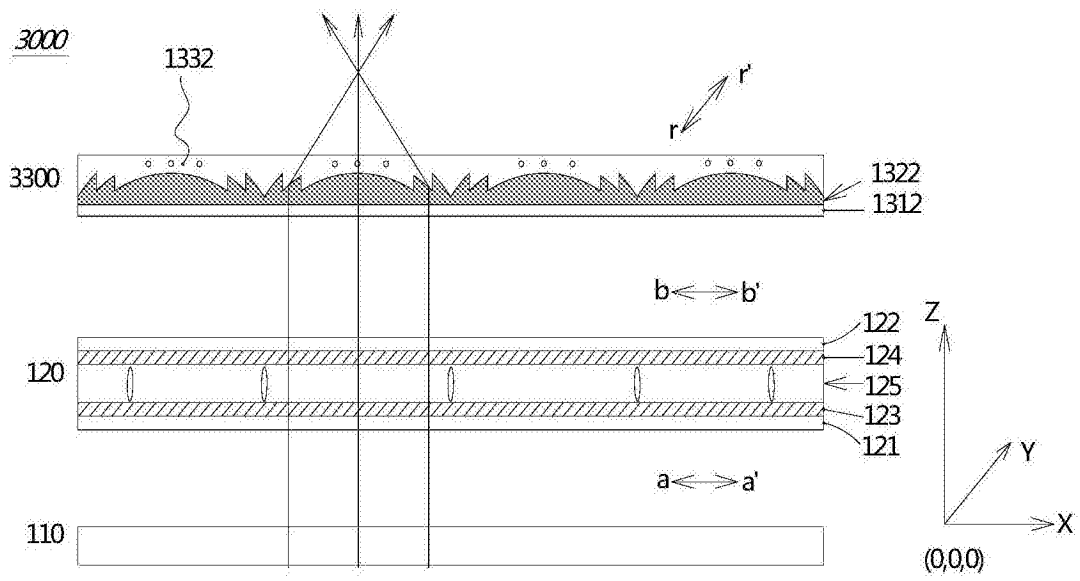


图 13

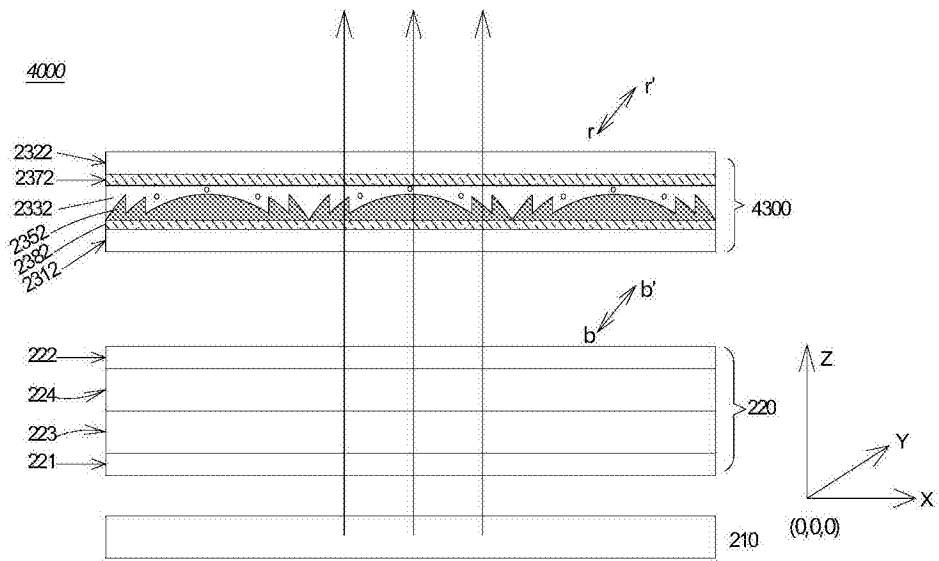


图 14

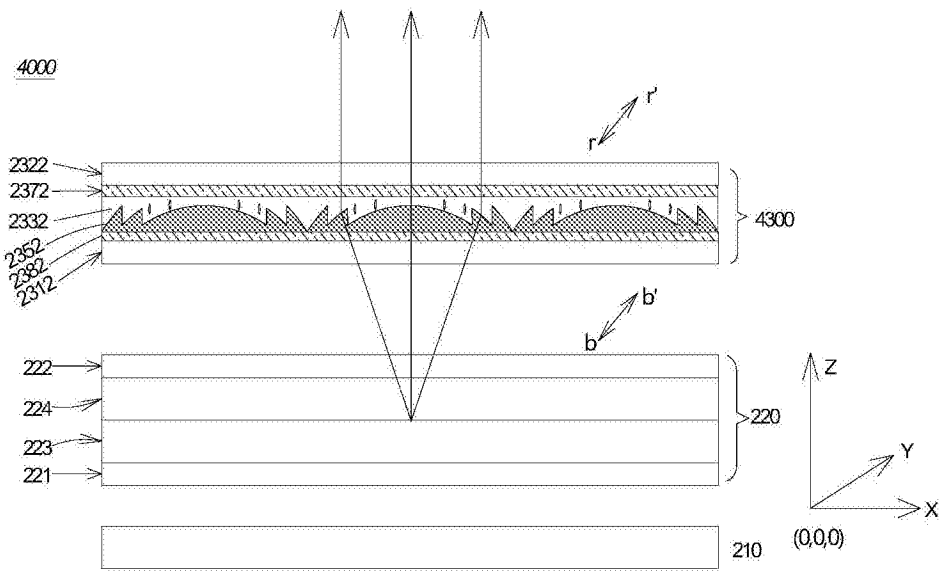


图 15

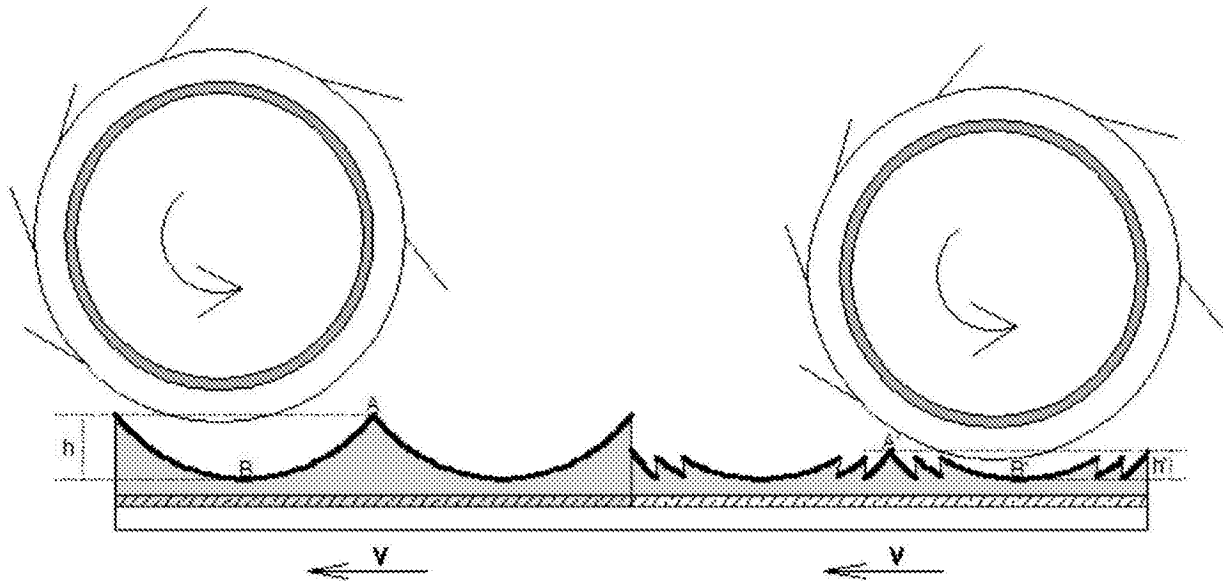


图 16

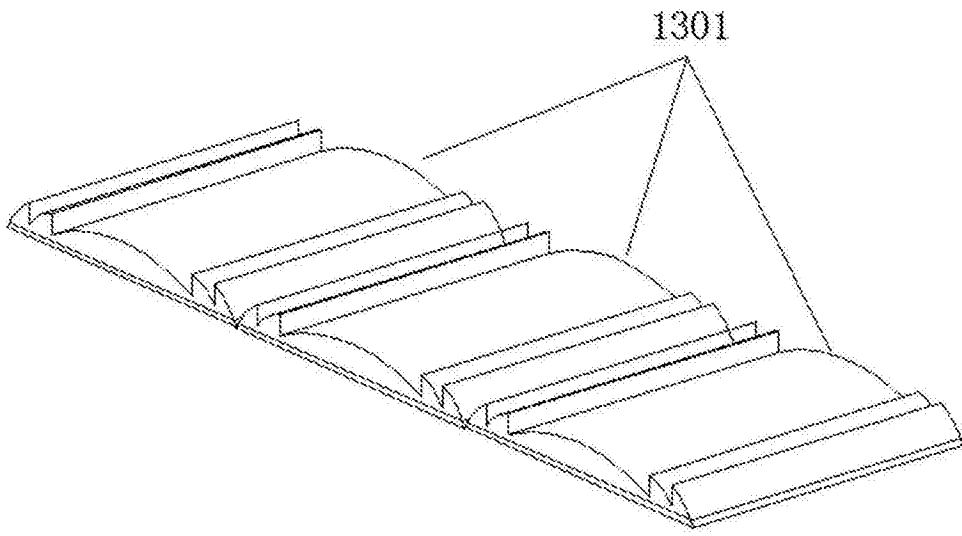


图 19