



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104395814 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201280072412. 5

(22) 申请日 2012. 04. 27

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2014. 10. 15

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/035573 2012. 04. 27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/162609 EN 2013. 10. 31

(71) 申请人 镭亚股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D. A. 法塔尔 J. A. 伯鲁格 彭臻
M. 菲奥伦蒂诺 R. G. 博梭雷

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 于小宁

(51) Int. Cl.
G02B 27/00(2006. 01)
G02B 27/22(2006. 01)

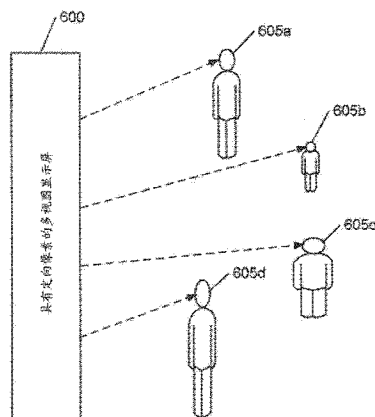
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

用于显示屏的定向像素

(57) 摘要

本发明公开一种用于显示屏的定向像素。所述定向像素接收平面光束并且包括光传播层和光栅,所述光栅可以把平面光束的一部分散射为具有由光栅控制的方向和角展度的定向光束。



1. 一种用于显示屏的定向像素，所述定向像素接收平面光束并且包括：
光传播层；和
光栅，将所述平面光束的一部分散射为具有由光栅控制的方向和角展度的定向光束。
2. 根据权利要求 1 所述的定向像素，其中所述光传播层包括透明的氮化硅（“SiN”）层。
3. 根据权利要求 1 所述的定向像素，其中所述光栅具有大约 50% 的占空比。
4. 根据权利要求 1 所述的定向像素，其中所述光栅包括多个基本上平行的并且倾斜的沟槽，所述沟槽具有间距、取向、长度和宽度。
5. 根据权利要求 4 所述的定向像素，其中所述间距和取向控制所述定向光束的方向。
6. 根据权利要求 4 所述的定向像素，其中所述长度和宽度控制所述定向光束的角展度。
7. 根据权利要求 1 所述的定向像素，其中所述定向像素基本上是平面的。
8. 根据权利要求 1 所述的定向像素，其中所述显示屏是多视图显示屏。
9. 根据权利要求 1 所述的定向像素，其中所述显示屏是保密显示屏。
10. 根据权利要求 4 所述的定向像素，其中所述光栅的宽度比所述光栅长度小得多，并且所述显示屏是只有水平视差的显示屏。
11. 一种用于显示屏中的定向像素的光栅，所述光栅将入射的平面光束散射为定向光束，并且包括多个基本上平行的并且倾斜的沟槽，所述沟槽具有间距、取向、长度和宽度，所述间距和取向控制方向，所述长度和宽度控制所述定向光束的角展度。
12. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述光栅被刻蚀在光传播层上。
13. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述光栅被沉积在光传播层的顶部上。
14. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述定向光束的方向是所述光栅间距、光栅取向、所述定向光束的波长和所述光栅的有效折射率的函数。
15. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述定向光束的角展度是所述光栅长度、光栅宽度和所述定向光束的波长的函数。
16. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述显示屏是多视图显示屏。
17. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述显示屏是保密显示屏。
18. 根据权利要求 11 所述的光栅，其中所述光栅宽度比光栅长度小得多，并且所述显示屏是只有水平视差的显示屏。
19. 一种用于显示屏的定向像素，包括：
光传播层，被布置在基底层上以传送平面光束；和
光栅，被布置在所述光传播层中，以将所述平面光束散射为具有由光栅控制的方向和角展度的定向光束。
20. 根据权利要求 19 所述的定向像素，其中所述光栅被刻蚀在光传播层上。
21. 根据权利要求 19 所述的定向像素，其中所述光栅被沉积在光传播层的顶部上。
22. 根据权利要求 19 所述的定向像素，其中所述显示屏是多视图显示屏。
23. 根据权利要求 19 所述的定向像素，其中所述显示屏是保密显示屏。

用于显示屏的定向像素

背景技术

[0001] 在显示屏中再生光场的能力是成像和显示技术中的重要需求。光场是在每个方向上穿过空间中的每一个点行进的所有光线的集合。如果提供关于穿过场景的所有光线的强度、颜色以及方向的信息,任何自然的、现实世界的场景可以完全通过其光场表现其特征。目标是使得显示屏的观众能够如同人们亲自体验场景一样地体验场景。

[0002] 电视机、个人计算机、膝上型计算机以及移动装置中的目前可用的显示屏仍大部分是二维的并且因此不能够准确地再生光场。近来出现了三维(“3D”)显示器,但是其除了提供有限数量的视图外,角度和空间分辨率也不高。示例包括基于全息摄影、视差屏障或双凸透镜的3D显示器。

[0003] 这些显示器之间的一个共同的主题是难以制造具有以像素级别精确控制以便对于大范围的可视角度和空间分辨率实现良好的图像质量的光场的显示器。

附图说明

[0004] 联系下述结合附图进行的详细描述,可以更为全面地理解本申请,在附图中相似的参考标号自始至终表示相似的部件,并且在附图中:

[0005] 图1图示根据各种实施例的定向像素的示意图;

[0006] 图2图示根据各种实施例的另一定向像素的示意图;

[0007] 图3A-D图示根据各种实施例的定向像素配置的不同横截面;

[0008] 图4图示更加详细地示出图1-2的光栅的特性的示意图;

[0009] 图5图示示出根据各种实施例的对光栅的FDTD仿真结果的示意图;

[0010] 图6图示具有根据各种实施例的内置的定向像素的多视图显示屏的示例;

[0011] 图7图示具有根据各种实施例的内置的定向像素的保密显示屏的示例。

具体实施方式

[0012] 公开一种用于显示屏的定向像素。所述定向像素接收输入平面光束并且将所述输入平面光束的受控制的一小部分散射为输出定向光束。所述输入平面光束在与所述定向像素基本上相同的平面内传播,所述定向像素被设计为基本上平面的。所述定向像素具有需要的空间方向和需要的角展度,因此有效地生成看起来穿过所述平面的光线。

[0013] 在各种实施例中,所述定向像素具有排列在光传播层中或顶部上的基本上平行的并且倾斜的沟槽的图案化光栅(patterned grating)。所述光传播层可以是例如由诸如例如氮化硅(SiN)、玻璃或者石英、铟锡氧化物(“ITO”)或其他材料之类的任何透明材料制成的透明波导层。在各种实施例中,所述光传播层可存在于可以是不透明(例如硅)、反射的或者透明的(玻璃)的载体基底(carrier substrate)上。所述图案化光栅可以由刻蚀在所述光传播层中的沟槽、或者由沉积在所述光传播层顶部上的材料(例如,任何可以被沉积和刻蚀或剥离的材料,包括任何电介质或金属)制成的沟槽构成。

[0014] 如下面在这里更为详细地描述的,光栅可以通过光栅长度(即,沿输入平面光束

的传播轴的尺寸)、光栅宽度(即,与输入平面光束的传播轴交叉的尺寸)、沟槽取向、间距和占空比来确定。所述定向光束具有由所述沟槽取向和所述光栅间距决定的方向以及由所述光栅长度和宽度决定的角展度。通过使用 50% 或 50% 左右的占空比,图案化光栅的第二(second)傅里叶系数变为零,从而防止了在其他不需要的方向上的光的散射。这确保了无论输出角度如何,只有一个定向光束从定向像素发出。

[0015] 应理解的是,在以下描述中,给出了很多具体的细节以提供对实施例的透彻理解。但是,应理解的是可以实践所述实施例而不仅限于这些具体细节。在其他实例中,可能不会详细描述已知的方法和结构以避免与对实施例的描述产生不必要的混淆。另外,实施例可以相互结合使用。

[0016] 现在参考图 1,描述了根据各种实施例的定向像素的示意图。定向像素 100 包括光传播层 110 中的光栅 105。光栅 105 包括基本上平行并且倾斜的沟槽 115,该沟槽 115 相对于横穿所述输入光束的传播轴的轴具有沟槽角度 θ 。所述光栅沟槽 115 的厚度可以对于所有沟槽基本上相同,从而产生基本上为平面的设计。当入射光以输入平面光束 125 的形式冲到所述定向像素 100 上时,所述光栅 105 将所述输入平面光束 125 的受控制的一小部分散射为定向光束 130。

[0017] 应认识到,该基本上平面的设计以及在输入平面光束上形成定向光束 130 需要具有比传统衍射光栅小得多的间距的光栅。例如,在利用基本上穿过光栅平面传播的光束照射时,传统衍射光栅将光散射。这里,光栅 105 在产生定向光束 130 时与输入平面光束 125 基本上在相同的平面上。这种平面设计使得采用紧凑的集成光源照射成为可能。

[0018] 所述定向光束 130 通过所述光栅 105 的特性而被精确控制,所述特性包括光栅长度 L 、光栅宽度 W 、沟槽取向 θ 以及沟槽间距 Λ 。具体地,光栅长度 L 控制沿输入光传播轴的定向光束 130 的角展度 $\Delta\Theta$, 并且光栅 W 控制与输入光传播轴交叉的定向光束 130 的角展度 $\Delta\Theta$, 如下:

$$[0019] \quad \Delta\Theta \approx \frac{4\lambda}{\pi L} \left(\frac{4\lambda}{\pi W} \right) \quad (\text{等式 1})$$

[0020] 其中 λ 是所述定向光束 130 的波长。如这里下文中更详细的描述,由光栅取向角 θ 确定的沟槽取向以及由 Λ 确定的光栅间距或周期控制定向光束 130 的方向。

[0021] 光栅长度 L 和光栅宽度 W 可以在 0.1 至 200 μm 的范围内变化尺寸。沟槽取向角 θ 和光栅间距 Λ 可以设置为满足定向光束 130 的所需的方向,其中例如沟槽取向角 θ 在 -40 至 +40 度的量级上,并且光栅间距 Λ 在 200-700nm 的量级上。

[0022] 应认识到,所述光栅宽度 W 可以比所述光传播层的宽度小得多。例如,图 2 图示了具有宽的光传播层 205 的定向像素 200,所述光传播层 205 比排列于其上的光栅 210 宽得多。所述光传播层 205 可以设计为利用冲到所述层 205 表面上的宽输入平面光束(由箭头 215 所代表)来工作。

[0023] 还应认识到,所述光栅宽度 W 可以比光栅长度 L 小得多。在这种情况下,由所述定向像素输出的定向光束在水平方向上很窄,但是在垂直方向上宽。这使得定向像素能够被设计为用于只提供水平视差(而没有垂直视差)的显示屏,从而显著地降低显示屏的设计和制造的复杂性。

[0024] 在各种实施例中,根据在光传播层(例如层 105)上如何排列所述光栅沟槽(例

如,光栅沟槽 115),可以以各种配置构建所述定向像素 100 和 200。图 3A-D 图示了根据各种实施例的定向像素配置的不同横截面。图 3A-D 图示的定向像素具有光栅沟槽,该光栅沟槽被刻蚀在光传播层上,或者由沉积在光传播层顶部上的材料(例如,任何可以被沉积和刻蚀或剥离的材料,包括任何电介质或金属)制成。

[0025] 例如,图 3A 中的定向像素 300 包括具有刻蚀在其上的光栅 310 的光传播层 305。图 3B 中的定向像素 315 包括具有沉积于顶部(例如,利用通过剥离工艺进行的电解质或金属沉积物)的光栅 325 的光传播层 320。图 3C 中的定向像素 330 包括布置在基底 340 上的光传播层 335。光栅 345 被刻蚀在所述光传播层 335 上。图 3D 中的定向像素 350 包括布置在基底 360 上的光传播层 355。光栅 365 被沉积在所述光传播层 355 的顶部上。

[0026] 本领域技术人员应理解,在图 3A-D 中分别图示的所述定向像素 300、315、330 和 350 只是示例配置,所述示例配置可以利用诸如光学平板印刷(lithography)、纳米压印平板印刷、辊子对辊子压印平版印刷、利用压印模具的直接压纹及其他技术之类的各种制造技术制造。还应了解,图 3C-D 图示的基底层 340 和 360 可以包括一个或多个基底层。此外,应理解,基底层 340 和 360 可以是透明的、反射的或者不透明的。

[0027] 现在注意图 4,其更加详细地图示了图 1-2 的光栅的性质。定向像素 400 中的光栅 405 具有当输入平面光束 415 入射时指定输出定向光束 410 的方向和角展度的几何结构。所述光栅 405 的几何结构和所述定向光束 410 的方向之间的关系可以由动量守恒原理确定。具体地,利用所述平面光束 415 中的传播(由箭头 420 所代表)的有效折射率 n_{eff} 度量的输入波动量 K_i 和光栅动量 K_g (由箭头 425 和 430 所代表)(的倍数)的总和必须与所述输出定向光束 410 的动量 K_o 相等:

$$[0028] \quad K_o = K_i + K_g \quad (\text{等式 2})$$

[0029] 其中 K_i 、 K_g 和 K_o 是动量矢量。

[0030] 平面波动的动量 K_i 可以由如下矢量给出:

$$[0031] \quad K_i = \frac{2\pi}{\lambda}(n_{\text{eff}}, 0) \quad (\text{等式 3})$$

[0032] 其中 n_{eff} 是所述光栅 405 的有效折射率。注意,当所述平面光束 415 在垂直平面内传播时,垂直方向上的动量等于 0。光栅 405 提供的动量反冲(momentum kick) K_g 由下式给出:

$$[0033] \quad K_g = -\frac{2\pi}{\Lambda}(\cos\theta, \sin\theta) \quad (\text{等式 4})$$

[0034] 这导致所述输出定向光束 410 的动量 K_o 由下式给出:

$$[0035] \quad \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)k_x = n_{\text{eff}} - \frac{\lambda}{\Lambda}\cos\theta \quad (\text{等式 5})$$

$$[0036] \quad \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)k_y = -\frac{\lambda}{\Lambda}\sin\theta \quad (\text{等式 6})$$

[0037] 其中 k_x 和 k_y 是所述动量矢量 K_o 的水平和垂直分量,即 $K_o = (k_x, k_y)$ 。等式 5 和 6 证明所述定向光束 410 的方向是所述光栅取向和光栅间距的函数,如上文所述。

[0038] 以上用于散射角的等式可以使用在计算机集群上运行的全 3D 时域有限差分计算(“FDTD”)来仿真。现在参考图 5,描述了示出根据各种实施例的对光栅的 FDTD 仿真的结

果的示意图。定向像素 500 中的光栅 505 在利用入射平面光束照射时产生定向光束 510。所述定向像素 510 的 FDTD 仿真和散射角的计算显示出可以实现以产生作为所述光栅 505 的几何结构的函数的定向像素 510 的精确控制。所述光栅的 50% 的占空比保证了无论输出角度如何, 只有一个定向光束从所述像素发出。

[0039] 有利地, 这种精确控制使定向像素能够在易于制造基本上平面的结构的情况下将光指引到任何需要的视点。所述定向像素可以在多视图显示屏中使用, 以仿真光场, 其中多个定向像素提供多个视图。此外, 所述定向像素可以在其他应用中使用, 像是例如在保密的显示屏中使用以便为观看者提供安全和私人的观看 (例如, 通过使观看者定位为看见由所述显示屏中的定向像素输出的定向光束)。

[0040] 图 6 图示了具有根据各种实施例的内置的定向像素的多视图显示屏的示例。显示屏 600 是具有定向像素 (未示出) 以便为观看者 (例如, 观看者 605a-d) 提供多个视图的多视图显示屏。每个定向像素产生能够用于形成视图的定向光束。组合显示屏 600 中的多个定向像素使得能够生成多个定向光束, 因此仿真光场并且给观看者 605a-d 如同他们亲身体验一样感知自然的现实世界场景的能力。

[0041] 图 7 图示了具有根据各种实施例的内置的定向像素的保密显示屏的示例。保密显示屏 700 是具有定向像素 (未示出) 以便为观看者提供在屏幕 700 中显示的内容的私人的、安全的观看。在这种情况下, 保密显示屏 700 中的定向像素提供只能由观看者 705 看见的有限的观看区域。观看者 710a-b 在这个观看区域外部并且因此不能观看显示屏 700 中的内容。

[0042] 应理解的是, 提供上述公开实施例的描述, 以使得本领域任何技术人员制造或使用本公开。对于本领域的技术人员来说, 对这些实施例的各种修改将显而易见, 并且在这里定义的一般原理可以在不脱离本公开精神或范围的情况下应用于其他实施例。因此, 本公开无意限于这里所示的实施例, 而是符合与这里所公开的原理和新颖的特征相一致的最宽的范围。

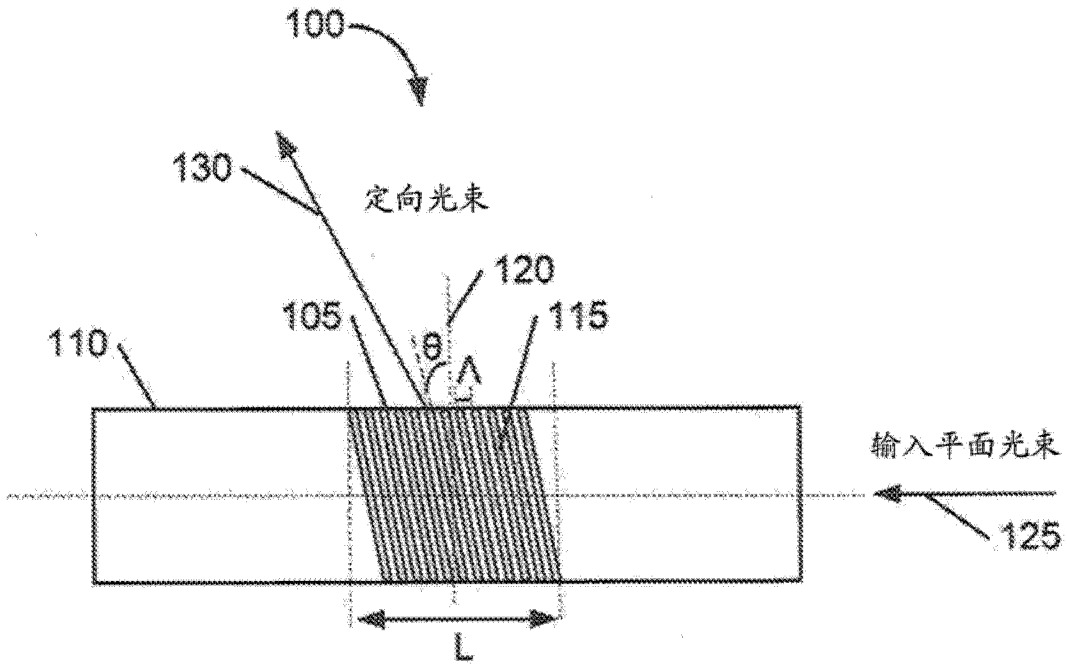


图 1

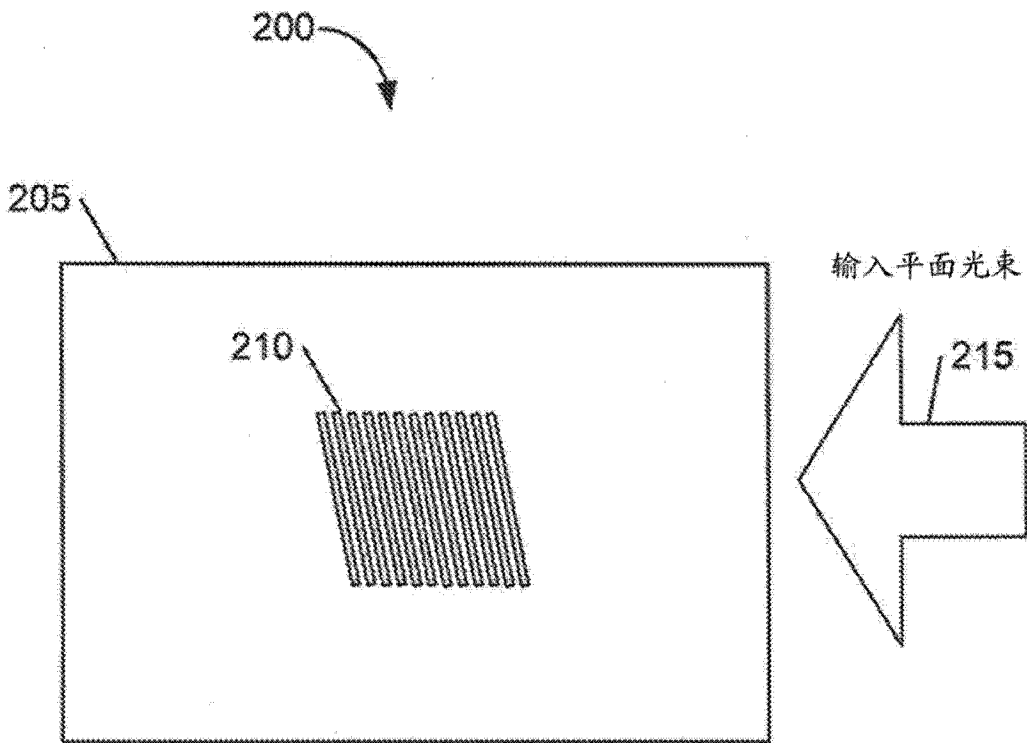


图 2

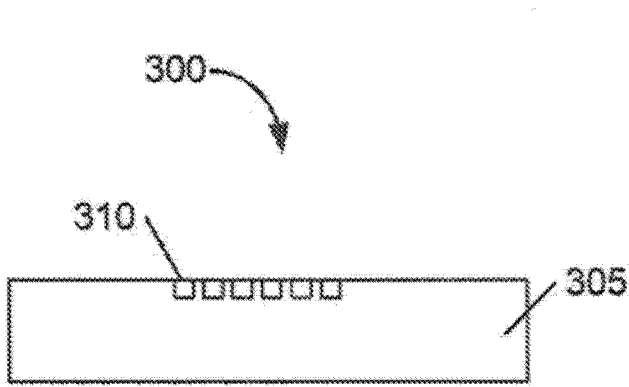


图 3A

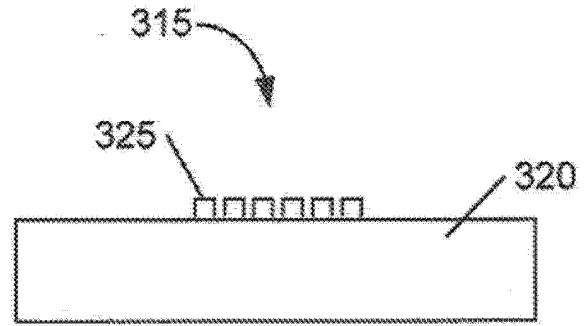


图 3B

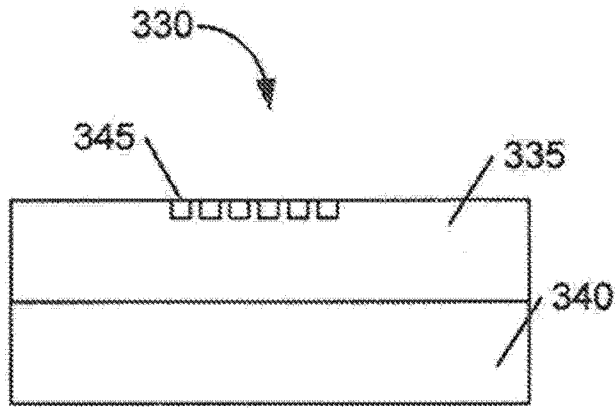


图 3C

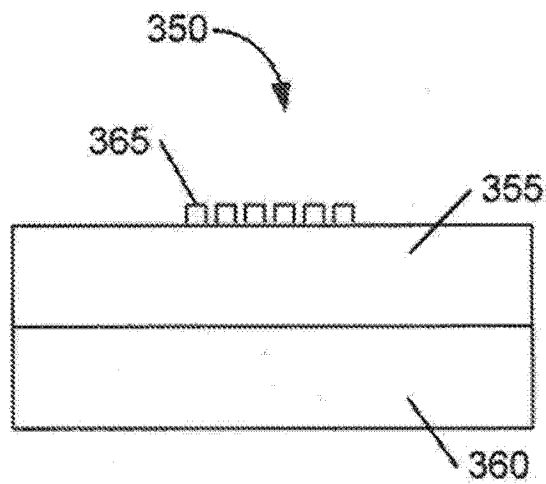


图 3D

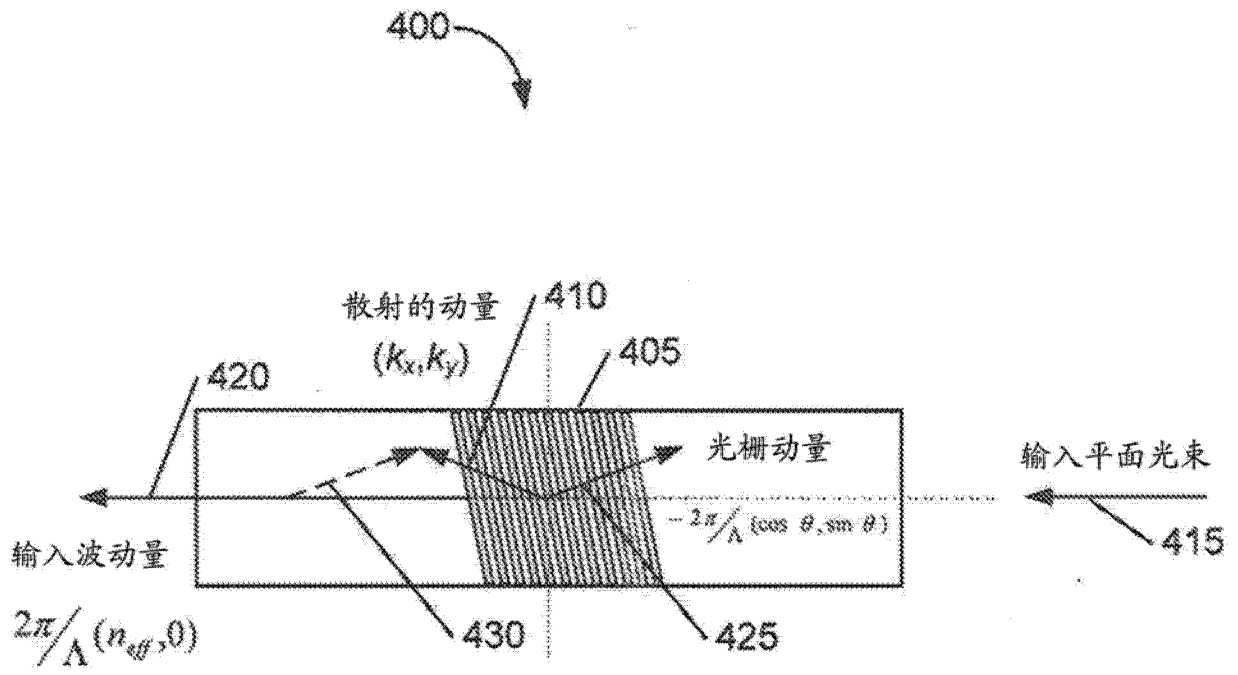


图 4

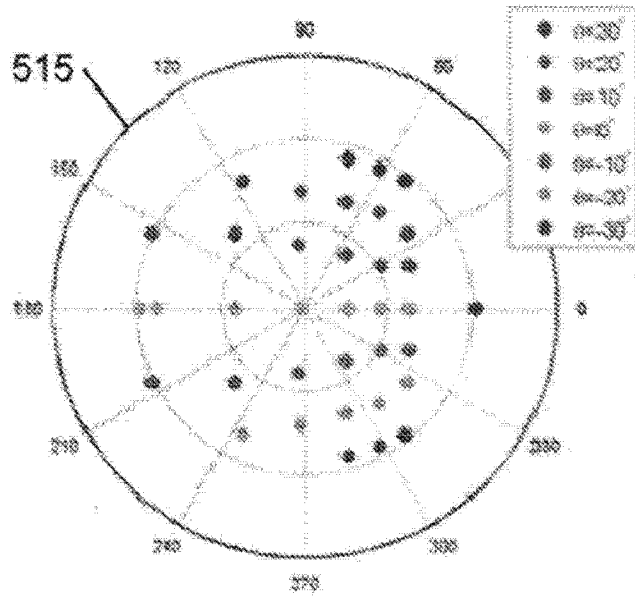
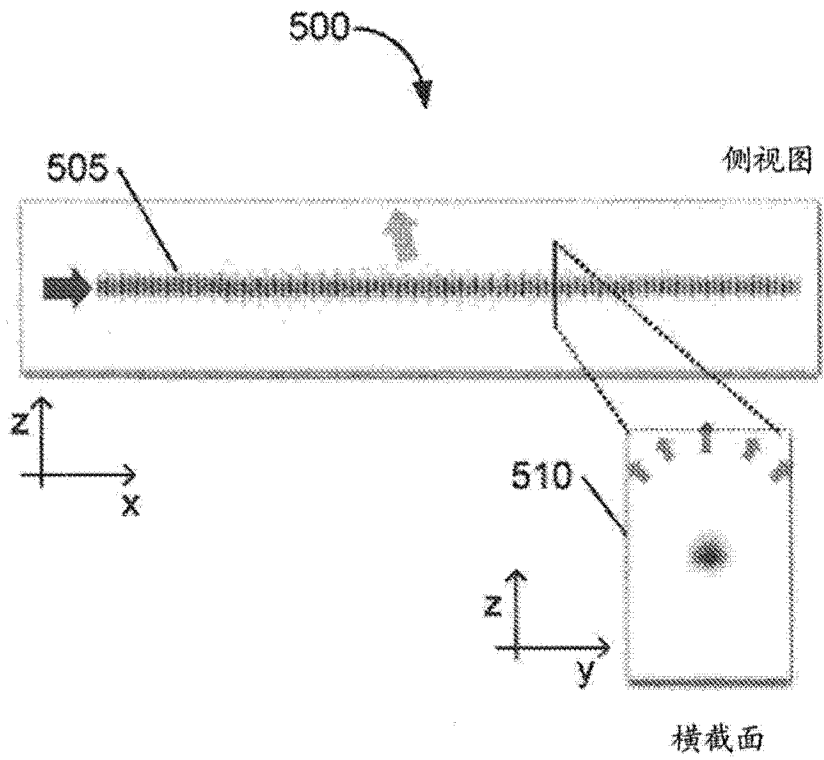


图 5

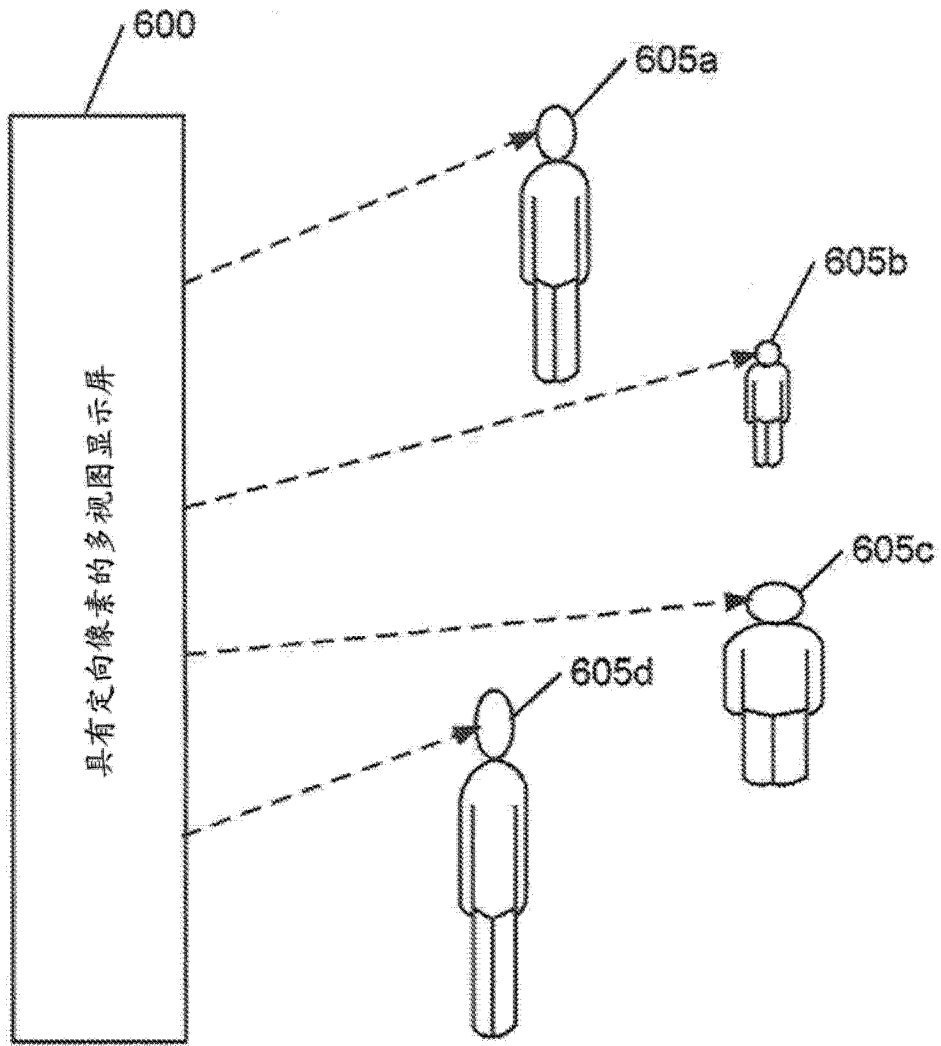


图 6

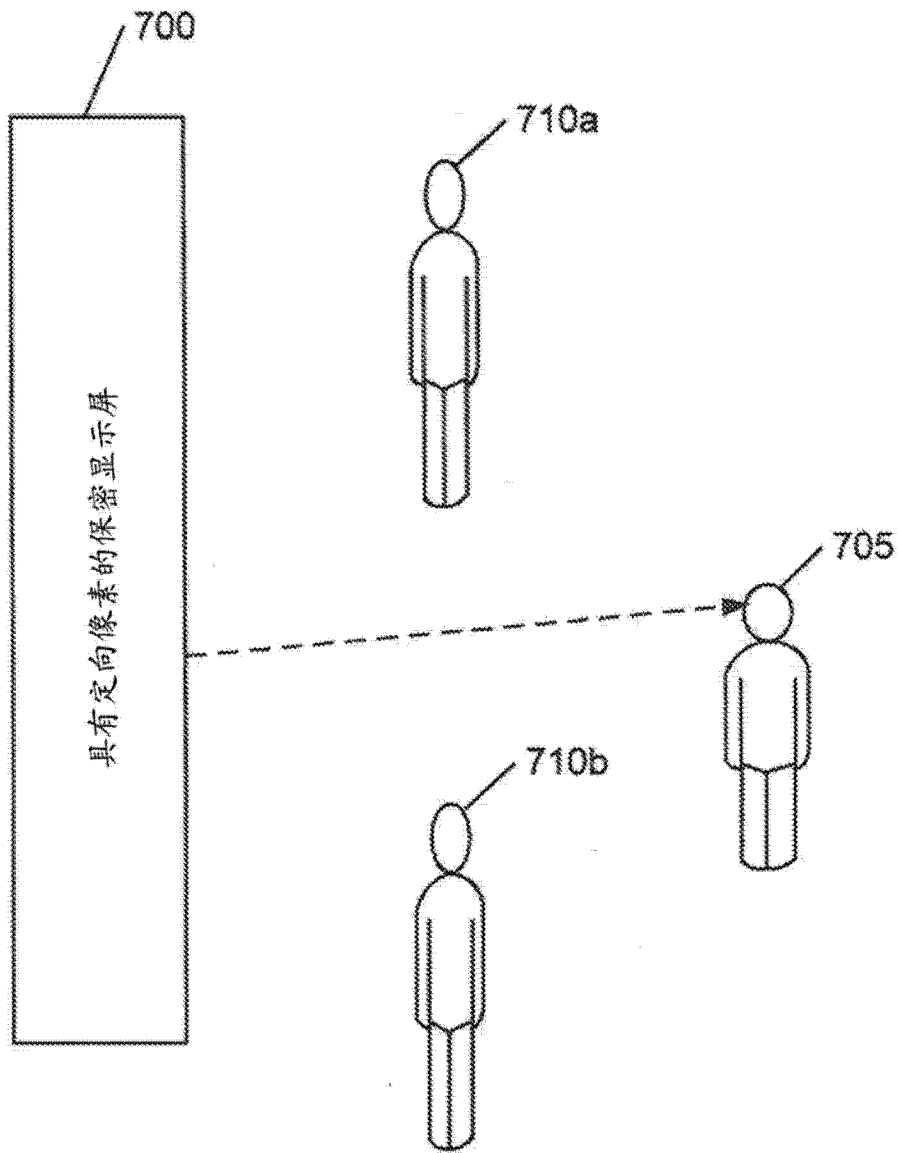


图 7