



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105324605 B

(45)授权公告日 2020.04.28

(21)申请号 201480023023.2

(22)申请日 2014.02.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105324605 A

(43)申请公布日 2016.02.10

(30)优先权数据

61/768,371 2013.02.22 US

61/791,112 2013.03.15 US

61/890,456 2013.10.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.10.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/017779 2014.02.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/130860 EN 2014.08.28

(73)专利权人 瑞尔D斯帕克有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 M·G·鲁宾逊 G·J·伍德盖特

(74)专利代理机构 北京嘉和天工知识产权代理
事务所(普通合伙) 11269

代理人 严慎

(51)Int.Cl.

G02F 1/13357(2006.01)

F21S 2/00(2016.01)

F21V 8/00(2006.01)

G02F 1/1335(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0243204 A1,2012.09.27,

US 2005/0135116 A1,2005.06.23,

WO 2012/068532 A2,2012.05.24,

审查员 张婷

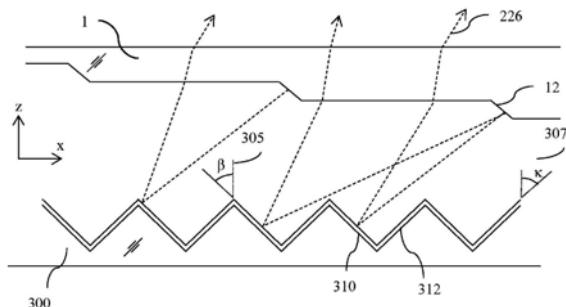
权利要求书4页 说明书34页 附图65页

(54)发明名称

定向背光源

(57)摘要

本发明提供一种可包括波导的定向显示器。所述波导可包括：光提取结构特征，所述光提取结构特征被布置用于使来自光源阵列的光通过全内反射导向到观察窗阵列；以及反射器，所述反射器被布置用于使来自所述波导的光通过透射穿过所述波导的提取结构特征导向到相同的观察窗阵列。所述定向显示器的亮度可增加。可实现有效并且明亮的自动立体显示系统。



1. 一种定向背光源，所述定向背光源包括：

波导，所述波导包括输入端；

光源阵列，所述光源阵列在跨所述波导的所述输入端的横向方向上设置在不同输入位置处，

所述波导还包括用于沿着所述波导引导光的相对的第一引导表面和第二引导表面，以及面向所述输入端的用于将输入光反射回穿过所述波导的反射端，所述第一引导表面被布置用于通过全内反射引导光，并且所述第二引导表面具有阶梯式形状，所述阶梯式形状包括：

多个小平面，所述多个小平面被取向用于使来自所述光源的光在从所述反射端反射后反射穿过所述第一引导表面，以相对所述第一引导表面的法线在横向方向分布的输出方向进入光学窗，所述输出方向取决于所述输入位置，以及

所述小平面之间的中间区域，所述中间区域被布置用于将光引导穿过所述波导；

后反射器，所述后反射器包括反射小平面的线性阵列，所述反射小平面被布置用于使来自所述光源的透射穿过所述波导的所述多个小平面的光反射回穿过所述波导，以离开穿过所述第一引导表面进入所述光学窗；

其中所述波导的所述多个小平面和所述后反射器的所述反射小平面在相同的方向上延伸。

2. 根据权利要求1所述的定向背光源，还包括漫射体，所述漫射体被设置用于接收通过所述第一引导表面输出的光。

3. 根据权利要求2所述的定向背光源，其中所述漫射体为不对称漫射体，所述不对称漫射体被布置用于在正交于所述横向方向的方向上提供比在所述横向方向上更大的角色散。

4. 根据权利要求2所述的定向背光源，还包括菲涅耳透镜，所述菲涅耳透镜至少在所述横向方向上具有光焦度，所述菲涅耳透镜被设置在所述波导的所述第一引导表面与所述漫射体之间。

5. 根据权利要求1所述的定向背光源，还包括菲涅耳透镜，所述菲涅耳透镜至少在所述横向方向上具有光焦度，所述菲涅耳透镜被设置用于接收通过所述第一引导表面输出的光。

6. 根据权利要求1所述的定向背光源，其中所述波导的所述小平面和所述后反射器的所述反射小平面在正交于所述横向方向的公共面上以相同方向倾斜。

7. 根据权利要求6所述的定向背光源，其中所述波导的所述小平面相对于所述第一引导表面的法线以角度 $(\pi/2-\alpha)$ 倾斜，所述后反射器的所述反射小平面相对于所述第一引导表面的法线以角度 β 倾斜，并且 $2\beta > \pi/2 - \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c))$ ， θ_c 是所述波导的所述小平面的临界角并且n是所述波导的材料的折射率。

8. 根据权利要求1所述的定向背光源，其中所述后反射器与所述波导间隔开，以使得来自所述波导的单个小平面的光入射到所述后反射器的多个反射小平面上，所述后反射器还包括在所述后反射器的所述反射小平面之间延伸的中间小平面，所述中间小平面在与所述后反射器的所述反射小平面相反的方向上成角度倾斜，使得来自所述光源的透射穿过所述波导的所述多个小平面的所述光不会入射到所述中间小平面上。

9. 根据权利要求1所述的定向背光源，其中所述后反射器的所述反射小平面具有不规

则节距。

10. 根据权利要求9所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述反射小平面具有不规则的随机节距。

11. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述反射小平面具有跨所述反射小平面阵列而变化的倾角。

12. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述反射小平面是线性的。

13. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述反射小平面是弯曲的。

14. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述反射小平面是凹形的,并且被布置成与所述波导的所述小平面对齐。

15. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述反射小平面沿它们的长度起伏。

16. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器进一步包括在所述反射小平面中的至少一些上的粗糙漫射表面。

17. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器的所述小平面被设置在所述波导的相应所述小平面之后,并且被布置用于使来自所述光源的透射穿过所述波导的相应所述小平面入射到所述后反射器的所述小平面上的所述光全部反射。

18. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述反射端在跨所述波导的横向方向上具有正光焦度。

19. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述后反射器由至少两个偏振反射器片形成,所述偏振反射器片被布置用于使在彼此正交的相应偏振方向上偏振的光反射,所述偏振反射器片被确定形状以形成反射小平面的所述线性阵列。

20. 根据权利要求1所述的定向背光源,其中所述波导的所述小平面是细长的并且沿它们的长度是弯曲的。

21. 一种定向显示装置,所述定向显示装置包括:

定向背光源,所述定向背光源包括:

波导,所述波导包括输入端;

光源阵列,所述光源阵列在跨所述波导的所述输入端的横向方向上设置在不同输入位置处,

所述波导还包括用于沿着所述波导引导光的相对的第一引导表面和第二引导表面,以及面向所述输入端的用于将输入光反射回穿过所述波导的反射端,所述第一引导表面被布置用于通过全内反射引导光,并且所述第二引导表面具有阶梯式形状,所述阶梯式形状包括:

多个小平面,所述多个小平面被取向用于使来自所述光源的光在从所述反射端反射后反射穿过所述第一引导表面,以相对所述第一引导表面的法线在横向方向分布的输出方向进入光学窗,所述输出方向取决于所述输入位置,以及

所述小平面之间的中间区域,所述中间区域被布置用于将光引导穿过所述波导;以及后反射器,所述后反射器包括反射小平面的线性阵列,所述反射小平面被布置用于使

来自所述光源的透射穿过所述波导的所述多个小平面的光反射回穿过所述波导,以离开穿过所述第一引导表面进入所述光学窗;其中所述波导的所述多个小平面和所述后反射器的所述反射小平面在相同的方向上延伸;以及

透射式空间光调制器,所述透射式空间光调制器被布置用于接收通过所述第一引导表面输出的光。

22. 根据权利要求21所述的定向显示装置,其中

所述空间光调制器被布置用于调制具有第一偏振的所述光的第一偏振分量;并且

所述定向显示装置还包括反射偏振器,所述反射偏振器被设置在所述波导的所述第一引导表面与所述空间光调制器之间,并且被布置用于透射所述第一偏振分量并且反射作为被拒绝光的所述输出光的第二偏振分量,所述第二偏振分量具有与所述第一偏振正交的偏振,

所述后反射器还包括中间小平面,所述中间小平面在所述后反射器的所述反射小平面之间延伸,并且在公共面上以与所述后反射器的所述反射小平面相反的方向倾斜,以使得多对反射小平面与中间小平面共同形成拐角小平面,所述拐角小平面被布置用于反射被拒绝的光以便供回所述空间光调制器,所述多对反射小平面与中间小平面在围绕所述空间光调制器的法线取向的平面中倾斜,使得所述后反射器在反射时将供回空间光调制器的被拒绝的光的偏振转换为所述第一偏振。

23. 根据权利要求22所述的定向显示装置,还包括偏振旋转器,所述偏振旋转器被设置在所述反射偏振器与所述空间光调制器之间,并且被布置用于旋转所述第一偏振分量。

24. 一种显示设备,所述显示设备包括:

定向背光源,所述定向背光源包括:

波导,所述波导包括输入端;

光源阵列,所述光源阵列在跨所述波导的所述输入端的横向方向上设置在不同输入位置处,

所述波导还包括用于沿着所述波导引导光的相对的第一引导表面和第二引导表面,以及面向所述输入端的用于将输入光反射回穿过所述波导的反射端,所述第一引导表面被布置用于通过全内反射引导光,并且所述第二引导表面具有阶梯式形状,所述阶梯式形状包括:

多个小平面,所述多个小平面被取向用于使来自所述光源的光在从所述反射端反射后反射穿过所述第一引导表面,以相对所述第一引导表面的法线在横向方向分布的输出方向进入光学窗,所述输出方向取决于所述输入位置,以及

所述小平面之间的中间区域,所述中间区域被布置用于将光引导穿过所述波导;以及

后反射器,所述后反射器包括反射小平面的线性阵列,所述反射小平面被布置用于使来自所述光源的透射穿过所述波导的所述多个小平面的光反射回穿过所述波导,以离开穿过所述第一引导表面进入所述光学窗;其中所述波导的所述多个小平面和所述后反射器的所述反射小平面在相同的方向上延伸;

透射式空间光调制器,所述透射式空间光调制器被布置用于接收通过所述第一引导表面输出的光;以及

控制系统,所述控制系统被布置用于选择性地操作所述光源以将光导向到对应于所述

输出方向的光学窗中。

25. 根据权利要求24所述的显示设备,其中所述显示设备为自动立体显示设备,其中所述控制系统被进一步布置用于控制所述显示装置以显示时间上多路复用的左图像和右图像,并且同步地将所述显示的图像导向进入在对应于观察者的左眼和右眼的位置的光学窗中。

26. 根据权利要求25所述的显示设备,其中所述控制系统还包括传感器系统,所述传感器系统被布置用于检测观察者跨所述显示装置的所述位置,并且

所述控制系统被布置用于将所述输出光导向进入根据所述被检测到的所述观察者的位置选择的光学窗中。

27. 根据权利要求24所述的显示设备,其中

所述空间光调制器被布置用于调制具有第一偏振的所述光的第一偏振分量;并且

所述空间光调制器还包括反射偏振器,所述反射偏振器被设置在所述波导的所述第一引导表面与所述空间光调制器之间,并且被布置用于透射所述第一偏振分量并且反射作为被拒绝光的所述输出光的第二偏振分量,所述第二偏振分量具有与所述第一偏振正交的偏振,

所述后反射器还包括中间小平面,所述中间小平面在所述后反射器的所述反射小平面之间延伸,并且在公共面上以与所述后反射器的所述反射小平面相反的方向倾斜,以使得多对反射小平面与中间小平面共同形成拐角小平面,所述拐角小平面被布置用于反射被拒绝的光以便供回所述空间光调制器,所述多对反射小平面与中间小平面在围绕所述空间光调制器的法线取向的平面中倾斜,使得所述后反射器在反射时将供回空间光调制器的被拒绝的光的偏振转换为所述第一偏振。

28. 根据权利要求27所述的显示设备,还包括偏振旋转器,所述偏振旋转器被设置在所述反射偏振器与所述空间光调制器之间,并且被布置用于旋转所述第一偏振分量。

定向背光源

[0001] 相关专利申请的交叉引用:本申请要求2013年2月22日提交的标题为“Directional backlight”(定向背光源)的美国临时专利申请61/768,371(代理人参考卷号95194936.355000);2013年3月15日提交的标题为“Directional backlight”(定向背光源)的美国临时专利申请61/791,112(代理人参考卷号95194936.355000A);以及2013年10月14日提交的标题为“Energy efficient directional backlight”(能量高效定向背光源)的美国临时专利申请61/890,456(代理人参考卷号95194936.355000B)的优先权,所述专利申请均全文以引用方式并入本文。本申请还涉及2013年3月15日提交的标题为“Polarization recovery in a directional display device”(定向显示装置中的偏振恢复)的美国专利申请13/837,466(代理人参考卷号95194936.325001),该专利申请全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0002] 本发明整体涉及光调制装置的照明,并且更具体地讲,涉及用于从局部光源提供大面积照明以便在2D显示装置中使用的光导。

背景技术

[0003] 空间多路复用自动立体显示器通常使视差组件(诸如柱状透镜屏幕或视差屏障)与图像阵列对准,所述图像阵列被布置成空间光调制器(例如LCD)上的至少第一组像素和第二组像素。视差组件将来自像素组的每组的光导向到相应不同的方向以在显示器前面提供第一观察窗和第二观察窗。眼睛看向第一观察窗的观察者可以使用来自第一组像素的光看到第一图像;且眼睛看向第二观察窗的观察者可以使用来自第二组像素的光看到第二图像。

[0004] 与空间光调制器的原始分辨率相比,此类显示器具有降低的空间分辨率,并且此外,观察窗的结构由像素孔形状和视差组件成像功能确定。像素之间的间隙(例如对于电极而言)通常产生不均匀的观察窗。不期望的是,当观察者相对于显示器横向移动时,此类显示器呈现图像闪烁,因此限制了显示器的观察自由度。可通过使光学元件散焦来减少此类闪烁;然而,此类散焦会导致增加的图像串扰水平并且增加观察者的视觉疲劳。此类闪烁可通过调整像素孔的形状而减少,然而,此类改变可降低显示器亮度并且可包括对空间光调制器中的电子设备进行寻址。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一方面,可提供观察窗。可通过波导的光提取结构特征的透射来提供这些观察窗。可使光提取结构特征与来自光提取结构特征的光的全内反射所提供的观察窗对准。可实现明亮且功率高效的显示器。

[0006] 根据本发明的另一方面,可提供定向背光源,该定向背光源可包括波导和光源阵列,该光源阵列设置在跨波导的输入端的横向方向上的不同输入位置处。波导可包括输入

端；用于沿着波导引导光的相对的第一引导表面和第二引导表面；以及面向输入端的用于将输入光穿过波导反射回去的反射端。第一引导表面可被布置用于通过全内反射引导光，并且第二引导表面可具有阶梯式形状。阶梯式形状可包括多个小平面，这些小平面被取向为使来自光源的光在从反射端反射后反射穿过第一引导表面，在输出方向上进入光学窗。输出方向可分布在第一引导表面的法线的横向方向中并且主要取决于输入位置，并且小平面之间的中间区域可被布置用于将光导向穿过波导而不提取光。该定向背光源还可包括后反射器，后反射器可包括被布置用于反射来自光源的光的反射小平面线性阵列。光可透射穿过波导的多个小平面，穿过波导返回以穿过第一引导表面离开，进入所述光学窗。

[0007] 该定向背光源可包括漫射体，该漫射体被设置成接收穿过第一引导表面的光输出。漫射体可为不对称漫射体，其可被布置用于在正交于横向方向的方向上提供比在横向方向上更大的角色散。该定向背光源可包括菲涅耳透镜，该菲涅耳透镜可在至少横向方向上具有光焦度，并且该菲涅耳透镜可被设置在波导的第一引导表面与漫射体之间。又如，该菲涅耳透镜可在被设置为接收穿过第一引导表面的光输出的至少横向方向上具有光焦度。

[0008] 该定向背光源的波导可包括小平面，这些小平面可以是后反射器的反射小平面并且可在近似正交于横向方向的公共面上以相同的方向倾斜。波导的小平面可相对于第一引导表面的法线以近似角度($\pi/2-\alpha$)倾斜，并且后反射器的反射小平面可相对于第一引导表面的法线以角度 β 倾斜，并且 $2\beta > \pi/2 - \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c))$ ，其中 θ_c 是波导的小平面的临界角，并且n是波导材料的折射率。

[0009] 该定向背光源的后反射器可与波导间隔开来，使得来自波导的单独小平面的光入射到后反射器的多个反射小平面上。后反射器还可包括中间小平面，这些中间小平面可在后反射器的反射小平面之间延伸。中间小平面可在与后反射器的反射小平面相反的方向上以某个角度倾斜，使得来自光源的透射穿过波导的多个小平面的光可能不会入射到中间小平面上。后反射器的反射小平面可具有不规则的节距。后反射器的反射小平面具有不规则的随机化节距。后反射器的反射小平面可具有在反射小平面阵列上变化的倾斜度。后反射器的反射小平面可以是线性的。后反射器的反射小平面可以是弯曲的。后反射器的反射小平面可沿着它们的长度起伏。后反射器还可在反射小平面中的至少一些上包括漫射表面。

[0010] 在一个示例中，后反射器的小平面可被设置在波导小平面中的相应小平面的后面，并且被布置用于将来自光源的透射穿过波导小平面中的相应一个的光的基本上全部反射。反射端在跨波导的横向方向上可具有正光焦度。后反射器可由至少两块偏振反射片形成，这些偏振反射片被布置用于将在彼此正交的相应偏振方向上偏振的光反射，这些偏振反射片被成型为形成所述反射小平面线性阵列。有利的是，后反射器的成本可能会降低。

[0011] 根据本发明的另一方面，可提供定向显示装置，该定向显示装置可包括先前论述的定向背光源，以及可被布置用于接收来自第一引导表面的输出光的透射式空间光调制器。

[0012] 根据本发明的另一方面，可提供显示设备，该显示设备可包括先前论述的定向显示装置，以及可被布置用于选择性地操作光源来将光导向到对应于输出方向的光学窗中的控制系统。显示设备可为自动立体显示设备，其中控制系统可被进一步布置用于控制显示装置来显示时间上多路复用的左图像和右图像，并且基本上同步地将显示的图像导向到在对应于观察者的左眼和右眼的位置的观察窗中。自动立体显示设备的控制系统可包括传感

器系统,该传感器系统可被布置用于检测显示装置对面的观察者的位置。另外,控制系统可被布置用于将输出光导向到根据被检测到的观察者的位置所选择的光学窗中。

[0013] 根据本发明的另一方面,定向背光源可包括具有输入端的波导;单个光源,该单个光源设置在跨波导的输入端的横向方向上的预定输入位置处,该波导还包括用于沿波导引导光的相对的第一引导表面和第二引导表面,以及面向输入端的用于将输入光穿过波导反射回去的反射端,第一引导表面被布置用于通过全内反射引导光并且第二引导表面具有阶梯式形状,该阶梯式形状包括(a)多个小平面,这些小平面被取向为使来自光源的光在从反射端反射后反射穿过第一引导表面,在输出方向上进入光学窗,该输出方向取决于光源的输入位置而定位在横向方向上,以及(b)小平面之间的被布置用于将光引导穿过波导的中间区域;后反射器,该后反射器包括反射小平面阵列,这些反射小平面被布置用于将来自光源的透射穿过波导的多个小平面的光穿过波导反射回去,穿过第一引导表面离开,进入所述光学窗。

[0014] 有利的是,光源的成本降低,并且不需要跟踪技术,这进一步降低了成本并且延长了装置寿命。另外,可通过高光学效率获得高增益光学输出。

[0015] 根据本发明的其他方面,成像定向背光源可包括用于引导光的波导。波导可包括可操作以在第一方向上导向来自照明器阵列的光的第一光引导表面,可操作以允许光离开波导的第二光引导表面,以及可操作以接收来自照明器阵列的光的光输入表面。

[0016] 显示器背光源一般采用波导和边缘发光源。某些成像定向背光源具有将照明导向穿过显示器面板进入观察窗的另外的能力。成像系统可在多个光源与相应的窗图像之间形成。成像定向背光源的一个例子是可采用折叠式光学系统的光学阀,因此也可以是折叠式成像定向背光源的例子。光可在基本上无损耗的情况下在一个方向上传播穿过光学阀,同时反向传播光可通过反射离开倾斜小平面而被提取,如专利申请13/300,293中所述,所述专利申请全文以引用方式并入本文。

[0017] 本文的实施例可提供具有大面积和薄型结构的自动立体显示器。另外,如将描述,本发明的波导可实现具有较大后工作距离的薄型光学组件。此类组件可用于定向背光源中,以提供包括自动立体显示器的定向显示器。另外,实施例可提供受控照明器以实现高效自动立体显示的目的;以及具有防窥功能的一个或多个高亮度2D显示器,从而提供高效2D显示。

[0018] 本发明的实施例可用于多种光学系统中。实施例可包括或利用各种投影仪、投影系统、光学组件、显示器、微型显示器、计算机系统、处理器、独立成套的投影仪系统、视觉和/或视听系统以及电和/或光学装置。实际上,本发明的方面可以跟与光学和电气装置、光学系统、演示系统有关的任何设备,或者可包括任何类型的光学系统的任何设备一起使用。因此,本发明的实施例可用于光学系统、视觉和/或光学演示中使用的装置、视觉外围设备等,并且可用于多种计算环境。

[0019] 在详细讨论所公开的实施例之前,应当理解,本发明并不将其应用或形成限于所示的具体布置的细节,因为本发明能够采用其他实施例。此外,可以不同的组合和布置来阐述本发明的各个方面,以限定实施例在其本身权利内的独特性。另外,本文使用的术语是为了说明的目的,而非限制。

[0020] 定向背光源通常通过调制布置在光学波导的输入孔侧的独立LED光源,来提供对

从基本上整个输出表面发出的照明的控制。控制所发射的光定向分布可实现：用于安全功能的单人观察，其中仅可由单一观察者在有限的角度范围内看到显示器；较高的电效率，其中可在较小的角度定向分布上提供照明；用于时序立体和自动立体显示器的交替的左眼和右眼观察；以及低成本。

[0021] 本领域的普通技术人员在阅读本发明内容全文后，本发明的这些和其他优点以及特征将变得显而易见。

附图说明

[0022] 实施例通过举例的方式在附图中示出，其中类似的附图标号表示类似的组件，并且其中：

[0023] 图1A是根据本发明的示意图，其示出了定向显示装置的一个实施例中的光传播的正视图；

[0024] 图1B是根据本发明的示意图，其示出了图1A的定向显示装置的一个实施例中的光传播的侧视图；

[0025] 图2A是根据本发明的示意图，其以定向显示装置的另一个实施例中的光传播的顶视图示出；

[0026] 图2B是根据本发明的示意图，其以图2A的定向显示装置的正视图示出了光传播；

[0027] 图2C是根据本发明的示意图，其以图2A的定向显示装置的侧视图示出了光传播；

[0028] 图3是根据本发明的示意图，其以定向显示装置的侧视图示出；

[0029] 图4A是根据本发明的示意图，其以正视图示出了定向显示装置中观察窗的生成，并且包括弯曲光提取结构特征；

[0030] 图4B是根据本发明的示意图，其以正视图示出了定向显示装置中第一观察窗和第二观察窗的生成，并且包括弯曲光提取结构特征；

[0031] 图5是根据本发明的示意图，其示出了定向显示装置中第一观察窗的生成，并且包括线性光提取结构特征；

[0032] 图6A是根据本发明的示意图，其示出了时间多路复用定向显示装置中的第一观察窗的生成的一个实施例；

[0033] 图6B是根据本发明的示意图，其示出了在第二时隙中时间多路复用定向显示装置中的第二观察窗的生成的另一个实施例；

[0034] 图6C是根据本发明的示意图，其示出了在时间多路复用定向显示装置中的第一观察窗和第二观察窗的生成的另一个实施例；

[0035] 图7是根据本发明的示意图，其示出了观察者跟踪自动立体定向显示装置；

[0036] 图8是根据本发明的示意图，其示出了多观察者定向显示装置；

[0037] 图9是根据本发明的示意图，其示出了防窥定向显示装置；

[0038] 图10是根据本发明的示意图，其以侧视图示出了定向显示装置的结构；

[0039] 图11是根据本发明的示意图，其示出了用于观察者跟踪定向显示设备的控制系统；

[0040] 图12是根据本发明的示意图，其示出了具有后反射器的定向显示装置的侧视图，其中后反射器具有反射小平面阵列；

- [0041] 图13是根据本发明的示意图,其示出了具有波导和后反射器的定向显示装置的正视图,其中波导具有线性光提取结构特征,后反射器具有线性反射小平面阵列;
- [0042] 图14是根据本发明的示意图,其示出了具有波导和后反射器的定向显示装置的正视图,其中波导具有弯曲光提取结构特征,后反射器具有线性反射小平面阵列;
- [0043] 图15A是根据本发明的示意图,其示出了具有波导和后反射器的定向显示装置的正视图,其中波导具有弯曲光提取结构特征,后反射器具有弯曲反射小平面阵列;
- [0044] 图15B是根据本发明的示意图,其示出了定向背光源的正视图,该定向背光源包括图15A的波导和后反射器;
- [0045] 图15C是根据本发明的示意图,其示出了后反射器的正视图,该后反射器包括随机反射小平面;
- [0046] 图16是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向显示装置的侧视图;
- [0047] 图17是根据本发明的示意图,其示出了在波导外部和内部的发光强度与传播角度的曲线图;
- [0048] 图18是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向显示装置的另一个侧视图;
- [0049] 图19A是根据本发明的示意图,其示出了不对称漫射体的正视图和侧视图;
- [0050] 图19B是根据本发明的示意图,其示出了不对称漫射体的正视图和侧视图;
- [0051] 图19C是根据本发明的示意图,其示出了不对称漫射体的正视图和侧视图;
- [0052] 图20是根据本发明的示意图,其示出了具有镀银光提取结构特征的波导的另一个侧视图;
- [0053] 图21是根据本发明的示意图,其示出了在图20的波导外部和内部的发光强度与传播角度的曲线图;
- [0054] 图22是根据本发明的示意图,其示出了借助于在不对称漫射体之前来自光提取结构特征的反射而形成的离开图16的波导的光的发光强度与传播角度的曲线图;
- [0055] 图23是根据本发明的示意图,其示出了借助于在不对称漫射体之后来自光提取结构特征的反射而形成的离开图16的波导的光的发光强度与传播角度的曲线图;
- [0056] 图24A是根据本发明的示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征而形成的波导中的光线传播路径的侧视图;
- [0057] 图24B是根据本发明的示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征而形成的离开图24A的波导的光的发光强度与传播角度的曲线图;
- [0058] 图25A是根据本发明的示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征并且与反射小平面相互作用而形成的波导中的光线传播路径的侧视图;
- [0059] 图25B是根据本发明的示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征并且进一步与光引导结构特征和反射小平面相互作用而形成的波导中的光线传播路径的侧视图;
- [0060] 图25C是根据本发明的示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征、与光引导结构特征相互作用、还包括布置在波导与反射结构特征之间的层而形成的波导中的光线传播路径的侧视图;
- [0061] 图26是根据本发明的示意图,其示出了具有后反射器的波导的侧视图的细节,其中后反射器具有反射小平面阵列;

[0062] 图27是根据本发明的示意图,其示出了具有后反射器的波导的侧视图的细节,其中后反射器具有反射小平面阵列;

[0063] 图28A至图28E是根据本发明的示意图,其示出了具有后反射器的波导的侧视图的细节,其中后反射器具有反射小平面阵列;

[0064] 图28F至图28I是根据本发明的示意图,其示出了形成后反射器的方法的侧视图;

[0065] 图28J至图28K是根据本发明的示意图,其示出了后反射器的正视图;

[0066] 图29是根据本发明的示意图,其示出了具有后反射器的波导的另一个侧视图的细节,其中后反射器具有反射小平面阵列;

[0067] 图30是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器在不对称漫射体之前具有反射小平面阵列;

[0068] 图31是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器在不对称漫射体之后具有反射小平面阵列;

[0069] 图32A是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器在不对称漫射体之后具有反射小平面阵列;

[0070] 图32B是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器具有反射小平面阵列;

[0071] 图32C是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器在不对称漫射体之后具有反射小平面阵列;

[0072] 图32D是根据本发明的示意图,其示出了本发明实施例的光输出在布置在工作台表面上的显示器中的使用的侧视图;

[0073] 图32E是根据本发明的示意图,其示出了后反射器的侧视图,其中后反射器的小平面是凹形的并且被布置用于使来自光学阀的相对对准的光提取结构特征的光成像;

[0074] 图32F是根据本发明的示意图,其示出了定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,该定向背光源设备包括图32E的布置;

[0075] 图33A是根据本发明的示意图,其示出了具有波导的定向显示装置的侧视图,其中波导具有后反射器,该后反射器具有反射小平面阵列、菲涅耳透镜和不对称漫射体;

[0076] 图33B是根据本发明的示意图,其示出了用于确定光提取结构特征和后反射小平面的曲率之间的关系的示例性光路;

[0077] 图33C是根据本发明的示意图,其示出了如图33B所示的所提取的光线角度与入射光线角度的曲线图;

[0078] 图33D是根据本发明的示意图,其示出了被跟踪以优化照明系统设计的光路;

[0079] 图33E是根据本发明的示意图,其示出了被跟踪以优化照明系统设计的离开提取结构特征和离开反射小平面光路;

[0080] 图33F是根据本发明的示意图,其示出了从单个观察点发出的反射离开提取结构特征或反射小平面的那些光线的光线发射位置与水平屏幕位置的曲线图;

- [0081] 图34是根据本发明的示意图,其示出了使用偏振恢复的定向显示装置的实施例的侧视图;
- [0082] 图35A是根据本发明的示意图,其示出了图34的使用偏振恢复的定向显示装置的实施例的侧视图;
- [0083] 图35B是根据本发明的示意图,其示出了图34的偏振恢复布置的细节的另一个侧视图;
- [0084] 图35C是根据本发明的示意图,其示出了图34的偏振恢复布置的正视图;
- [0085] 图35D是根据本发明的示意图,其示出了用于图36A的布置的对称漫射体的正视图;
- [0086] 图35E是根据本发明的示意图,其示出了光学层叠装置的透视图,该光学层叠装置包括光学阀、后反射器、光学控制层和空间光调制器;
- [0087] 图35F至图35I是根据本发明的示意图,其示出了光学层叠装置的侧视图,该光学层叠装置包括光学控制层和空间光调制器;
- [0088] 图36A至图36B是根据本发明的示意图,其示出了偏振恢复布置的其他侧视图;
- [0089] 图37A至图37B是根据本发明的示意图,其示出了偏振恢复布置的侧视图;
- [0090] 图37C是根据本发明的示意图,其示出了包括光散射结构特征和后反射器的光学阀的侧视图;
- [0091] 图37D是根据本发明的示意图,其示出了包括光散射结构特征和后反射器的光学阀的外观的正视图;
- [0092] 图37E是根据本发明的示意图,其示出了包括光散射结构特征和后反射器的光学阀的侧视图,其中后反射器还包括光散射小平面表面;
- [0093] 图37F是根据本发明的示意图,其示出了包括光散射结构特征和后反射器的光学阀的外观的正视图,其中后反射器还包括光散射小平面表面;
- [0094] 图37G是根据本发明的示意图,其示出了包括起伏结构的光学阀的光提取结构特征的透视图;
- [0095] 图37H至图37I是根据本发明的示意图,其示出了包括起伏结构的后反射器的透视图;
- [0096] 图38A是根据本发明的示意图,其示出了包括弯曲小平面的偏振恢复实施例的正视图;
- [0097] 图38B是根据本发明的示意图,其示出了被跟踪以优化背光源设计的再循环光路;
- [0098] 图39是根据本发明的示意图,其示出了二次反射离开反射膜小平面的再循环光线;
- [0099] 图40是根据本发明的示意图,其示出了从单个观察点发出的经历了再循环或未经历再循环并且随后反射离开提取结构特征或者反射器小平面的那些光线的光线发射位置与水平屏幕位置的曲线图;
- [0100] 图41是根据本发明的示意图,其示出了被布置在纵向取向上以提供水平2D观察窗的光学阀的正视图;
- [0101] 图42A是根据本发明的示意图,其示出了被布置在横向取向上以提供竖直2D观察窗的光学阀的正视图;

[0102] 图42B至图42D是根据本发明的示意图,其示出了发光元件光通量与在发光元件阵列中的位置的曲线图;

[0103] 图43A至图43B是根据本发明的示意图,其示出了光学阀的正视图和侧视图,该光学阀在输入侧面处布置有反射器以将返回光重新导向到宽观察锥和一体化菲涅耳镜中;

[0104] 图43C至图43D是示出了光学阀的其他正视图的示意图,该光学阀在输入侧面处布置有反射器以将返回光重新导向到宽观察锥和一体化菲涅耳镜中;

[0105] 图43E是根据本发明的示意图,其示出了来自图43A的布置的发光强度分布的曲线图;

[0106] 图44A至图44B是根据本发明的示意图,其示出了光学阀的正视图和侧视图,该光学阀还包括不对称漫射体,该不对称漫射体被布置在反射端附近以提高输出均匀度;

[0107] 图44C至图44D是根据本发明的示意图,其示出了形成光学阀的方法的正视图;

[0108] 图45A是根据本发明的示意图,其示出了第一组装步骤中的光学阀的正视图,该光学阀包括布置在第一装置框架上的LED阵列和布置在第二装置框架上的菲涅耳镜;

[0109] 图45B是根据本发明的示意图,其示出了第二组装步骤中的光学阀的正视图,该光学阀包括布置在第一装置框架上的LED阵列和布置在第二装置框架上的菲涅耳镜;

[0110] 图46A是根据本发明的示意图,其示出了用于包括反射膜的显示装置的电池的正视图;

[0111] 图46B至图46C是根据本发明的示意图,其示出了用于包括反射膜的显示装置的电池的侧视图;

[0112] 图47是根据本发明的示意图,其示出了包括布置在楔形电池上的反射膜的显示装置的侧视图;

[0113] 图48是根据本发明的示意图,其示出了显示装置的侧视图,该显示装置包括开槽侧壁,该开槽侧壁便于放置LED从而减小边框宽度;以及

[0114] 图49是根据本发明的示意图,其示出了显示装置的侧视图,该显示装置包括开槽侧壁,该开槽侧壁便于放置反射镜从而减小边框宽度。

具体实施方式

[0115] 时间多路复用自动立体显示器可有利地通过在第一时隙中将来自空间光调制器所有像素的光引导至第一观察窗并在第二时隙中将来自所有像素的光引导至第二观察窗,而改善自动立体显示器的空间分辨率。因此,眼睛被布置成接收第一观察窗和第二观察窗中的光的观察者将通过多个时隙看到遍及整个显示器的全分辨率图像。时间多路复用显示器可有利地通过使用定向光学元件将照明器阵列引导穿过基本上透明的时间多路复用空间光调制器,而实现定向照明,其中定向光学元件在窗平面中基本上形成照明器阵列的图像。

[0116] 观察窗的均匀度可有利地与空间光调制器中像素的布置方式无关。有利的是,此类显示器可提供具有低闪烁的观察者跟踪显示器,且对于移动观察者的串扰水平较低。

[0117] 为了在窗平面中实现高均匀度,期望提供具有高空间均匀度的照明元件阵列。可例如通过大小为大约100微米的空间光调制器的像素与透镜阵列的组合,提供时序照明系统的照明器元件。然而,此类像素会遭受对于空间多路复用显示器而言的类似的难题。另

外,此类装置可具有较低效率和较高成本,从而需要另外的显示组件。

[0118] 可便利地用宏观照明器(例如LED阵列)与通常具有1mm或更大大小的均匀化和漫射光学元件的组合,来实现高窗平面均匀度。然而,照明器元件的大小增加意味着定向光学元件的大小成比例地增加。例如,成像到65mm宽观察窗的16mm宽的照明器可需要200mm的后工作距离。因此,光学元件的厚度增加可妨碍有效应用于例如移动显示器或大面积显示器。

[0119] 为解决上述缺点,如共同拥有的美国专利申请No.13/300,293所述的光学阀有利地可与快速切换透射式空间光调制器组合布置,以在薄型封装中实现时间多路复用自动立体照明,同时提供高分辨率图像及无闪烁观察者跟踪和低串扰水平。描述了观察位置或窗的一维阵列,其可在第一(通常水平)方向上显示不同图像,但在第二(通常竖直)方向上移动时包含相同图像。

[0120] 常规的非成像显示背光源通常采用光学波导并且具有来自光源(诸如LED)的边缘照明。然而,应当理解,此类常规的非成像显示背光源与本发明中所述的成像定向背光源之间在功能、设计、结构和操作方面存在许多根本差异。

[0121] 一般来讲,例如,根据本发明,成像定向背光源被布置成将来自多个光源的照明在至少一条轴中导向穿过显示器面板到达相应的多个观察窗。每个观察窗通过成像定向背光源的成像系统在光源的至少一条轴中基本上形成为图像。成像系统可形成于多个光源与相应的窗图像之间。以此方式,来自多个光源中的每一者的光对于处于相应观察窗之外的观察者眼睛而言基本上不可见。

[0122] 相比之下,常规的非成像背光源或光引导板(LGP)用于2D显示器的照明。参见例如,Kälil Käläntär et al., Backlight Unit With Double Surface Light Emission, J.Soc.Inf.Display, Vol.12, Issue 4, pp.379–387 (Dec. 2004) (Kälil Käläntär等人,使用二次表面光发射的背光单元,国际信息显示学会会报,第12卷,第4期,第379–387页,2004年12月)。非成像背光源通常被布置成将来自多个光源的照明导向穿过显示器面板进入对于多个光源中的每一者而言基本上共用的观察区内,以实现宽视角和高显示均匀度。因此,非成像背光源不形成观察窗。以此方式,来自多个光源中的每一者的光对于处于跨观察区的基本上所有位置的观察者眼睛而言可以是可见的。此类常规非成像背光源可具有一定方向性,例如,以便与朗伯型照明相比增加屏幕增益,这可通过增亮膜(诸如,来自3M的BEFTM)提供。然而,此类方向性对于相应光源中的每一者而言可基本上相同。因此,出于这些原因以及对于普通技术人员应当显而易见的其他原因,常规非成像背光源不同于成像定向背光源。边缘照明式非成像背光源照明结构可用于液晶显示系统,例如2D膝上型计算机、监视器和电视中看到的液晶显示系统。光从可包括稀疏结构特征的有损耗波导的边缘传播;所述稀疏结构特征通常是波导的表面中的导致光损耗而与光的传播方向无关的局部缺口。

[0123] 如本文所用,光学阀是这样的光学结构,其可以是称为例如光阀、光学阀定向背光源和阀定向背光源(“v-DBL”)的光引导结构或装置的类型。在本发明中,光学阀不同于空间光调制器(虽然空间光调制器有时在本领域中可一般称为“光阀”)。成像定向背光源的一个例子为可采用折叠式光学系统的光学阀。光可在基本上无损耗的情况下在一个方向上传播穿过光学阀,可入射到成像反射器上,并且可反向传播,使得光可通过反射离开倾斜的光提取结构特征而被提取,并导向至如专利申请13/300,293中所述的观察窗,所述专利申请全文以引用方式并入本文。

[0124] 如本文所用,成像定向背光源的例子包括阶梯式波导成像定向背光源、折叠成像定向背光源、楔型定向背光源或光学阀。

[0125] 另外,如本文所用,阶梯式波导成像定向背光源可为光学阀。阶梯式波导是用于成像定向背光源的波导,包括用于引导光的波导,该波导还包括:第一光引导表面;以及与第一光引导表面相对的第二光引导表面,该波导还包括散布有多个被布置为阶梯的提取结构特征的多个光引导结构特征。

[0126] 此外,如所使用,折叠式成像定向背光源可为楔型定向背光源或光学阀中的至少一者。

[0127] 在操作中,光可在示例性光学阀内在第一方向上从输入侧面传播到反射侧面并且可在基本上无损耗的情况下透射。光可在反射侧面反射并且在与第一方向基本上相对的第二方向上传播。当光在第二方向上传播时,光可入射到光提取结构特征上,所述光提取结构特征可操作以将光重新导向到光学阀之外。换句话说,光学阀一般允许光在第一方向上传播并且可允许光在第二方向上传播时被提取。

[0128] 光学阀可实现大显示面积的时序定向照明。另外,可采用比光学元件后工作距离更薄的光学元件以将来自宏观照明器的光导向到窗平面。此类显示器可使用光提取结构特征阵列,所述光提取结构特征阵列被布置成提取在基本上平行的波导中反向传播的光。

[0129] 用于与LCD一起使用的薄型成像定向背光源实施方案已在以下专利中提出和论证:3M的例如美国专利No.7,528,893;微软(Microsoft)的例如美国专利No.7,970,246,其在本文可称为“楔型定向背光源”;RealD的例如美国专利申请No.13/300,293,其在本文可称为“光学阀”或“光学阀定向背光源”,所有上述专利全文以引用方式并入本文。

[0130] 本发明提供了阶梯式波导成像定向背光源,其中光可在例如阶梯式波导的内面之间来回反射,所述阶梯式波导可包括第一侧面和第一组结构特征。在光沿着阶梯式波导的长度行进时,光可基本上不改变相对于第一侧面和第一组表面的入射角,且因此在这些内面处可不达到介质的临界角。光提取可有利地由第二组表面(阶梯“立板”)实现,所述第二组表面斜向于第一组表面(阶梯“踏板”)。应当注意,第二组表面可不为阶梯式波导的光引导操作的部分,但可被布置成由该结构提供光提取。相比之下,楔型成像定向背光源可允许在具有连续内表面的楔形轮廓波导内引导光。因此,光学阀不是楔型成像定向背光源。

[0131] 图1A是示出了定向显示装置的一个实施例中的光传播的正视图的示意图,并且图1B是示出了图1A的定向显示装置中的光传播的侧视图的示意图。

[0132] 图1A示出了定向显示装置的定向背光源的xy平面中的正视图,并且包括可用于照明阶梯式波导1的照明器阵列15。照明器阵列15包括照明器元件15a至照明器元件15n(其中n是大于1的整数)。在一个例子中,图1A的阶梯式波导1可为阶梯式的、显示器大小的波导1。照明元件15a至照明元件15n是可为发光二极管(LED)的光源。虽然LED在本文作为照明器元件15a-15n来讨论,但可使用其他光源,诸如但不限于二极管源、半导体源、激光源、局域场致发射源、有机发射器阵列等。另外,图1B示出了在xz平面中的侧视图,并且包括如图所示布置的照明器阵列15、SLM(空间光调制器)48、提取结构特征12、引导结构特征10和阶梯式波导1。图1B中提供的侧视图为图1A中所示的正视图的替代视图。因此,图1A和图1B的照明器阵列15彼此对应,并且图1A和图1B的阶梯式波导1可彼此对应。

[0133] 另外,在图1B中,阶梯式波导1可具有较薄的输入端2和较厚的反射端4。因此,波导

1在接收输入光的输入端2与将输入光反射回穿过波导1的反射端4之间延伸。输入端2在跨波导的横向方向上的长度大于输入端2的高度。将照明器元件15a至照明器元件15n设置在跨输入端2的横向方向上的不同输入位置。

[0134] 波导1具有相对的第一引导表面和第二引导表面,所述引导表面在输入端2与反射端4之间延伸,用于通过全内反射沿波导1来回引导光。第一引导表面是平坦的。第二引导表面具有多个光提取结构特征12,所述光提取结构特征面向反射端4并且倾斜以在多个方向上反射从反射端穿过波导1引导回的光中的至少一些光,所述多个方向破坏第一引导表面处的全内反射并且允许穿过第一引导表面(例如图1B中朝上)输出,所述输出被供应到SLM 48。

[0135] 在此例子中,光提取结构特征12是反射小平面,但可使用其他反射结构特征。光提取结构特征12不引导光穿过波导,而光提取结构特征12之间的第二引导表面的中间区域在不提取光的情况下引导光。第二引导表面的那些区域是平坦的并且可平行于第一引导表面或以相对较低的倾角延伸。光提取结构特征12横向于那些区域延伸,使得第二引导表面具有阶梯式形状,所述阶梯式形状包括光提取结构特征12和中间区域。光提取结构特征12被取向为将来自光源的光在从反射端4反射后反射穿过第一引导表面。

[0136] 光提取结构特征12被布置用于将来自在跨输入端的横向方向上的不同输入位置的输入光在相对于第一引导表面的不同方向上导向,所述不同方向取决于输入位置。由于照明元件15a-15n被布置在不同输入位置处,所以来自相应照明元件15a-15n的光在那些不同方向上反射。这样,照明元件15a-15n中的每个在分布在横向方向中的输出方向上将光导向进入各自的光学窗,所述输出方向取决于输入位置。对于输出光而言,输入位置分布在其中的跨输入端2的横向方向对应于第一引导表面法线的横向方向。如输入端2处限定且对于输出光而言的横向方向在该实施例中保持平行,其中反射端4和第一引导表面处的偏转一般与横向方向正交。在控制系统的控制下,照明器元件15a-15n可选择性地操作以将光导向到可选择的光学窗中。光学窗可单独或成组地用作观察窗。

[0137] 反射端4在跨波导的横向方向上可具有正光焦度。在通常反射端4具有正光焦度的实施例中,光轴可参照反射端4的形状限定,例如为穿过反射端4的曲率中心的线并且与末端4围绕x轴的反射对称的轴线重合。在反射表面4平坦的情况下,光轴可相对于具有光焦度的其他组件(例如光提取结构特征12,如果它们是弯曲的话)或下文所述的菲涅耳透镜62类似地限定。光轴238通常与波导1的机械轴重合。

[0138] SLM 48跨波导延伸,是透射的并且调制从其中穿过的光。虽然SLM 48可为液晶显示器(LCD),但这仅仅是举例,并且可使用其他空间光调制器或显示器,包括LCOS、DLP装置等,因为此照明器可以反射方式工作。在此例子中,SLM 48跨波导的第一引导表面而安置并调制在从光提取结构特征12反射后穿过第一引导表面的光输出。

[0139] 可提供一维观察窗阵列的定向显示装置的操作在图1A中以正视图示出,并且其侧面轮廓在图1B中示出。在操作中,在图1A和图1B中,光可从照明器阵列15(诸如照明器元件15a至15n的阵列)发出,其沿着阶梯式波导1的薄端侧面2的表面x=0位于不同位置y。光可在阶梯式波导1内在第一方向上沿着+x传播,与此同时,光可在xy平面中成扇形射出并且在到达远处弯曲端侧面4后可即刻基本上或完全填充弯曲端侧面4。在传播时,光可在xz平面中展开成一组角度,该组角度高达但不超过引导材料的临界角度。连接阶梯式波导1的底部

侧面的引导结构特征10的提取结构特征12可具有大于临界角的倾斜角，并且因此在第一方向上沿着+x传播基本上所有光都可能错过该提取结构特征12，从而确保了基本上无损耗的前向传播。

[0140] 继续讨论图1A和图1B，可使阶梯式波导1的弯曲端侧面4具反射性，通常通过用反射性材料（诸如银）盖覆而实现，但可采用其他反射技术。光因此可在第二方向上重新导向，顺着引导件在-x方向上返回并且可在xy或显示器平面中基本上准直。角展度可在围绕主要传播方向的xz平面中基本上保持，这可允许光撞击立板边缘并从引导件反射出来。在具有大约45度倾斜的提取结构特征12的实施例中，可大约垂直于xy显示器平面有效地导向光，其中相对于传播方向基本上保持xz角展度。当光通过折射离开阶梯式波导1时此角展度可增加，但依据提取结构特征12的反射特性，可略有减小。

[0141] 在具有未盖覆的提取结构特征12的一些实施例中，当全内反射（TIR）失效时反射可减少，从而挤压xz角轮廓并偏离法线。然而，在盖覆有银或金属化的提取结构特征的其他实施例中，可保留增大的角展度和中心法线方向。继续描述具有盖覆有银的提取结构特征的实施例，在xz平面中，光可大约准直地离开阶梯式波导1，并且可与照明器阵列15中的相应照明器元件15a-15n离输入边缘中心的y位置成比例地导向偏离法线。沿着输入边缘2具有独立照明器元件15a-15n于是使光能够从整个第一光导向侧面6离开并以不同外角传播，如图1A中所示。

[0142] 用此类装置照明空间光调制器（SLM）48（诸如快速液晶显示器（LCD）面板）可实现自动立体3D，如图2A中的俯视图或从照明器阵列15末端观察的yz平面、图2B中的正视图以及图2C中的侧视图所示。图2A是以顶视图示出光在定向显示装置中的传播的示意图，图2B是以正视图示出光在定向显示装置中的传播的示意图，并且图2C是以侧视图示出光在定向显示装置中的传播的示意图。如图2A、图2B和图2C所示，阶梯式波导1可位于显示顺序右眼图像和左眼图像的快速（例如，大于100Hz）LCD面板SLM 48的后方。在同步中，可选择性打开和关闭照明器阵列15的具体照明器元件15a至15n（其中n是大于一的整数），从而借助系统的方向性提供基本上独立地进入右眼和左眼的照明光。在最简单的情况下，一起打开照明器阵列15的多组照明器元件，从而提供在水平方向上具有有限宽度但在竖直方向上延伸的一维观察窗26或光瞳，其中水平间隔的两只眼均可观察到左眼图像；并提供另一个观察窗44，其中两只眼均可主要观察到右眼图像；并提供中心位置，其中两只眼均可观察到不同图像。以此方式，当观察者的头部大约居中对准时可观看到3D。远离中心位置朝侧面移动可导致场景塌缩在2D图像上。

[0143] 反射端4在跨波导的横向方向上可具有正光焦度。在通常反射端4具有正光焦度的实施例中，光轴可参照反射端4的形状限定，例如为穿过反射端4的曲率中心的线并且与末端4围绕x轴的反射对称的轴线重合。在反射表面4平坦的情况下，光轴可相对于具有光焦度的其他组件（例如光提取结构特征12，如果它们是弯曲的话）或下文所述的菲涅耳透镜62类似地限定。光轴238通常与波导1的机械轴重合。末端4处的圆柱形反射表面可通常为球形轮廓以优化轴上和离轴观察位置的性能。可使用其他轮廓。

[0144] 图3是以侧视图示出定向显示装置的示意图。此外，图3示出了可为透明材料的阶梯式波导1的操作的侧视图的另外细节。阶梯式波导1可包括照明器输入侧面2、反射侧面4、可基本上平坦的第一光导向侧面6、以及包括引导结构特征10和光提取结构特征12的第二

光导向侧面8。在操作中,来自可例如为可寻址LED阵列的照明器阵列15(图3中未示出)的照明器元件15c的光线16可通过第一光导向侧面6的全内反射和引导结构特征10的全内反射在阶梯式波导1中被引导至可为镜面的反射侧面4。虽然反射侧面4可为镜面且可反射光,但在一些实施例中光也可能穿过反射侧面4。

[0145] 继续讨论图3,由反射侧面4反射的光线18可进一步通过反射侧面4处的全内反射在阶梯式波导1中引导,并且可被提取结构特征12反射。入射在提取结构特征12上的光线18可基本上远离阶梯式波导1的引导模式偏转并且可如光线20所示导向穿过侧面6到达可形成自动立体显示器的观察窗26的光瞳。观察窗26的宽度可至少由照明器的大小、侧面4和提取结构特征12中的输出设计距离和光焦度确定。观察窗的高度可主要由提取结构特征12的反射锥角和输入侧面2处输入的照明锥角确定。因此,每个观察窗26代表相对于与标称观察距离处的平面相交的空间光调制器48的表面法线方向而言的一系列单独的输出方向。

[0146] 图4A是以正视图示出定向显示装置的示意图,该定向显示装置可由第一照明器元件照明并且包括弯曲的光提取结构特征。此外,图4A以正视图示出了来自照明器阵列15的照明器元件15c的光线在具有光轴28的阶梯式波导1中的进一步引导。在图4A中,定向背光源可包括阶梯式波导1和光源照明器阵列15。每条输出光线从输入侧面2朝相同观察窗26导向离开各自照明器15c。图4A的光线可离开阶梯式波导1的反射侧面4。如图4A所示,光线16可从照明器元件15c朝反射侧面4导向。光线18然后可从光提取结构特征12反射并朝观察窗26离开反射侧面4。因此,光线30可与光线20相交于观察窗26中,或在观察窗中可具有不同高度,如光线32所示。另外,在各种实施例中,波导1的侧面22和侧面24可为透明表面、镜面或涂黑表面。继续讨论图4A,光提取结构特征12可为细长的,并且光提取结构特征12在光导向侧面8(光导向侧面8在图3中示出,但在图4A未示出)的第一区域34中的取向可不同于光提取结构特征12在光导向侧面8的第二区域36中的取向。与本文所讨论的其他实施例类似,例如如图3中所示,图4A的光提取结构特征可与引导结构特征10交替。如图4A所示,阶梯式波导1可包括反射侧面4上的反射表面。在一个实施例中,阶梯式波导1的反射端在跨阶梯式波导1的横向方向上可具有正光焦度。

[0147] 在另一个实施例中,每个定向背光源的光提取结构特征12在跨波导的横向方向上可具有正光焦度。

[0148] 在另一个实施例中,每个定向背光源可包括光提取结构特征12,所述光提取结构特征可为第二引导表面的小平面。第二引导表面可具有与小平面交替的区域,所述区域可被布置用于将光导向穿过波导而基本上不提取光。

[0149] 图4B是以正视图示出定向显示装置的示意图,该定向显示装置可由第二照明器元件照明。此外,图4B示出了来自照明器阵列15的第二照明器元件15h的光线40和42。侧面4和光提取结构特征12上的反射表面的曲率可与来自照明器元件15h的光线配合形成与观察窗26横向间隔的第二观察窗44。

[0150] 有利的是,图4B中所示的布置可在观察窗26处提供照明器元件15c的实像,其中反射侧面4中的光焦度与可由细长光提取结构特征12在区域34与36之间的不同取向所引起的光焦度的协作形成实像,如图4A中所示。图4B的布置可实现照明器元件15c至观察窗26中横向位置的成像的改善的像差。改善的像差可实现自动立体显示器的扩展的观看自由度,同时实现低串扰水平。

[0151] 图5是以正视图示出定向显示装置的实施例的示意图,所述定向显示装置具有基本上线性的光提取结构特征。另外,图5示出了与图1类似的组件布置(其中对应的元件是类似的),其中一个差异是光提取结构特征12为基本上线性的且彼此平行。有利的是,此类布置可跨显示表面提供基本上均匀的照明,并且与图4A和图4B的弯曲提取结构特征相比制造起来可更方便。定向波导1的光轴321可为侧面4处的表面的光轴方向。侧面4的光焦度被布置成跨光轴方向,从而入射到侧面4上的光线将具有根据入射光线与光轴321的横向偏移319而变化的角偏转。

[0152] 图6A是示意图,其示出了在第一时隙中时间多路复用成像定向显示装置中的第一观察窗的生成的一个实施例,图6B是示意图,其示出了在第二时隙中时间多路复用成像定向背光源设备中的第二观察窗的生成的另一个实施例,并且图6C是示意图,其示出了时间多路复用成像定向显示装置中的第一观察窗和第二观察窗的生成的另一个实施例。此外,图6A示意性地示出了由阶梯式波导1生成观察窗26。照明器阵列15中的照明器元件群组31可提供朝向观察窗26的光锥17。图6B示意性地示出了观察窗44的生成。照明器阵列15中的照明器元件群组33可提供朝向观察窗44的光锥19。在与时间多路复用显示器的协作中,窗26和44可按顺序提供,如图6C中所示。如果与光方向输出对应地调整空间光调制器48(图6A、图6B、图6C中未示出)上的图像,则对于处于适当位置的观察者而言可实现自动立体图像。用本文所述的所有成像定向背光源可实现类似的操作。应当注意,照明器元件群组31和33各自包括来自照明元件15a至15n的一个或多个照明元件,其中n为大于一的整数。

[0153] 图7是示意图,其示出了包括时间多路复用定向显示装置的观察者跟踪自动立体显示设备的一个实施例。如图7所示,沿着轴29选择性地打开和关闭照明器元件15a至15n提供了观察窗的定向控制。可利用相机、运动传感器、运动检测器或任何其他适当的光学、机械或电气装置来监控头部45位置,并且可打开和关闭照明器阵列15的适当照明器元件以向每只眼睛提供基本上独立的图像而不考虑头部45位置。头部跟踪系统(或第二头部跟踪系统)可提供对不止一个头部45、47(头部47在图7中未示出)的监控,并且可向每个观察者的左眼和右眼提供相同的左眼图像和右眼图像,从而向所有观察者提供3D。同样地,用本文所述的所有成像定向背光源可实现类似的操作。

[0154] 图8是示意图,其示出了多观察者定向显示装置(作为例子,包括成像定向背光源)的一个实施例。如图8中所示,至少两幅2D图像可朝一对观察者45、47导向,使得每个观察者可观看空间光调制器48上的不同图像。图8的这两幅2D图像可以与相对于图7所述类似的方式生成,因为这两幅图像将按顺序且与光源同步显示,所述光源的光朝这两个观察者导向。一幅图像在第一阶段中呈现于空间光调制器48上,并且第二图像在不同于第一阶段的第二阶段中呈现于空间光调制器48上。与第一和第二阶段对应,调整输出照明以分别提供第一观察窗26和第二观察窗44。两只眼处于观察窗26中的观察者将感知到第一图像,而两只眼处于观察窗44中的观察者将感知到第二图像。

[0155] 图9是示意图,其示出了包括成像定向背光源的防窥定向显示装置。2D显示系统也可出于安全和效率目的而利用定向背光源,其中光可主要导向于第一观察者45的眼睛,如图9中所示。另外,如图9中所示,虽然第一观察者45可以能够观察到装置50上的图像,但光不朝第二观察者47导向。因此,防止了第二观察者47观察到装置50上的图像。本发明的实施例中的每一者可有利地提供自动立体、双重图像或防窥显示功能。

[0156] 图10是示意图,其以侧视图示出了时间多路复用定向显示装置(作为例子,包括成像定向背光源)的结构。另外,图10以侧视图示出了自动立体定向显示装置,其可包括阶梯式波导1和菲涅耳透镜62,其被布置用于为跨阶梯式波导1输出表面的基本上准直的输出提供观察窗26。竖直漫射体68可被布置用于进一步扩展观察窗26的高度。然后可通过空间光调制器48对光成像。照明器阵列15可包括发光二极管(LED),其可例如为磷光体转换的蓝色LED,或可为单独的RGB LED。或者,照明器阵列15中的照明器元件可包括被布置成提供单独照明区域的均匀光源和空间光调制器。或者,照明器元件可包括一个或多个激光源。激光输出可通过扫描,例如使用振镜扫描器或MEMS扫描器,导向到漫射体上。在一个例子中,激光可因此用于提供照明器阵列15中的适当照明器元件以提供具有适当输出角度的基本上均匀的光源,并且进一步提供散斑的减少。或者,照明器阵列15可为激光发射元件的阵列。另外,在一个例子中,漫射体可为波长转换磷光体,使得照明可在不同于可见输出光的波长处。

[0157] 现在将描述基于并且包含图1至图10的结构的一些波导、定向背光源和定向显示装置。除了现在将描述的修改形式和/或另外的特征,上述描述同样适用于以下波导、定向背光源和显示装置,但为了简洁起见将不再重复。下文所述的波导可结合到如上文所述的定向背光源或定向显示装置、2D显示装置或3D显示装置中。类似地,下文所述的定向背光源可结合到如上文所述的定向显示装置中。

[0158] 图11是示意图,其示出了包括显示装置100和控制系统的定向显示设备。控制系统的布置方式和操作现在将被描述并且在适当时加以修改的情况下可适用于本文所公开的显示装置中的每一个。

[0159] 定向显示装置100包括定向背光源,所述定向背光源包括按照上文所述那样布置的波导1和照明器元件阵列15。控制系统被布置用于选择性地操作照明元件15a-15n以将光导向进入可选择观察窗。

[0160] 波导1按照上文所述那样布置。反射端4会聚反射光。菲涅耳透镜62可被布置用于与反射端4配合以在观察者99所观察的观察平面106处实现观察窗26。透射空间光调制器(SLM)48可被布置用于接收来自定向背光源的光。此外,可提供漫射体68以基本上去除波导1与SLM 48的像素以及菲涅耳透镜62之间的莫尔条纹跳动(Moirébeating)。

[0161] 如图11所示,定向背光源可包括阶梯式波导1和光源照明器阵列15。如图11所示,阶梯式波导1包括光导向侧面8、反射侧面4、引导结构特征10和光提取结构特征12。

[0162] 控制系统可包括传感器系统,其被布置为检测观察者99相对于显示装置100的位置。传感器系统包括位置传感器70诸如相机,和头部位置测量系统72,所述头部位置测量系统可例如包括计算机视觉图像处理系统。控制系统还可包括照明控制器74和图像控制器76,这两者均提供有由头部位置测量系统72提供的被检测到的观察者的位置。

[0163] 照明控制器74选择性地操作照明器元件15以配合波导1将光导向进入观察窗26。照明控制器74根据头部位置测量系统72所检测到的观察者的位置,来选择要操作的照明器元件15,使得光导向进入对应于观察者99的左眼和右眼的位置的观察窗26内。这样,波导1的横向输出方向性对应于观察者位置。

[0164] 图像控制器76控制SLM 48以显示图像。为了提供自动立体显示器,图像控制器76和照明控制器74可按照如下方式操作。图像控制器76控制SLM 48以显示时间上多路复用的

左眼图像和右眼图像。照明控制器74操作光源15以将光导向进入观察窗中对应于观察者左眼和右眼的位置，并同步地显示左眼图像和右眼图像。这样，使用时分多路复用技术实现了自动立体效果。

[0165] 以上描述可适用于单独的下列设备、修改形式和/或另外特征中的每者或全部，或其任何组合，现在将描述它们。

[0166] 在另一个实施例中，定向显示设备还可包括控制系统，其可被布置用于选择性地操作光源以将光导向进入对应于先前所讨论的输出方向的观察窗中。该实施例也可结合如本文所述的定向背光源、定向显示装置、定向显示设备等中的任一者一起使用。

[0167] 在另一个实施例中，定向显示设备可为具有控制系统的自动立体显示设备。控制系统还可被布置用于控制定向显示装置以按时间显示多路复用的左图像和右图像，并且基本上同步地将所显示的图像导向进入观察窗中对应于观察者的至少左眼和右眼的位置。控制系统可包括传感器系统，所述传感器系统可被布置用于检测显示装置对面的观察者的位置，并且也可被布置用于将所显示的图像导向进入观察窗中对应于观察者的至少左眼和右眼的位置。观察窗的位置可主要取决于观察者的检测位置。

[0168] 图12是示意图，其示出了具有后反射器300的定向显示装置的侧视图。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。后反射器300可包括反射小平面310阵列。该阵列是线性阵列，因为它在线性方向上（例如，在图12中，竖直地）重复。将从波导1的光提取结构特征12反射的光线304导向到观察窗26中的竖直观察位置，其中角分布位于x方向上。从光提取306反射的透射穿过结构特征12的光线不再属于该系统，或可与显示器后面的材料相互作用并且散射以在相应观察窗之间产生不希望的串扰。

[0169] 在本发明中，光学窗是指窗平面中单个光源的图像。通过比较的方式，观察窗26是窗平面106中的某个区域，在该区域中提供光并且该区域可包括来自整个显示区域的基本上相同的图像的图像数据。因此，观察窗可由多个光学窗形成。通常，观察窗具有小的横向范围（y轴方向）并且在正交于横向范围的竖直方向上具有大的范围（x轴方向）。

[0170] 在本发明的实施例中，使透射穿过结构特征12的光线306入射到后反射器300的反射小平面上。因此，光线306朝向观察窗26重新导向。对于阵列15的给定光源来说，光线304、306的相应光学窗的横向范围和位置基本上相同；然而对于通过结构特征12处的反射或透射而导向的光线束，光在竖直方向上的分布可以是不同的。

[0171] 定向背光源因此可包括波导和光源阵列，该光源阵列设置在跨波导输入端的横向方向上的不同输入位置处。波导可包括输入端；可包括用于沿着波导引导光的第一引导表面和第二引导表面；以及面向输入端的用于将输入光穿过波导反射回去的反射端。第一引导表面可被布置用于通过全内反射引导光，并且第二引导表面可具有阶梯式形状，该阶梯式形状可包括多个小平面，这些小平面被取向为将来自光源的光在从反射端反射后反射穿过第一引导表面，在输出方向上进入光学窗。这些输出方向可取决于输入位置分布在第一引导表面的法线的横向方向上，并且小平面之间的中间区域被布置用于将光导向穿过波导而不提取光。定向背光源还可包括后反射器，该后反射器包括反射小平面的线性阵列，这些反射小平面被布置用于将来自光源的透射穿过波导的多个小平面的光穿过波导反射回去，以穿过第一引导表面离开，进入光学窗。

[0172] 定向背光源装置因此还可包括定向背光源和透射式空间光调制器，该透射式空间

光调制器被布置用于接收来自第一引导表面的输出光。显示设备因此还可包括定向显示装置和控制系统,该控制系统被布置为选择性地操作光源以将光导向进入对应于输出方向的观察窗中。显示设备可为自动立体显示设备,其中控制系统被进一步布置为控制显示装置以显示时间上多路复用的左图像和右图像,并且同步地将显示的图像导向进入在对应于观察者的左眼和右眼的位置的观察窗中。控制系统还可包括传感器系统,该传感器系统被布置用于检测显示装置对面的观察者的位置。控制系统可被布置用于根据被检测到的观察者的位置将显示图像导向进入对应于观察者的左眼和右眼位置的观察窗中。

[0173] 有利的是,由光线304,306实现的光学窗和观察窗26可基本上在横向方向上重叠。因此,可基本上保持显示器的串扰。另外,可提高导向到观察窗26的光线的总强度并且可提高显示器亮度。移动显示装置的电池寿命可延长,并且对于所需亮度级来说,光源的成本和数量可减少。另外,由于不希望的透射穿过结构特征12的光所引起的串扰会被减少或消除。另外,可使反射器300以可安装在显示系统外壳中的薄膜的形式形成,因而使得成本和厚度最小化。或者,可例如通过将反射器300的结构模制为显示器外壳的一部分并且随后盖覆有金属层,来使反射器300的结构形成在背光源的后外壳上。有利的是,这可提供坚硬且平坦的结构,从而使得从反射器300反射的观察窗26实现高的窗质量。

[0174] 图13是示意图,其示出了定向显示装置的正视图,该定向显示装置包括具有线性光提取结构特征12的波导1和包括线性反射小平面310阵列的后反射器300。该阵列是线性阵列,因为它在线性方向上(例如,在图13中,竖直地)重复。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。结构特征12可基本上平行于反射小平面310的取向布置,从而有利地实现与相应光线304,306的相同取向基本上对准的观察窗。

[0175] 波导12的小平面和后反射器300的反射小平面310可在正交于横向方向的公共面上以相同的方向倾斜。在此例子中,反射小平面310是线性的,即它们跨后反射器300线性地(例如,在图13中,水平地)延伸。反射端4在跨波导1的横向方向上可具有正光焦度。因此,来自光源阵列15的光可具有减小的发散度,以使得空间光调制器48的区域被来自波导1的光填充。正光焦度可被布置用于使在某个特定方向上具有光焦度的波导1和菲涅耳透镜62内的光基本上准直,反射端4在这个特定方向上的正光焦度可被布置用于在窗平面中形成观察窗。具有主漫射轴方向69的不对称漫射体68可被布置用于在正交于其中布置有光学窗和观察窗的横向方向(y轴)的方向上(x轴)实现高的漫射。有利的是,观察窗26可在正交方向上漫射,同时在横向方向上实现低串扰。

[0176] 图14是示意图,其示出了定向显示装置的正视图,该定向显示装置包括具有弯曲光提取结构特征12的波导1和包括线性反射小平面310阵列的后反射器300。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。弯曲结构特征12可被布置为在没有菲涅耳透镜的情况下在窗平面106处实现观察窗26并且在x-y平面中可具有基本上一致的第一曲率半径。有利的是,该系统的厚度以及由于额外的表面所引起的光损耗可减少。另外,与其中反射小平面310如下所述弯曲的布置相比,可从大的连续材料薄片上切出反射器300。

[0177] 图15A是示意图,其示出了定向显示装置的正视图,该定向显示装置包括具有弯曲光提取结构特征12的波导1和包括弯曲反射小平面310阵列的后反射器300,其中弯曲光提取结构特征在x-y平面中具有第一半径。该阵列是线性阵列,因为它在线性方向上(例如,在图15A中,竖直地)重复。在此例子中,反射小平面310跨后反射器300(例如,在图15A中,水平

地)延伸,但这些反射小平面是弯曲的,而非线性的。具体来说,反射小平面310在x-y平面中具有第二半径,该第二半径可以是第一半径的大约两倍,被布置用于将图12的光线306导向到与在没有菲涅耳透镜62的情况下光线304的相同观察窗。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。反射小平面310可被布置用于与弯曲的光提取结构特征12协作,使得来自反射小平面310的光线306的横向反射方向与来自结构特征12的光线304的横向反射方向基本上相同。以此方式,由光线304,306产生的光学窗26可基本上重叠。有利的是,可减少串扰,同时提高显示器亮度。

[0178] 图15B是示意图,其示出了定向显示装置的正视图,该定向显示装置包括图15A的波导1和后反射器300,这些组件被示为是重叠的。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。在区域303中,反射器300的高点与波导1的光提取结构特征12接触。接触区域将较小,因此区域303中的全内反射的损耗所引起的光泄漏最小化。因此,反射器300可被布置成与波导1接触。有利的是,该结构的厚度可减小,并且通过波导1的结构支撑实现了反射器300的均匀平面度。

[0179] 可能期望减少在后反射器300、提取结构特征12与空间光调制器48的像素之间可能发生的莫尔条纹跳动(Moirébeating)。

[0180] 在上述例子中,后反射器包括具有恒定节距的反射小平面310规则阵列。相比之下,图15C是示意图,其示出了后反射器300的正视图,该后反射器包括具有不规则随机化节距的反射小平面310的随机化不规则阵列。小平面310可被布置用于破坏显示装置中的莫尔条纹跳动的外观。小平面310之间的区域313可被布置成是直接反射的、透射的或吸收的。

[0181] 图16是示意图,其示出了包括波导1的定向显示装置的侧视图。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。光源202(其可为例如LED)可被布置用于在空气中产生基本上朗伯型的光输出(通过极坐标强度分布204示出),以使得轴上光线206具有比相对于对法线方向以角度 ϕ 210倾斜的光线208更大的强度。在穿过波导1的输入侧面2后,由于输入侧面2处的折射,从极坐标强度分布204修改得到波导1中的光线214的极坐标强度分布212。因此,将最大角范围 ϕ 210设定为波导1的材料的临界角 θ_c 。光线214沿着波导1通过全内反射传播,并且在波导1的侧面4(未示出)处反射后,光线束216朝向光提取结构特征12返回。

[0182] 在示例性例子中,对于与光提取滤波器的水平面成45°的倾斜角 α 238来说,使波导1中的水平(平行于x轴)传播光线218在竖直方向上(平行于z轴)重新导向并且穿过波导1的侧面6到达不对称漫射体68。漫射体68可包括光学功能,该漫射体可被布置用于使具有极坐标强度分布217的平行光束以倾斜角 δ 227和锥角 γ 225重新导向。在z-x平面中,锥角 γ 225可例如为光线219的一半角度,具有漫射体68的峰光线213的一半强度。在另一个示例性例子中,可将倾斜角 δ 227设定成15°并且可将锥角 γ 225设定成10°。类似地,光线220在x-z平面中重新导向并漫射,产生如图所示的半强度光线221方向。

[0183] 另外,一些光线226可由光提取结构特征12透射,以使得它们入射到表面229(诸如显示器的后外壳)上,这些光线在该表面上散射以形成光线231。所述光线231可以落在光源202的所需观察窗外部的方式散射,并且可形成不希望的图像串扰。可使另外的光线224在侧面10处部分反射并且朝向表面229重新导向,这些光线在该表面处可进一步散射光。折射光线237在显示器内可具有高角度并且引起不希望的离轴照明,并且可利用显示器的边缘

进行散射,从而增加串扰并且降低显示均匀度。另外,可将所述光线在表面229处吸收,从而降低显示器亮度。

[0184] 可能希望利用后反射器300减少图像串扰并且提高显示器亮度,该反射器包括反射小平面310阵列,如下文进一步详细描述。

[0185] 显示装置的发光强度是显示装置在特定方向上的每单位立体角中发出的功率的量度。观察者99感知的显示装置100的亮度由照度得出,其为在给定方向上行进的光的每单位面积发光强度的光度测量。阵列15的照明器元件提供相应的光通量。

[0186] 图17是示意图,其示出了在波导1的外部和内部的发光强度与传播角度的曲线图。因此,对于具有朗伯型强度分布的光源202来说,可将强度211根据角度 ϕ 210绘制,从而提供空气中光锥的强度曲线230和光学阀内的折射光锥的曲线232。

[0187] 图18是示意图,其示出了包括波导1的定向显示装置的另一个侧视图。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。因此,在z-y平面中,光线218由结构特征12重新导向成平行于z轴。在该轴上的不对称漫射体处,极坐标强度分布215中的半强度光线223的漫射角 ϵ 227意味着光在y轴上的展度受限。出于本发明的目的,y轴被称为横向方向并且涉及阵列15中的光源阵列202的方向。因此,该横向方向是光学窗阵列被布置成的方向。

[0188] 图19A至图19C是示意图,其示出了不对称漫射体的正视图和侧视图。不对称漫射体68可包括例如表面起伏漫射体,该表面起伏漫射体包括具有不对称结构259的表面特征,如正视图图19A所示。图19B示出y-z平面中的侧视图,从而在横向(y轴)方向上实现了小的漫射角 ϵ 235。图19C示出x-z平面中的侧视图,其中层263中的表面起伏结构259还可包括具有标称倾斜角 ϕ 257的棱柱结构阵列,以在竖直(x轴)方向上实现了漫射锥倾斜 δ 227和漫射锥角 γ 233。漫射角 γ 233可以例如是来自准直输入端的光锥的半高宽值。对于诸如自动立体显示器的应用来说,角 ϵ 235可相对较低(例如,1度至3度)以实现低串扰。然而,角 ϵ 235在用于2D应用诸如低功率模式、高亮度模式和防窥模式的显示器中可以更大(例如,3度至20度或更大),以有利地实现均匀的输出并使用针对广角用途的视角来使亮度出现期望的下降。

[0189] 漫射体68可例如包括但不限于形成于基板261上的UV固化层263,该基板可以是玻璃基板或诸如PET或PMMA的聚合物基板。或者,可通过模制在单一材料内形成表面起伏。可通过金刚石开模、激光写入光聚合物或其他已知加工技术来制造这些结构。或者,漫射体68可包括体积漫射体,诸如通过不对称光掩模记录的光聚合物材料。

[0190] 定向背光源还可包括不对称漫射体68,该不对称漫射体被设置为接收穿过第一引导表面6的光输出,不对称漫射体68可被布置用于在正交于所述横向方向的方向上提供比在所述横向方向上更大的角色散。

[0191] 图20是示意图,其示出了具有镀银光提取结构特征12的波导1的另一个侧视图。通过与本发明的实施例进行比较,可以认为,可通过使光提取结构特征盖覆有反射材料240来增加光输出。因此,除了可单独通过全内反射实现的光线218,254之外,还可使光线250,252朝向观察者导向,从而在空气中的x-z平面中实现基本上朗伯型的输出。

[0192] 图21是示意图,其示出了在图20的波导1的外部和内部的发光强度与传播角度的曲线图。由于结构特征12处的反射损耗,强度曲线242具有比曲线232更低的最大值。在示例性例子中,与全内反射光线的基本上100%的反射率相比,银涂层可具有小于92%的反射

率。另外,将材料240单独施加到结构特征12的过程可能复杂且昂贵。可以认为,结构特征12和10两者均被盖覆,从而降低了成本和复杂性。然而,施加到结构特征10时材料240的吸收可导致波导1内的引导光的明显损耗。

[0193] 图22是示意图,其示出了对于曲线270中45°、曲线272中35°以及曲线274中55°的倾斜角 α_{238} 来说,借助于在不对称漫射体68之前来自光提取结构特征的反射而形成的离开图16的波导1的光的发光强度与传播角度的曲线图。因此,在结构特征12处经历全内反射的光线的宽度和角截止点可能变化。通常可能期望提高峰强度的亮度并且将峰强度置于轴上的0°或接近0°处,例如在用于横向轴上光学窗的空间光调制器48的法线上方10°处。

[0194] 图23是示意图,其示出了借助于在具有如所示变化的光学性能的不对称漫射体之后来自光提取结构特征的反射而形成的离开图16的波导1的光的发光强度与传播角度的曲线图,假设光提取结构特征角为45°。因此,可使峰模糊不清以提高显示器照明的均匀度。

[0195] 图24A是示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征12和来自光提取结构特征12的反射而形成的波导1中的光线传播路径的侧视图。因此,光锥280,281中的光线218被反射,光锥282,283中的光线224被结构特征12透射并且从结构特征10部分反射,并且光锥284,285,286中的光线226被结构特征12直接透射。

[0196] 图24B是示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征而形成的离开图24A的波导1的光的发光强度与传播角度的曲线图。因此在转换成空气中的输出角的情况下,可根据在s偏振态和p偏振态下菲涅耳反射系数的分析来计算光锥283中的光线束的强度曲线292和光锥285中的光线束的强度曲线294。对于本发明的示例性例子来说,假设光在阀内是非偏振的,则角 α_{238} 为45°并且波导1的折射率为1.5。这两个光锥的总强度由曲线296给出。

[0197] 图25A是示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征12并且与反射小平面310相互作用而形成的波导1中的光线传播路径的侧视图。光线226可入射到反射小平面310上,该反射小平面以角 β_{305} 布置以将光穿过波导1导向返回,从而实现朝向显示系统的SLM 48导向的光线239。有利的是,可使导向穿过小平面12而不是被反射的光线226朝向显示系统的观察窗26导向,从而提高亮度和效率。

[0198] 图25B是示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征12并且进一步与光引导结构特征10和反射小平面310相互作用而形成的波导1中的光线传播路径的侧视图。所述光线被反射以作为光线241从波导离开。有利的是,可使导向穿过小平面12而不是被反射的光线224朝向显示系统的观察窗26导向,从而提高亮度和效率。

[0199] 图25C是示意图,其示出了借助于透射穿过光提取结构特征12和光反射小平面310,还包括布置在波导与反射结构特征之间的层243而形成的波导1中的光线传播路径的侧视图。另一个层243可包括例如波片、漫射体、偏转器或它们中的组合。光线224在层243的输入端处具有相对高的入射角,并且因此产生额外的光线237。因此一般而言优选的是,波导1与反射小平面310之间没有引入额外的层243。

[0200] 图26是示意图,其示出了包括后反射器的波导1的侧视图的细节,该后反射器包括反射小平面阵列。因此,反射器300可包括具有反射小平面310和斜面或中间小平面312的锯齿状结构。与小平面310的垂线的倾斜角 β_{305} 可如下所述进行确定。因此,使透射穿过结构特征12(本文中另外称为小平面12)的光线226穿过波导1导向返回。有利的是,光线226提高了观察窗的亮度,同时保持观察窗的方向性,减少了图像串扰。

[0201] 反射器可由压花膜形成。反射器300可例如包括但不限于形成于基板311上的UV固化层309，该基板可以是玻璃基板、诸如PET或PMMA的聚合物基板，或可以是显示设备的外壳。所希望的是，反射器300的平面度被布置用于使得由来自反射膜的光线306形成的观察窗26与由在结构特征12处的全内反射产生的光线304形成的观察窗26保持对准。或者，可通过模制在单一材料内形成表面起伏。可通过金刚石开模、激光写入光聚合物或其他已知加工技术来制造这些结构。或者，漫射体68可为体积漫射体，诸如通过不对称光掩模记录的光聚合物材料。可通过已知的盖覆方法将反射材料315施加到反射器的反射小平面310，或可施加到反射小平面310和中间小平面312。反射材料315可包含铝、银、铬、硅氧化物或用于基板盖覆以实现所希望的反射率、低散射、低成本和坚固性的其他已知材料。

[0202] 如光线325所示，来自小平面310的小部分光将入射到波导1的结构特征12上。在示例性例子中，入射到结构特征12上的光的量较小，结构特征12在0.5mm的节距上可具有宽度0.01mm，这样来自小平面310的大约2%的光将入射到结构特征12上。然而，光线325可被导向到与光线226基本上相同的观察窗26，这样这些光线可能不会使光学性能显著退化。

[0203] 图27是示意图，其示出了包括后反射器的波导1的侧视图的细节，该后反射器包括反射小平面阵列。在该实施例中，中间小平面312可相对于垂线以倾斜角 κ_{307} 布置，该倾斜角度被布置成使得从结构特征12透射的光被布置成由于反射小平面310提供的屏蔽而不会从中间小平面312反射。

[0204] 后反射器可与波导1间隔开以使得来自波导1的单独小平面的光入射到后反射器300的多个反射小平面310上，后反射器300还可包括在后反射器的反射小平面之间延伸的中间小平面312，这些中间小平面在与后反射器的反射小平面相反的方向上以某个角度倾斜，使得来自光源的透射穿过波导的多个小平面的所述光不会入射到中间小平面上。

[0205] 有利的是，图27的布置可更加方便地制造为具有均匀的反射率，并且不容易受到显示器组装过程中不良装配的影响。

[0206] 图28A是示意图，其示出了包括后反射器的波导1的侧视图的细节，该后反射器包括反射小平面310阵列。这些小平面与波导1的结构特征12对准，而且可能盖覆也可能没有盖覆的平坦区域314布置在小平面310与中间小平面312之间。

[0207] 后反射器300的小平面310因此可设置在波导1的小平面12中的相应小平面的后面，并且被布置用于将来自光源的透射穿过波导1的小平面12中的相应小平面的光中入射到其上的大部分或全部光反射。有利的是，与图26和图27的实施例相比，光学阀的波导1的提取结构特征12之间的莫尔条纹图案可最小化。请注意，使透射穿过小平面的光中的一些穿过区域10返回并且朝向离轴观察位置导向而不入射到后反射器上，如将参照图32B所述。

[0208] 如图28A所示，后反射器300包括中间小平面312、平坦区域314和反射小平面310。在另一个例子中，后反射器300可被构造成包括平坦区域314和反射小平面310，并且没有中间小平面312。在此例子中，反射小平面310可以保持近似相同的斜率，并且平坦区域314的斜率可变为较陡的正斜率以使得平坦区域314能够接合到反射小平面310。另外，平坦区域314可以大体向上的方向倾斜并且可与反射小平面310的顶端连接。继续此例子，后反射器300的小平面仍可与波导1的结构特征12近似对准。

[0209] 图28B是详细示意图，其示出了包括后反射器的波导1的侧视图，该后反射器包括反射小平面310阵列。这些小平面具有相等角度，但有利地随机隔开或利用重复结构隔开以

最小化对波导1的任选周期性提取结构特征12和SLM 48的莫尔条纹干涉。

[0210] 图28C是示出了波导1和后反射器300的侧视图的另一个示意图,其中该波导包括与波导的引导表面6不平行的光引导结构特征227并且可与后反射器结合使用,该后反射器包括反射小平面310阵列。可修改由小平面10实现的偏转角以补偿波导1的不平行引导表面。有利的是,波导1的厚度可减小,并且因此光学层叠装置的厚度可最小化。

[0211] 在输入端2与反射端4之间传播并且由波导1的锥形物提取的光线251可被基本上平行于侧面6导向并且因此可被吸收在该装置内,或者可以高角度输出并且观察者可能不会看到所述光线。

[0212] 所提取的一些光线253可入射到后反射器上并且朝向观察者导向,从而实现用于在波导内从光源阵列15传播到反射端4的光的光学窗的不希望的照明。可能期望消除这种光。

[0213] 图28D是示意图,其示出了波导1和后反射器300的侧视图,该后反射器包括反射小平面310和非反射小平面312。因此,光线253可被导向穿过后反射器300,而光线251被导向到光学窗。定向盖覆技术可被布置用于为小平面310,312提供不同的反射率。有利的是,光线253的杂散光的可视性被降低或消除。

[0214] 图28E是示意图,其示出了波导1和后反射器300的侧视图。光提取结构特征12可具有倾斜角 α 380,382,和在正交于横向方向的x轴方向上变化的反射器小平面角 β 384,386。这种布置可使得输出光线388,390的方向在显示宽度上发生变化,因此在该方向上提供一定程度的瞳孔扩张(pupillation),从而实现对进入光x方向的观察窗的光的一定程度聚焦。另外,后反射器的反射小平面具有在反射小平面阵列上变化的倾斜度。峰光强度因此可沿着在波导1内传播的光路从不同的位置朝向窗平面106处的光学窗260导向。在使用中,可将光源阵列定位到定向背光源的一侧,使得光可被导向为分别朝向显示器的顶部或底部下偏或上偏。有利的是,显示器亮度和均匀度可提高。

[0215] 可能期望与例如图26所示相比,增强后反射器300的反射率,同时降低成本。可通过拉伸具有不同双折射特性的材料诸如单轴聚合物材料的夹层结构来形成高反射率平坦反射器。相应层之间的折射率阶梯可实现对一个电矢量取向的透射和对正交矢量的反射。通过使所述反射器正交地对准,可实现高反射率反射器,其反射率高于金属化结构的反射率,例如反射率高于95%。

[0216] 图28F至图28I是示意图,其示出了形成后反射器的方法的侧视图。可在压力下由冲压工具570对与反射层571,572相交的反射器片569加热和压花,以实现如图28F至图28G所示的表面起伏反射器571,572。为了确保在这两个反射器中形成该结构,可在该层的背上提供匹配的冲压工具584。或者,可单独地形成第一反射器571和第二反射器572,并将这些反射器如图28I所示布置为后反射器叠层。有利的是,与例如如图26所示的金属化结构相比,后反射器的反射率可增大。

[0217] 图28J至图28K是示意图,其示出了后反射器的正视图。后反射器300由至少两块偏振反射器片576,578形成,这些偏振反射器片被布置用于将在彼此正交的相应偏振方向580,582上偏振的光反射,这些偏振反射器片被成型为形成所述反射小平面线性阵列。弯曲反射小平面310的取向可基本上平行于如图28J所示偏振方向580中的一个或可如图28K所示成45度。顶部反射器572的取向可被布置为对准以便有利地实现优选入射偏振态的最大

反射率。

[0218] 图29是示意图,其示出了包括后反射器的波导1的另一个侧视图的细节,该后反射器包括反射小平面阵列。示出了y-z平面中的截面。因此,使从波导1透射的光线321朝向反射器300的反射小平面310导向。被反射的光透射穿过波导1,使得所述光平行于通过波导1的小平面12处的全内反射而导向的光线218。以此方式,光线321被导向到与光线218相同的光学窗,因此串扰将最小化并且亮度会提高。

[0219] 图30是示意图,其示出了包括波导1的定向背光源设备的发光强度211与传播角度320的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器在不对称漫射体之前包括反射小平面阵列。图24B的曲线296在围绕空间光调制器48法线的方向上偏转并且添加到图23的TIR光曲线270,以便在不对称漫射体68之前实现空气中的总强度分布324。可观察到,峰强度可超过仅TIR曲线270的峰强度的两倍。当曲线296被布置成与曲线270重叠时,可实现亮度的所述所需增加。

[0220] 对于光线304,当在波导1(材料折射率为n并且临界角为 θ_c)内传播的引导光线以临界角入射到结构特征12上时,可能出现这种条件的极限,其中结构特征12相对于第一引导表面6的法线的倾斜角为 $(\pi/2-\alpha)$ 。光线304在空气中的输出角为 x_1 :

$$[0221] \quad x_1 = \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c)) \quad \text{等式1}$$

[0222] 后反射器的反射小平面310可相对于第一引导表面的法线以角度 v 倾斜,使得对于基本上平行于第一引导表面传播并且随后由小平面310反射的光线306,在空气中的输出角 x_2 通过以下等式给出:

$$[0223] \quad x_2 = \pi/2 - 2\beta \quad \text{等式2}$$

[0224] 因此,可根据以下条件布置角 β 305,使得光线304和306在观察窗26中实现角度重叠,从而增加亮度。

$$[0225] \quad 2\beta > \pi/2 - \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c)) \quad \text{等式3}$$

[0226] 因此,波导1的小平面12可相对于第一引导表面6的法线以角度 $(\pi/2-\alpha)$ 倾斜,并且后反射器300的反射小平面310可相对于第一引导表面6的法线以角度 β 305倾斜,并且 $2\beta > \pi/2 - \sin^{-1}(n \cdot \sin(\alpha - \theta_c))$,其中 θ_c 是波导的小平面的临界角并且n是波导材料的折射率。在其中第一引导表面6与光引导结构特征10之间存在倾斜的布置中,等式3的表达式可相应地变化。

[0227] 在示例性例子中,波导1的折射率可为1.5,临界角因此可为 41.8° ,小平面角 α 可为 45° ,以使得小平面310的角 β 305可被设定成 42.6° 或更大,以便在图12中由光线304,306表示的光线扇面的角强度分布之间没有明显间隙的情况下提高亮度增益。

[0228] 图31是示意图,其示出了定向背光源设备的发光强度211与传播角度320的曲线图,该定向背光源设备可包括具有后反射器的波导1。该后反射器可在不对称漫射体之后包括反射小平面阵列。如前所述,不对称漫射体68使输出峰模糊,从而降低了显示器上的照明的不均匀度,并且如同观察者相对于显示器在正交于横向方向的方向上移动。

[0229] 图32A是示意图,其示出了定向背光源设备的发光强度211与传播角度320的曲线图,该定向背光源设备可包括具有后反射器的波导1。该后反射器可在不对称漫射体之后包括反射小平面阵列。示出了小平面12倾斜角 α 238、相应小平面310倾斜角 β 305以及不对称漫射体特性(包括角 γ 233和 δ 227)的各种布置330,332,334,336,338,340。有利的是,中央照

度可通过在可接受的视角范围内的宽强度分布而明显增大。

[0230] 图32B是示意图,其示出了对于角 α_{238} 和 β_{305} 的布置344,346,348,定向背光源设备的发光强度211与传播角度320的曲线图,该定向背光源设备具有波导,该波导具有后反射器,该后反射器具有反射小平面阵列。在比图32A所示更宽的角度范围内示出这些曲线图,并且这些曲线图包括例如图25B所示的光线237和241的发光强度。因此,可以在高的离轴观察位置观察到离轴照明峰349。

[0231] 图32C是示意图,其示出了包括波导1的定向背光源设备的发光强度211与传播角度320的曲线图,其中波导具有后反射器,该后反射器在不对称漫射体68之后具有反射小平面310阵列。布置354可提供与分布352相似的发光强度分布,与朗伯型分布350相比,分布352具有大约2的增益。另外,使漫射角 γ_{233} 增大到例如 15° 可进一步增加峰形状的相似性。峰发光强度对于轴上观察来说可基本上最大化;这种布置对于移动显示装置特别有利,因为移动显示装置需要在横向操作模式与纵向操作模式之间旋转。示出了额外的层243的布置356(例如,如图25C所示),其表明与光线237在层243处的增强反射相关联的损耗。

[0232] 图32D是示意图,其示出了本发明的定向背光源实施例的光输出在显示器100中的使用的侧视图,该显示器被布置在工作台表面366上并且当阵列15沿着波导1的长边布置时在横向布置中被观察到。峰349将提供以 $1/\cos x$ 变化的照度,其中角 x_{320} 是显示器的视角。在例如大于 45° 的高视角364下,观察者362感觉到的显示照度可由于小分辨率的显示区域而明显增强,并且有利的是,显示器可用于在所述高角度下针对低功耗实现高照度图像。

[0233] 图32E是示意图,其示出了后反射器的侧视图,其中后反射器的小平面被布置用于使来自光学阀的相对应准的光提取结构特征的光成像,该光学阀包括具有提取小平面12的波导1。后反射器700的反射小平面710是凹形的并且被布置成与波导1的小平面12对准。来自光提取小平面12的光线714入射到后反射器700的弯曲反射器710上。提供斜面区域712以连接凹形反射器710。在操作中,将反射器710布置成焦点基本上位于波导1的提取结构特征12处。因此来自结构特征12的光基本上准直并且穿过波导1。将提取结构特征的节距716设定为与反射器710的节距718基本上相同。

[0234] 图32F是示意图,其示出了定向背光源设备的发光强度与传播角度的曲线图,该定向背光源设备包括图32E的布置。因此,发光强度分布720具有比由例如图27的布置所实现的更尖锐的峰。

[0235] 在本发明的实施例中,凹形描述了如图32E所示在x-z平面中的反射小平面710的曲率,而弯曲则描述了例如如图15A所示在x-y平面中的反射小平面310的曲率。后反射器的小平面可以是凹形的和弯曲的以便有利地实现在x轴与y轴两者上具有非常高的增益特性的观察窗。另外,漫射层可被布置用于调整所需输出特性。来自后反射器小平面710的反射可被布置成与来自波导1的小平面12的直接反射重叠。这种布置可以有利地实现具有低功耗的极高照度显示器。方位角 α_{238} 可被布置成具有高的值,以使得入射到小平面12上的大部分光透射到后反射器小平面710。

[0236] 可将小平面710,712之间的角度设定成基本上 90° ,以实现如本发明实施例中的其他地方所描述的偏振再循环。

[0237] 图33A是示意图,其示出了定向显示装置的侧视图,该定向显示装置可包括具有后反射器的波导1。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。该后反射器可

包括反射小平面阵列、菲涅耳透镜和不对称漫射体。菲涅耳透镜62可被布置成在x-z平面中具有光焦度。以此方式,虽然光的角强度可如例如图32所示发生变化,但菲涅耳透镜62可实现导向到窗平面106中的观察窗26的光的瞳孔扩张。因此,对于位置354处的观察者眼睛,有利的是,可跨空间光调制器48的高度看到基本上均匀的强度。

[0238] 定向背光源因此还可包括菲涅耳透镜62,该菲涅耳透镜在至少横向方向上具有光焦度,并且设置在波导的第一引导表面与不对称漫射体之间,并且还可包括菲涅耳透镜,该菲涅耳透镜在被设置为接收穿过第一引导表面的光输出的至少横向方向上具有光焦度。另外,菲涅耳透镜可以在正交于横向方向的方向上具有光焦度。

[0239] 为了优化亮度、观察自由度和串扰,可能期望对于从光提取结构特征12与反射小平面310两者反射的光,实现在单个观察平面106中重叠的窗26。另外,可能期望通过使用弯曲的光提取结构特征12来减小装置厚度和复杂度。现在将描述对于光提取结构特征12的给定曲率半径,计算反射小平面310的曲率半径的方法。

[0240] 图33B是示意图,其示出了具有面内(x-y平面内)角1550的引导入射光线1500的可选路径。根据该光线的面外角1552,该光线可反射离开提取结构特征12并且作为光线1510朝向观察者离开波导,或透射穿过结构特征12并且反射离开反射小平面310,然后作为光线1520出射。光线跟踪可使偏转角1560和1570与提取结构特征12的面内取向1580和反射小平面310的角1590有关。

[0241] 图33C是示意图,其示出了光线沿着轴1620的出射角1560和1570与沿着轴1630的反射器面内方位角1580和1590之间关系的例子的曲线图。迹线1610是反射离开提取结构特征的在-x方向传播的光线的迹线(在图33B中,角1550等于零),其中迹线1600是反射离开反射小平面的相似入射光线的迹线。这两个迹线之间的大约10%的梯度差可确定为两条光路提供相同的出射角或焦点所需方位差。这表明弯曲反射膜的小平面半径可比光学阀的弯曲提取结构特征的曲率半径短大约10%以便匹配焦点。或者,反射小平面和光提取结构特征的半径可基本上相同。或者,这些半径可以不同,以使得观察窗形成于不同的窗平面中并且具有不同的尺寸。有利的是,显示器均匀度和纵向观察自由度可增加。另外,这两个结构之间,以及SLM 48的像素结构的莫尔条纹可减少。

[0242] 在示例性例子中,尺寸为 $75 \times 50\text{mm}$ 的显示器可由包括波导1和后反射器300的光学阀照明。可将窗平面106距离设定为300mm。对于折射率为1.5的波导,光提取结构特征12的曲率半径可为大约450mm。这些半径可以是固定的,以使得结构特征12在径向上的节距可随着横向位置而略微变化,尽管该节距在正交于横向方向的x方向上可保持恒定。后反射器300的反射小平面310的半径可为大约400mm。

[0243] 在另一个示例性例子中,结构的节距可按不同方式设定,以使各个结构之间的莫尔条纹跳动最小化。后反射器小平面的节距可例如为40微米,波导1的结构特征12的结构特征节距可为200微米,并且漫射体的结构特征节距可为大约10微米或更小,空间光调制器的像素节距可为 25×75 微米。可在波导1与反射器300之间引入250微米的间距。可基本上消除莫尔条纹。

[0244] 图33D是示出了光线1650的光路的示意图,该光线从单个标称观察点1600发出、入射到提取结构特征12或反射器小平面310上的位置1612处、在光学阀1内作为光线1660引导、反射离开弯曲端4之后作为光线1670沿着侧面2的进入孔朝向位置1630传播。

[0245] 图33E是一个示意图,其示出来自类似的入射光线1650和1651的两条任选路径。通过该系统追踪这些光线使得系统最优化成为可能。针对从同一位置1600发出的光线而对图33D中的位置1630进行定位是可取的。

[0246] 图33F是一个示意图,其示出所得的一个曲线图,该曲线图显示对于沿着将光学阀二等分的水平线的不同进入位置1712(毫米(mm)),沿着侧面2处的进入孔的被追踪光线位置1710(mm)。在该曲线图中,观察位置1600是标称的,并且在阀上400mm的观察距离处居中。该曲线图中所示的两条迹线分别用于图33E中描绘的两个光路选项(1750用于反射离开提取结构特征的光线;迹线1760用于反射离开反射小平面的光线)。弯曲反射结构特征的半径和成像表面4的半径经过调整以便沿着侧面2的进入孔实现最佳定位。该结果与比阀的提取结构特征的曲率半径小10%的反射小平面曲率半径一致。对不同的离轴观察位置和观察距离的优化表明,为获得最佳性能,提取结构特征和反射小平面的相对半径值在反射膜具有较小半径的情况下落在彼此的0-12%内。

[0247] 换句话讲,对于从结构特征12直接反射的光来说,以及对于导向穿过结构特征12并且从反射小平面310反射并且返回穿过波导1的光来说,从波导和反射器300到窗平面106的距离可基本上相同。有利的是,观察窗可基本上对齐,从而提高亮度和观察自由度,同时减少图像串扰。

[0248] 透射式空间光调制器48诸如液晶显示器通常需要具有给定第一偏振的偏振输入光。为了优化亮度和效率,可能可取的是,在包括光反射小平面310的本发明实施例中使用第一偏振光和正交于第一偏振态的第二偏振光两者,如现在将描述的。

[0249] 图34是一个示意图,其示出具有偏振恢复的定向显示装置的实施例的侧视图。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。该定向显示装置包括按照如上所述那样布置的波导1和照明器阵列15以及接收来自波导1的输出光的SLM 48。该显示装置还可包括串联在波导1与SLM 48之间的下列组件:菲涅耳透镜62、任选的相位延迟器诸如半波长延迟器404、不对称漫射体68、反射偏振器402,以及在空间光调制器48的输入处的清除偏振器406。棱镜反射膜300设置在SLM 48的第二引导表面后方并且充当后反射器。

[0250] 在操作中,由于反射偏振器402布置在波导1的第一引导表面与被布置用于透射第一偏振分量的SLM 48之间,在波导1中传播的非偏振光线408如上所述作为光线410以第一偏振导向到观察窗26,第一偏振透射穿过反射偏振器402和清除偏振器406。具有与第一偏振正交的偏振的第二偏振分量的光线410被反射偏振器402作为被拒绝光反射,并透射穿过波导1到达棱镜反射膜300,所述光线在其上反射并作为光线412导向回SLM 48。因此光线412在窗26处的竖直位置可不同于光线410的位置。然而,此类光线可包括在横向(y轴)方向上的相同光学窗方向性。

[0251] 棱镜反射膜300将被拒绝光的偏振转换为第一偏振,如下文将描述的。

[0252] 布置在反射器300的棱镜表面上的反射涂层315可例如通过控制其厚度被布置成是部分透射的,以使得具有低强度的光线454被导向到显示结构的后面。掩模450可被布置成具有孔452,该孔被构造用于将光导向到显示器的后面,例如出于产品品牌化目的。

[0253] 图35A是一个示意图,其示出图34的具有偏振恢复的定向显示装置的细节的侧视图。该定向显示装置可包括定向背光源和透射式空间光调制器。图35B示出示例性例子中的反射器300、波导1和漫射体68的布置的侧视图。图35C是一个示意图,其示出图34的偏振恢

复实施例的示意性前视图。为清楚起见,图35A至图35C中未示出菲涅耳透镜62和漫射体68。

[0254] 在波导1的波导中传播的光线408包括非偏振光状态430。从光提取结构特征12通过全内反射所反射的光线为基本上非偏振的并且入射到如上所述的反射偏振器402上。

[0255] 透射穿过反射偏振器402的光线410被导向穿过任选的延迟器404,所述延迟器可为具有适当取向的光轴方向437的半波长延迟器,所述方向被布置用于将第一偏振分量436导向到空间光调制器48的清除输入偏振器406的透射轴上。可取地,偏振器402和偏振器406的偏振透射轴基本上平行,以使延迟器404中的离轴延迟变化的可见性最小化,该延迟器可以是延迟器叠层。

[0256] 可将漫射体68以竖直(x轴)漫射角度 γ 223和水平(y轴)漫射角度 ϵ 235插入到该叠层中,从而在竖直(x轴)方向根据需要进一步提供偏转 δ 227。可将漫射体68定位在波导1与SLM 48输入偏振器406之间。可取地,漫射体基本上不会在反射偏振器402前改变光路,因此被定位在反射偏振器与清除偏振器之间。另外,可将漫射体结合在波导1与反射小平面310之间;然而可以存在与高入射角度相关联并且例如在图32C中示出的损耗。

[0257] 空间光调制器48可进一步包括基板420、424诸如玻璃基板、液晶层422和输出偏振器426。

[0258] 由反射偏振器402作为被拒绝光反射的光线412透射穿过波导1并且入射到棱镜反射膜300上。棱镜反射膜300可包括多对反射拐角小平面310、312的线性阵列。拐角小平面310、312在公共面上以相反方向倾斜,使得单独的光线412从一对拐角小平面310、312发生反射。拐角小平面310、312在其中倾斜的该公共面被取向于SLM 48的法线周围,使得在从一对拐角小平面反射时,后反射器将提供回空间光调制器的被拒绝光的偏振转换为第一偏振。这可通过以与反射器200处的第二偏振分量的偏振成45°延伸的公共面实现。

[0259] 因此如图20所示,光线412被棱镜反射膜300的小平面310、312两者反射。光线434以偏振态434相对于棱镜反射膜300的延长棱镜小平面310、312成45°角入射,如图35C所示。在小平面310、312处反射后,实现光线412的偏振态旋转,使得由于在每个倾斜小平面310、312处反射时各自的相位变化,偏振态434被旋转为偏振态436。因此,穿过空间光调制器48输出的光线412具有与光线412的偏振态432基本上相同的偏振态436。

[0260] 在示例性例子中,可将波导1的结构特征12的角度 α 238设定为45°,可将角度 β 305设定为60°,可将角度 κ 307设定为30°,以使得图35B所示的顶角405被设定为90°并且小平面310、312被布置用于实现光线412在x-z平面中的回复反射,从而实现反射中状态434到状态436的偏振反射。如果顶角405被设定为90°以外的角度,则可相较于小平面312、310在y方向上的范围来调整入射偏振态434角度以优化偏振再循环,尽管可能不会实现偏振态434的完全旋转。如图32中的曲线332所示,可将漫射角度 γ 225和 δ 227分别设定为15°和-15°,这可通过将光线411添加到光线410来使亮度增加两倍。另外,光线411、412可发生偏振再循环,以使得显示器的亮度可进一步增加多达两倍。因此,与光线410实现的亮度相比,总显示亮度可提高多达四倍。

[0261] 图35D是一个示意图,其示出对称漫射体的前视图,该对称漫射体或者也可用于图35C的布置。此类对称漫射体可用于其中y轴上可取的漫射量与x轴上可取的漫射量类似的布置。在示例性例子中,y轴上12度的半极大值全宽度漫射角度可针对高亮度2D显示器或低功耗2D显示器进行布置,以实现在300mm的窗平面106处具有60mm的标称宽度的观察窗(该

观察窗可由多个光学窗组成)。x轴上类似的漫射角度可能是可取的,能实现与图32C中所示的分布352类似的发光强度变化。

[0262] 图35E是一个示意图,其示出包括光学阀的光学层叠装置的透视图,该光学阀包括波导1、后反射器300、光学控制层504和空间光调制器48。波导1的反射端4可包括菲涅耳镜,并且锥形区域500可被引入到波导1以增加从发光元件阵列15进入波导1的光耦合。具有孔区域503的屏蔽层502可被布置用于向显示器观察者隐藏背光源的边缘。光学控制层504可包括反射偏振器、延迟器和漫射层,如在本发明的实施例中的其他地方所描述。空间光调制器48可包括输入偏振器406、TFT玻璃基板420、液晶层422、滤色器玻璃基板424和输出偏振器426。可将红色像素516、绿色像素518和蓝色像素520布置在液晶层内。

[0263] 图35F至图35I是示意图,示出包括光学控制层504和空间光调制器48的光学层叠装置的侧视图。图35F示出光学控制层504,该光学控制层可包括反射偏振器402、半波长延迟器404和漫射体68。偏振器406、426可各自包括偏振吸收层532诸如碘和拉伸的PVA,该偏振吸收层进一步包括包封层530、534。图35G示出另一个实施例,其中光学控制层504例如借助于压敏粘合剂层(未示出)附接到输入偏振器406。漫射体68可形成于层504的输入侧面上。有利的是,与图35F的布置相比,光学损耗减少,从而提高显示效率。

[0264] 可能可取的是进一步减少层数。图35H表明,输入偏振器406的输入包封层536可包括另外的延迟器功能以实现偏振旋转,如例如图38A至图38B中所描述。层534可包含TAC(三乙酸纤维素),而层536可例如包含TAC-R,从而进一步包含半波长延迟功能。因此,空间光调制器输入偏振器可包括包封层,该包封层为光学延迟器。

[0265] 进一步可取的是,在反射偏振器402与空间光调制器48之间提供漫射体68,以提高偏振再循环的效率。此类布置可如图35I所示实现,其中使漫射粘合剂层538结合在反射层402与像素平面422之间的一个位置处。该漫射粘合剂层可例如由具有高折射率和低折射率的不同区域提供,从而使得粘合剂层538内的去偏振效应最小化,同时实现可取的漫射特性。有利的是,可降低光学控制层与空间光调制器组合的成本和复杂性,同时可提高光学效率。

[0266] 图36A至图36B是示意图,示出与图35A中所示类似的偏振恢复布置的另外的侧视图,这些偏振恢复布置进一步包括漫射层68。漫射体68可具有低双折射并且可被布置成具有延迟器404,并且如图36A所示可形成于延迟器404的表面上。被反射偏振器402反射的光线403可入射到后反射器的区域上并且借助于结构特征12重新导向到波导1中。后反射器拐角反射器(包括小平面310、312)的进入孔内的光线401通过漫射体68回射并且导向到锥体407中。

[0267] 在图36B中,漫射体68被布置在波导1与反射偏振器402之间,并且可形成于反射偏振器402上。因此,光线409的漫射可改变导向回波导中的光线403的比例。有利的是,偏振再循环特性可变化。

[0268] 图37A至图37B是示意图,示出使用对齐的后反射器的偏振恢复布置的侧视图。另外,图37B使用与图28C所示类似的波导和与图28A所示类似的后反射器。有利的是,光线417可基本上被平坦反射区域314反射。额外的四分之一波片398可被布置用于旋转所反射的光线417的偏振态,以使得它们透射穿过反射偏振器402。有利的是,针对某些视角而言,显示器发光强度可增加。

[0269] 图37C是一个示意图,其示出包括波导1和后反射器300的光学阀的侧视图,该波导进一步包括光散射结构特征。在操作中,从包括对齐的发光元件阵列15的输入端2传播到反射端4的光可遭受例如由于模式耦合损耗或散射结构特征540(其可为划痕或开模痕迹)而引起的散射损耗。因此,光线542可离开波导1并且入射到后反射器300尤其是牵伸小平面312上。

[0270] 图37D是一个示意图,其示出包括光散射结构特征540和后反射器300的光学阀的外观的前视图。在操作中,阵列15的光源将在似乎从阵列15传播到波导1的反射端4的光的黑暗区域544内产生带状区域546的外观,具体视结构特征540的密度和形式而定。可能可取的是降低区域546的可见性。

[0271] 图37E是一个示意图,其示出包括波导1、光散射结构特征540和后反射器的光学阀的侧视图,该后反射器进一步包括可为粗糙反射表面的光散射小平面表面312。小平面310通常可为镜面反射表面,尽管可能略微粗糙。可在至少y-z平面中提供粗糙度,并且也可在如图37E所示的x-z平面中提供粗糙度。因此,入射到小平面312上的光线543被散射到比图37C所示更宽阔的锥体。

[0272] 图37F是一个示意图,其示出包括光散射结构特征和后反射器310的光学阀的外观的前视图,该后反射器进一步包括光散射小平面312表面。因此,区域548可具有三角形式,与图37D的区域546相比峰照度更低。此类外观可基本上被漫射体68隐藏。

[0273] 图37G是一个示意图,其示出包括起伏结构的光学阀的光提取结构特征的透视图。可将此类起伏结构应用到线性光提取小平面12,以减少光提取小平面12与SLM 48的像素之间的莫尔条纹外观。可通过在切割步骤期间控制金刚石高度和横向位置来例如在表面形式的金刚石开模期间提供起伏结构。

[0274] 图37H至图37I是示意图,示出包括起伏结构的后反射器的透视图,该起伏结构包括镜面反射小平面310和粗糙反射小平面312各自的峰的起伏轨迹560。另外,在小平面12与小平面310、312之间可能存在莫尔条纹。起伏结构可被布置用于减少莫尔条纹的外观。

[0275] 如本文所用,应用于小平面或结构特征阵列的形容词“线性”意味着该阵列是线性阵列,或该阵列中的小平面在线性方向上重复。相比之下,应用于小平面或结构特征的形容词“线性”意味着这些小平面或结构特征本身是线性的。然而,一般来讲,线性阵列中的小平面或结构特征可以是线性的或另一种形状诸如弯曲的。类似地,这些小平面或结构特征可以是平坦的或具有不平的形状,例如沿着它们的长度起伏或者是粗糙的。

[0276] 图38A是一个示意图,示出图34的偏振恢复实施例的另一个示意性前视图,该偏振恢复实施例进一步包括弯曲的提取结构特征12和弯曲的反射小平面310,以便以与例如图15A所述类似的方式提供聚焦,而无需额外的菲涅耳透镜。反射膜小平面的变化的取向根据横向方向(y轴)上的位置将入射线性偏振态434旋转到变化的偏振取向诸如436和437中的一者。为了继续该示例性例子,x-y平面中的提取结构特征12的曲率半径可为大约440mm,而x-y平面中的后反射器300的反射小平面310的曲率半径可为。有利的是,偏振再循环以薄结构实现,从而实现增加的亮度和效率以及低功耗。

[0277] 图38B是一个示意图,其示出图33D所示的改进的光路,由此从单一观察点1600(代表观察者99的眼睛的位置)发出的光线1650从区域1610处的反射膜反射,然后形成反向传播的光线1680。该光线从反射偏振器402反射回,之后在基本上相同的位置1610撞击提取结

构特征12或反射小平面310；随后在波导1内作为光线1660引导，反射离开弯曲的端面4并且最终作为光线1670沿着侧面2的进入孔朝位置1630传播。因此可以表明，来自点1600的光线可被导向到侧面2的进入孔中基本上相同的位置，并且因此被导向到阵列15a-n的相同光源。这样，小平面310可被布置用于在与在第一次入射时透射穿过反射偏振器的光相同的方向上产生偏振转换光。有利的是，显示器的观察窗可具有增强的亮度和低串扰。

[0278] 图39更详细地示出入射光线1650双反射离开棱镜反射膜的表面310和312，从而形成反向传播的光线1680。因此，小平面310、312可被布置成具有90°的夹角1681，该夹角使得所分辨的光线1650在平行于表面310、312的表面法线的第一平面中回射，但在正交平面中镜面反射。

[0279] 图40示出一个曲线图，其显示对于沿着将光学阀二等分的水平线(轴1712)的不同进入位置(mm)，沿着侧面2的进入孔(轴1710)的被追踪的光线位置(毫米)。在这种示例性情况下，观察位置1600在从波导1的中心的法线开始距平面106(如图12所示)400mm的观察距离处，在竖直维度和水平维度上离轴65mm。曲线图中所示的四条迹线是针对图33E中所描绘的两个光路选项(1750、1770离开提取结构特征，而迹线1760、1780离开反射小平面)，这两个光路选项与再循环光路选项相结合(1770、1780)或不结合(1750、1760)。可调整弯曲反射结构特征的半径和成像表面4的半径以便优化针对轴上观察的定位。结果表明，在接近非再循环光的源位置的源位置处发出再循环光，能够保持为进行精确的照明控制而在源与观察者位置之间的必要映射。

[0280] 可能可取的是实现这样的显示器，其能够在明亮的照射条件(例如，25,000勒克斯)下进行观察或对于可取的照度例如500尼特可高效率进行操作。本发明实施例的定向背光源与常规的2D背光源系统相比可将光有效地导向到狭窄范围的角度中，并且因此可实现给定功耗下的高亮度或给定照度下的高效率。

[0281] 图41是一个示意图，其示出背光源布置的前视图，该背光源布置产生水平观察窗800，其中具有由竖直LED阵列15照明的直式取向的光学阀波导1，用于高亮度或高效率的显示设备。请注意，坐标轴是以波导取向而非观察者空间为参照，因此水平观察窗800是针对具有左眼位置804和右眼位置806的观察者99而提供。

[0282] 反射端4可包括菲涅耳镜，该菲涅耳镜被布置成使得来自反射小平面813的阵列15的光基本上准直。与提取结构特征12和任选的光反射小平面310(未示出)的协同形成观察窗800。有利的是，与例如图35C所示的穹顶表面4相比，菲涅耳镜可实现小的边框。菲涅耳镜的牵伸小平面803可在光学系统中提供散射。此类高亮度或高效率2D显示器中的散射可实现可取的观察窗均匀度水平，而不限制自动立体显示器中可取的低图像串扰。另外，可将漫射特性结合到牵伸小平面803中以使从小平面803反射的光的不均匀性效应最小化。

[0283] 输入漫射体801可在x-y平面中漫射的不对称漫射体，并且被布置用于降低阵列15的LED之间的间隙的可见性，而基本上不增加进入x-y平面中的波导的光耦合损耗。输入漫射体801可被布置成具有漫射特性，所述漫射特性例如在群组812区域中与在群组810区域中有所不同。

[0284] 发光元件阵列15诸如LED阵列可包括可具有高亮度输出能力的LED第一群组808；与群组808的LED节距814具有类似节距816的LED第二群组810；以及可具有节距818的LED第三群组812，节距818可大于群组808的LED的节距814。例如，可结合另外的群组，或者节距从

阵列15的中心到外部区域可渐增。群组808的LED可具有与群组810、812的LED相比更高的亮度输出但更低的效率。

[0285] 在以高亮度操作模式进行的操作中,第一群组808的LED 809可借助光学阀布置导向到观察窗800,该观察窗包括两个光学窗和尺寸802。因此,眼睛定位于位置804、806的观察者99可跨SLM 48(未示出)的区域看到图像。随着观察者99的眼睛移动,光学窗可被调整以使得观察窗对应于观察者的位置而移动,因而提高观察自由度。

[0286] 在示例性例子中,对角显示器可由尺寸为 $2.6 \times 1\text{mm}$ 并且节距为 3.5mm 的第一群组808的LED照明。LED的输出在 600mW 下可为50流明,因此可布置 1.2W 的总功率以提供窗800。可布置适用于移动电话应用的高度为 50mm 的光学阀,以在 300mm 的观察距离处提供观察窗,窗高度802为大约 60mm 。在与偏振再循环和小平面反射膜300协同的情况下,当与非偏振光透射率为6.5%的LCD协同使用时,该显示器的轴上输出流明可至少为约2000尼特。来自该显示器前面的反射可例如为5%。在 $25,000$ 勒克斯的屏幕照度下,与照度为500尼特的显示器的 $1.3:1$ 的对比率相比,可实现 $5:1$ 的对比率。因此有利的是,在高亮度环境中,该显示器的对比率可显著增强。

[0287] 对于在500尼特的显示器照度下的操作来说,可实现 300mW 的功耗。有利的是,该显示器的亮度显著高于常规背光源中针对相同输入功率可实现的亮度,该常规背光源为例如显示器,包括来自3M公司的ESRTM、BEF IITM和DBEFTM,以及漫射体。

[0288] 继续本文的示例性例子,群组808的LED可具有 60 流明每瓦特(l m/W)的发光效率,而群组810、812的LED的发光效率在 20 流明的峰值驱动光通量下可为 80l m/W 。节距818可为 5mm 或更大。输入漫射体801的漫射特性可沿着进入孔而变化,以适应不同的LED间距。有利的是,群组810、812中的LED的成本和数量可降低。

[0289] 在另一个示例性例子中,高度 50mm 的显示器可提供有发光元件阵列15,该发光元件阵列具有7流明每毫米的阵列封装发光度。透射率为大约5%的显示器可实现针对轴上观察位置的1500尼特的显示器输出照度。在操作中,在典型的背景白色电平反射率为50%的 $25,000$ 勒克斯的户外环境中,经调适的眼睛白色电平为大约4000尼特。与经调适的眼睛白色电平相比,相对显示照度为37%并且接近已知的高反射率单色电泳显示器的反射率。与此相比,标准显示器的显示照度小于15%。因此,在周围照明高的环境中,本发明的实施例的图像可读性显著更高。对于户外操作而言,还实现了全彩色移动图像。

[0290] 图42A示出与图41的照明系统类似的照明系统,其相对于观察者99以横式取向布置,从而实现竖直观察窗800,当由群组811的LED照明时,该竖直观察窗包括四个光学窗。为继续该示例性例子,可使观察窗的宽度增加到大约 120mm ,从而包括四个观察窗。另外,图42示出LED驱动电路830、832、834,并且控制器74可被布置用于单独地驱动具有高电流需求的群组808的LED和具有较低电流需求的群组810的LED。另外,群组812的LED可由驱动器834成串驱动,以便与驱动器830、832相比降低驱动器834的成本。这样,显示器的轴附近的角度可被布置用于在高亮度环境中提供操作,而更加离轴的角度则可被布置用于提供观察者追踪的低功率模式操作,并且可在需要以宽角度模式操作显示器时驱动LED串812,该宽角度模式为与标准2D显示器类似的定向分布。

[0291] 图42B至图42D是示意图,示出发光元件光通量263的曲线图,该发光元件光通量的位置261跨发光元件阵列的一个阵列。图42B显示图41的布置,其中群组808的LED各自以光

通量900照明，该光通量具有阵列灰度轨迹分布902。可通过使光在波导1内以及在反射膜300和漫射体68布置处传播，来使输出发光强度功能与光通量分布相关。可布置此类光通量分布，以例如用于实现高亮度的显示器，从而能在具有高照度诸如25,000勒克斯的环境中观察具有可取对比率的图像。在较低照度的环境中（诸如室内），光通量分布908可如图42C所示进行布置。因此，显示器效率可进一步提高，同时实现对于室内观察而言可取的照度。

[0292] 另外，可能可取的是提高显示器的观察自由度。如图42A所示，可提供光通量分布910。可分别通过图42A中的LED群组811、810、812来提供LED区域904、912、914。有利的是，宽视角显示器可提供有与常规2D背光源的发光强度分布类似的发光强度分布，例如图32C中的分布352。对于宽角观察而言，此类布置不需要进一步控制窗位置或结构。

[0293] 有利的是，显示器可被布置成可在具有高照度水平的环境中实现高对比度。另外，对于可接受的对比率，该显示器可在室内环境中实现非常低的功耗水平。另外，对于类似的功率操作，该显示器可实现与常规2D背光源类似的发光强度角分布。另外，此类显示器可以横式操作模式和直式操作模式操作。另外，峰照度可被布置以便在基本上为显示器表面法线的方向上优化对显示器的观察，并且因此适用于被布置成以横式操作模式和直式操作模式两者操作的显示器。

[0294] 图43A是一个示意图，其示出在输入侧面处布置有反射器的光学阀的前视图，图43B是一个示意图，其示出在输入侧面2处布置有反射器的光学阀的侧视图，该反射器被布置用于将返回的光重新导向到宽观察锥体和一体式菲涅耳镜中。反射器842可包括金属反射器或聚合物反射器例如ESRTM，并且可进一步被布置有漫射体843，该漫射体可为不对称漫射体，该不对称漫射体被布置用于漫射光以使得入射到反射器842上的光线841在x-y平面中而不在x-z平面中漫射，从而漫射光线839并且导向被反射的光线837。在操作中，来自LED的不是在结构特征12处提取的光中的一些入射到输入侧面2上并且被反射。该光随后在系统中再循环并且因此实现基本上为光学阀宽度的源。可调整输入孔高度845与镜孔高度847的比，以使得落在输入孔上的光增加，因而增加可被导向跨宽范围角度的光量，并且提高背景照明水平。阵列15可包括高亮度LED的单一群组844，从而有利地降低显示成本。此类显示器可被追踪以实现移动观察窗，或者可不被追踪而具有高亮度中央峰。

[0295] 图43C至图43D是示意图，示出光学阀的另外的前视图，该光学阀在输入侧面处布置有反射器以将返回的光重新导向到宽观察锥体和一体化菲涅耳镜中。图43E是一个示意图，其示出来自图43D的布置的发光强度分布的曲线图。

[0296] 图43C显示一种布置，其中由单一控制器882驱动的单一光源880被布置用于提供显示照明。定向背光源可因此包括：波导1，该波导包括输入端2；单一光源880，该单一光源设置在跨波导1的输入端2的横向方向上的预定输入位置处，其中波导1进一步包括用于沿波导1引导光的第一引导表面6和第二引导表面8，以及面向输入端2的用于将输入光反射回穿过波导1的反射端4，其中第一引导表面6被布置用于通过全内反射引导光，并且第二表面8具有阶梯式形状，该阶梯式形状包括(a)多个小平面12，这些小平面被取向为使来自光源880的光在从反射端4反射后反射穿过第一引导表面6，以定位在横向方向(y轴)中的输出方向进入光学窗中，该输出方向取决于光源880的输入位置，以及(b)中间区域10，这些中间区域介于被布置用于将光引导穿过波导1的小平面12之间；后反射器300，该后反射器包括反射小平面310阵列，这些反射小平面被布置成使来自光源808的透射穿过波导1的多

个小平面12的光反射回穿过波导1,以离开穿过第一引导表面6进入所述光学窗中。

[0297] 有利的是,该装置的成本和复杂度被降低,并且可实现宽角度的照明分布。图43D显示另一种布置,其中单一高亮度LED 886和两个低亮度但高效率的LED 884、888被布置用于提供位置267在窗平面106中的观察窗发光强度265分布,该分布包括光直接来自LED的中央区域815和光从反射器842反射的外部区域817。可设定反射端4与输入端2的高度比以确定区域815和817中的光的比。输出效率可因此得到优化,同时实现宽视角模式和高亮度2D模式。

[0298] 图44A至图44B是示意图,分别示出光学阀的前视图和侧视图,该光学阀进一步包括不对称漫射体848,该不对称漫射体被布置在反射端4附近以提高输出均匀性。漫射体848可被布置用于对在x-y平面中传播的光线845提供基本上很低的漫射,同时对在x-z平面中传播的光线提供少量的漫射光线847。有利的是,此类漫射体可由于光线在x-z平面中的不均匀角分布而提高显示区域的均匀性。光线的此类不均匀角分布可由于光学阀的波导1内的衍射效应和模式耦合效应而引起。在示例性例子中,可将角漫射特性为 $0.1^\circ \times 3^\circ$ 的漫射体布置在端4处。可将此类漫射体埋入具有不同折射率的材料中以减少来自结构表面的菲涅尔反射。

[0299] 图44C至图44D是示意图,示出用于形成包括波导1的光学阀的方法的前视图。波导1可通过模制成包括弯曲小平面12的一体化本体来形成。该本体可包括平坦端610。菲涅耳镜组件600可包括菲涅耳表面602,该菲涅耳表面是金属化的并且形成在包封层604、606之间。或者,菲涅耳镜可包括以与图28F至图28I所示类似的方式形成的凹凸反射器,并且可被进一步提供有保护层604、606。可提供粘合剂层608(其可包括与图44B所示类似的一些漫射功能)以将菲涅耳镜组件附接到波导1的一体化本体的端610。另外,可将反射层612、614附接到波导1的侧壁,以降低离轴空隙的可见性。有利的是,菲涅耳镜组件可在与一体化本体分开的过程中以高精确度和高反射率形成,从而增强光学性能。

[0300] 可能可取的是,通过将背光源的部件与显示系统例如移动电话、平板手机或平板电脑的结构整合在一起,以降低装置尺寸。

[0301] 图45A是一个示意图,示出第一组装步骤中的光学阀的前视图,该光学阀包括布置在第一装置框架上的LED阵列和布置在第二装置框架上的菲涅耳镜,图45B显示第二组装步骤期间的布置。在第一步骤中,光源阵列15诸如LED阵列被组装在基板上,该基板包括电极和绝缘体层851以及金属框架850,该金属框架可为显示装置诸如移动电话或平板电脑的外部框架。另外,可将膜诸如ESR 842应用到阵列15的区域中,以使光在波导1内如图44A至图44B所示再循环。另外,菲涅耳镜854可形成在该装置的框架852之上或之中。此类菲涅耳镜可直接模制到框架本身中或可形成在框架上。在组装步骤期间,菲涅耳镜可借助指数匹配材料856附接到波导1,从而形成一体化部件。另外,可在组装步骤期间使光源阵列邻近波导1的输入侧面。另外,可在背光源周围布置电子部件和电子板858。

[0302] 有利的是,可减小显示装置的斜口尺寸并且进一步减少单独部件的数量,从而使成本最小化。另外,框架850可为阵列15的LED提供散热装置,因而改进与外部环境的热接触,从而提高LED的效率和寿命。

[0303] 图46A至图46C是示意图,示出用于包括反射层的显示装置的电池860的前视图和侧视图。可将包括小平面310、312的反射膜布置在电池860上,其外部接触体862连接到电

池。沿着横截面864,图46B显示膜300可附接到电池的顶盖866,该电池具有电池材料870和底盖868。有利的是,可将电池布置为基本上平坦的支撑层,以使得来自反射层300的光学输出窗在显示器的区域上对齐。或者,如图46C所示,可将反射层布置在电池的盖872中,从而对成像窗实现具有可取平坦度的更加一体化并且更薄的结构。

[0304] 与不使用棱镜反射膜300和反射偏振器402的布置相比,显示亮度可显著增加。从而可降低光源成本并且延长电池寿命。

[0305] 图47是一个示意图,其示出包括反射膜的显示装置的侧视图,该反射膜以与波导1的锥角匹配的楔角871布置在楔形电池870上。有利的是,可将后反射器300整合到电池上,从而优化电池容量。

[0306] 图48是一个示意图,其示出包括开槽侧壁的显示装置的侧视图,该开槽侧壁用于放置LED,以减小斜口宽度。透射式空间光调制器48诸如液晶显示器可进一步包括边界区域427,该边界区域可包括寻址电子器件和密封材料,并且在SLM 48的有源区域以外。屏蔽层502被布置用于隐藏定向背光源的边缘区域的可见性。可将具有发射区域624和电连接区域626的LED封装622布置在电扇出装置上并且附接到移动装置的侧壁850,任选地在空腔区域851中。在示例性例子中,可实现小于2.5mm的侧面斜口宽度,其中有源区域的边缘与区域624之间的间隙是波导1的输入端2的高度的大约三倍。

[0307] 图49是一个示意图,其示出包括开槽侧壁的显示装置的侧视图,该开槽侧壁用于放置镜,以减小斜口宽度。屏蔽层502被部分地布置在侧壁852中任选的切出部853中,以掩藏来自镜600的边缘的散射。为继续该示例性例子,可实现小于2.5mm的侧面斜口宽度,其中有源区域的边缘与镜600之间的间隙是镜600的高度的大约三倍。

[0308] 如本文可能所用,术语“基本上”和“大约”为其相应的术语和/或术语之间的相关性提供了行业可接受的容差。此类行业可接受的容差在0%至10%的范围内,并且对应于但不限于分量值、角度等等。各项之间的此类相关性在大约0%至10%的范围内。

[0309] 虽然上文描述了根据本文所揭示的原理的多个实施例,但应当理解,它们仅以举例的方式示出,而并非限制。因此,本发明的广度和范围不应受到任何上述示例性实施例的限制,而应该仅根据产生于本发明的任何权利要求及其等同物来限定。另外,所描述的实施例中提供了上述优点和特征,但不应将此类公开的权利要求的应用限于实现任何或全部上述优点的过程和结构。

[0310] 另外,本文的章节标题是为了符合37 CFR 1.77下的建议或者提供组织线索。这些标题不应限制或表征可产生于本发明的任何权利要求中所列出的实施例。具体来说并且以举例的方式,虽然标题是指“技术领域”,但权利要求书不应受到在该标题下选择用于描述所谓的领域的语言的限制。另外,“背景技术”中对技术的描述不应被理解为承认某些技术对本发明中的任何实施例而言是现有技术。“发明内容”也并非要被视为是对发布的权利要求书中所述的实施例的表征。此外,本发明中对单数形式的“发明”的任何引用不应用于辩称在本发明中仅有单一新颖点。可以根据产生于本公开的多项权利要求来提出多个实施例,并且此类权利要求因此限定由其保护的实施例和它们的等同物。在所有情况下,应根据本公开基于权利要求书本身来考虑其范围,而不应受本文给出的标题的约束。

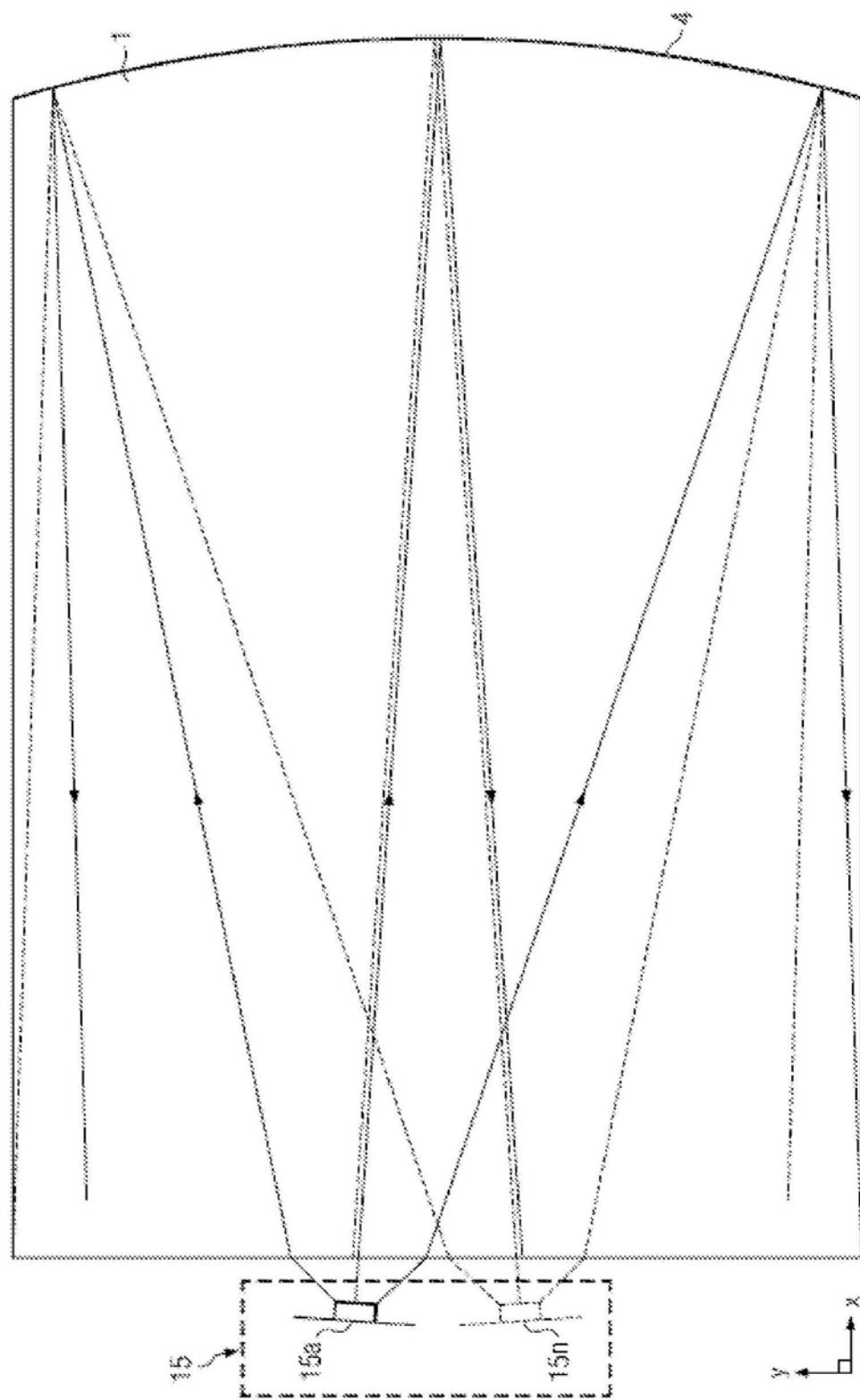


图1A

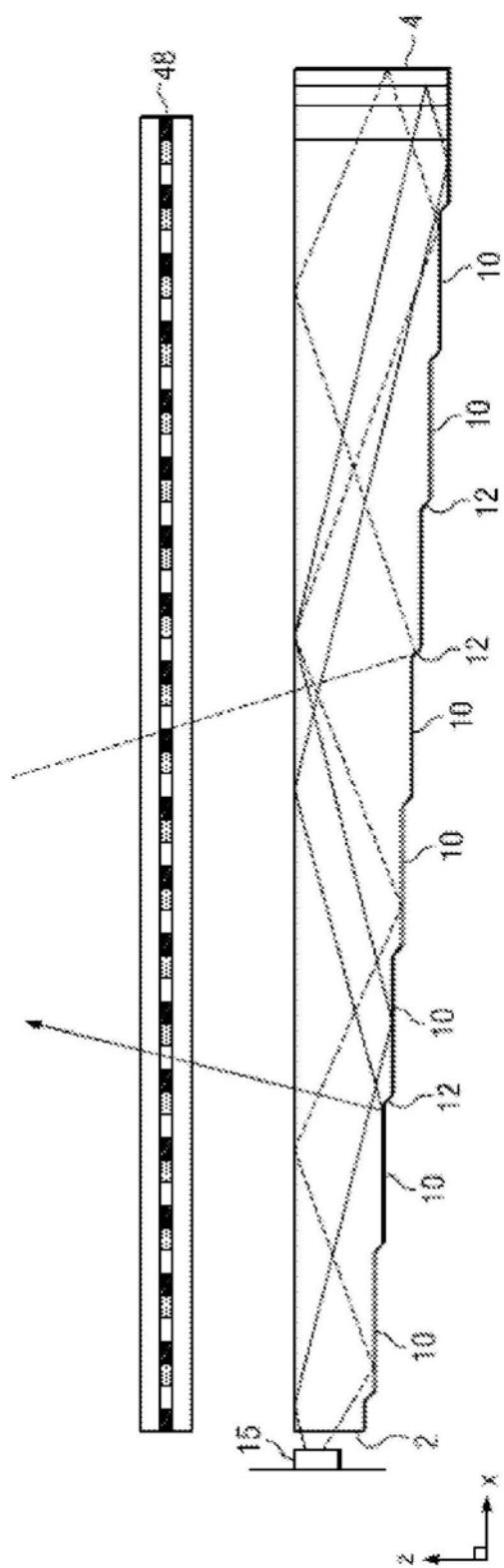


图1B

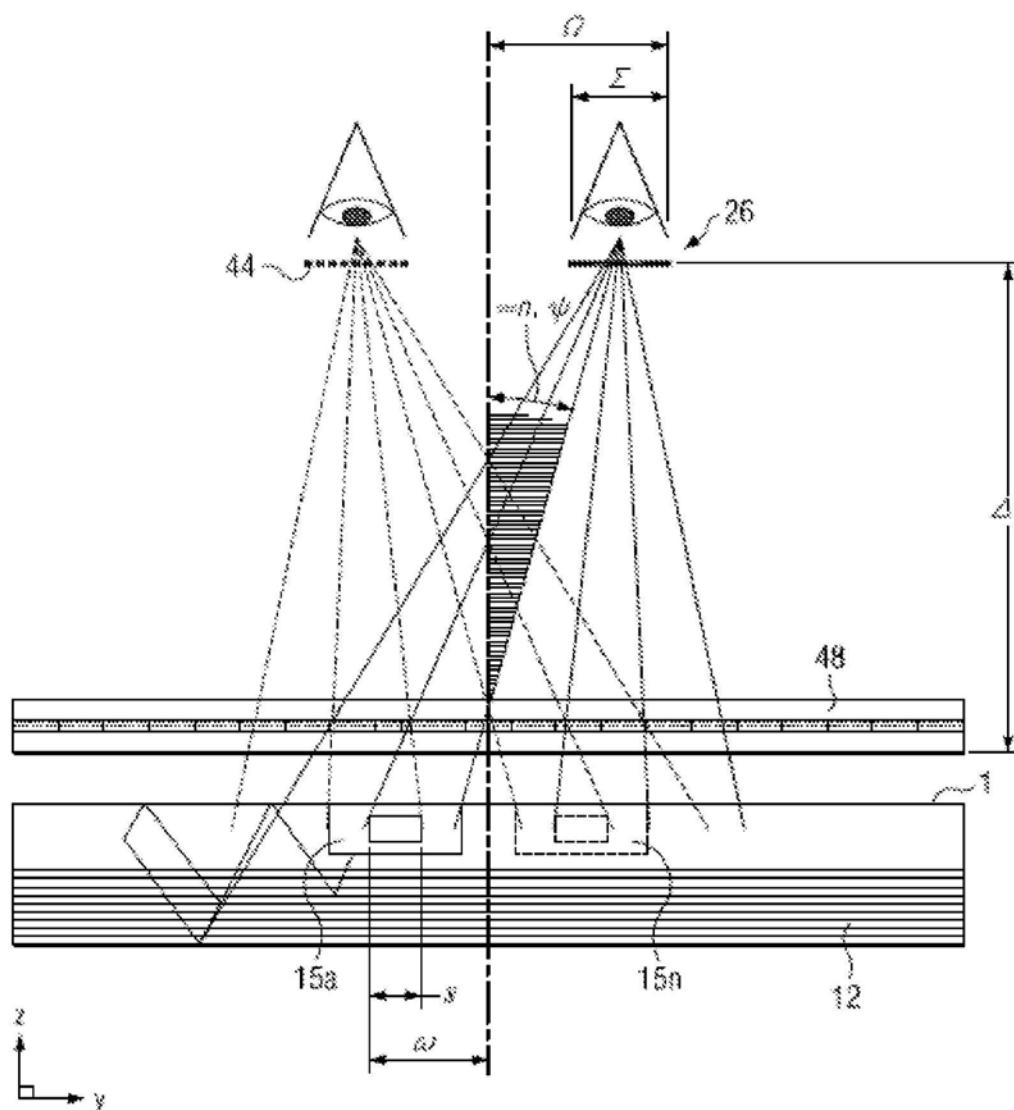


图2A

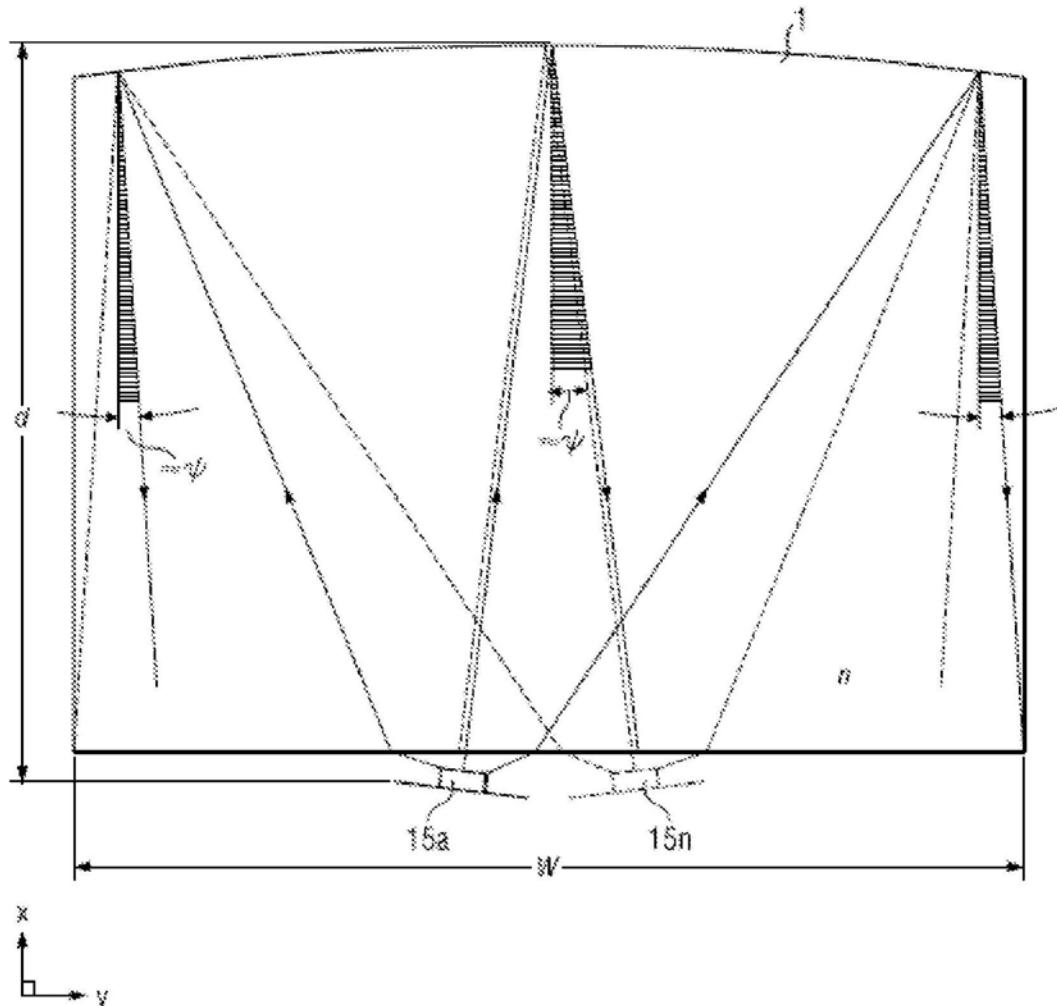


图2B

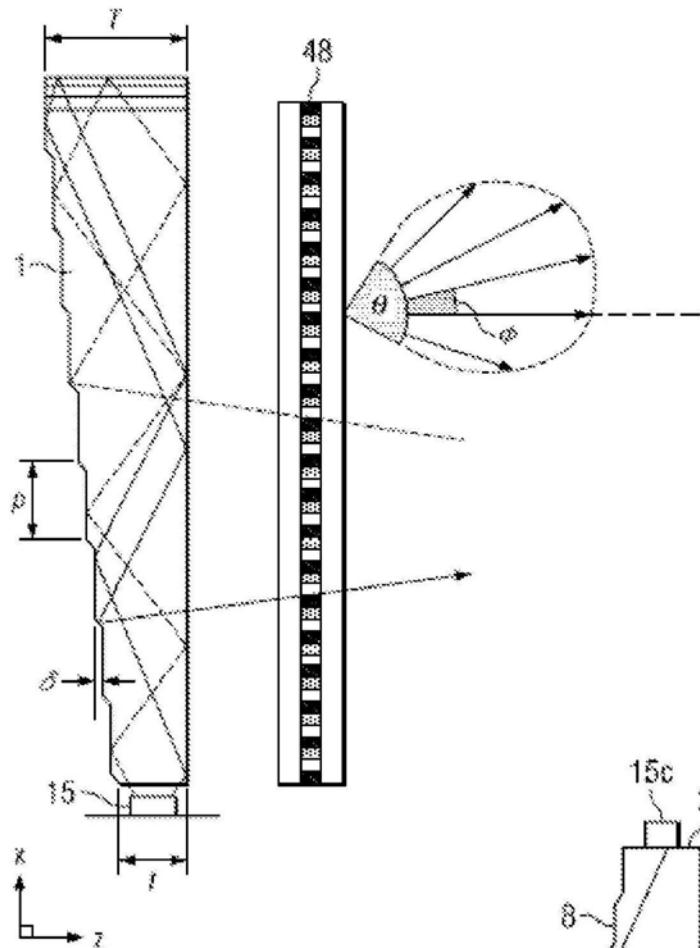


图 2C

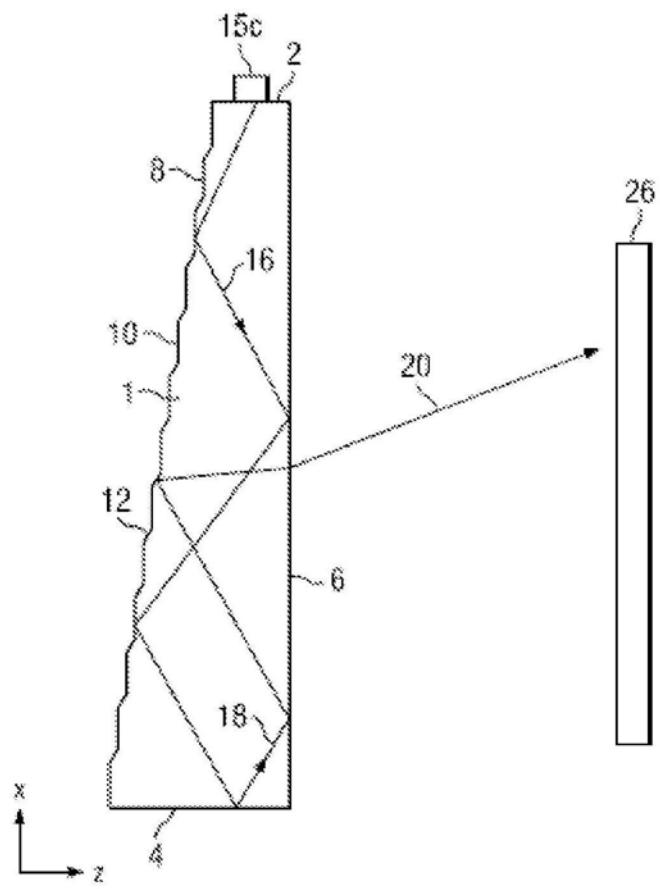


图 3

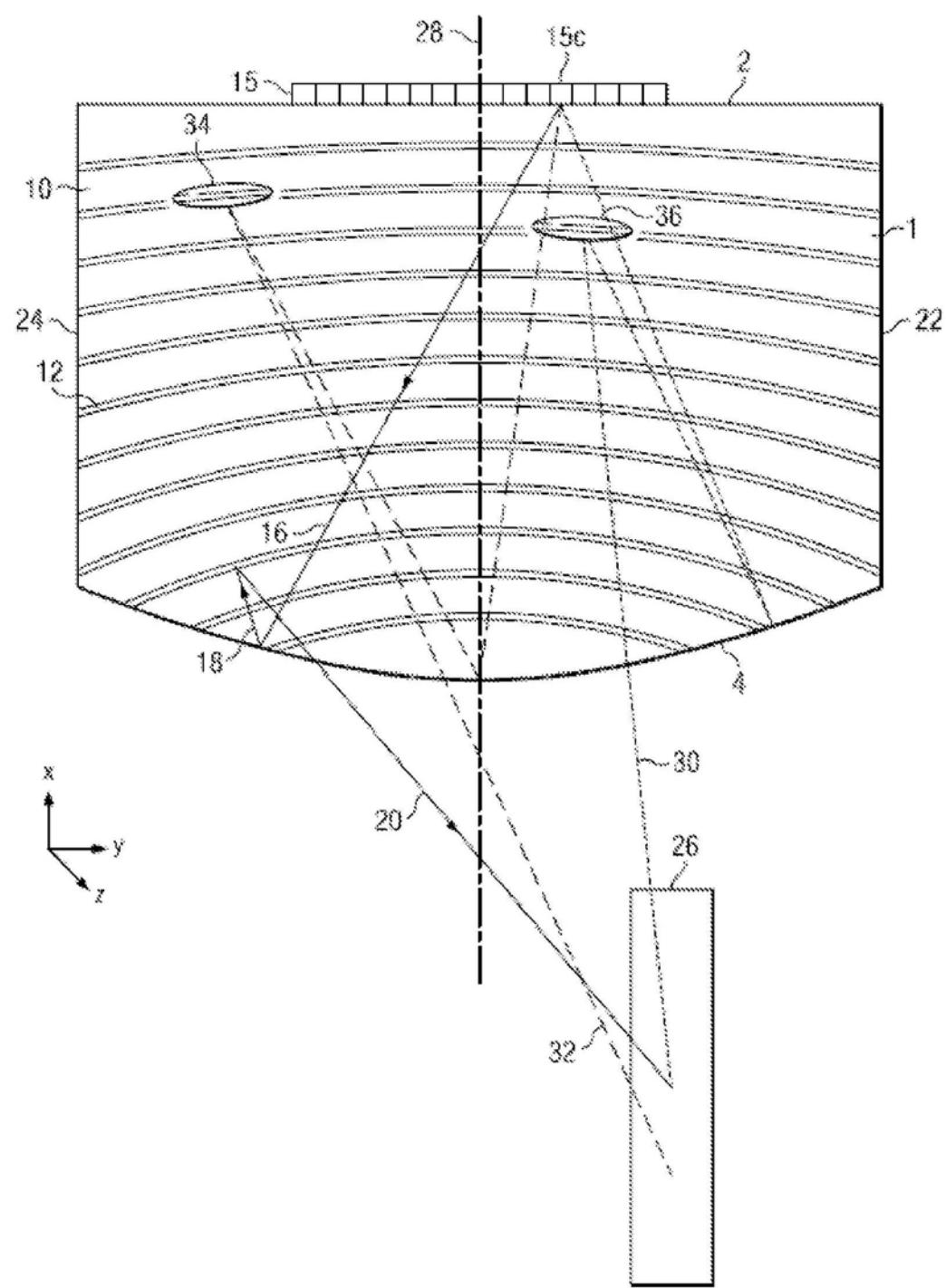


图4A

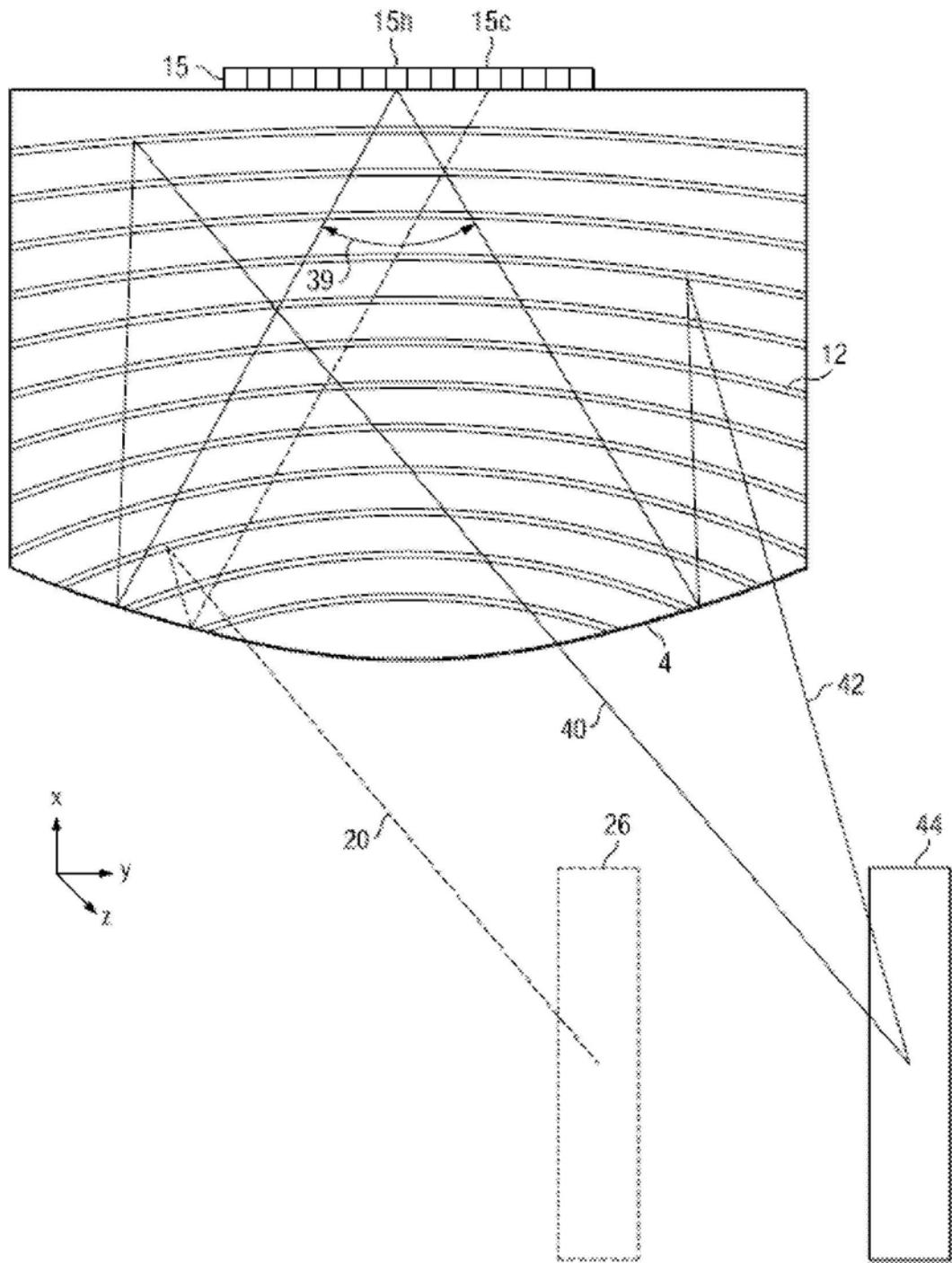


图4B

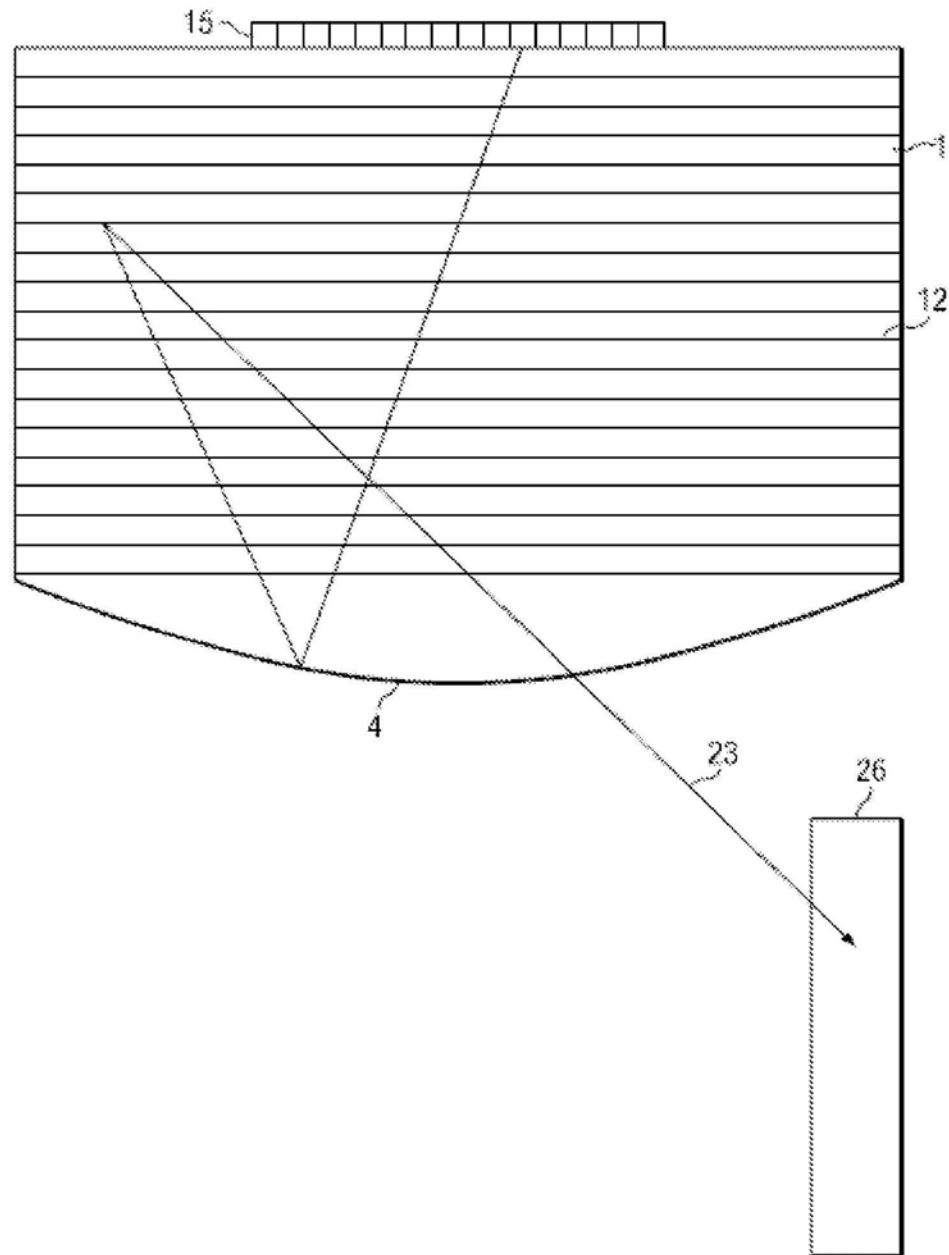


图5

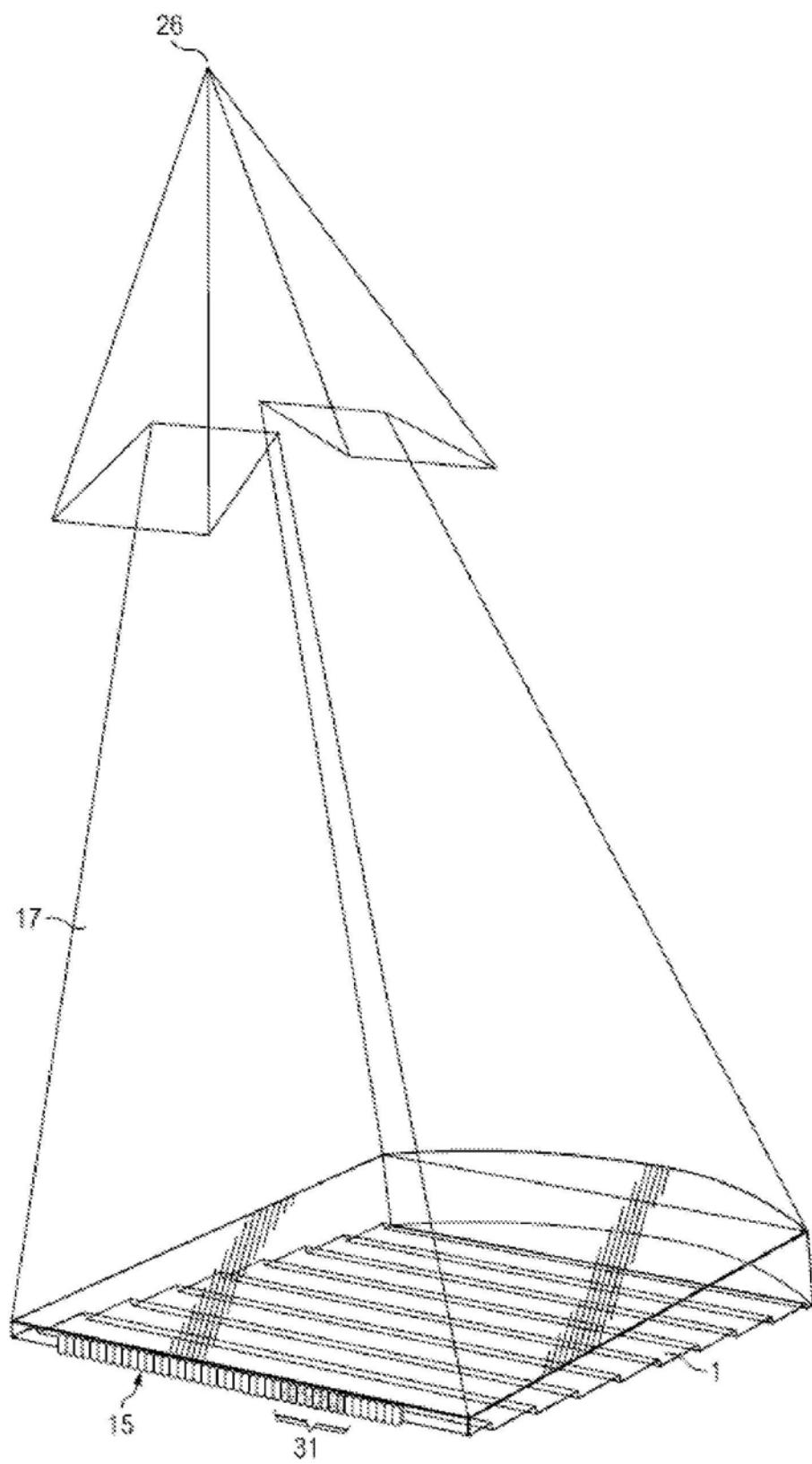


图6A

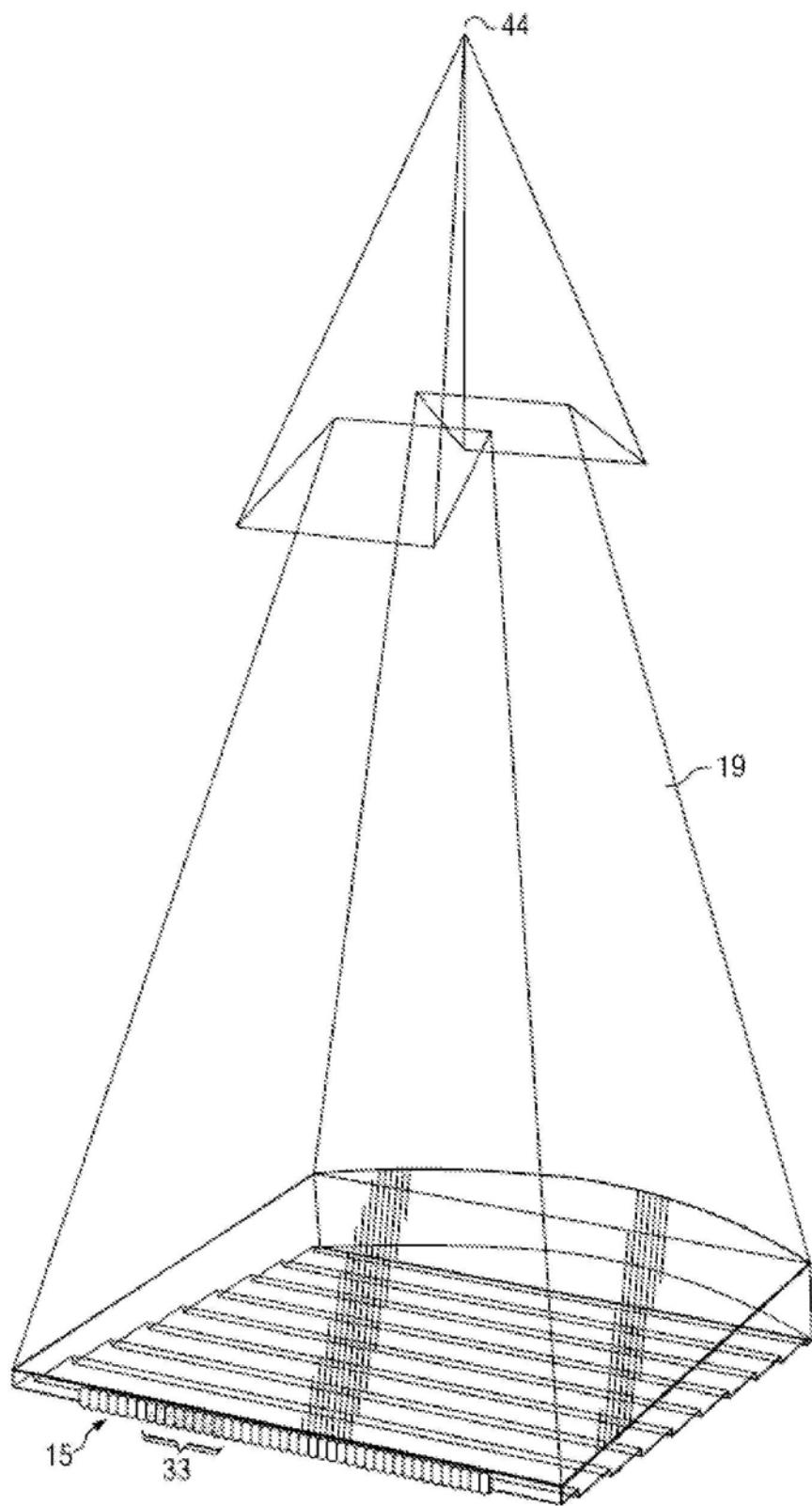


图6B

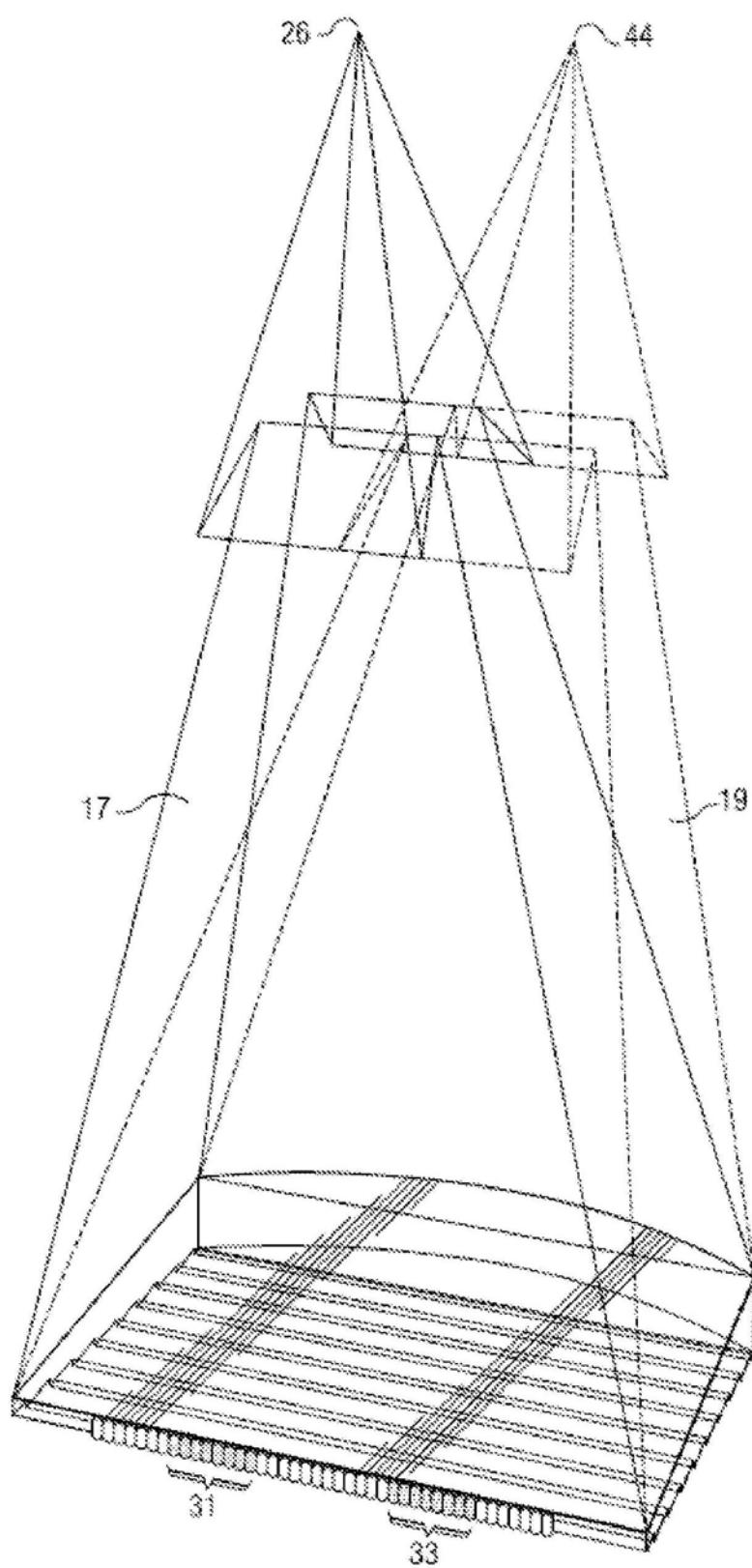


图6C

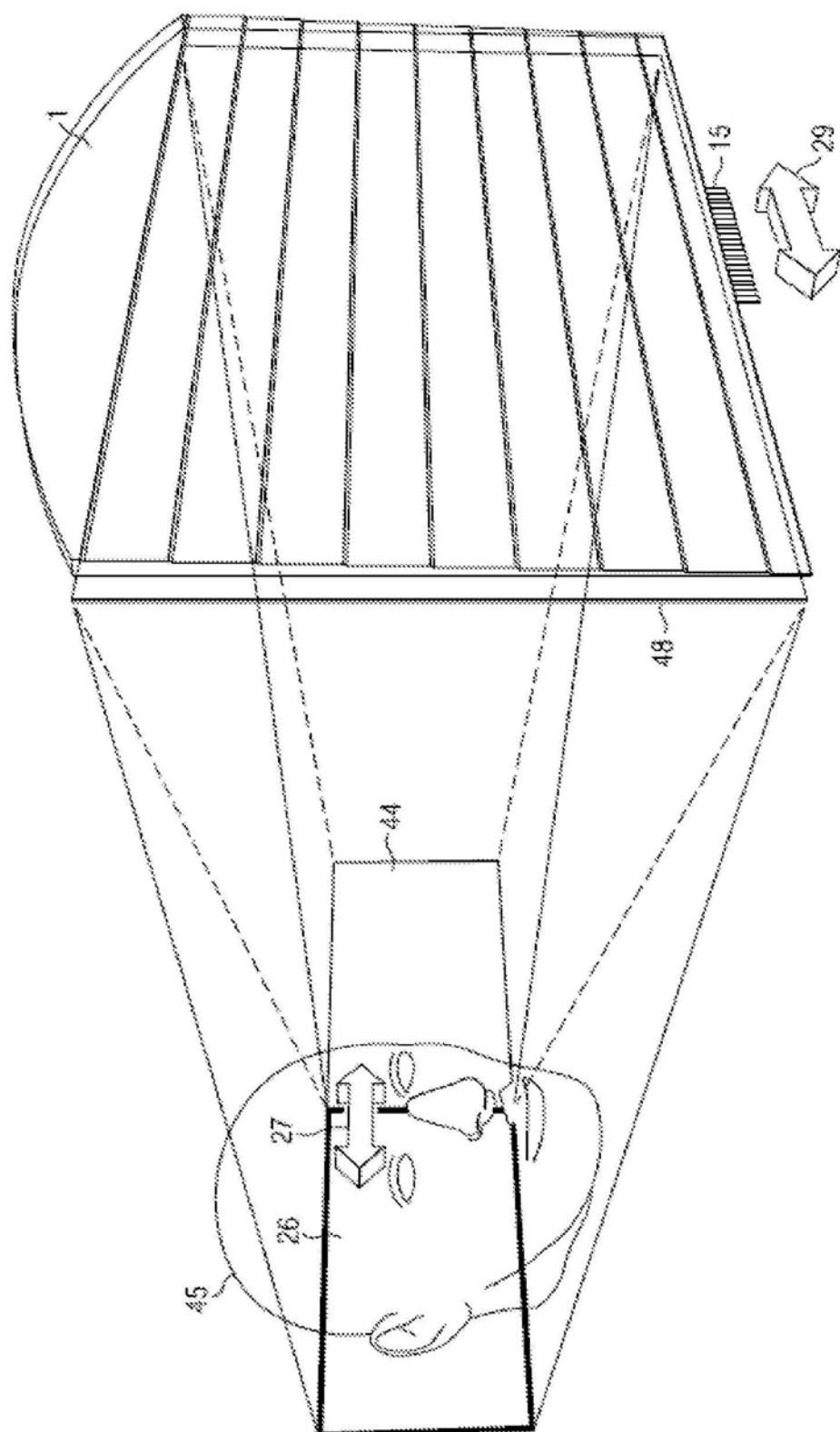


图7

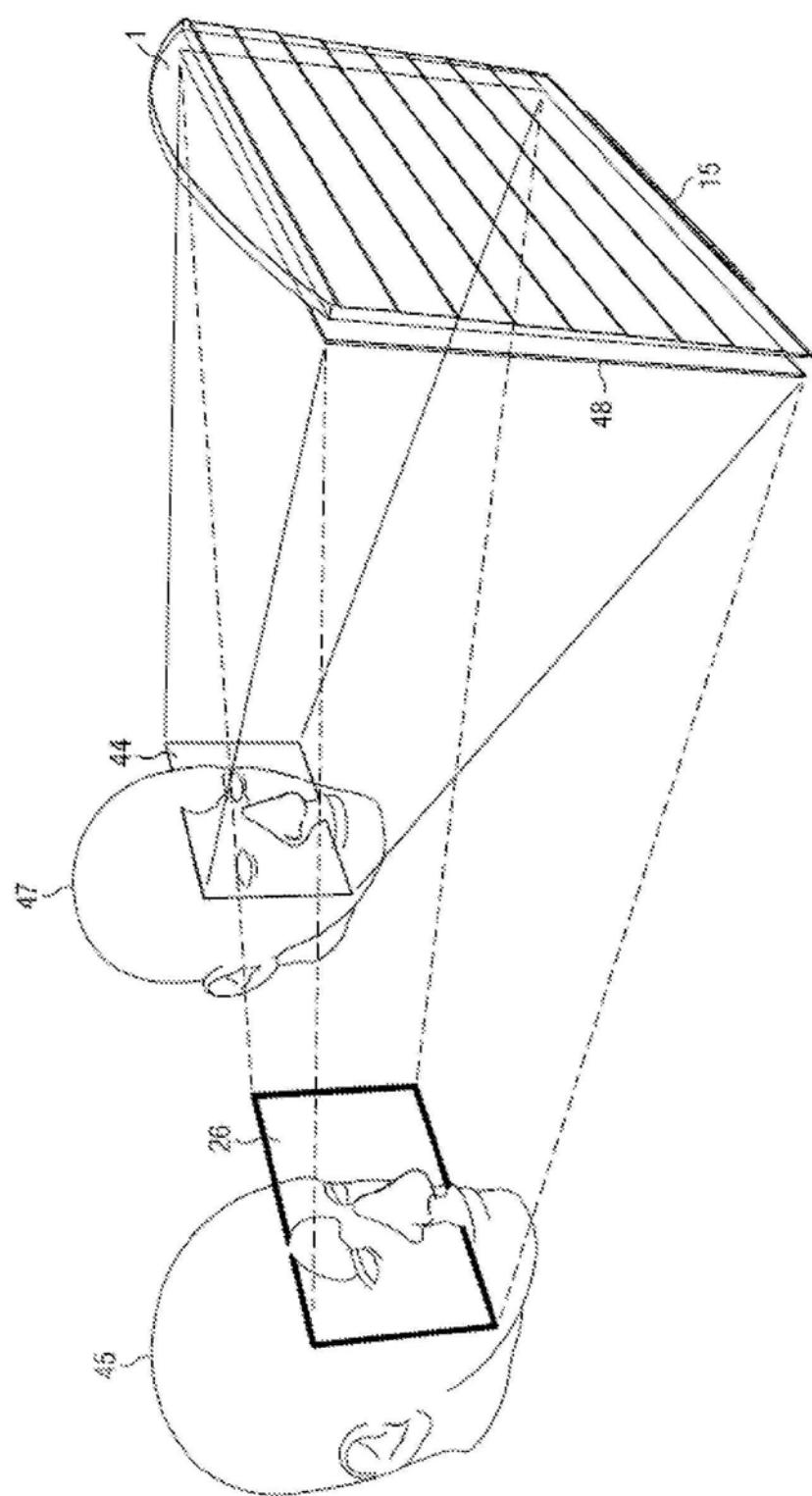


图8

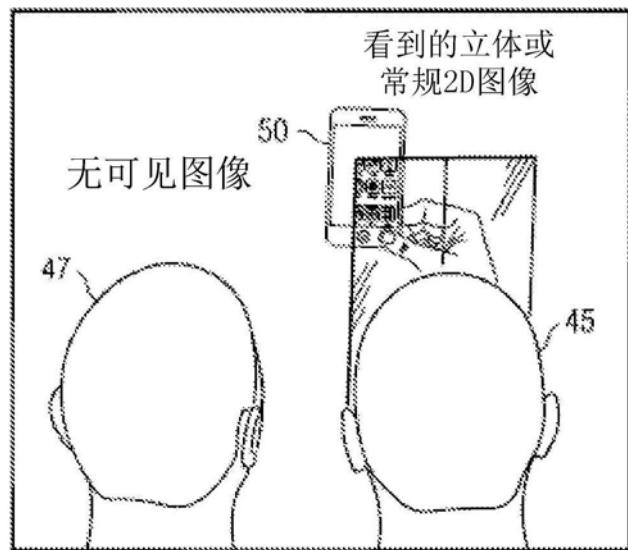


图9

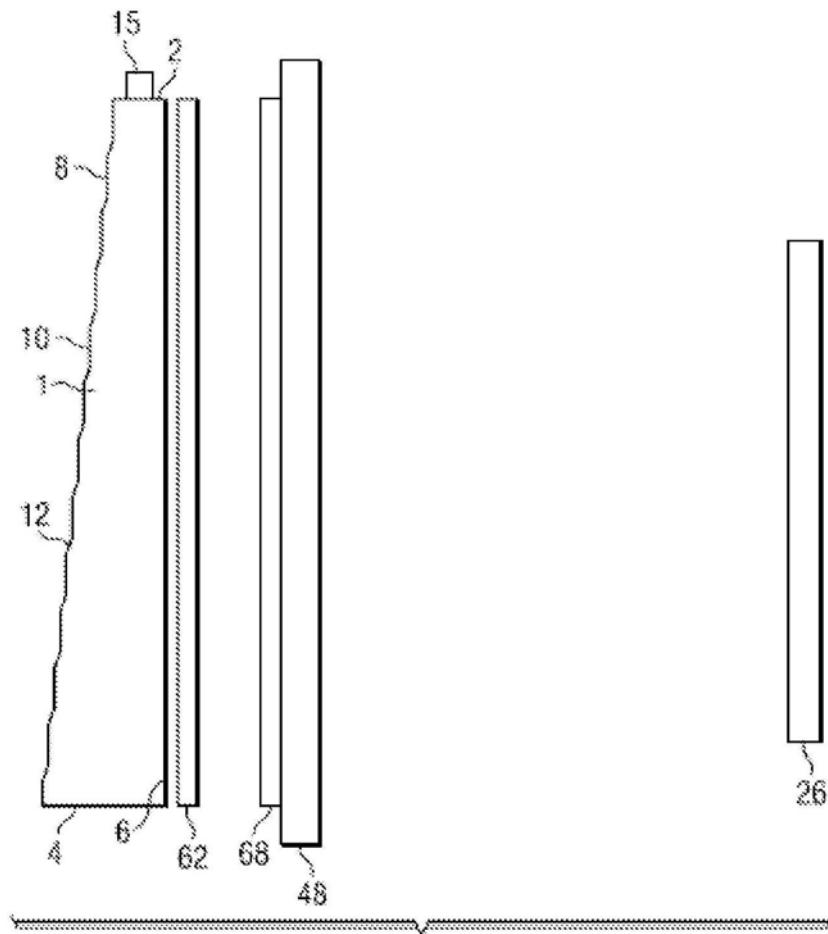


图10

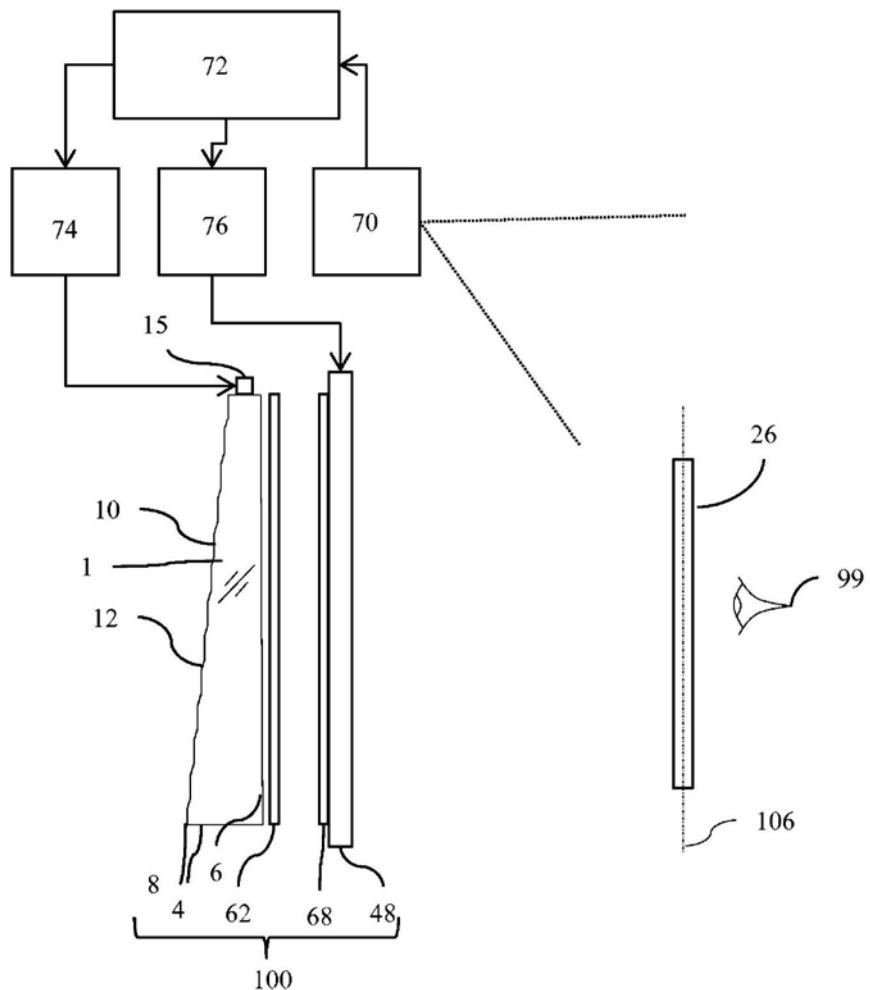


图11

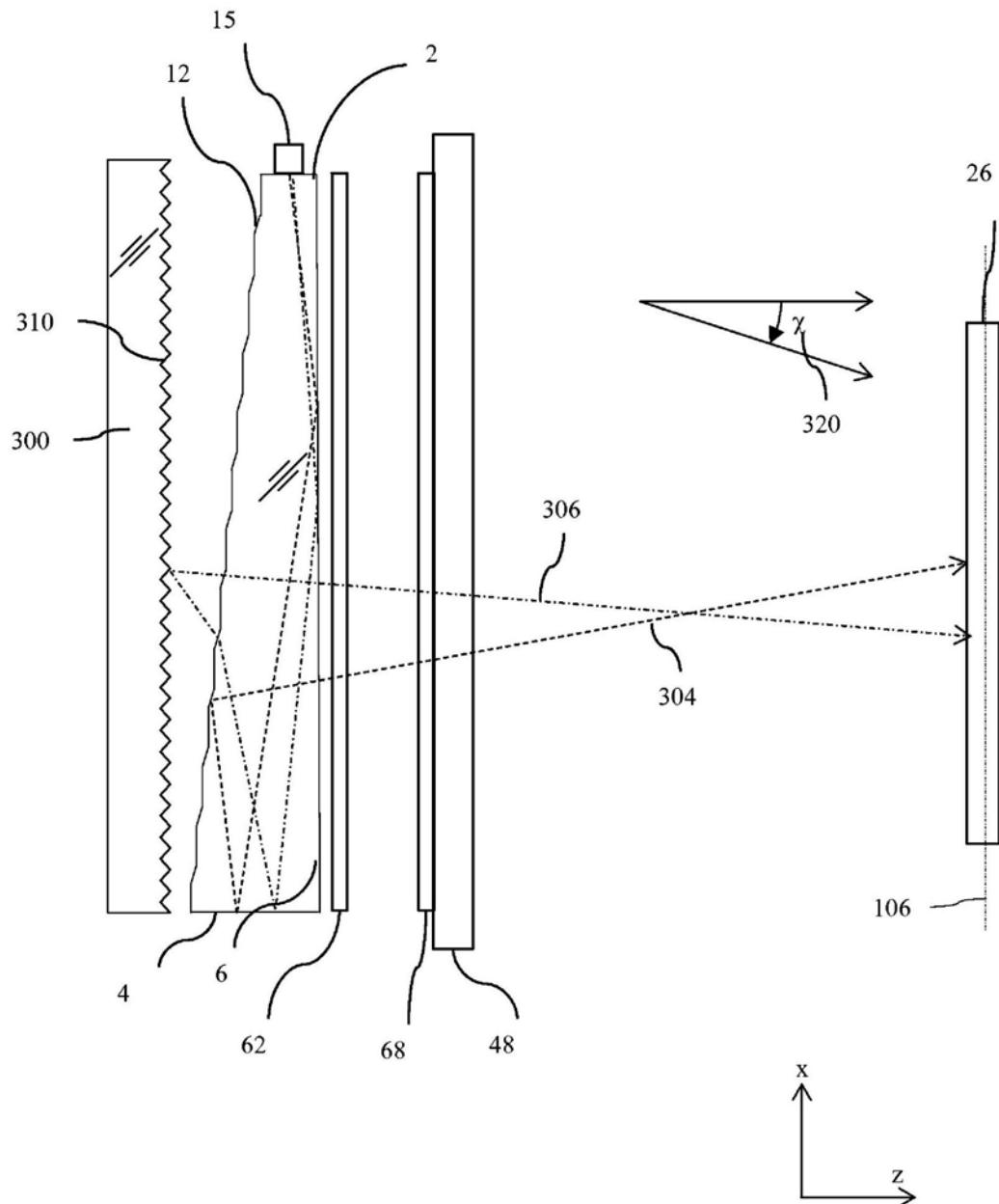


图12

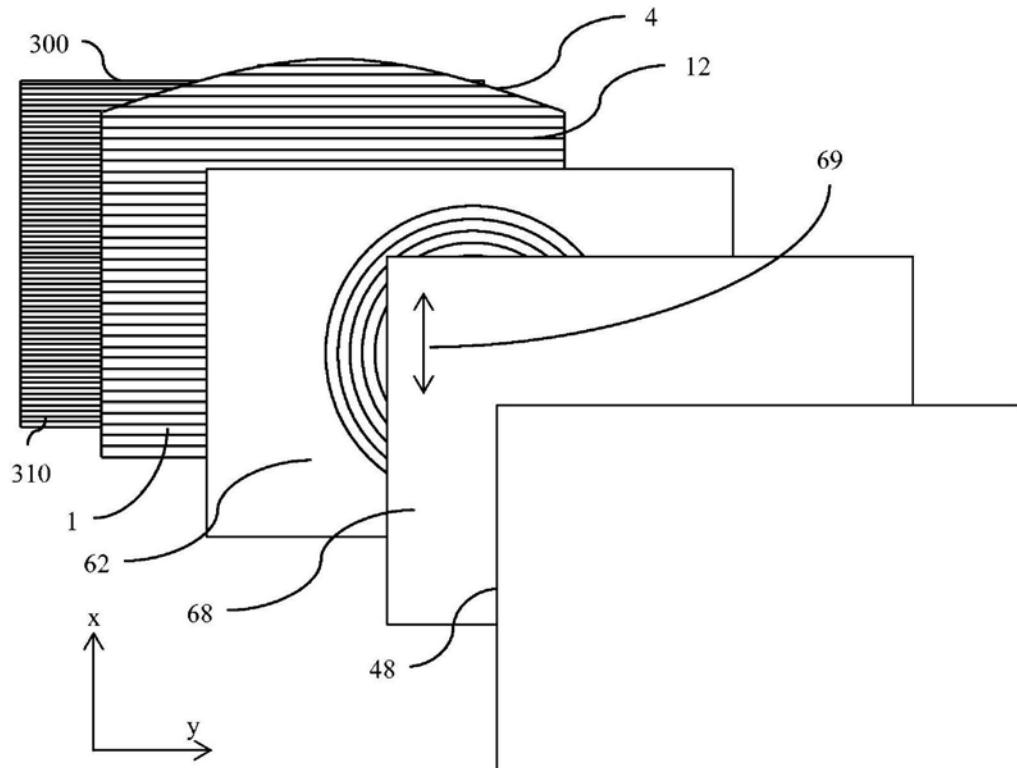


图13

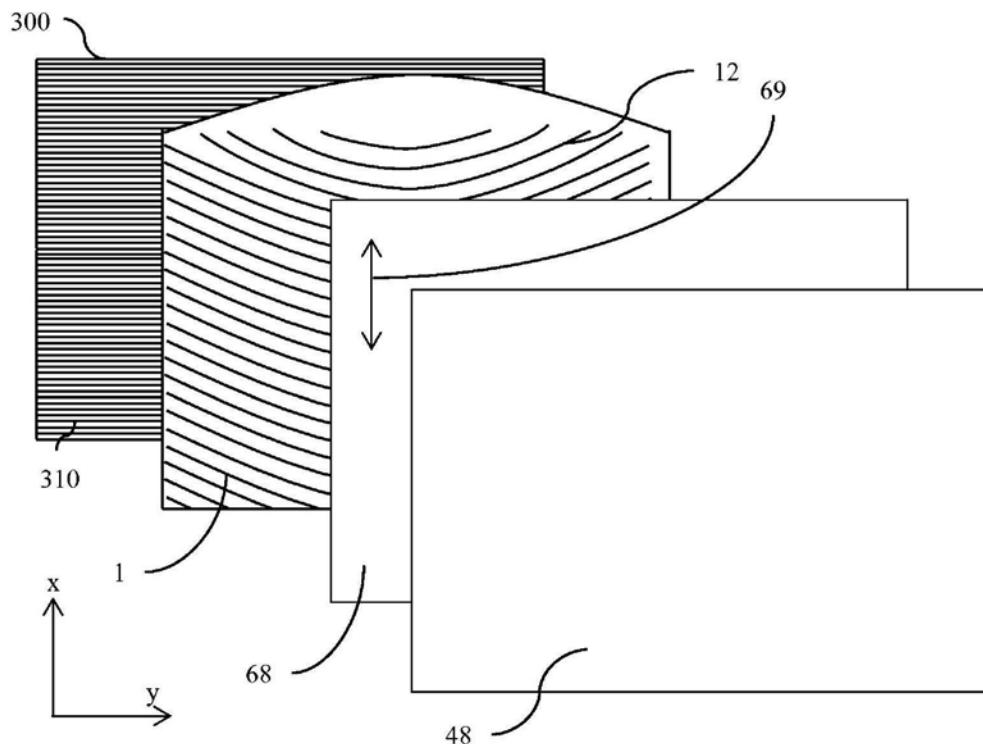


图14

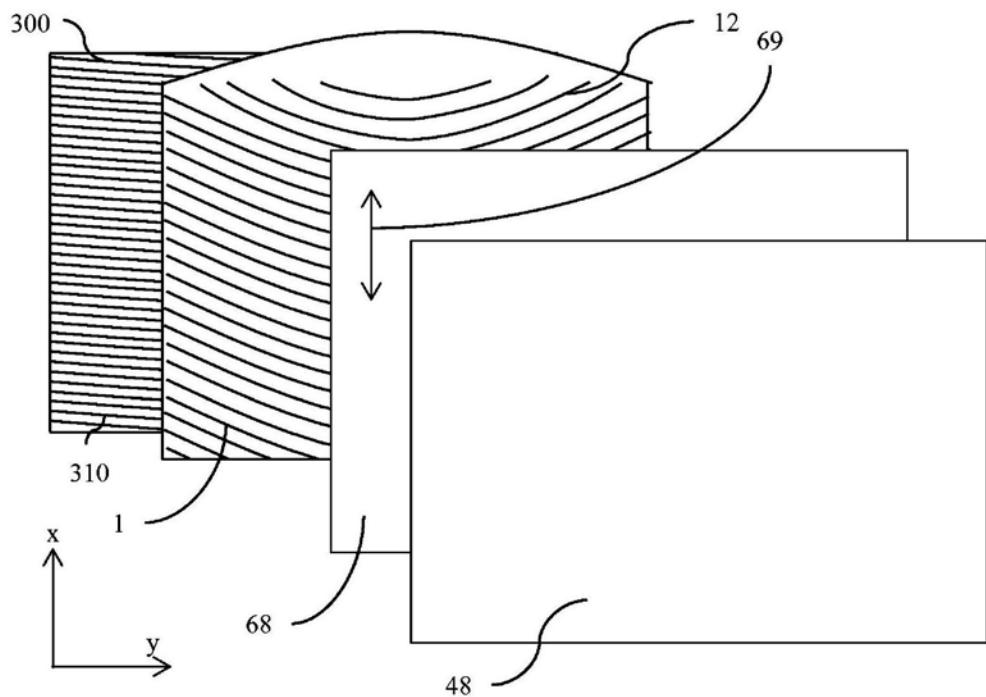


图15A

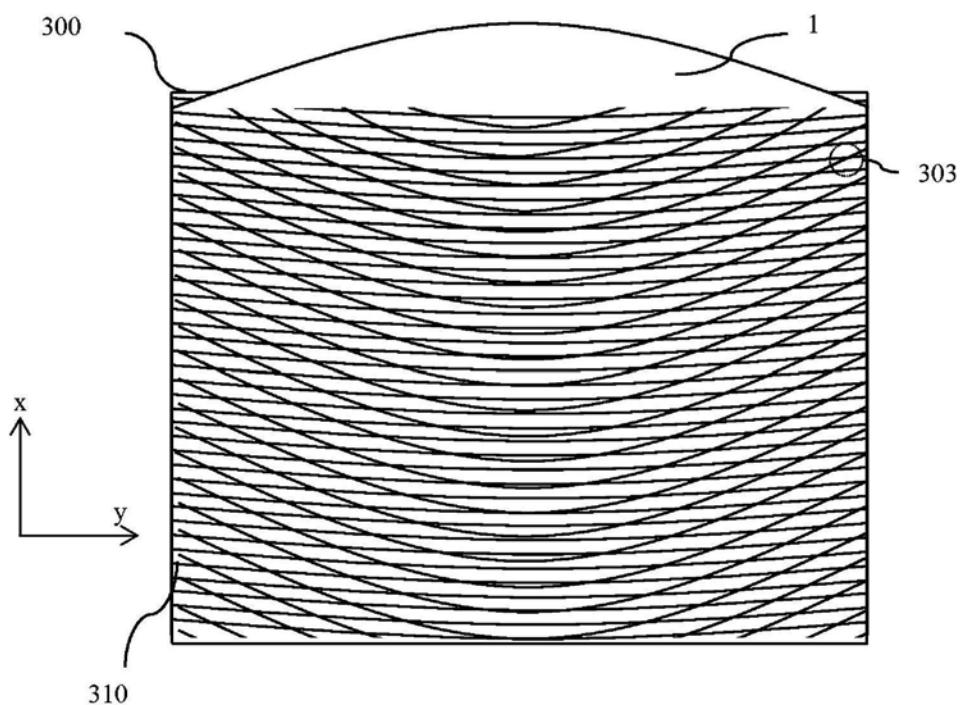


图15B

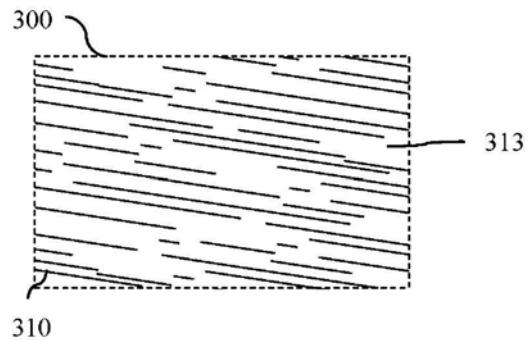


图15C

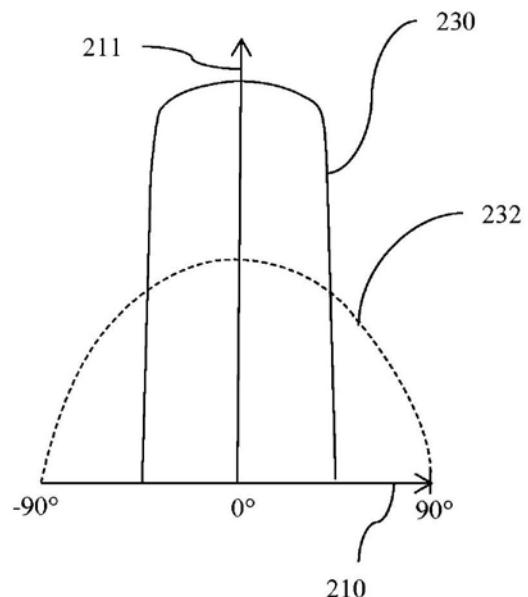


图17

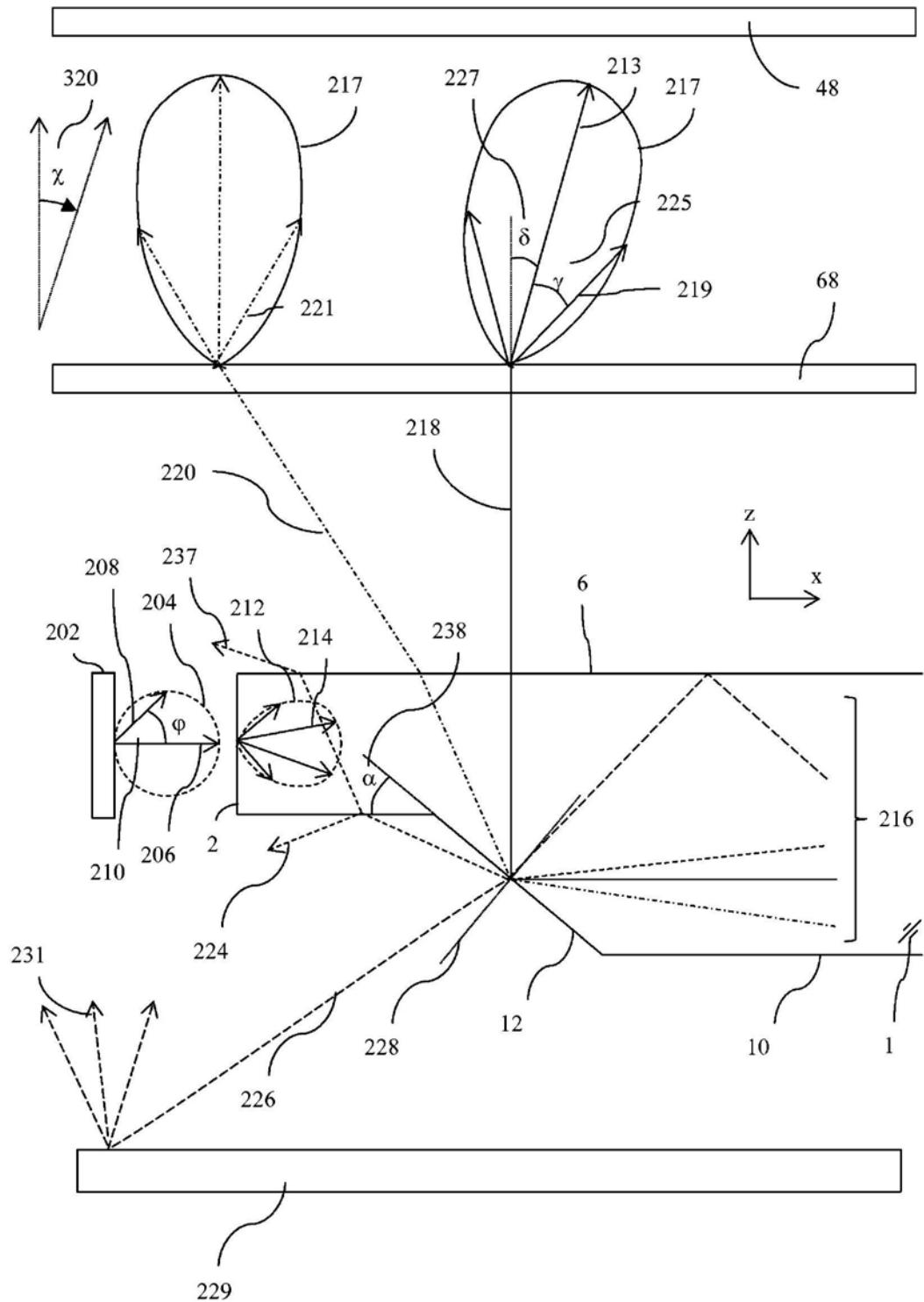


图16

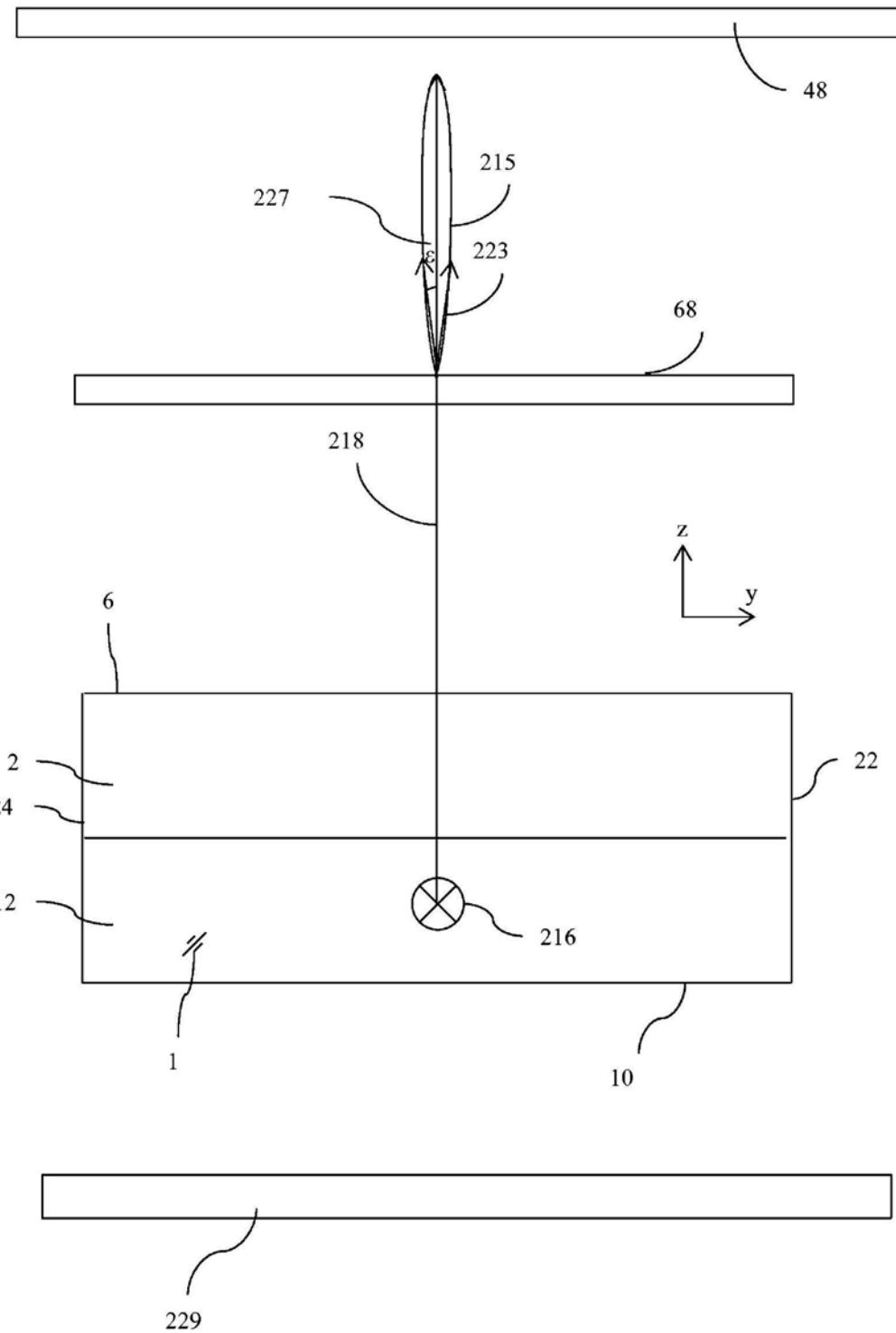


图18

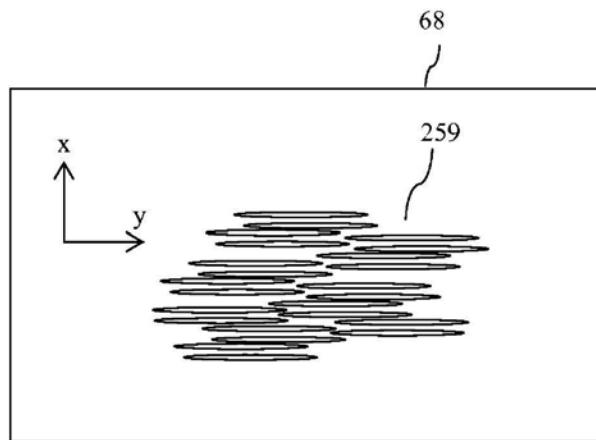


图19A

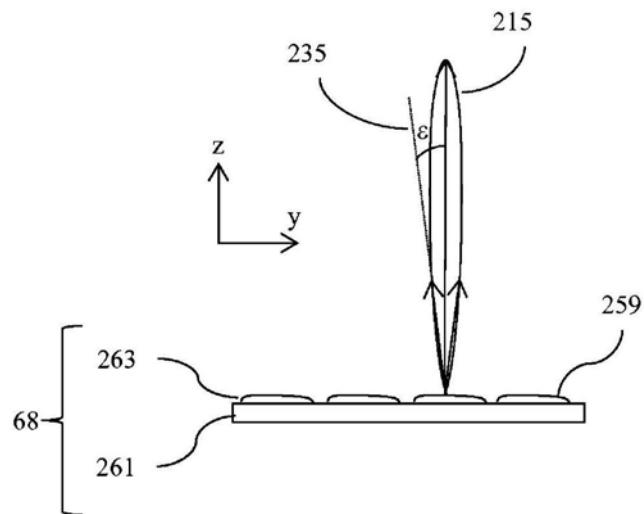


图19B

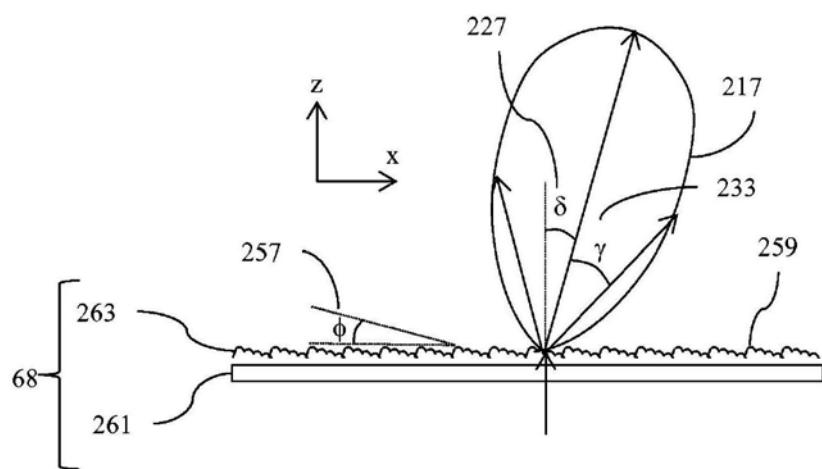


图19C

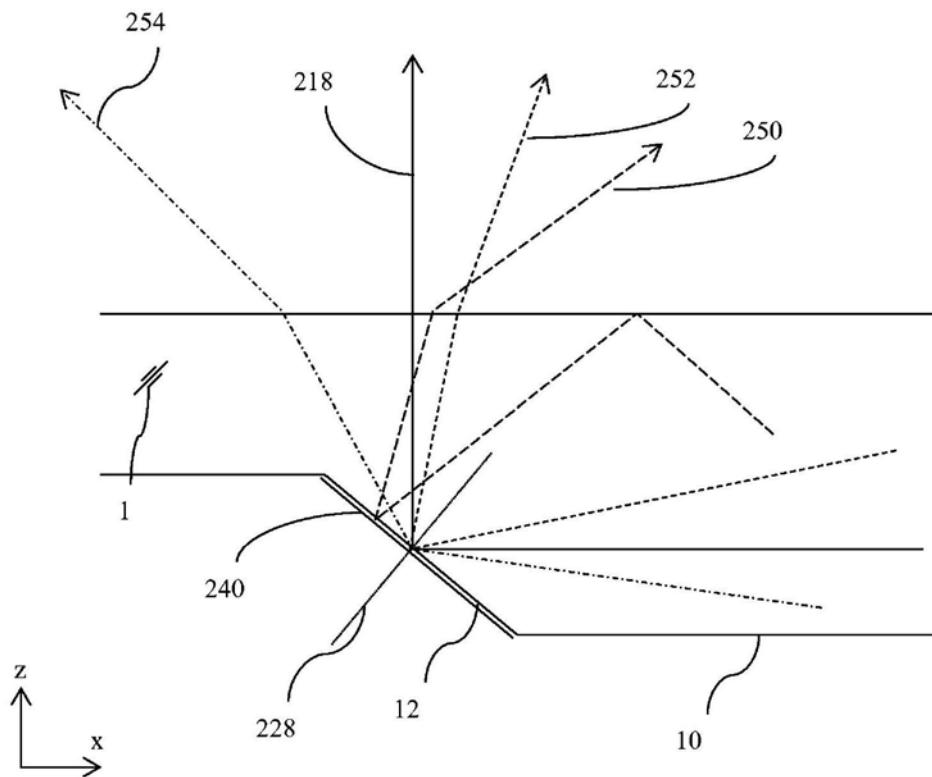


图20

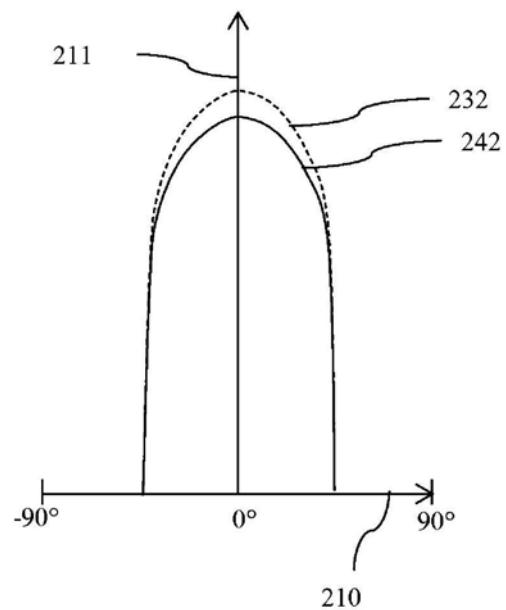


图21

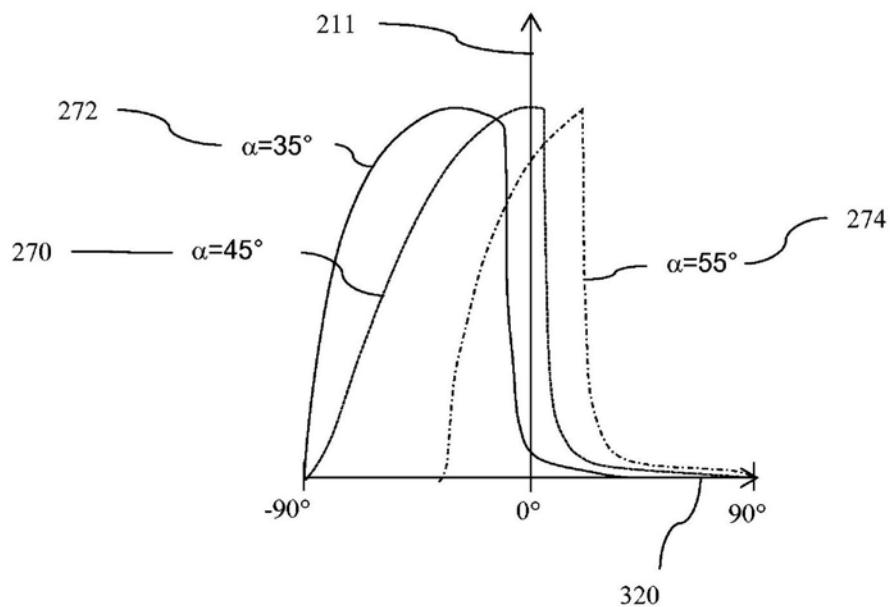


图22

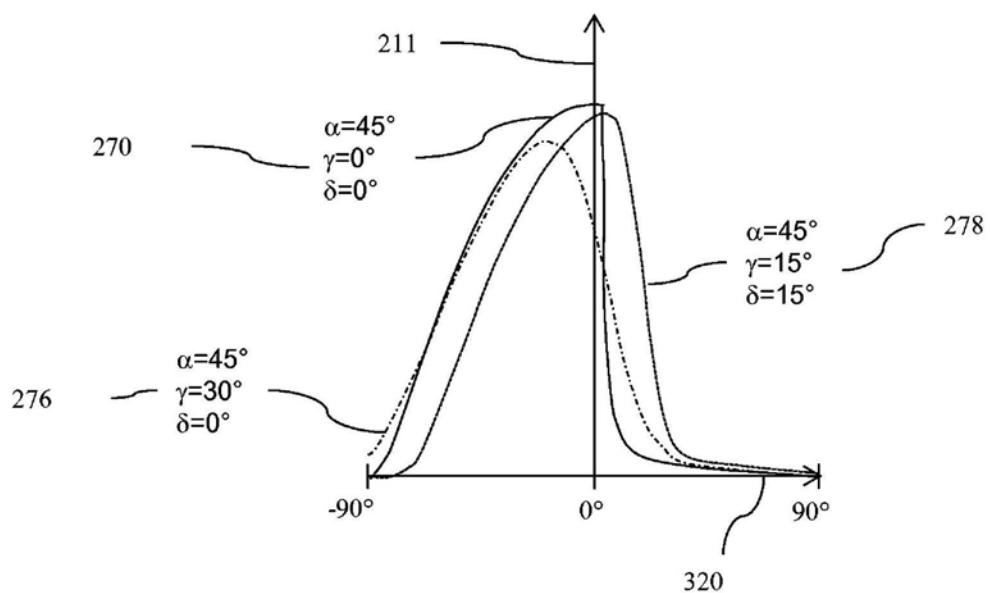


图23

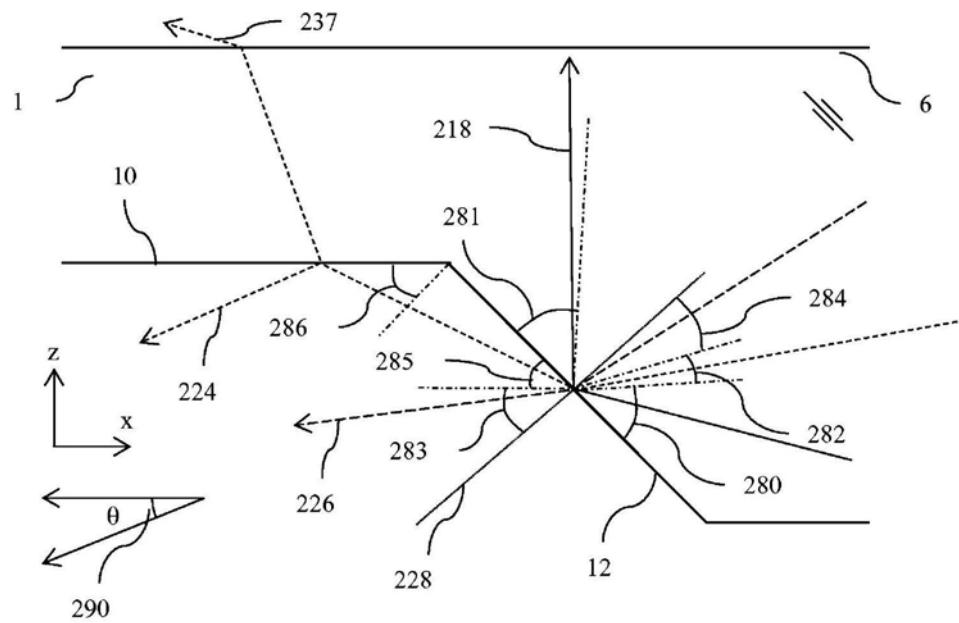


图24A

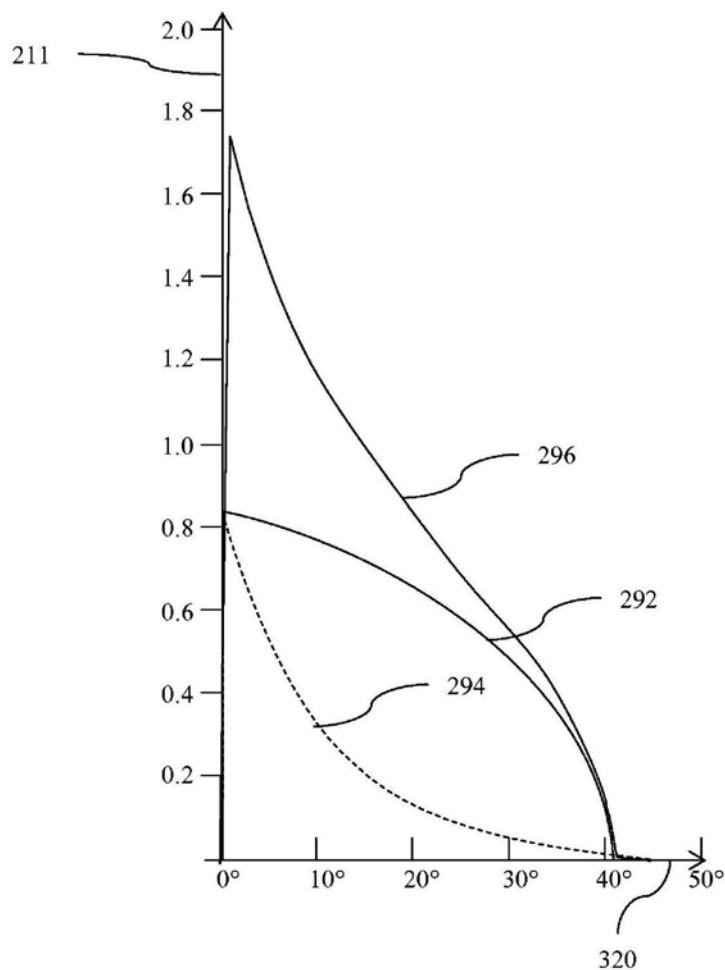


图24B

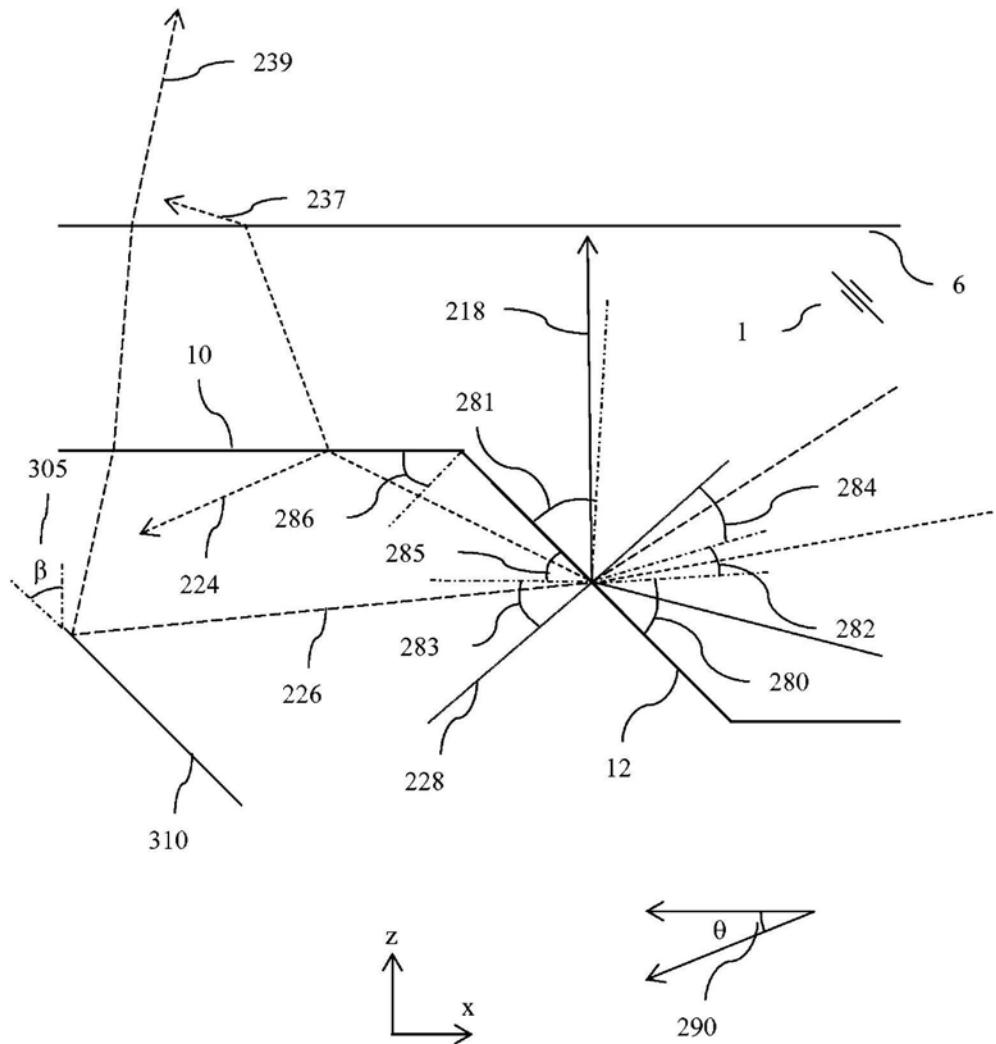


图25A

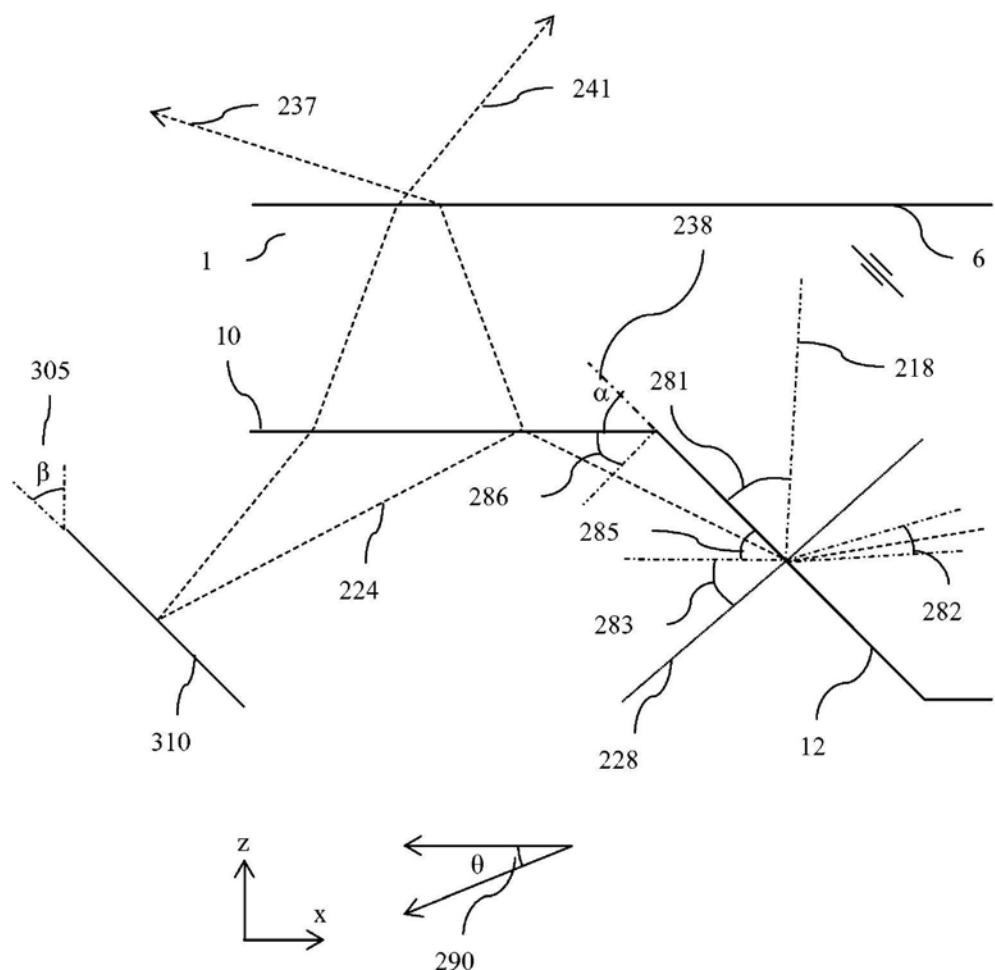


图25B

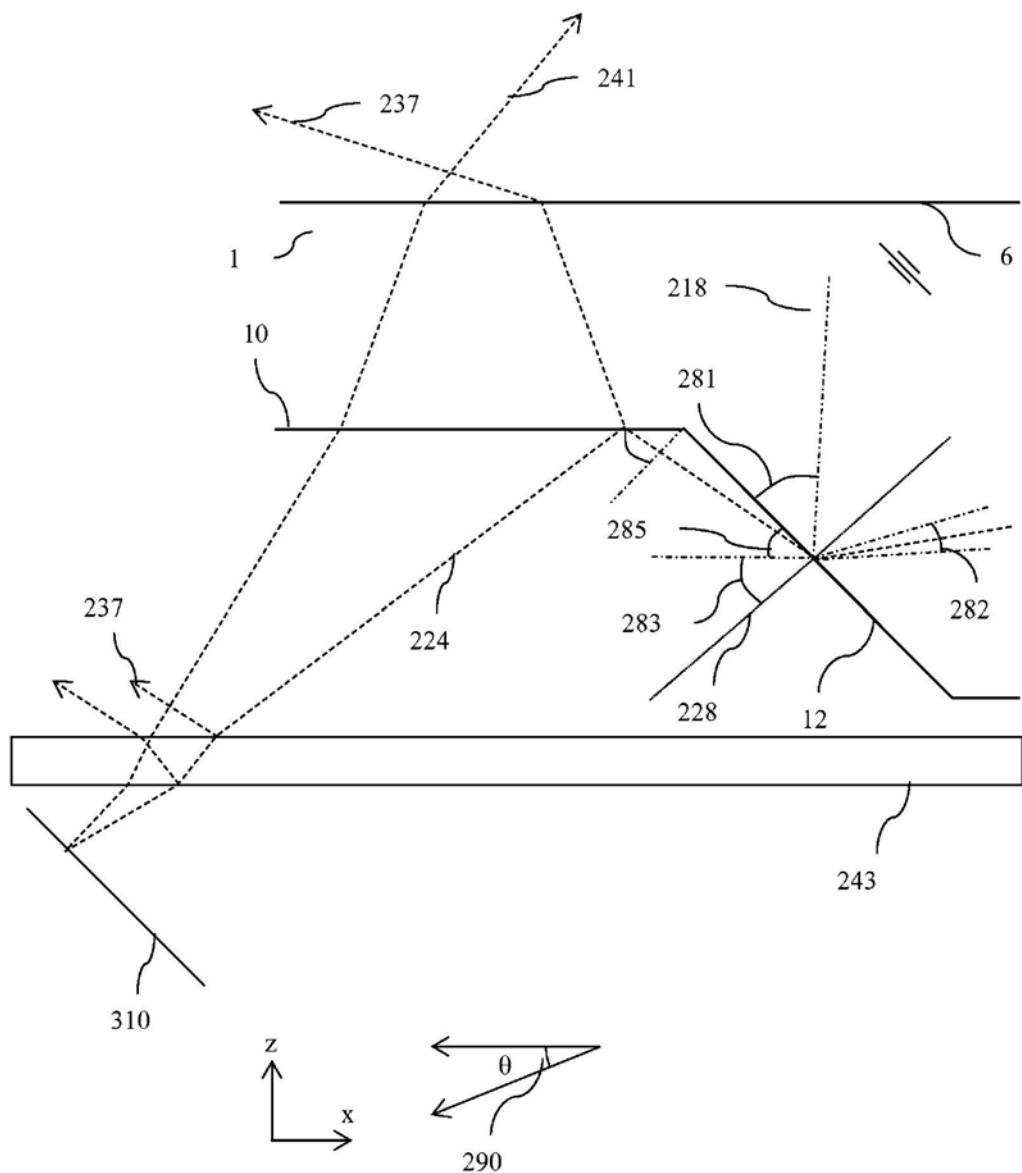


图25C

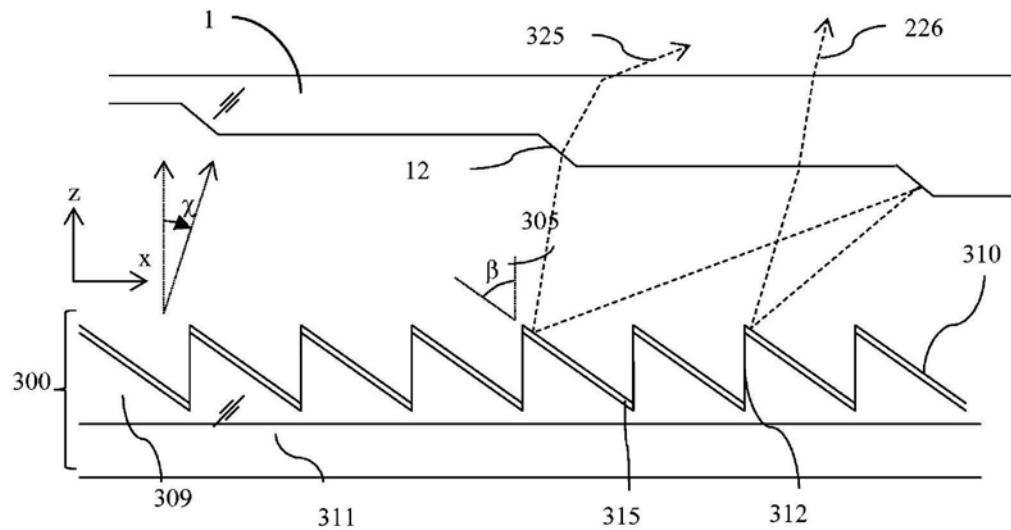


图26

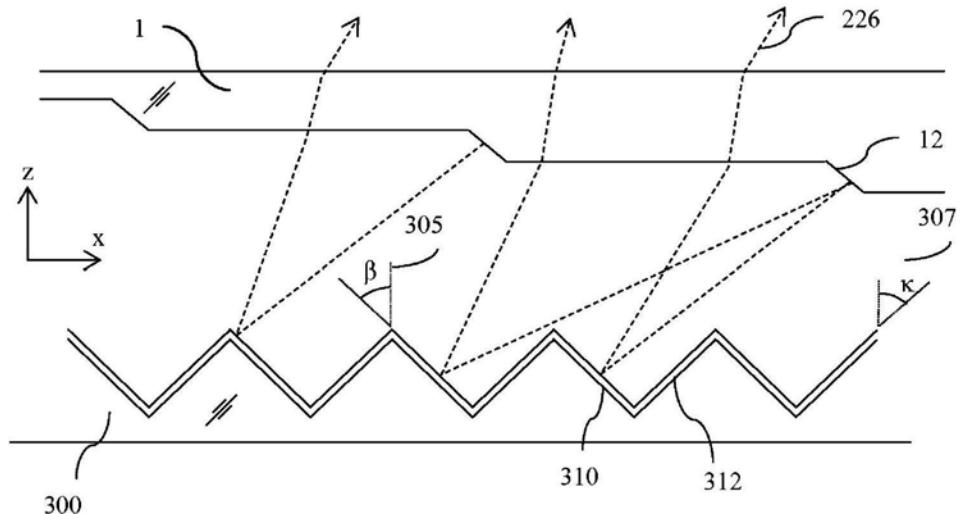


图27

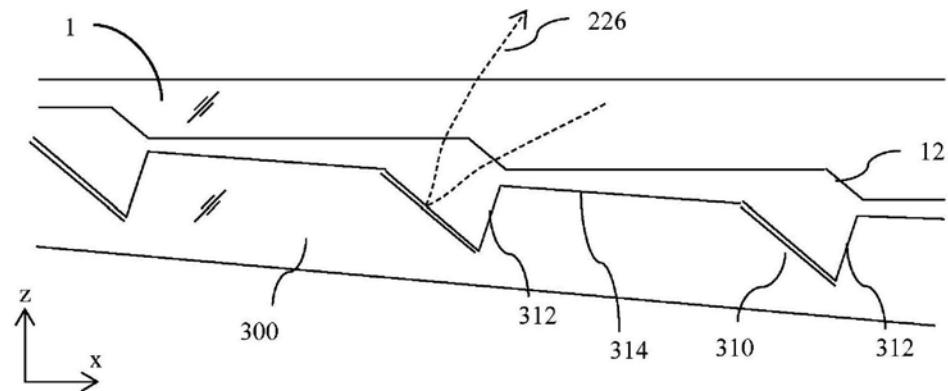


图28A

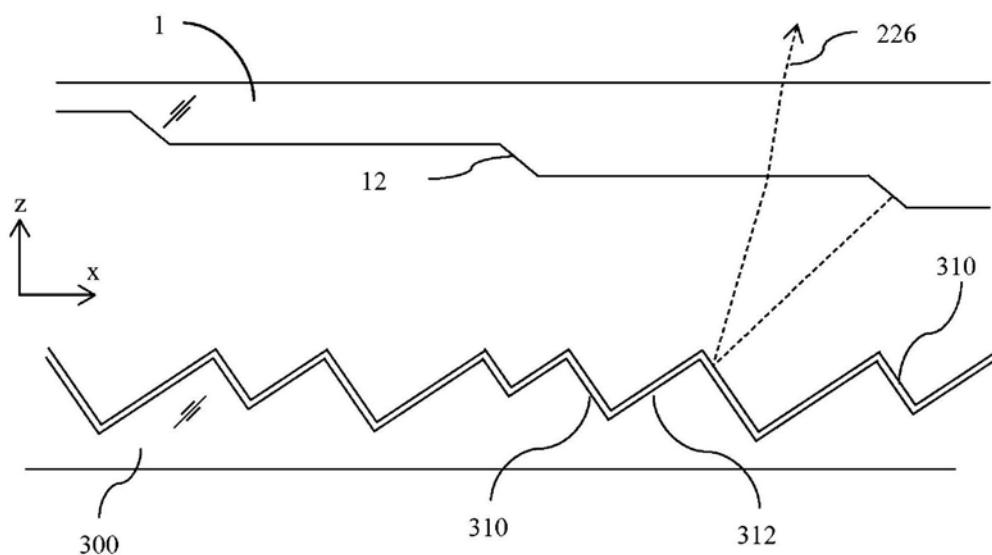


图28B

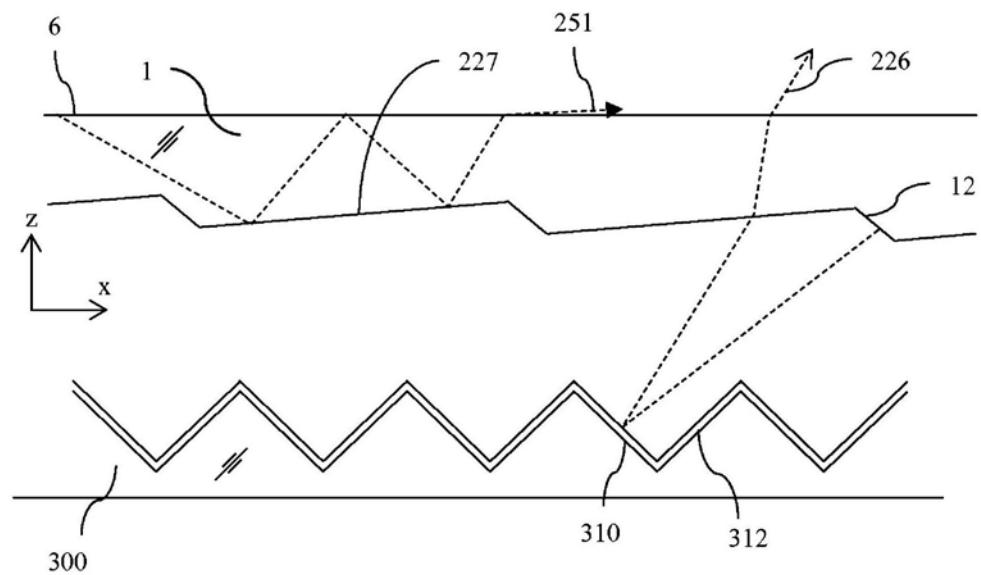


图28C

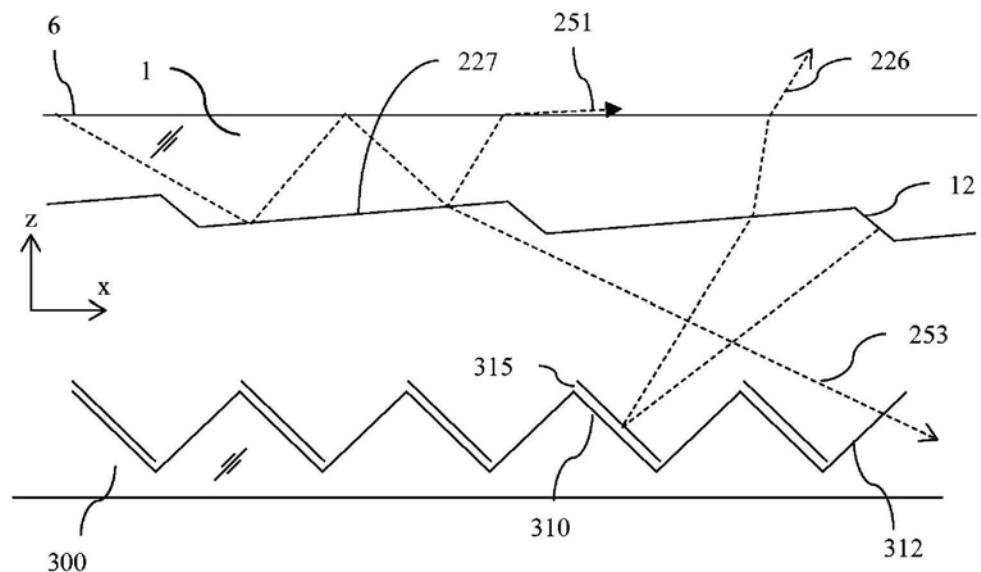


图28D

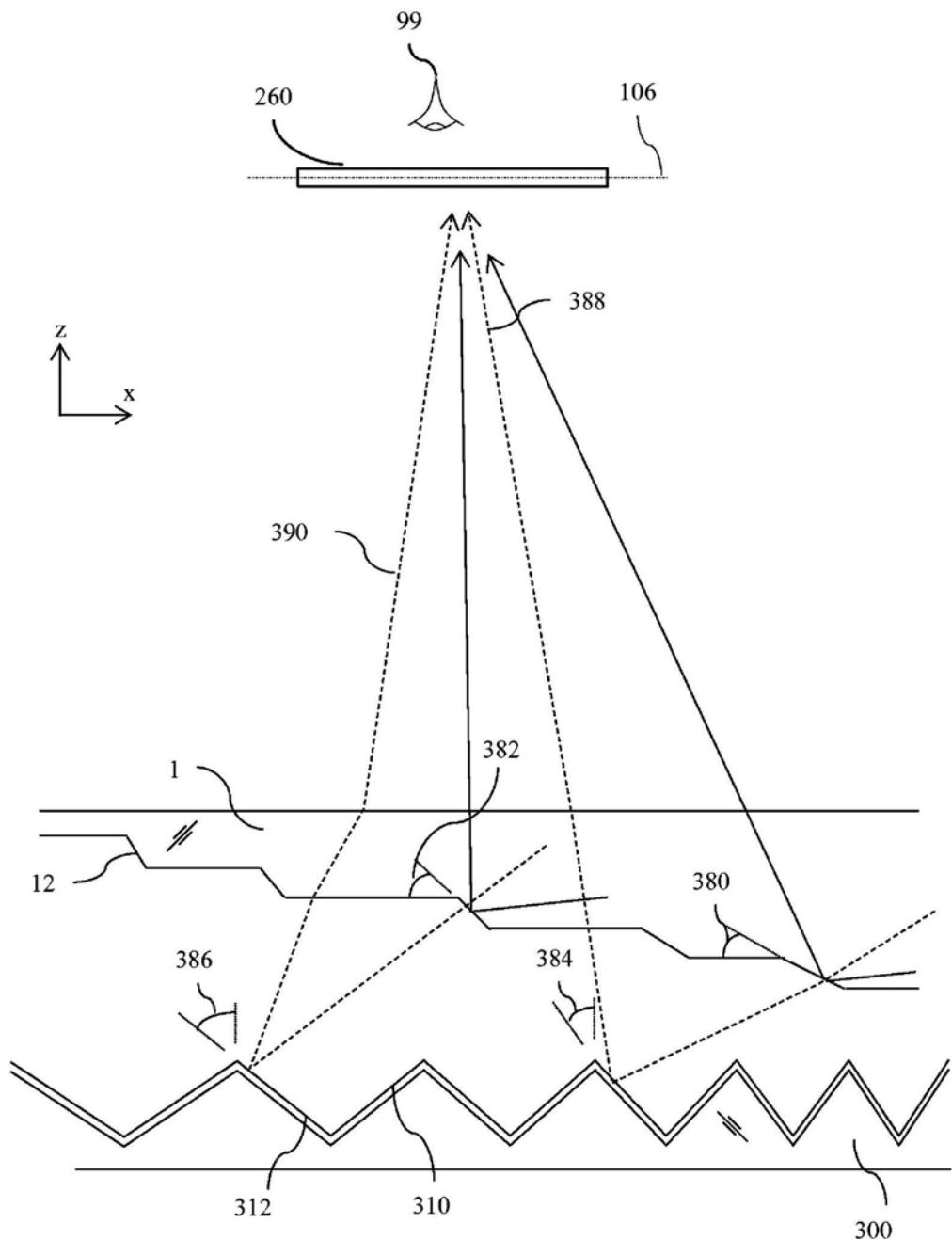


图28E

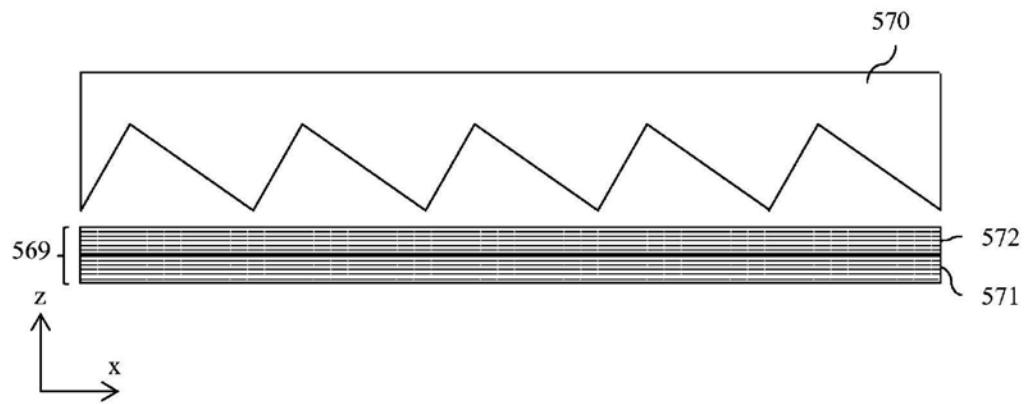


图28F

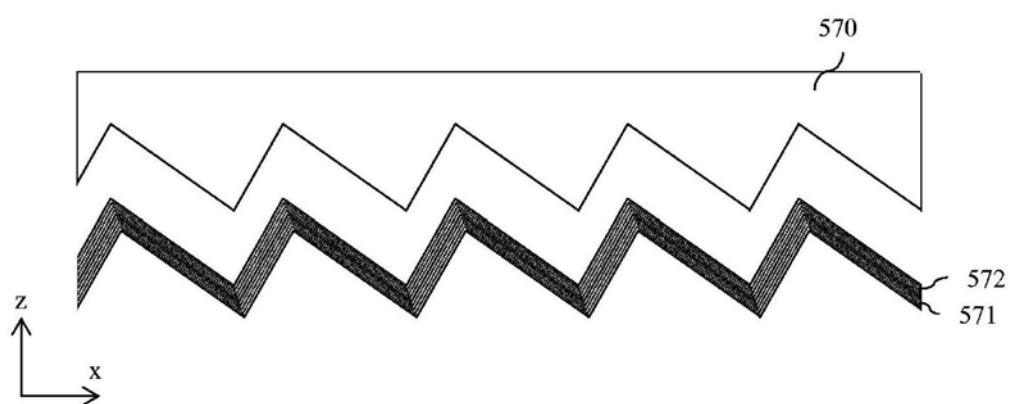


图28G

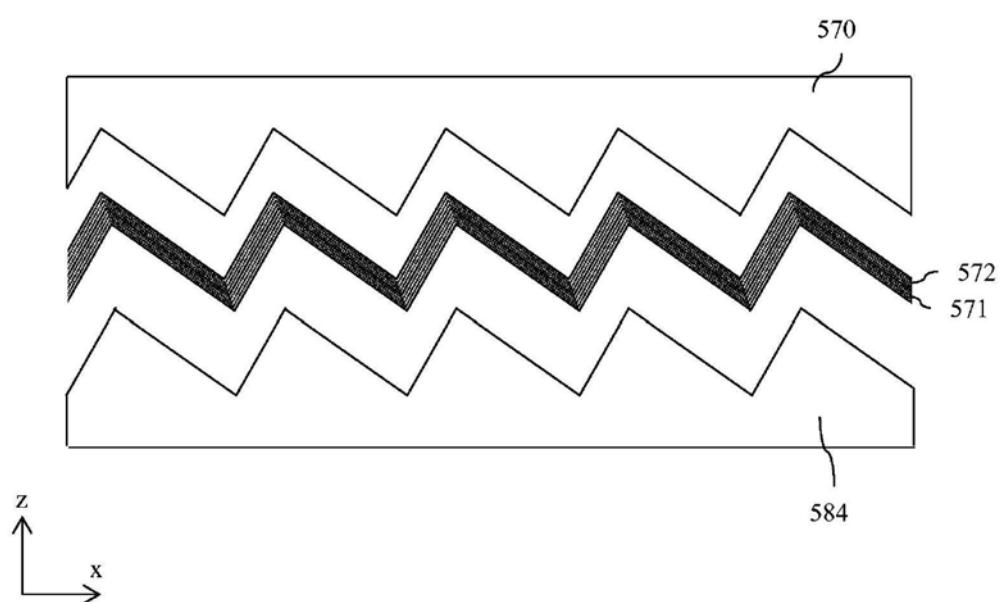


图28H

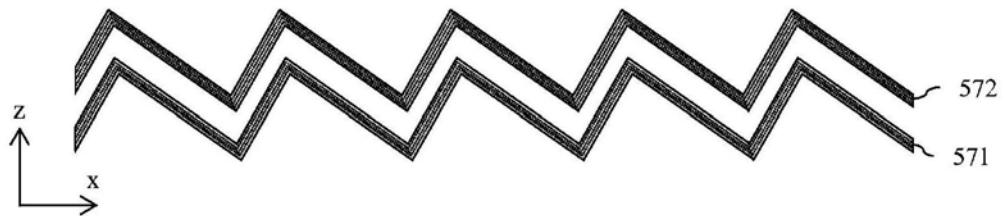


图28I

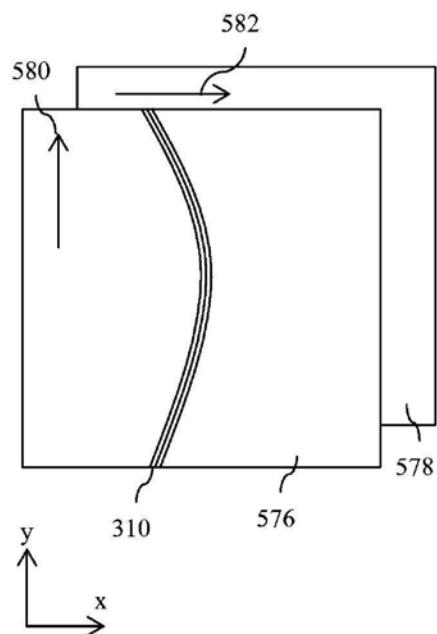


图28J

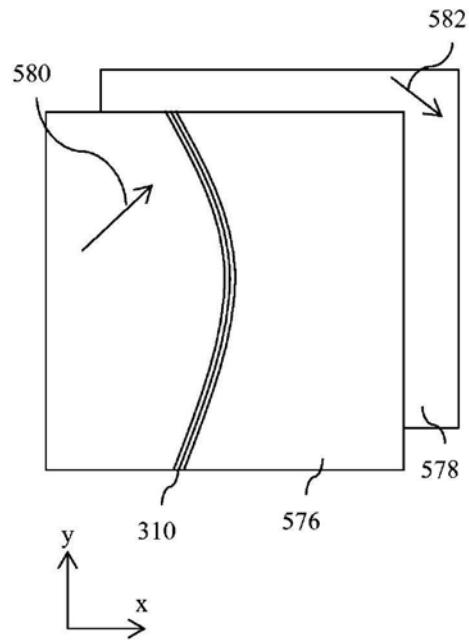


图28K

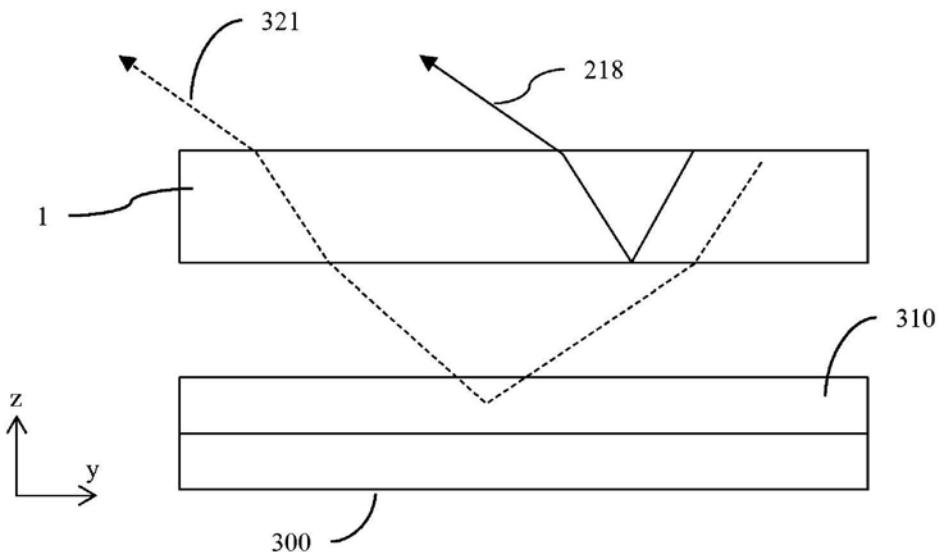


图29

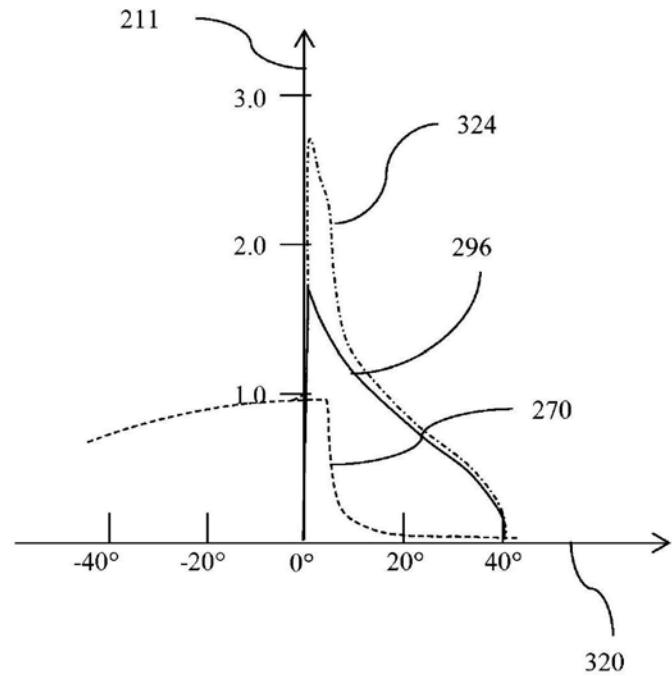


图30

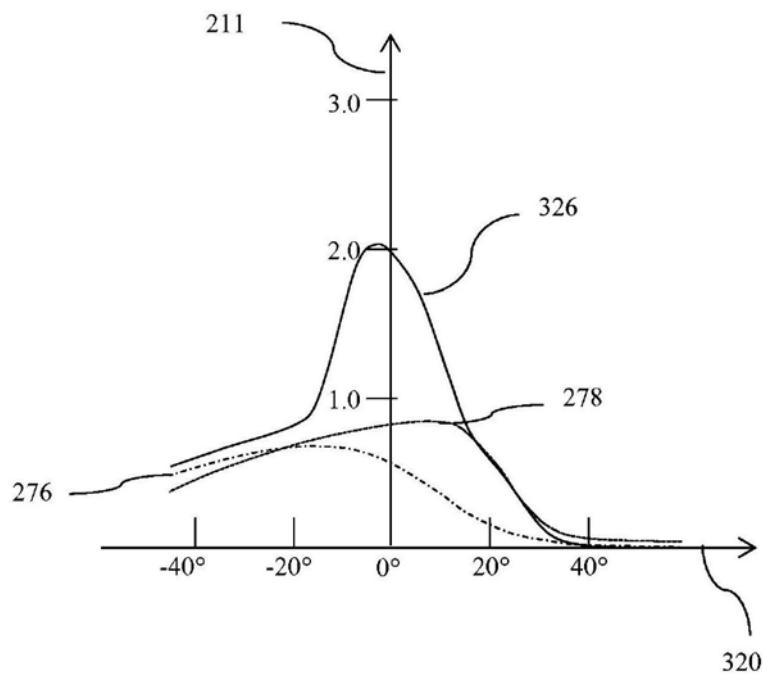


图31

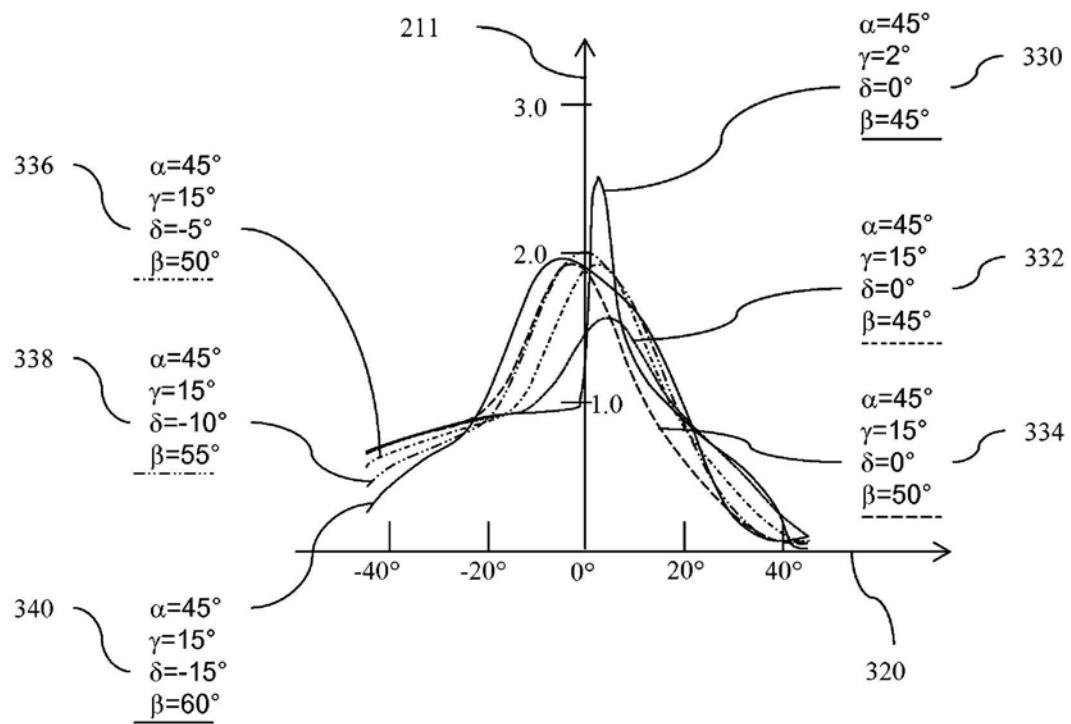


图32A

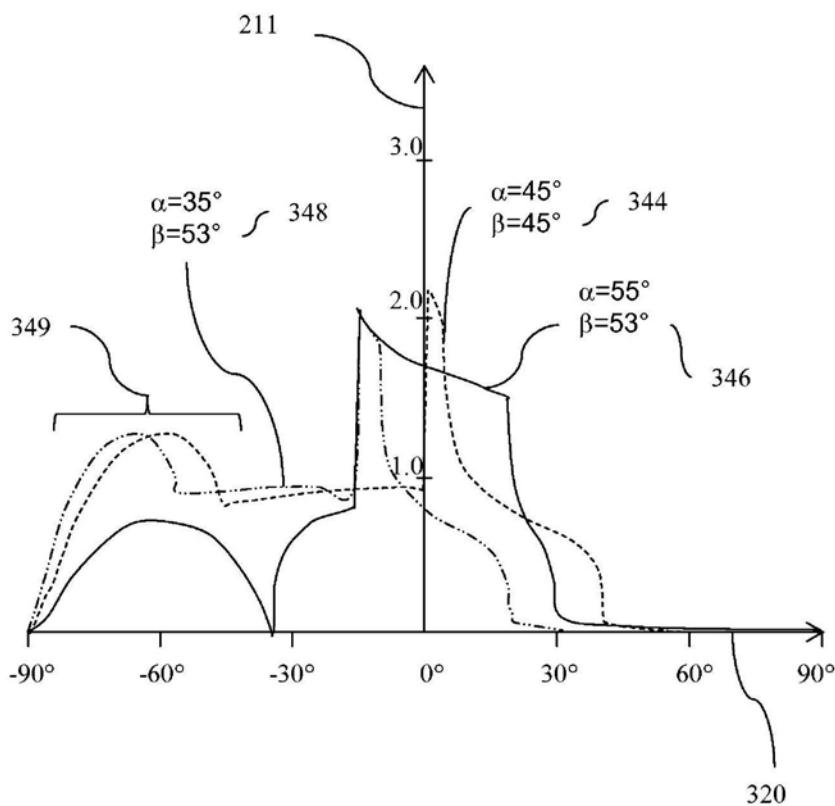


图32B

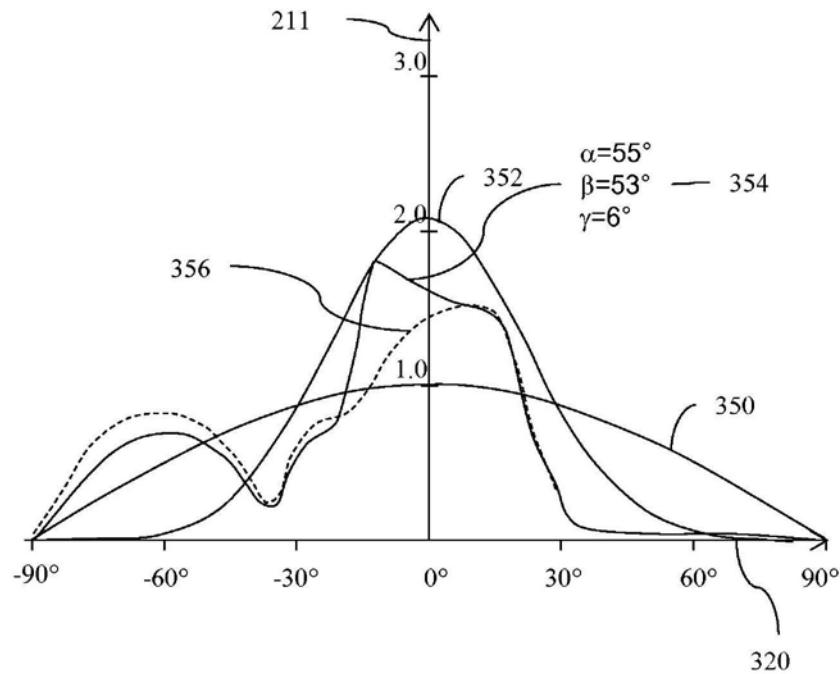


图32C

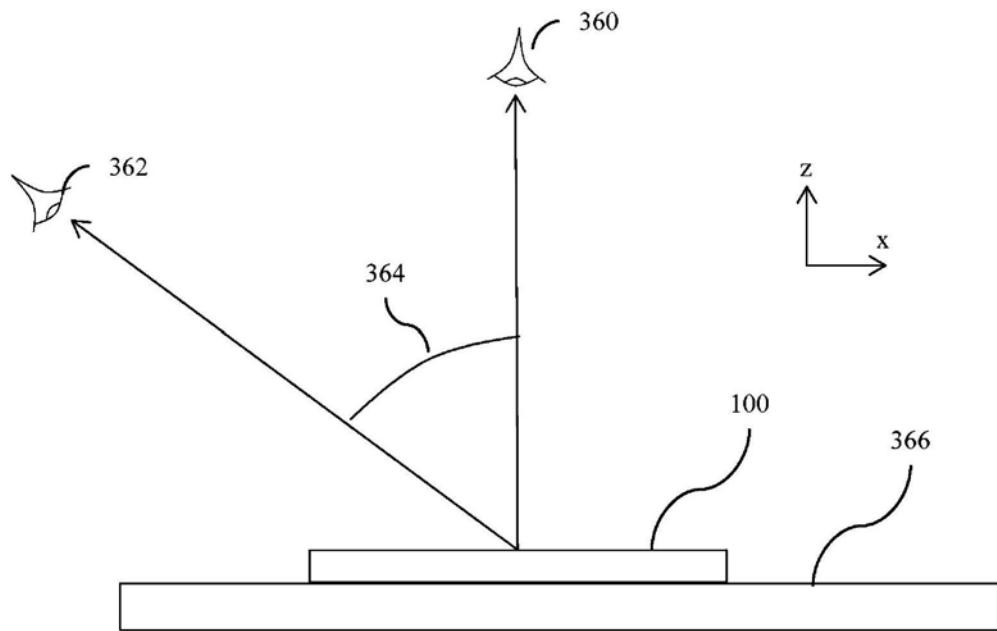


图32D

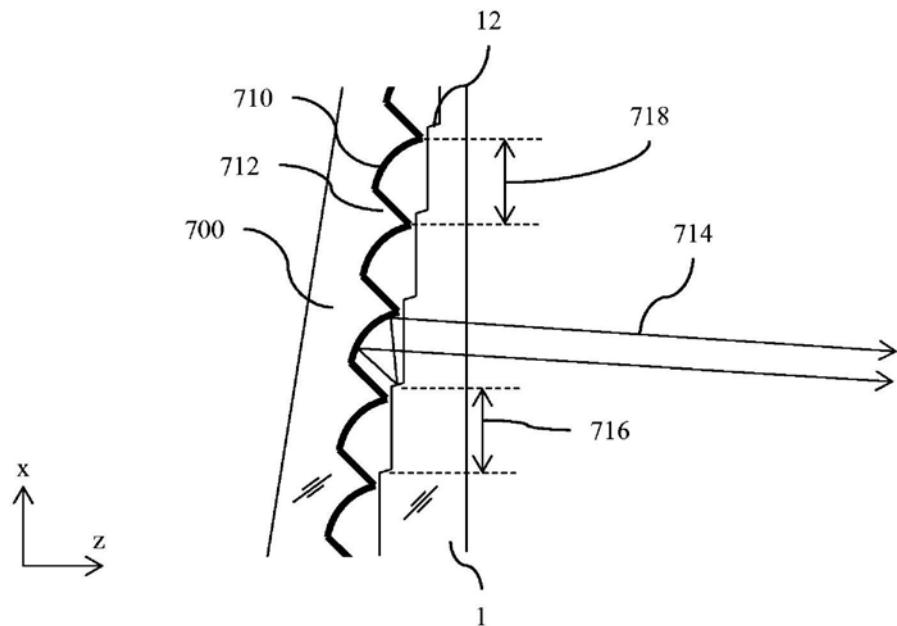


图32E

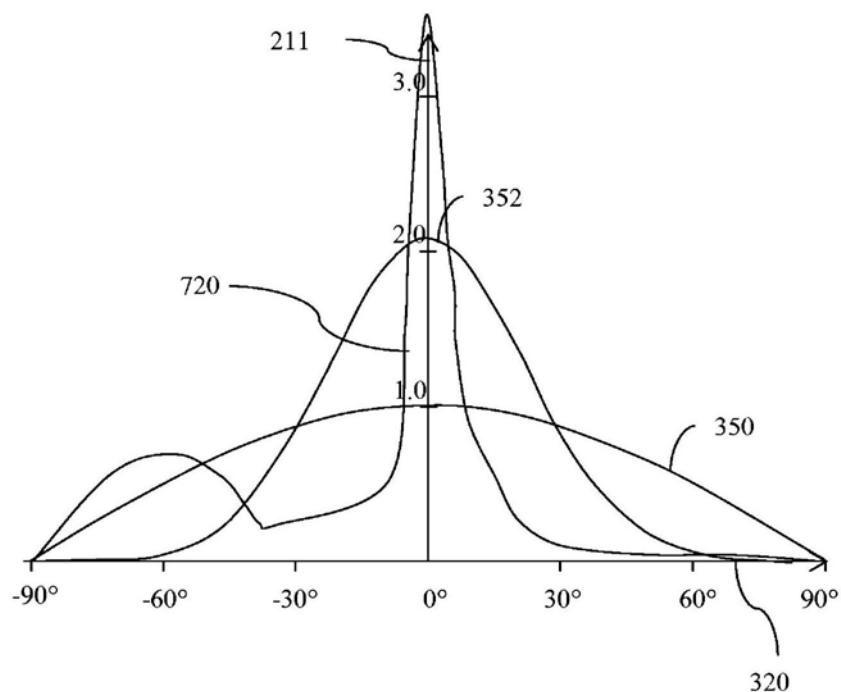


图32F

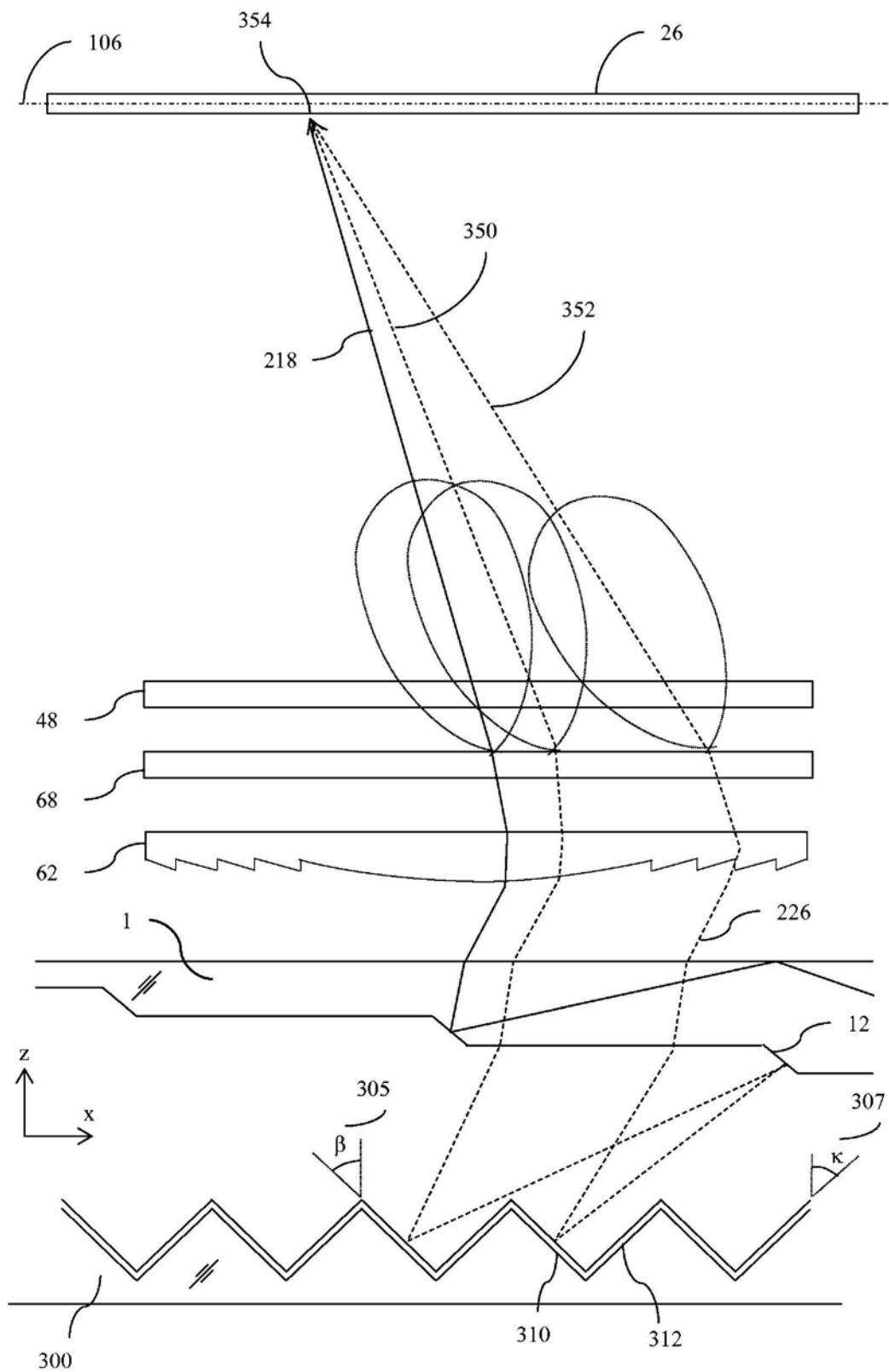


图33A

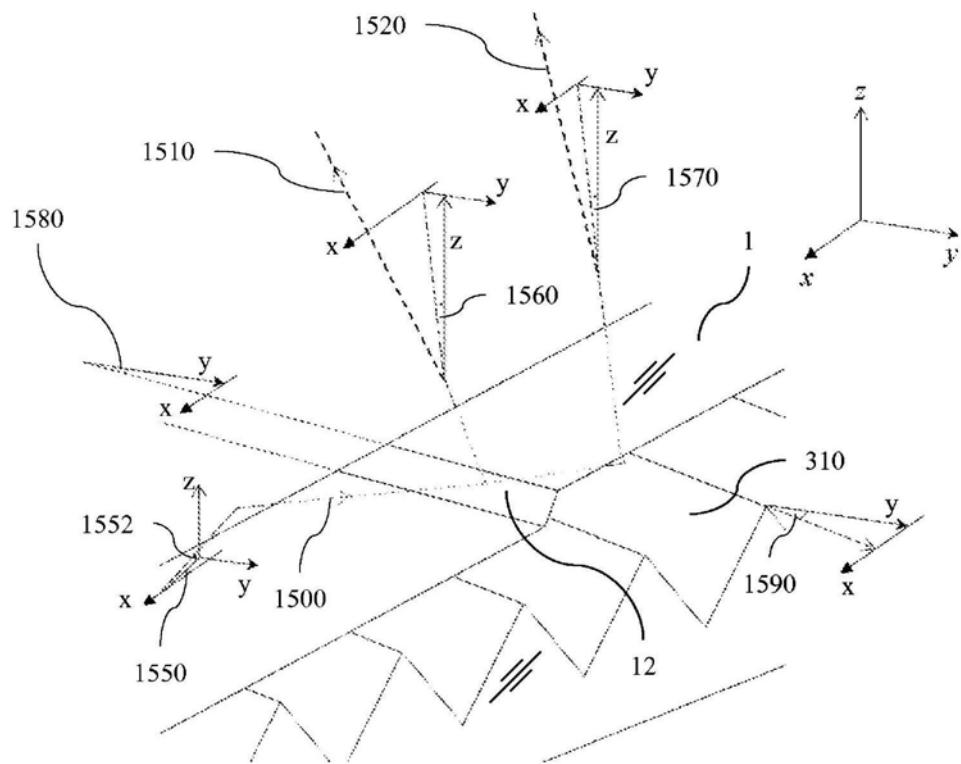


图33B

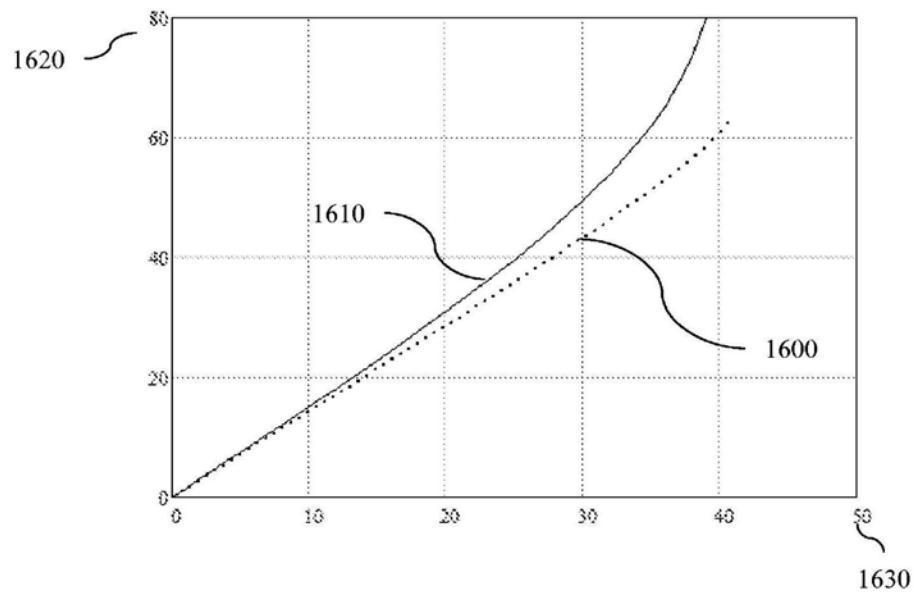


图33C

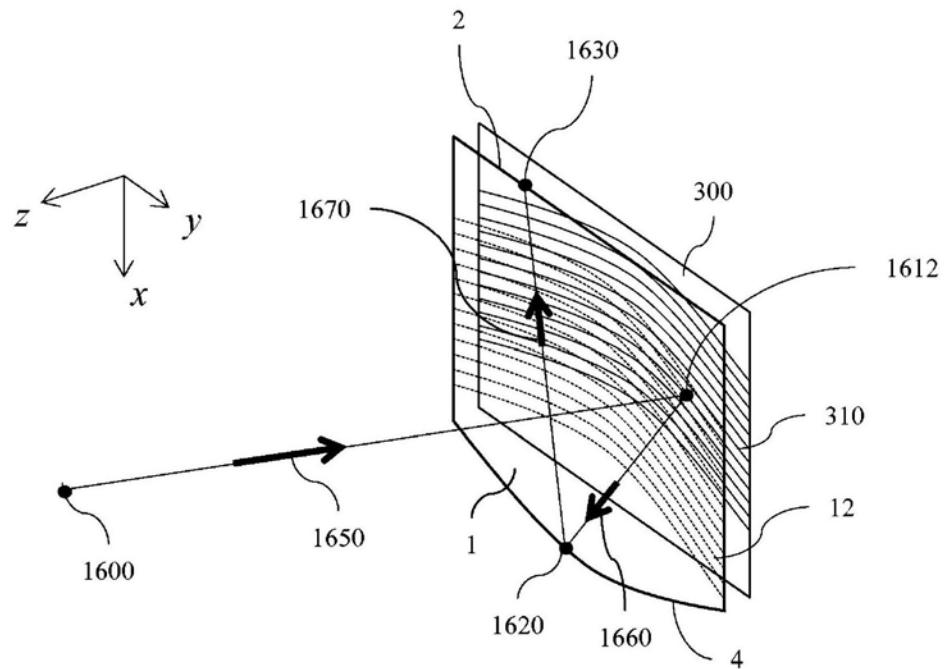


图33D

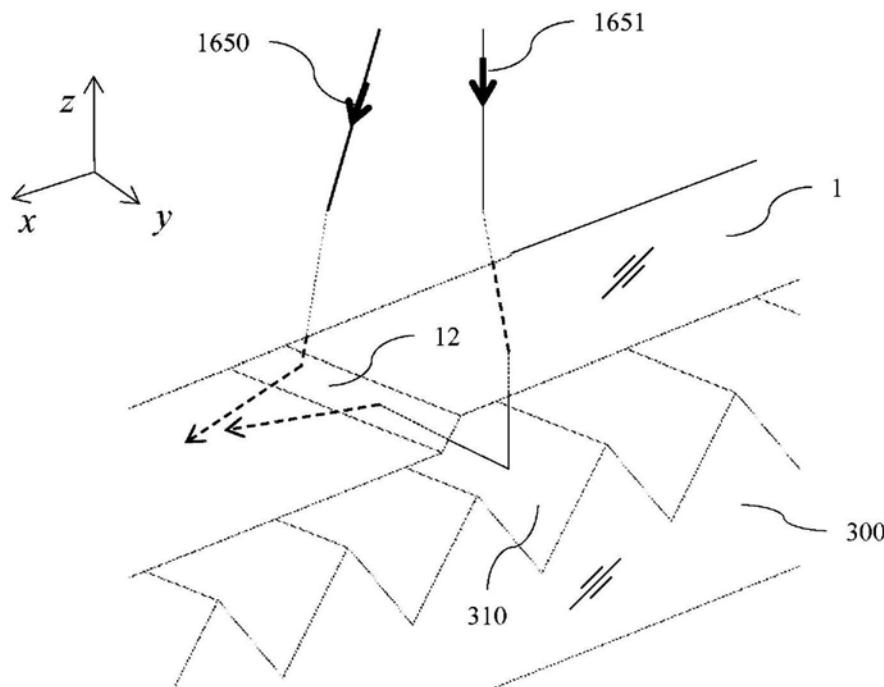


图33E

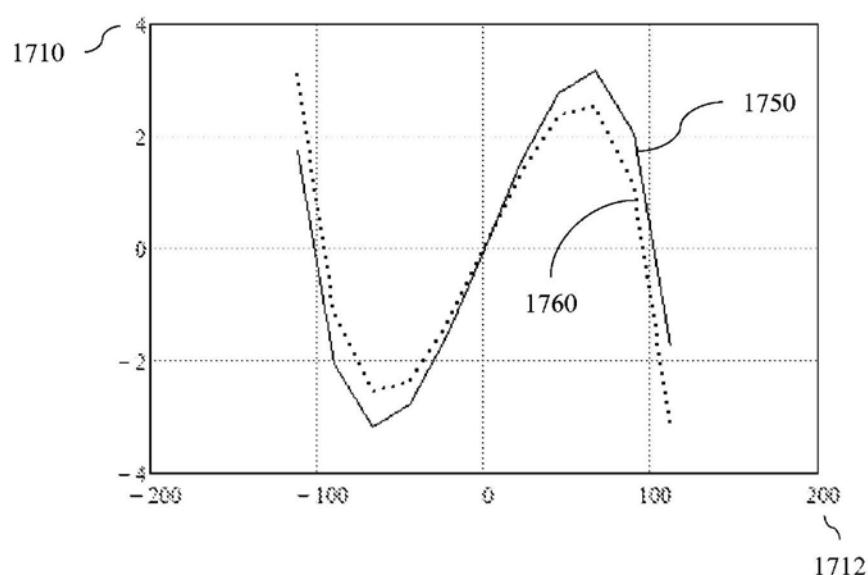


图33F

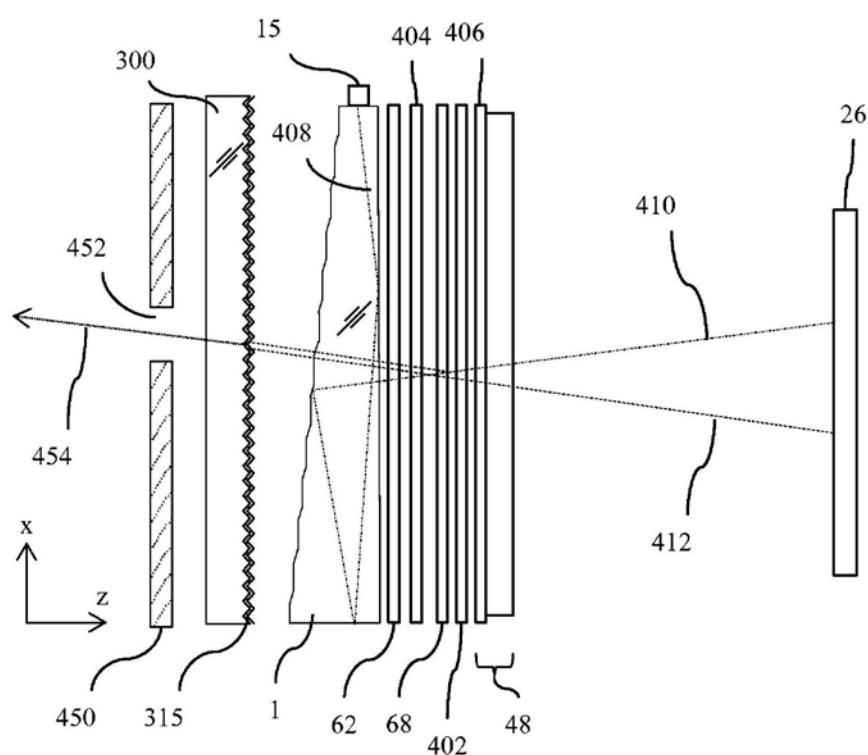


图34

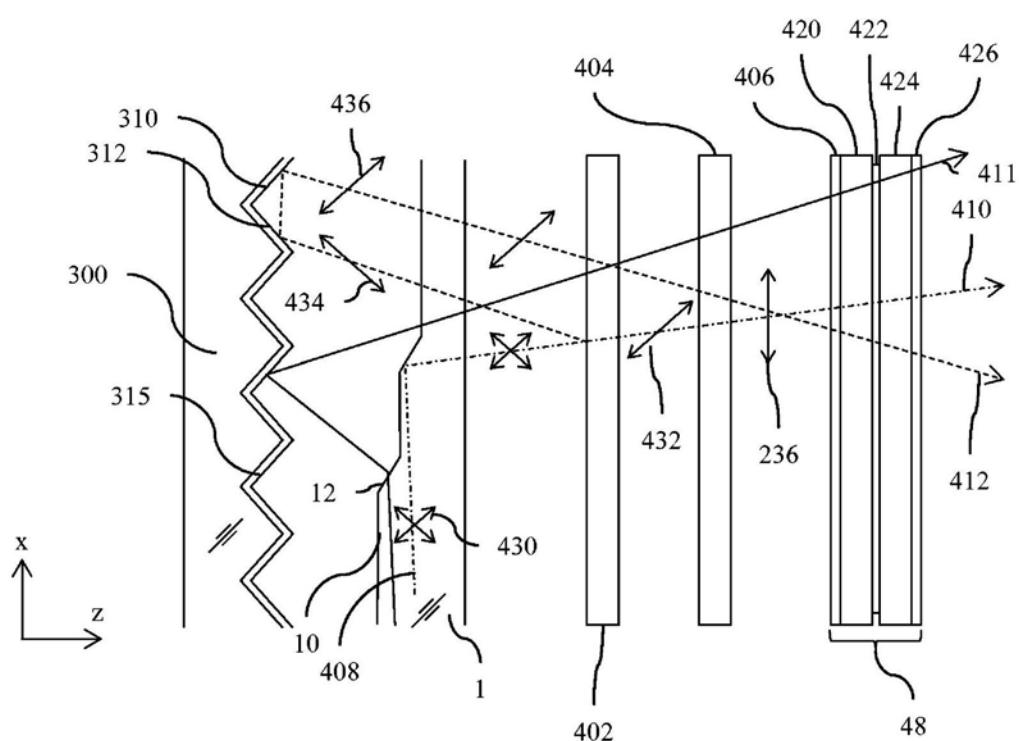


图35A

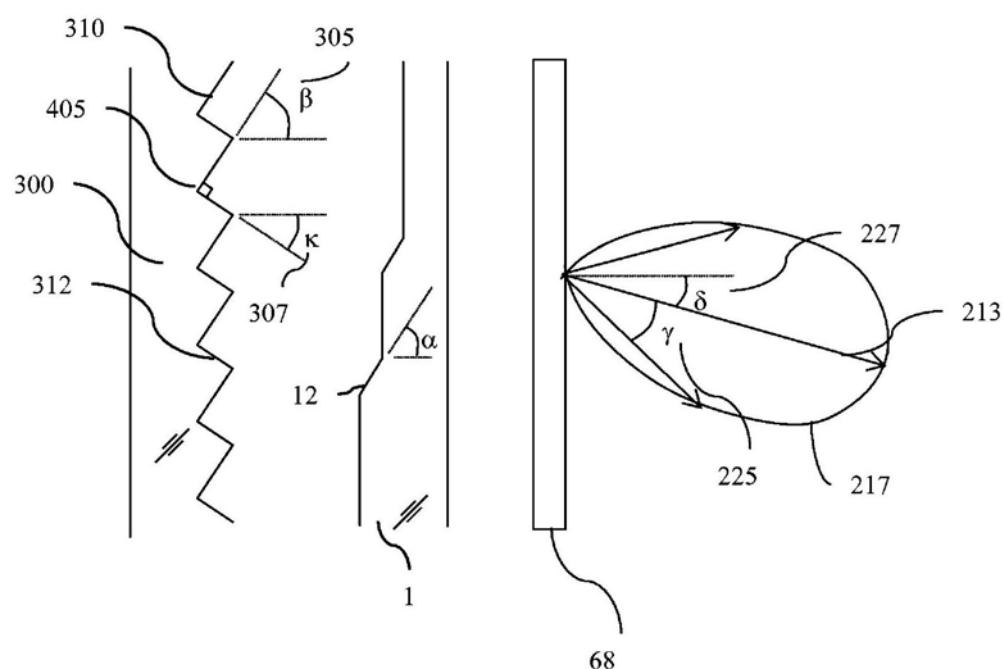


图35B

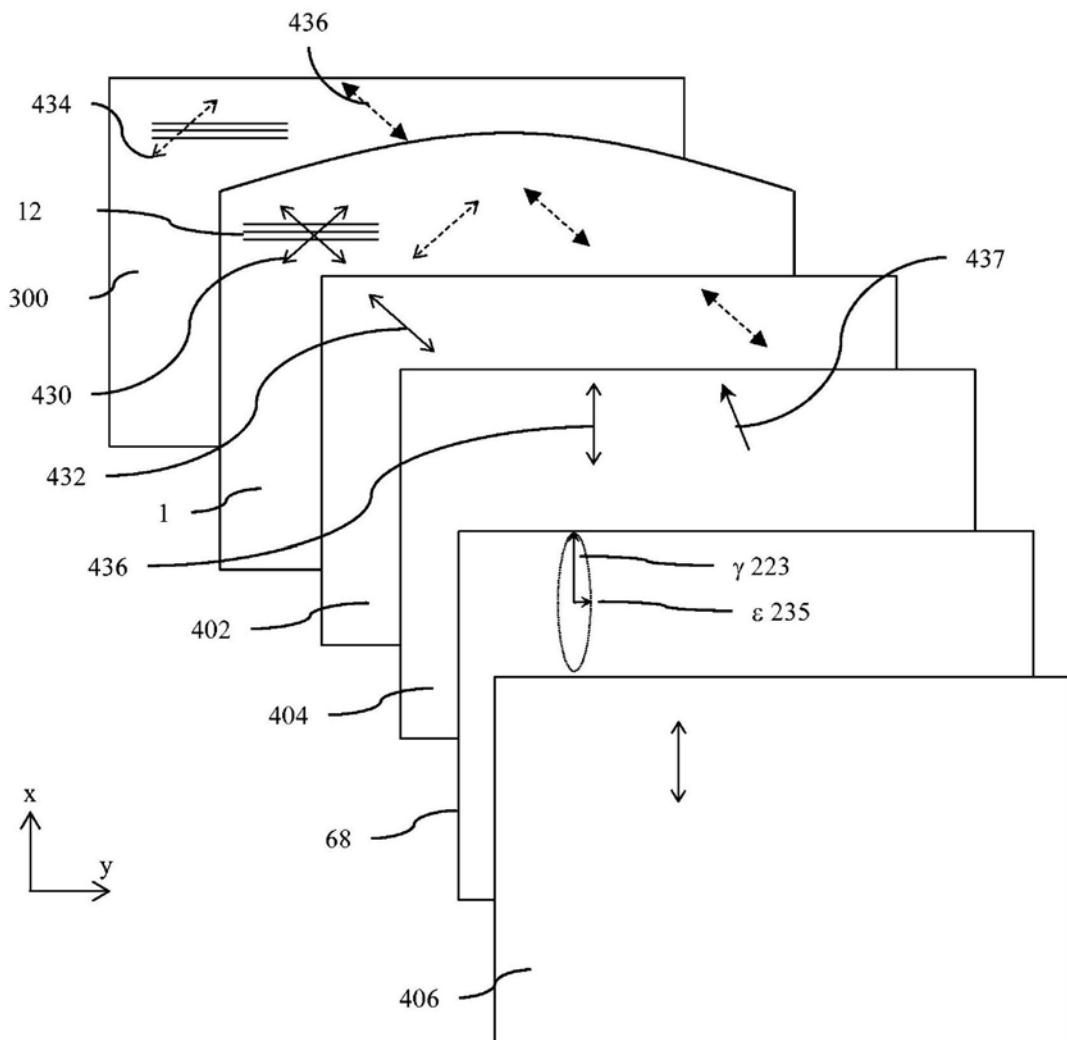


图35C

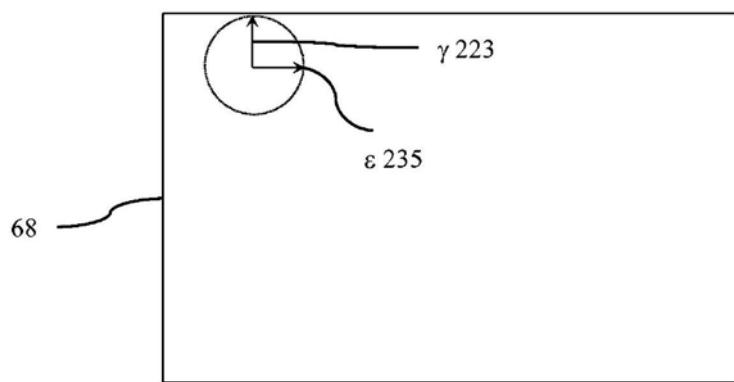


图35D

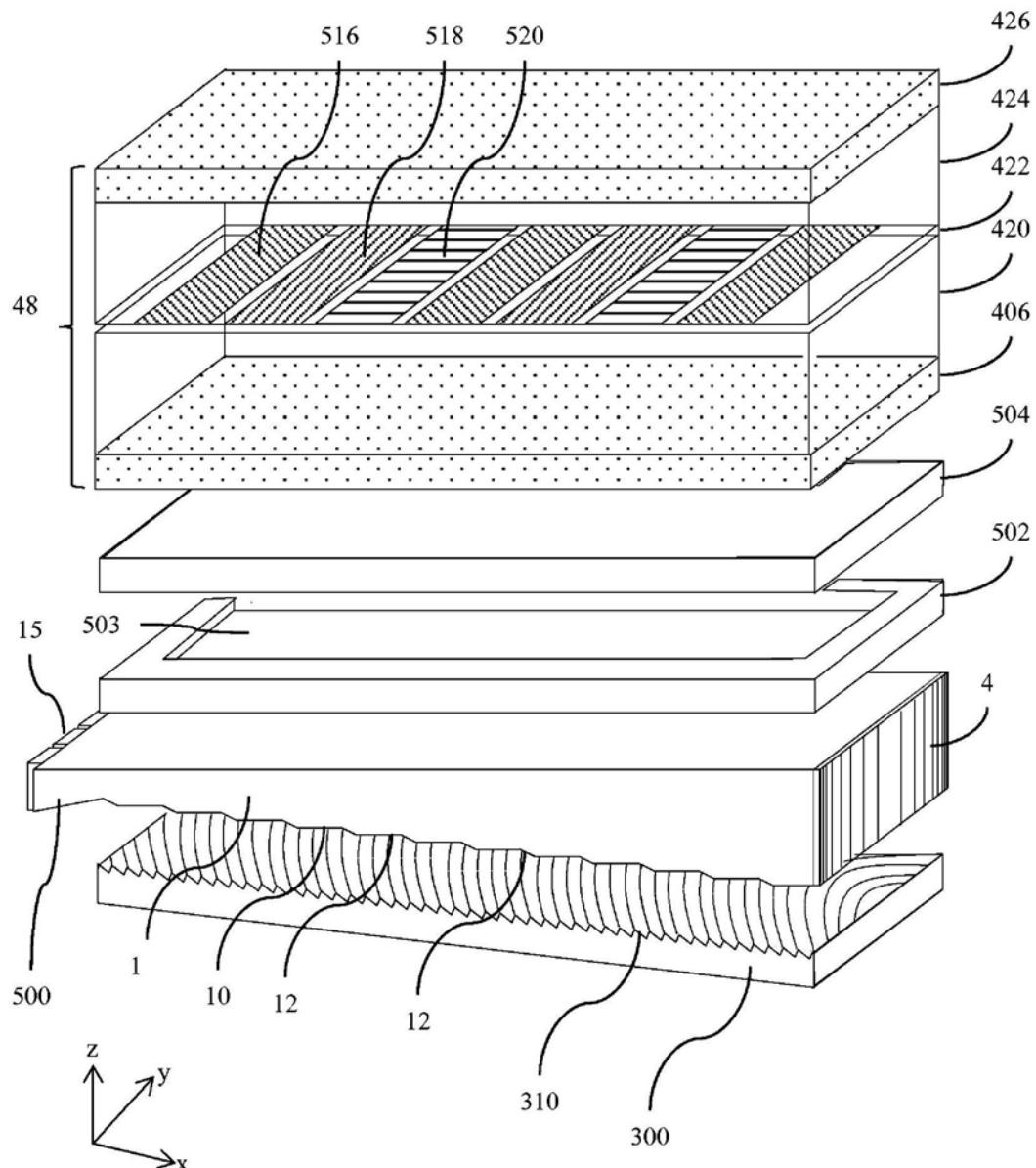
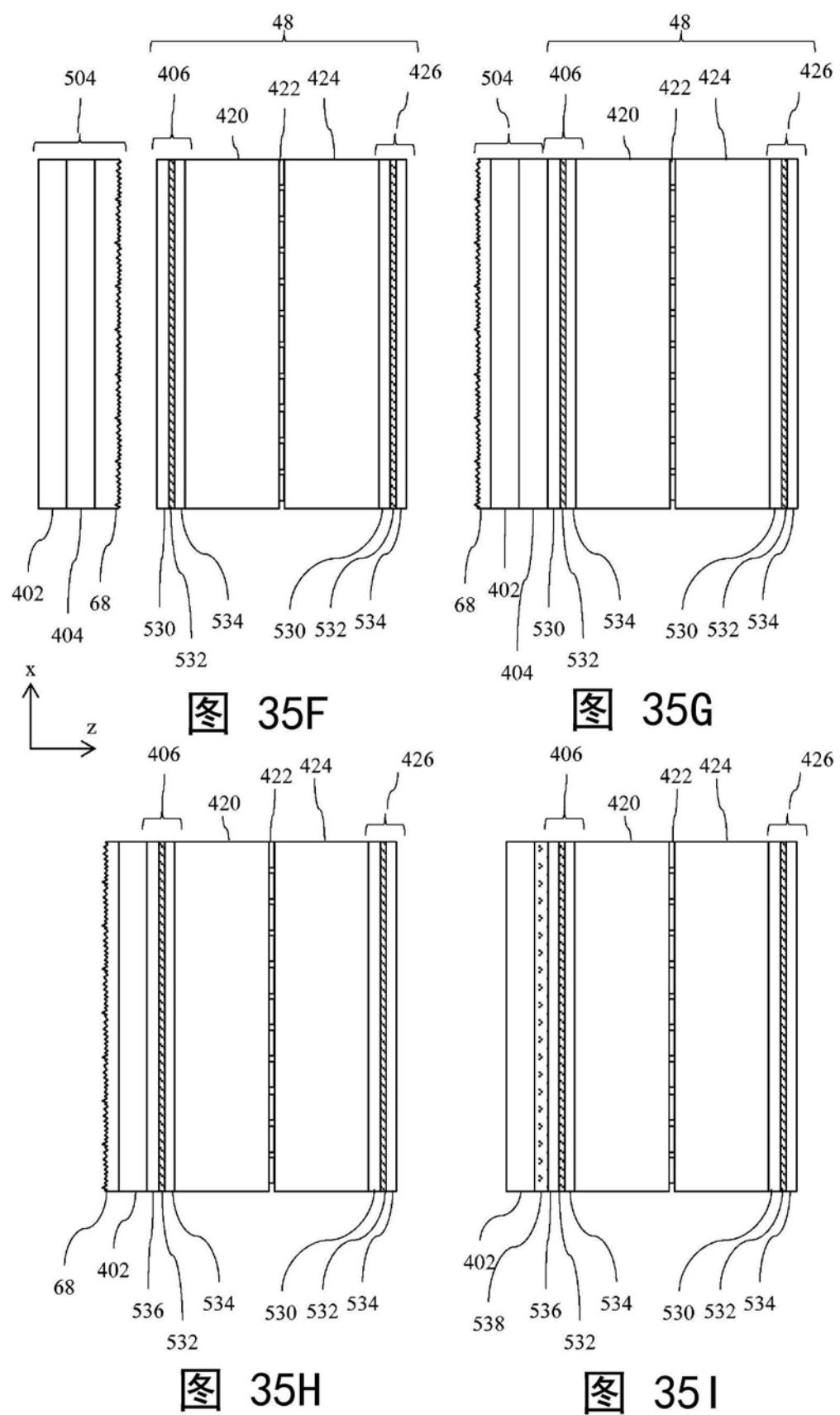


图35E



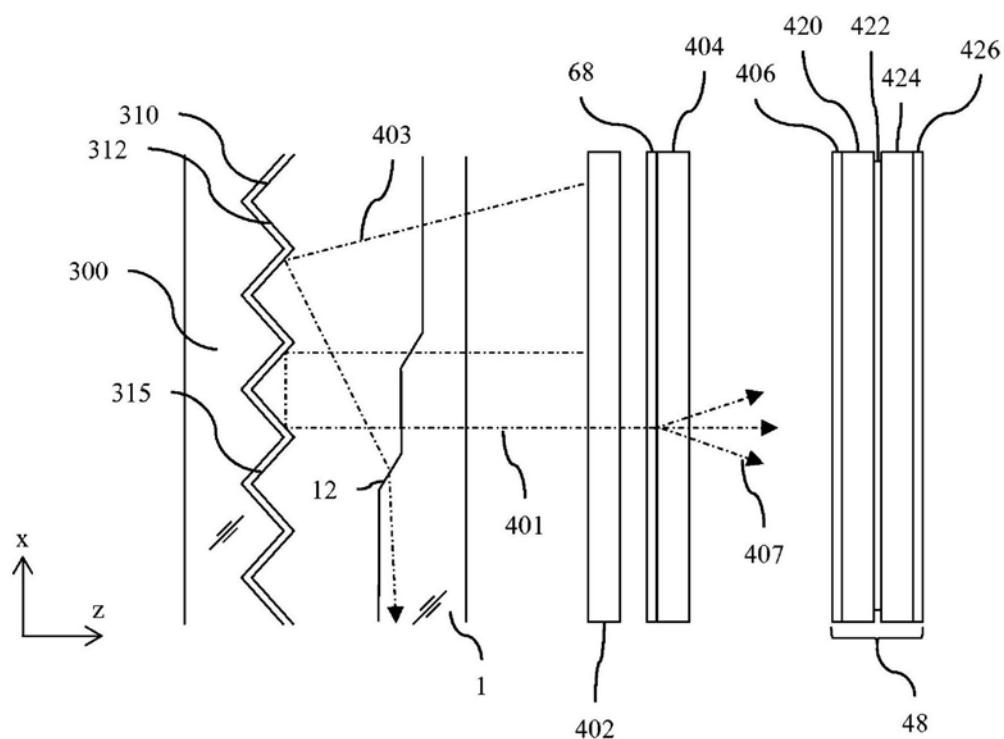


图36A

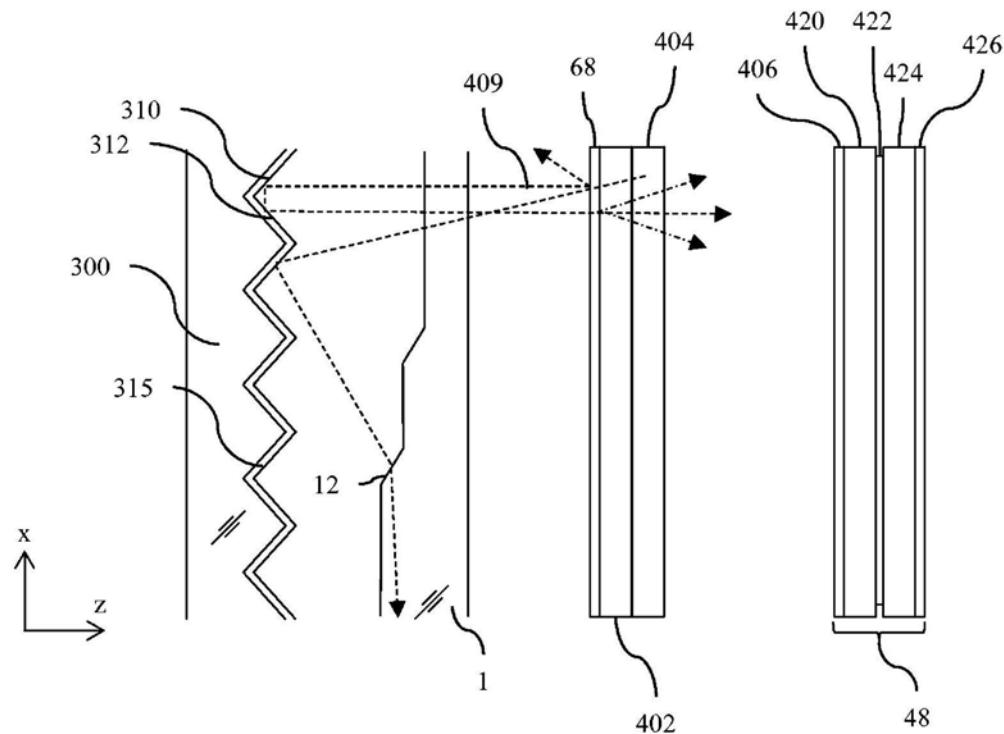


图36B

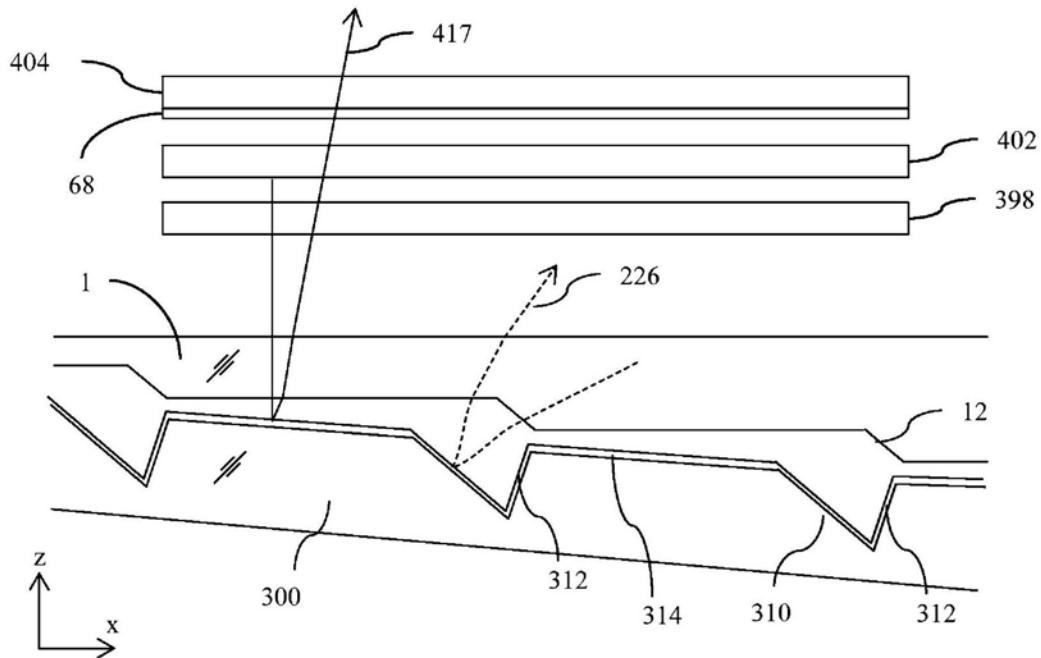


图37A

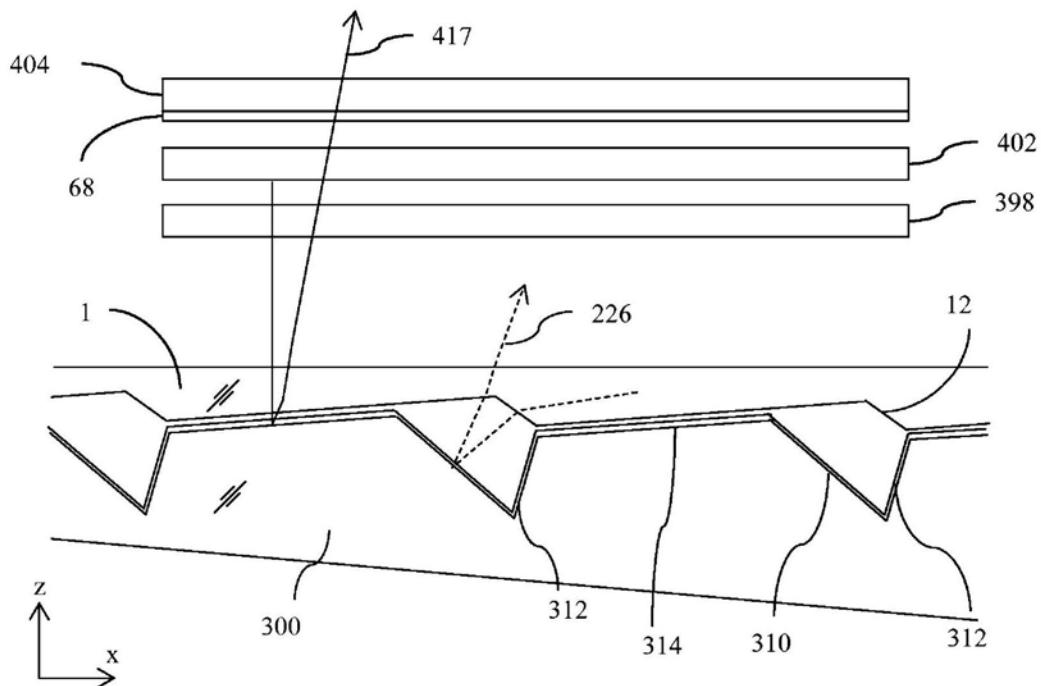


图37B

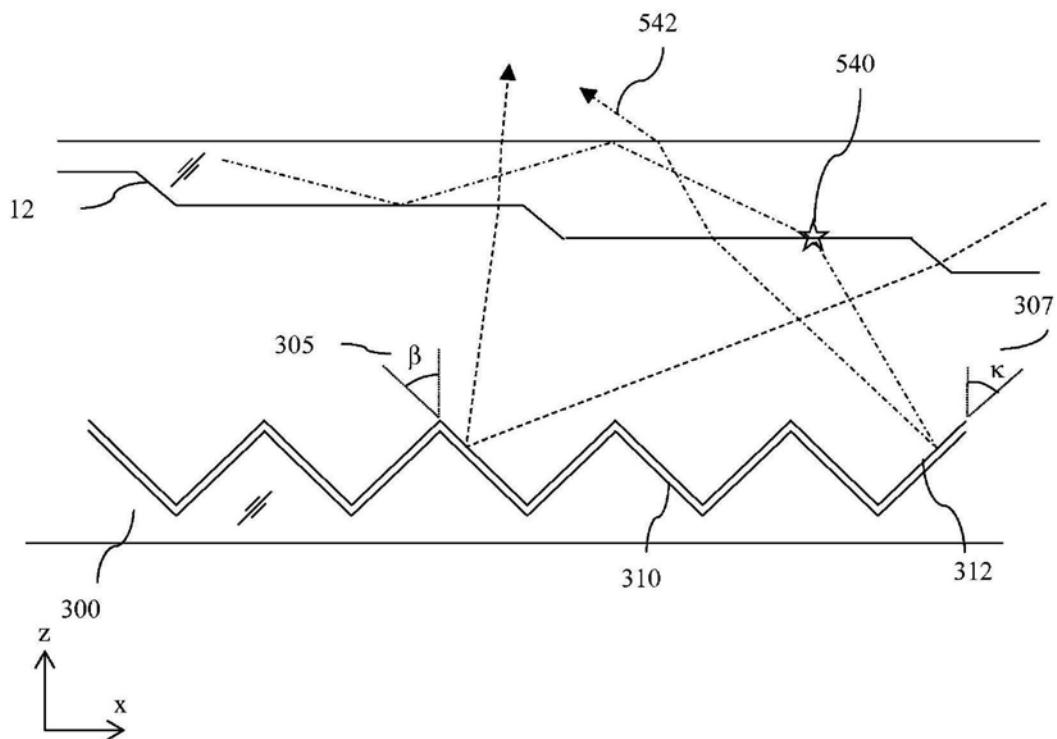


图37C

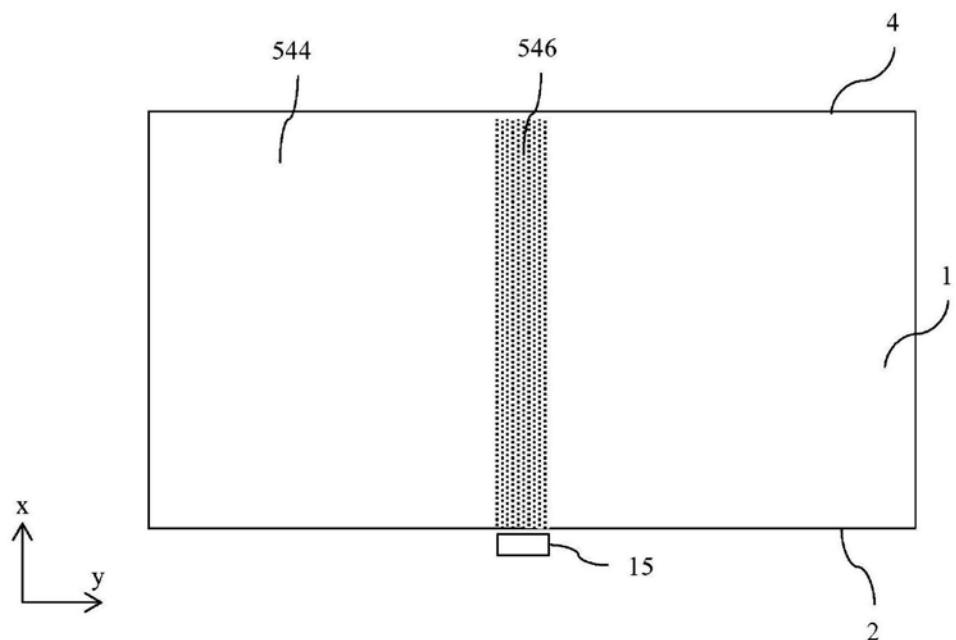


图37D

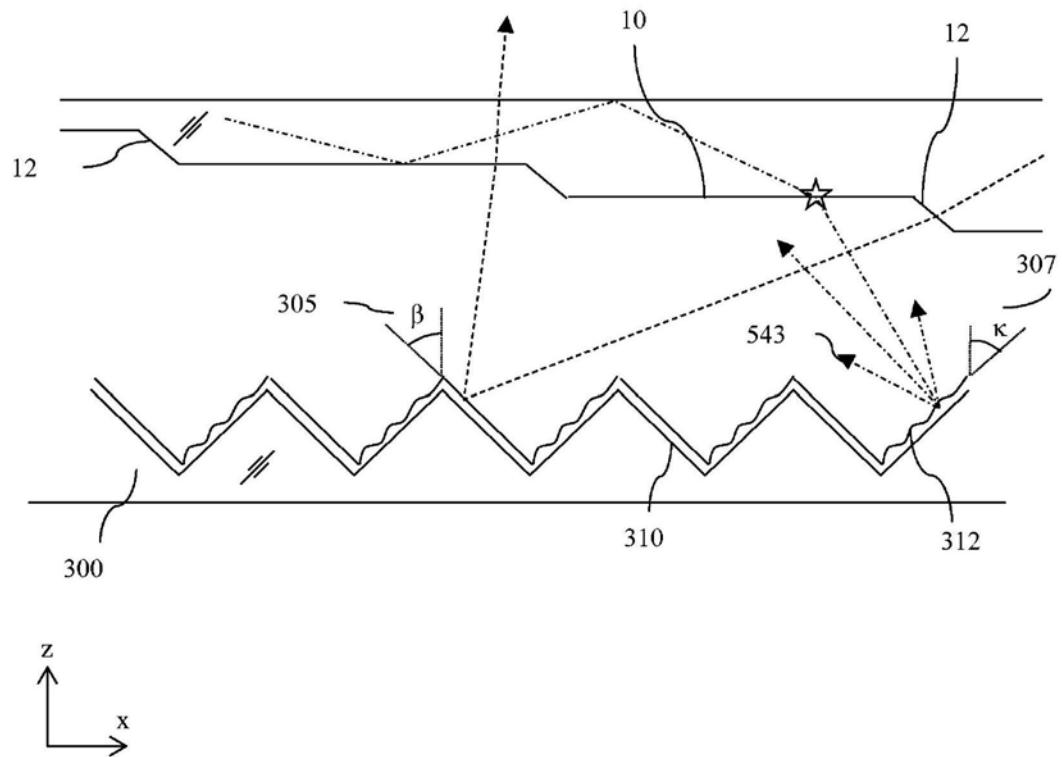


图37E

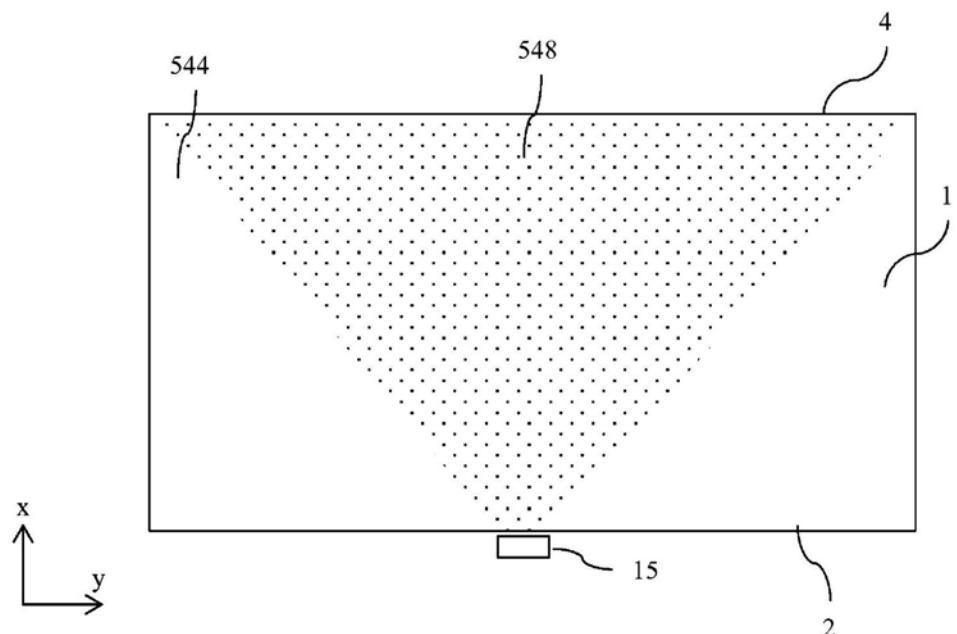


图37F

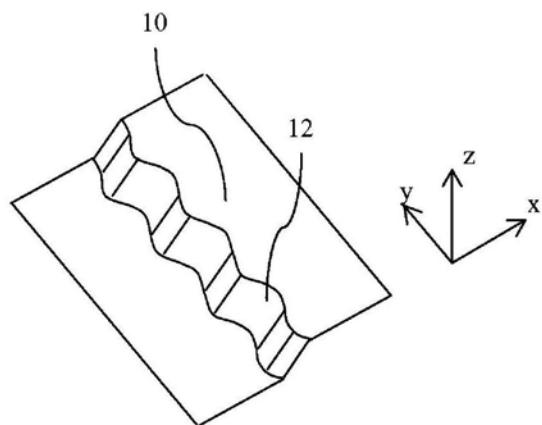


图 37G

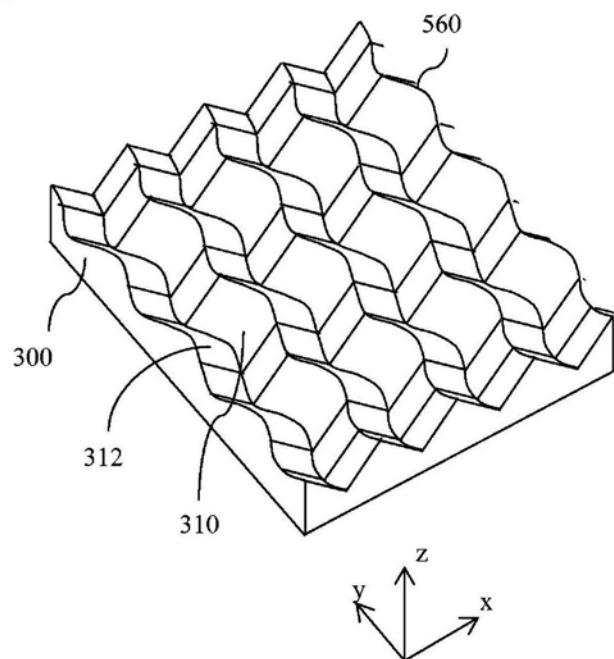


图 37H

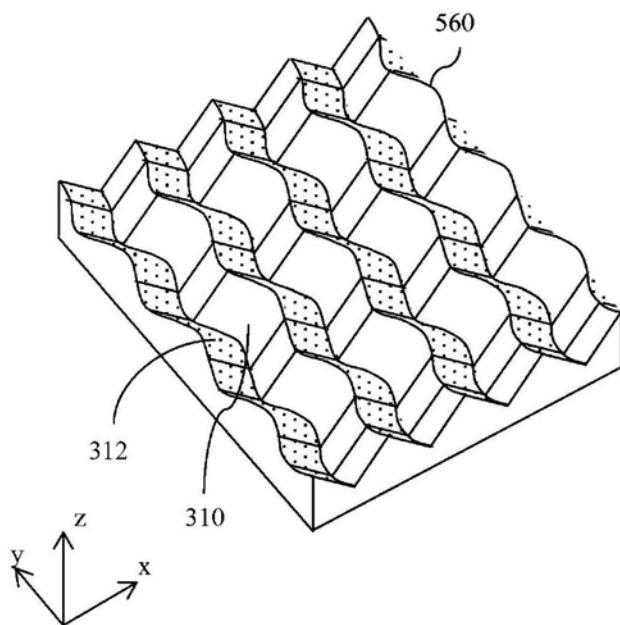


图 37I

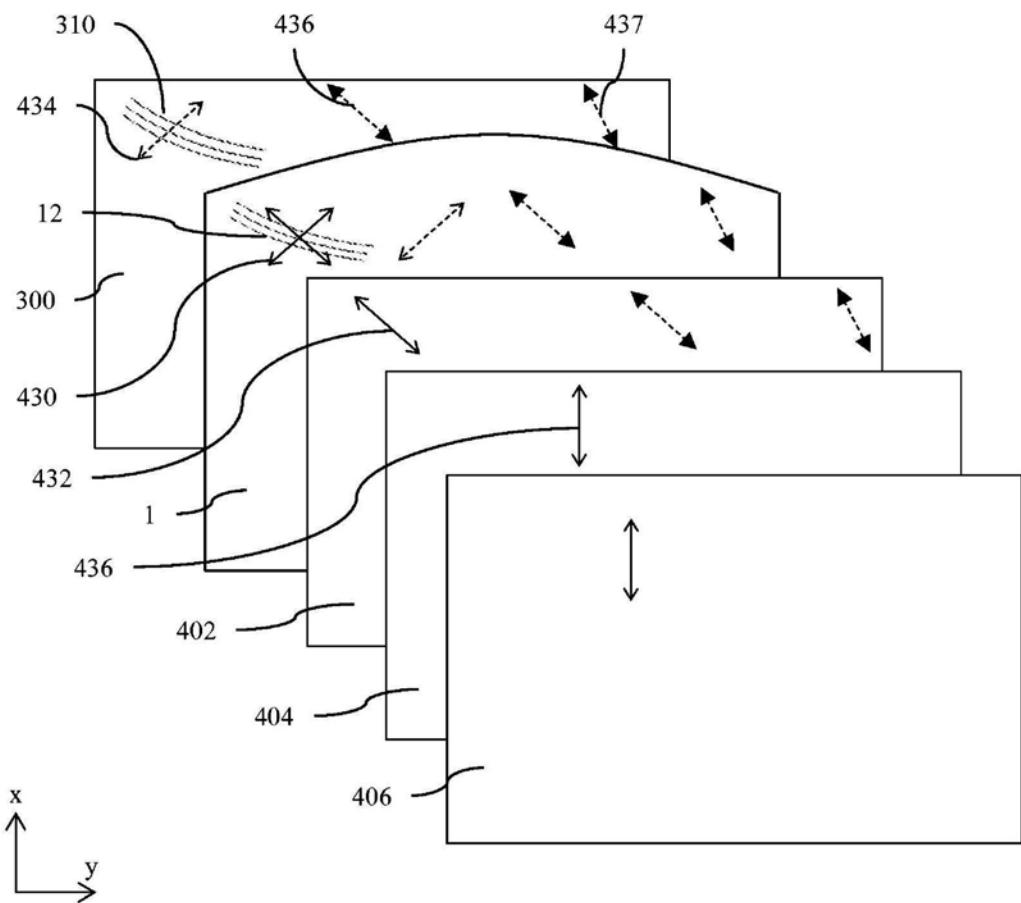


图38A

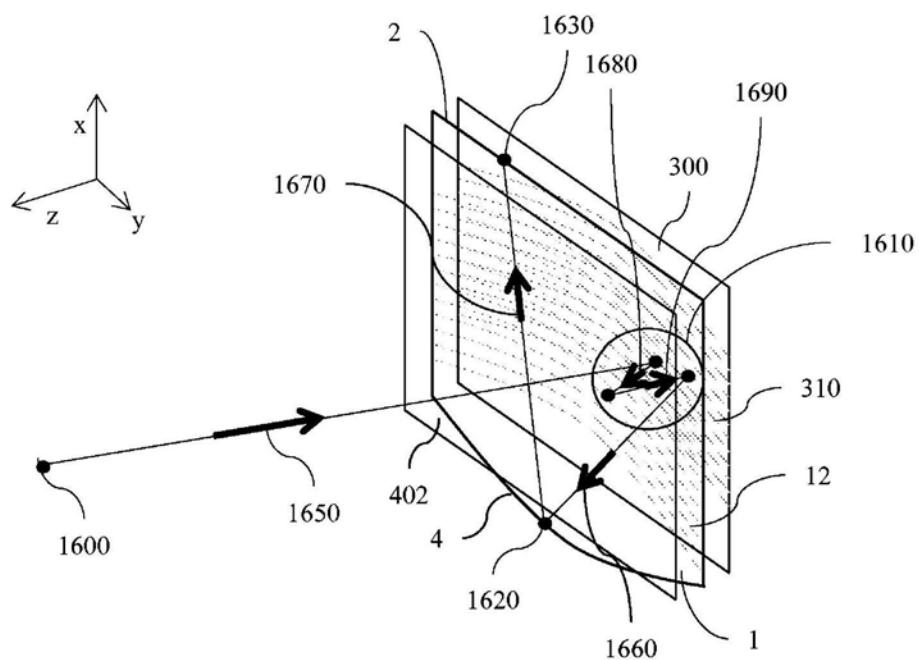


图38B

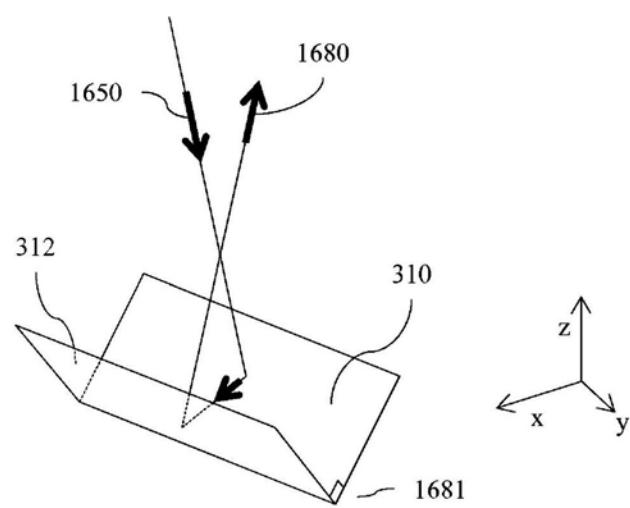


图39

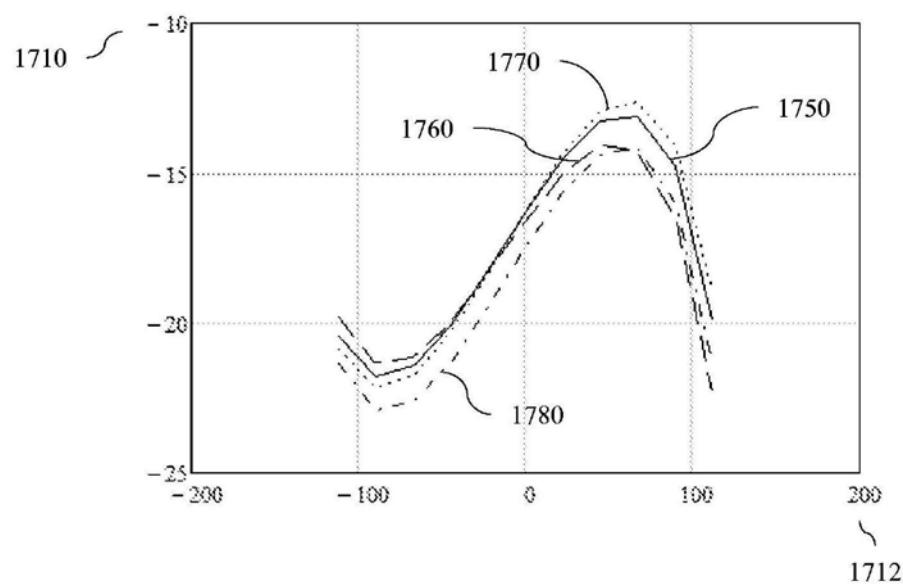


图40

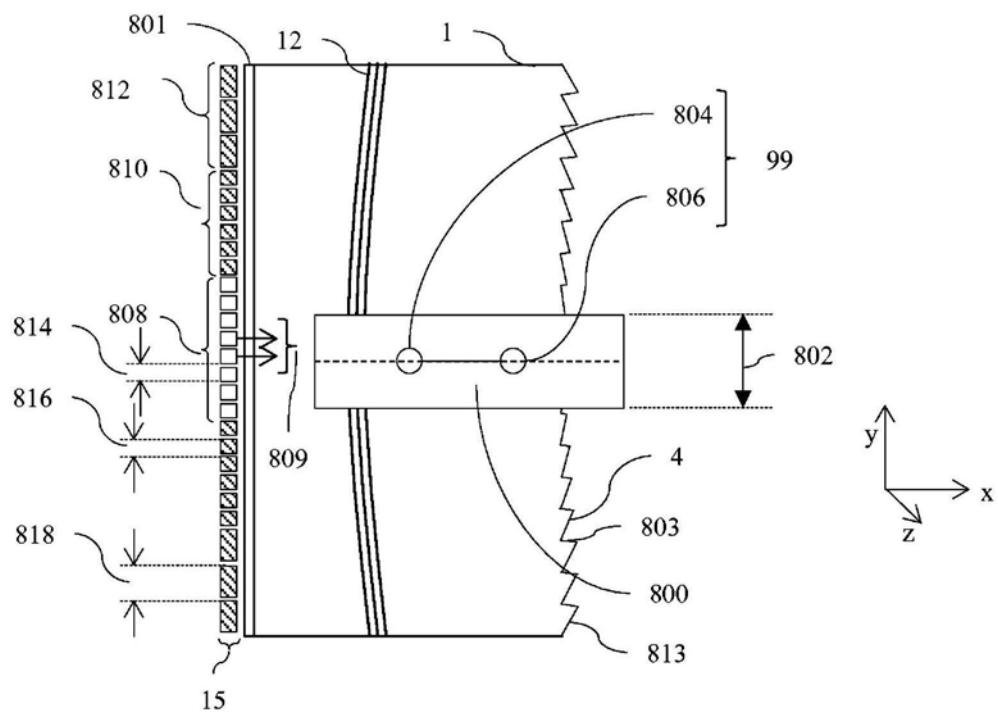


图41

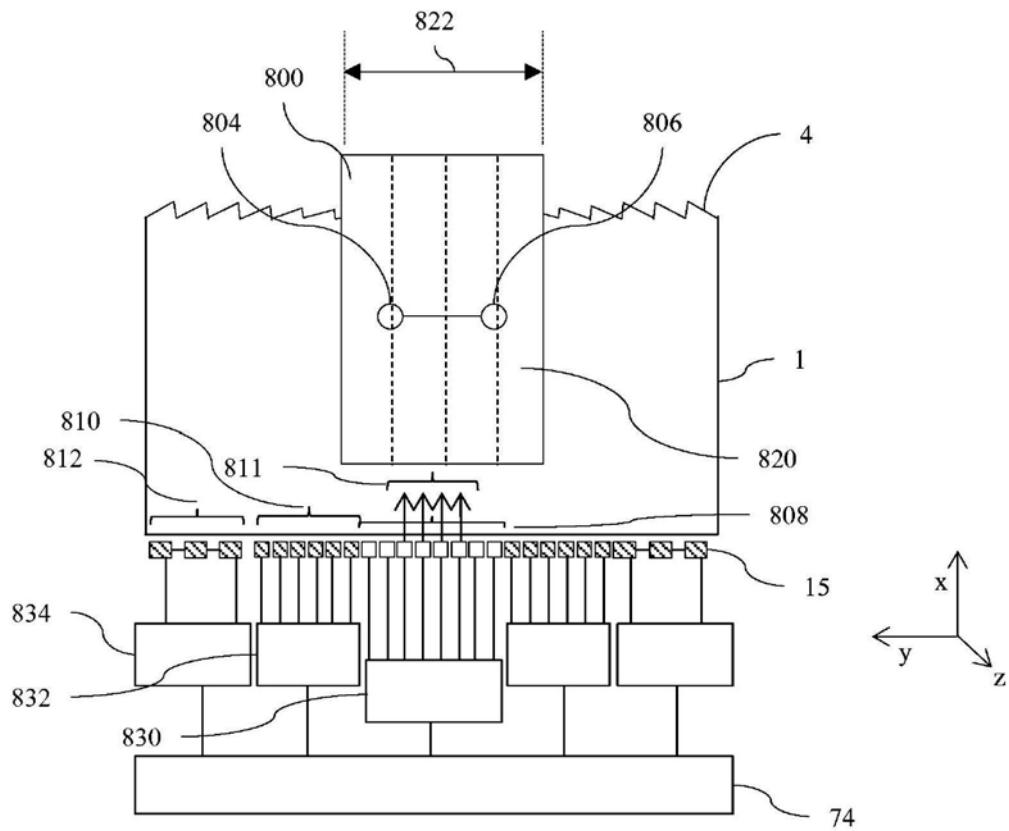


图42A

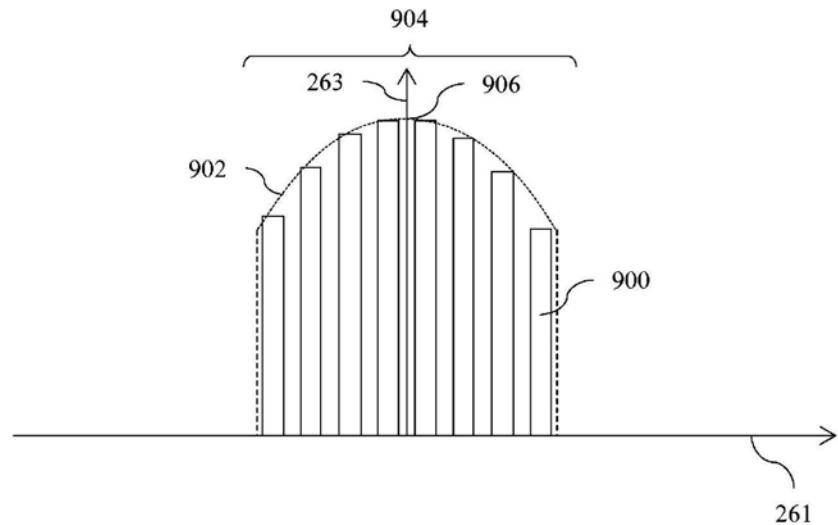


图42B

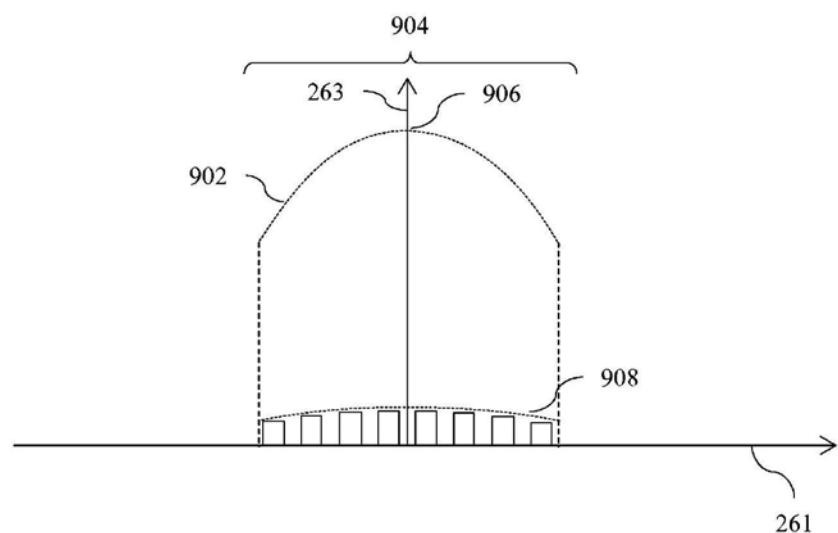


图42C

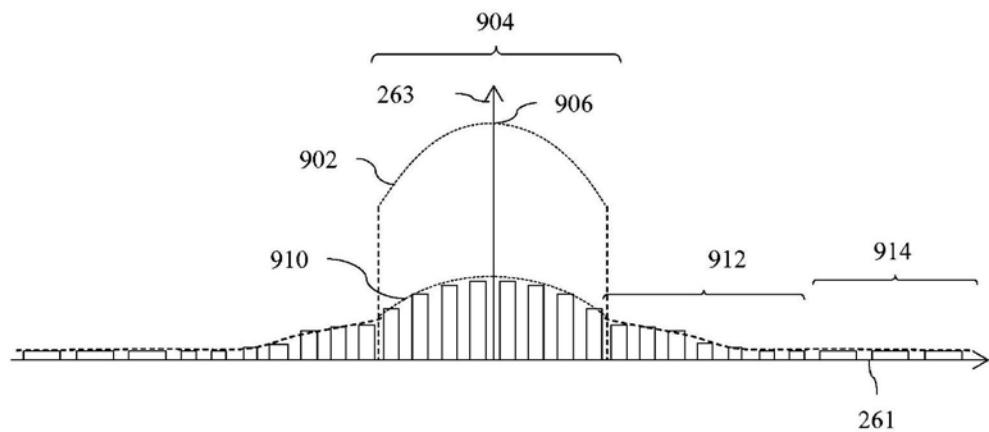


图42D

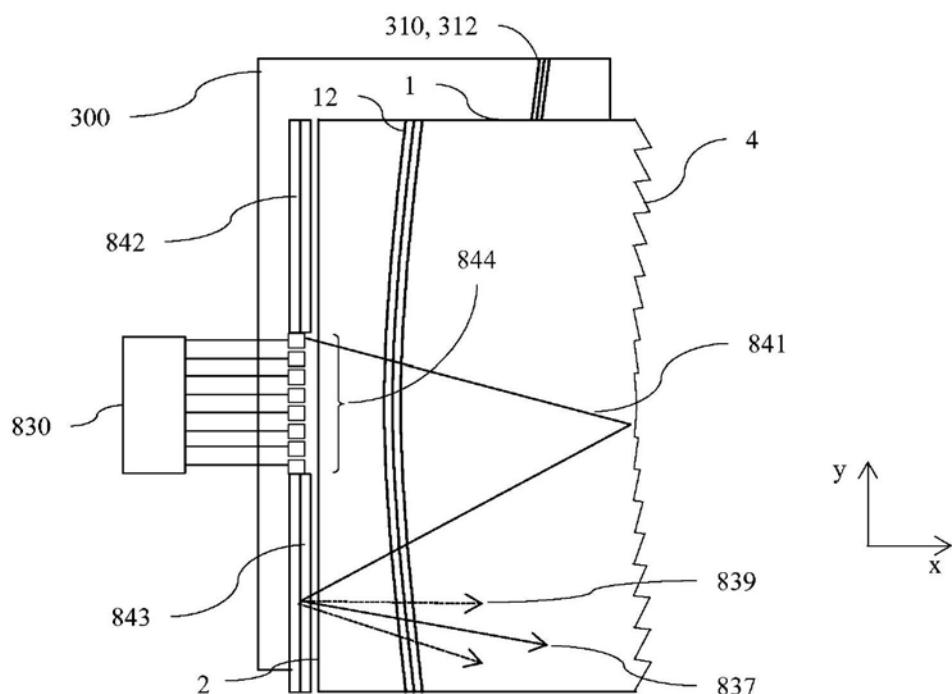


图43A

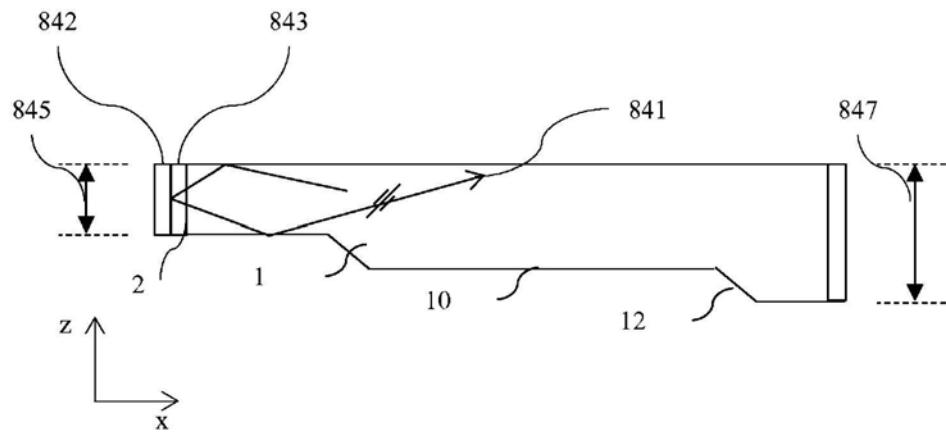


图43B

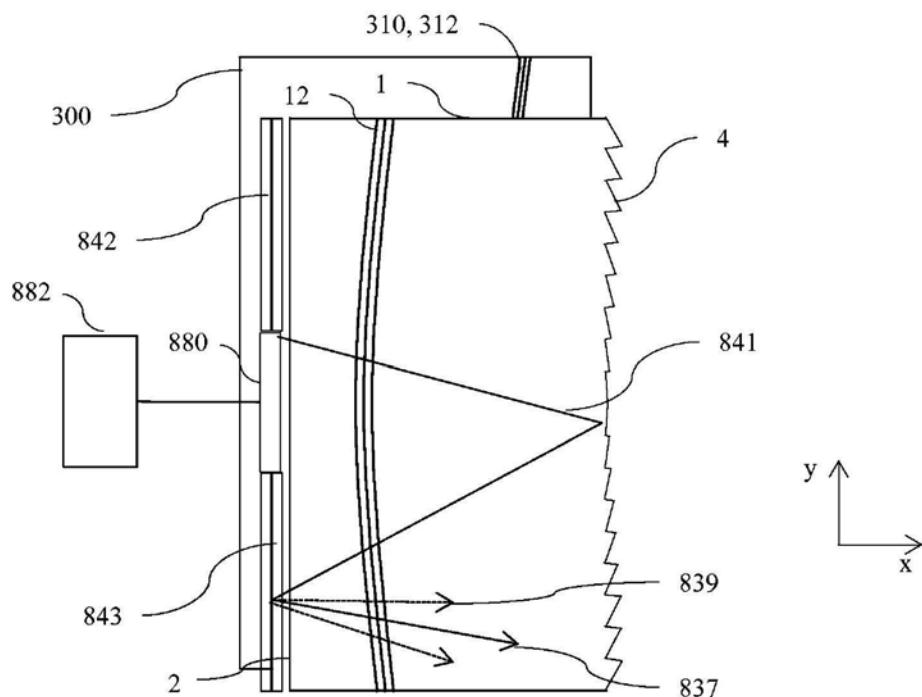


图43C

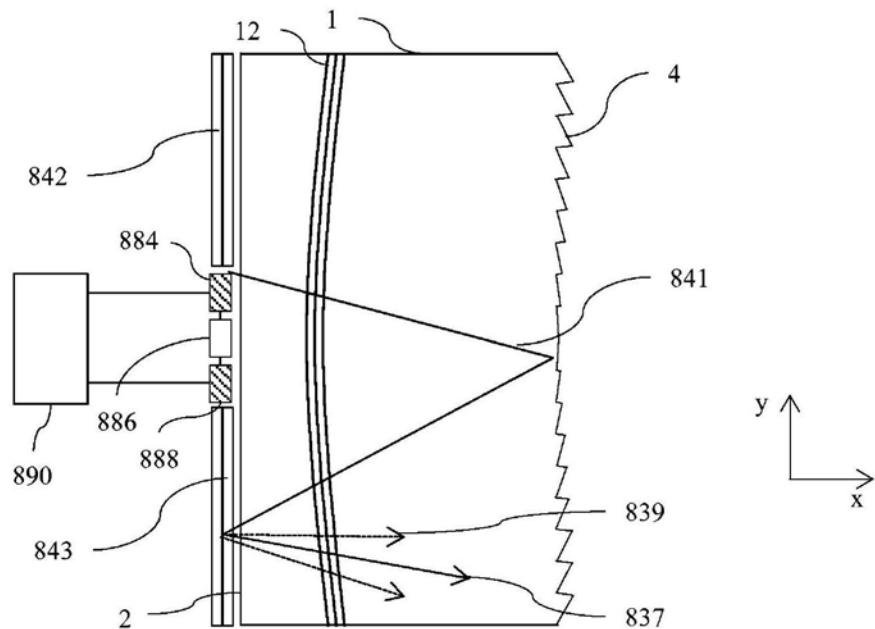


图43D

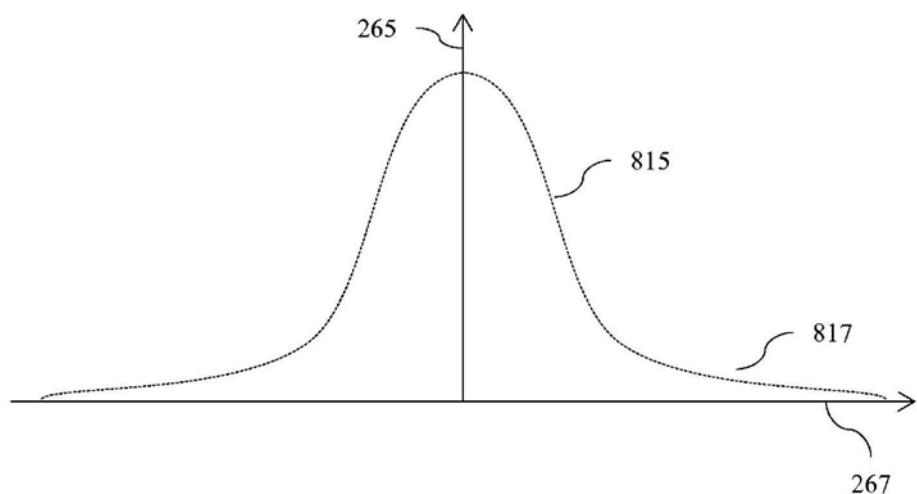


图43E

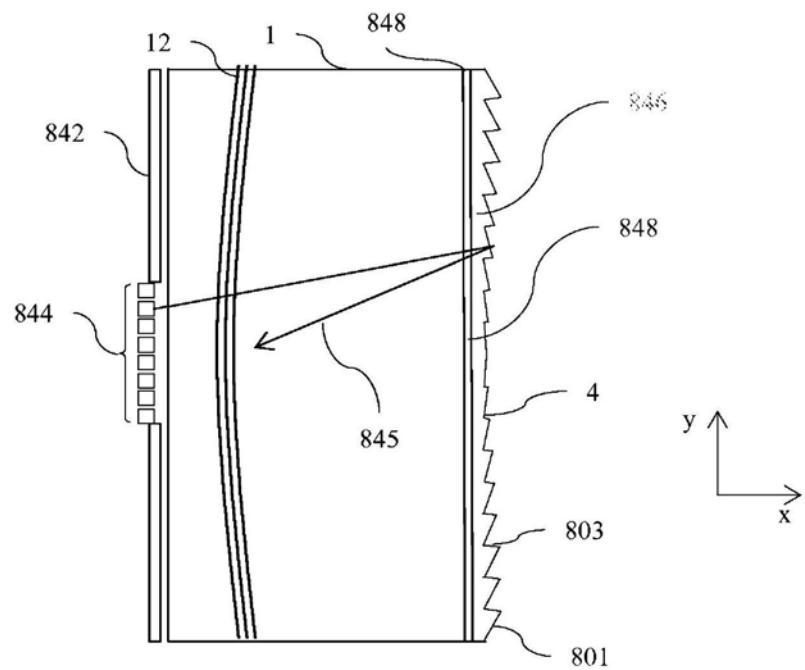


图44A

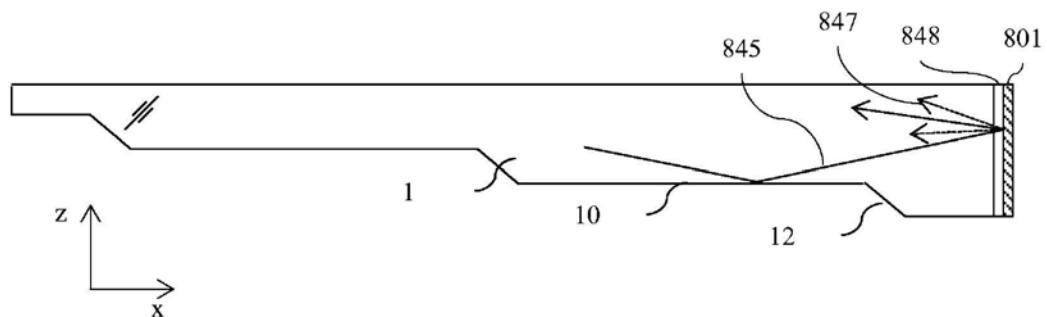


图44B

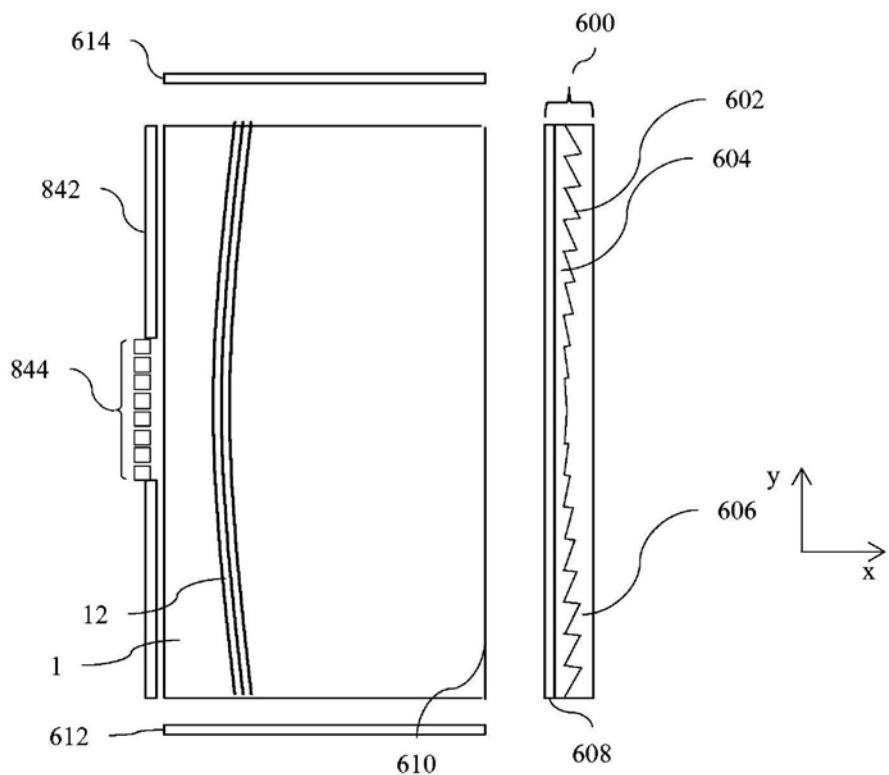


图44C

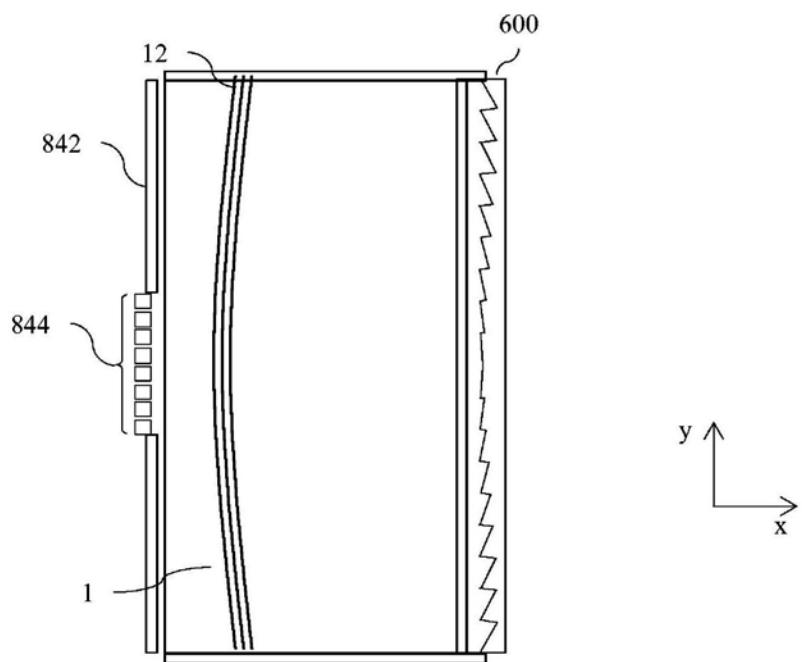


图44D

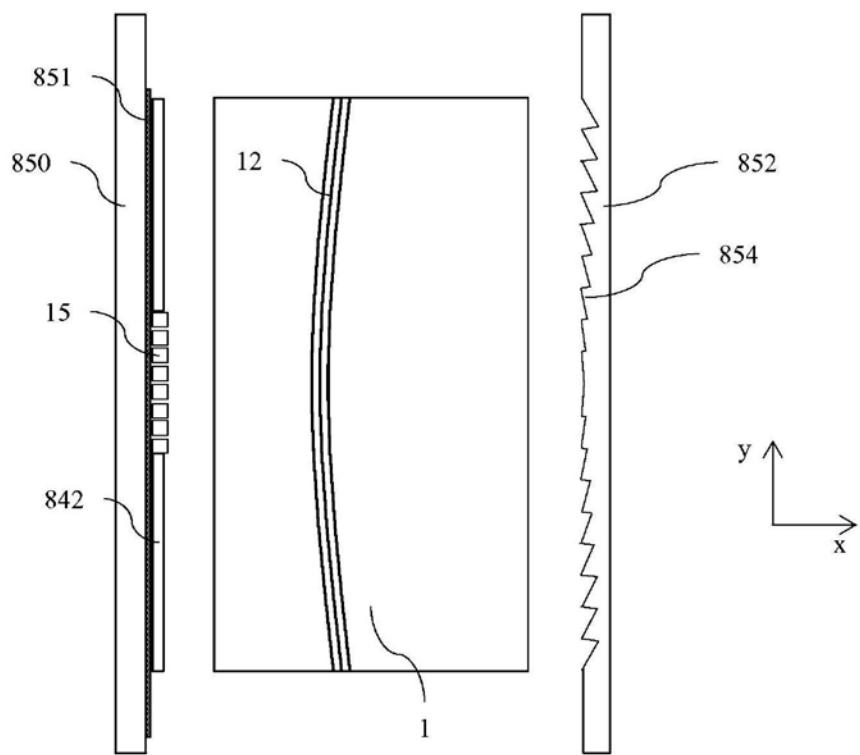


图45A

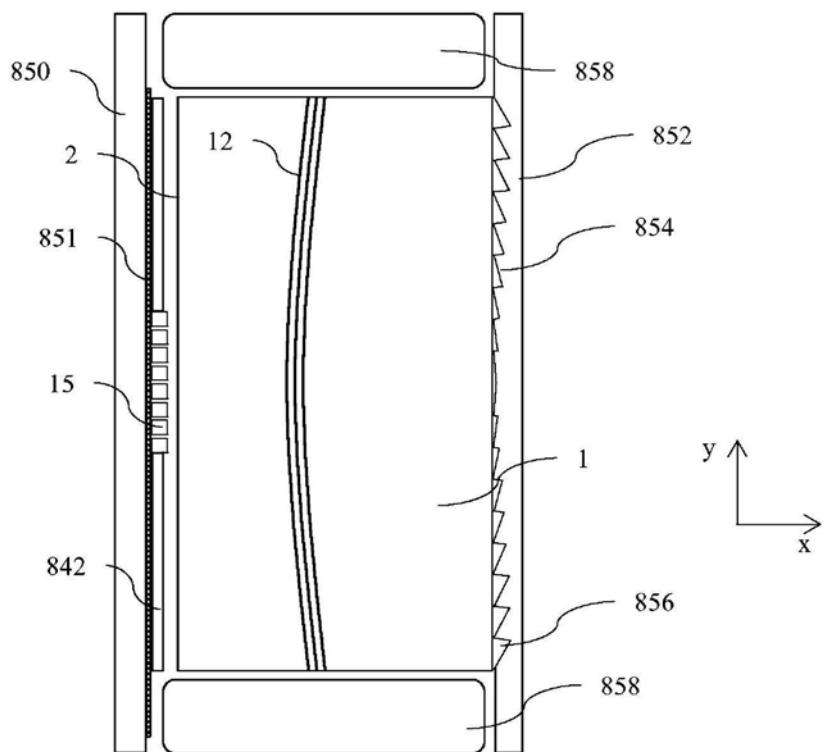


图45B

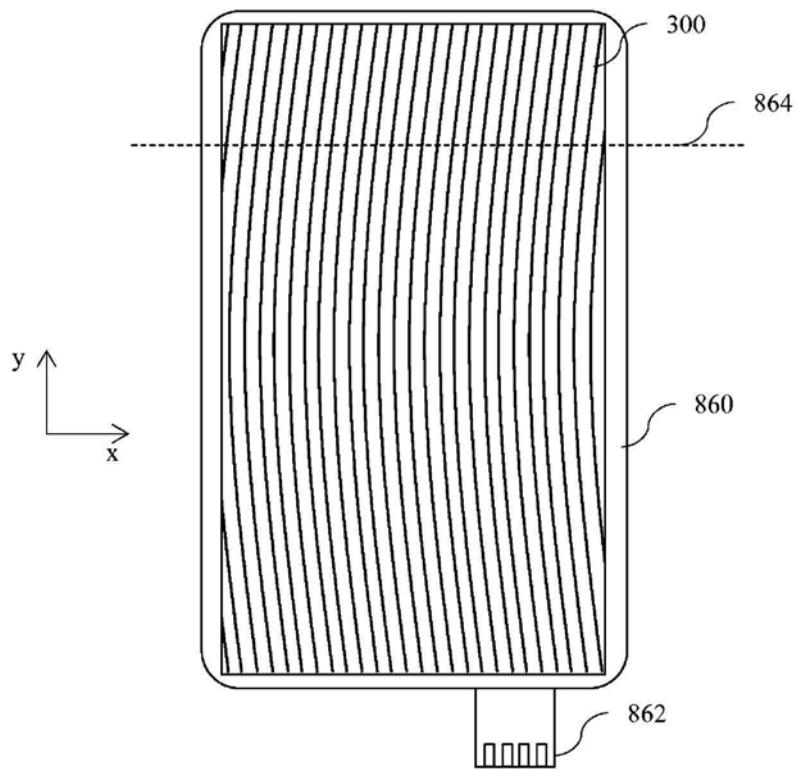


图46A

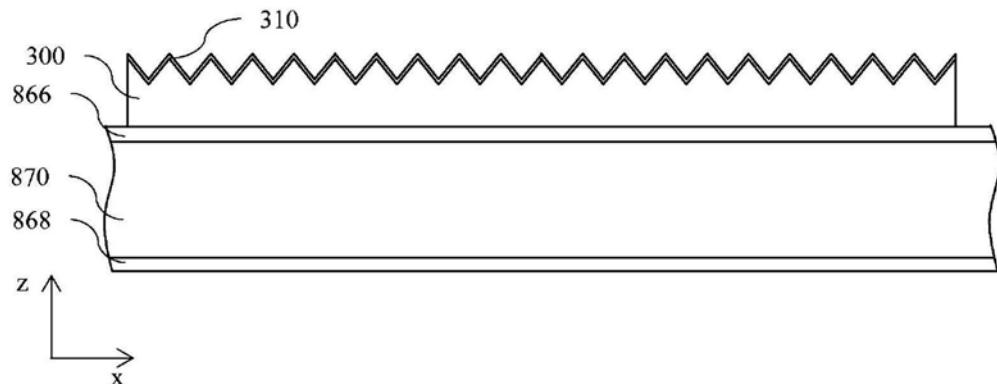


图46B

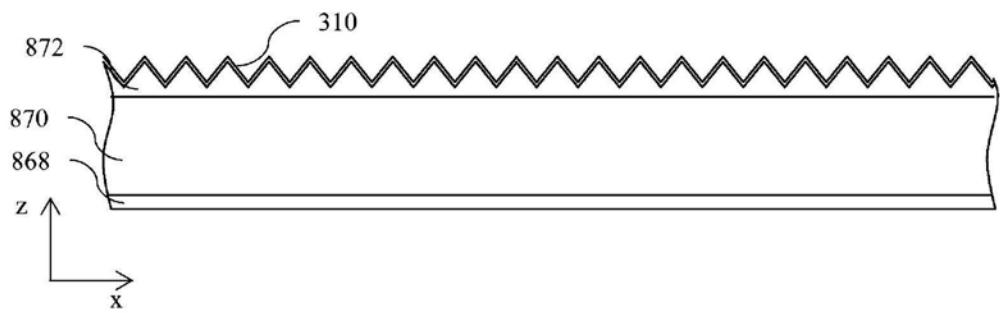


图46C

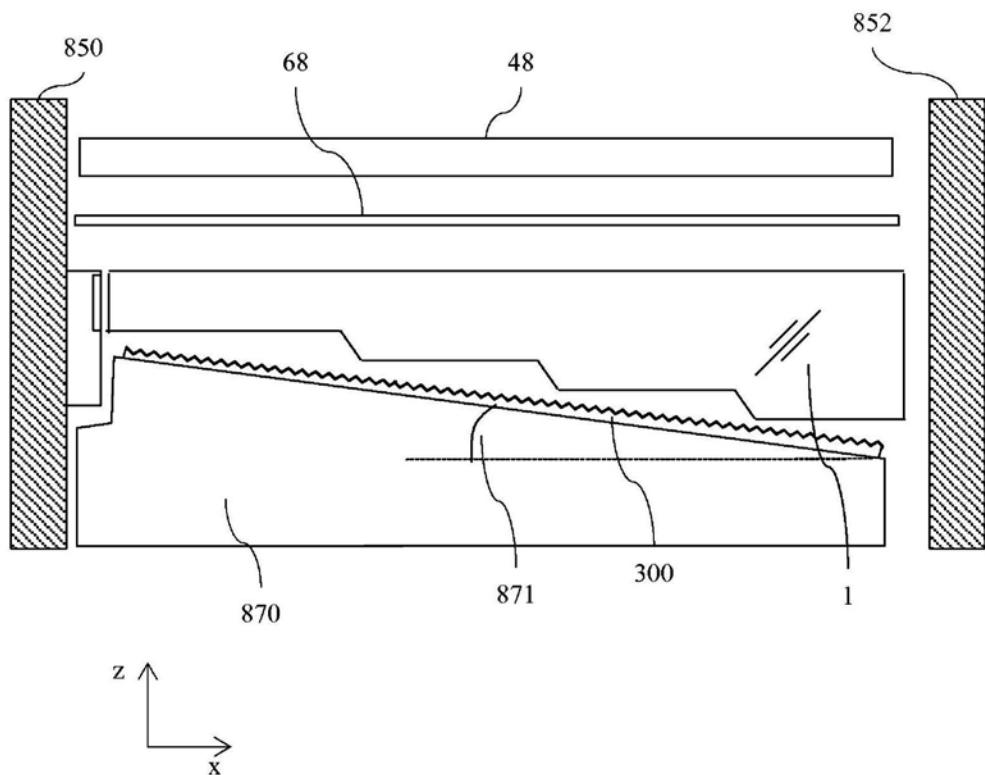


图47

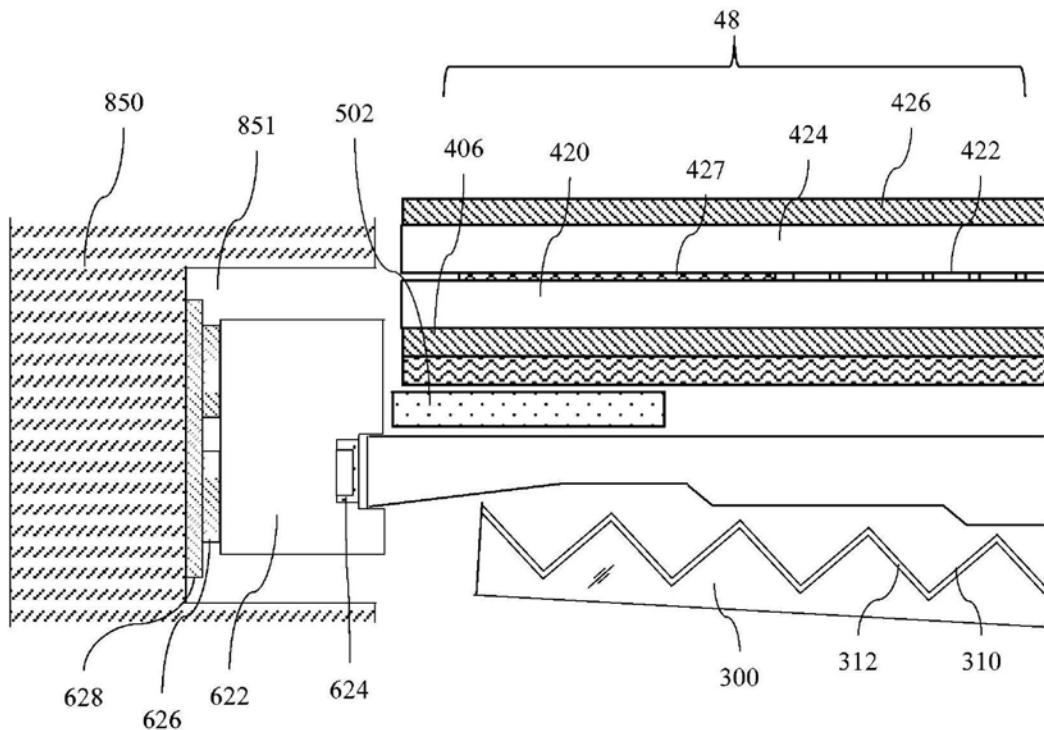


图48

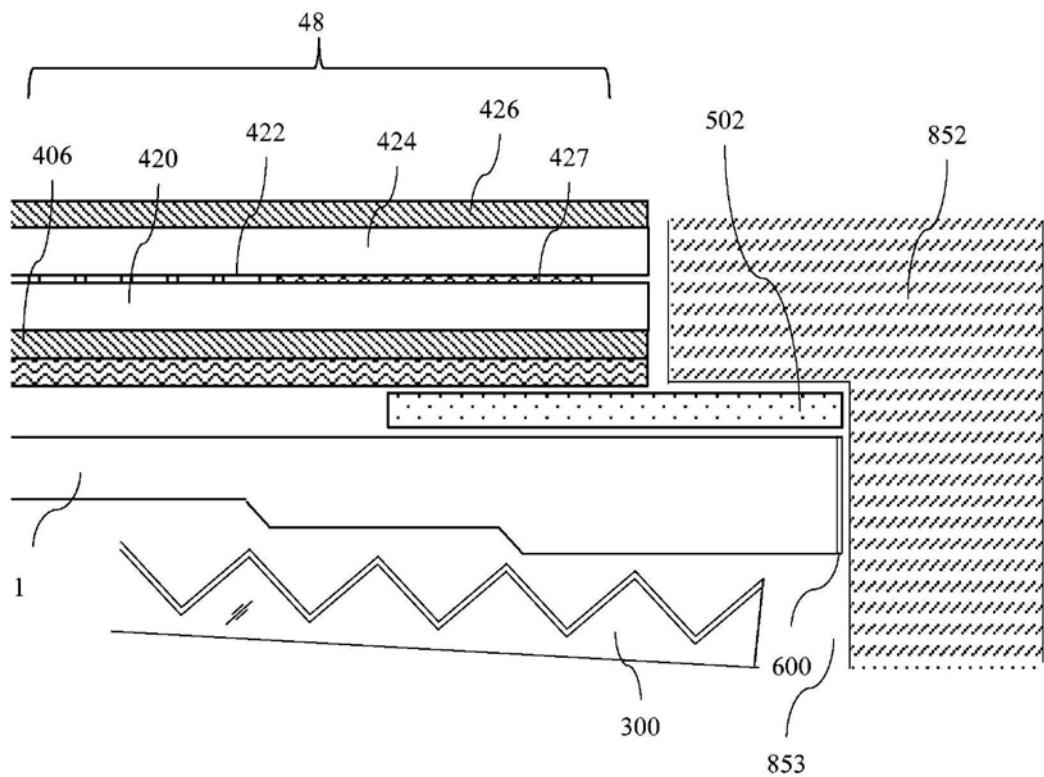


图49