



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114868050 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 05

(21) 申请号 202080089170.5

(22) 申请日 2020.11.12

(30) 优先权数据

62/934,619 2019.11.13 US

63/058,300 2020.07.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/060155 2020.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/097040 EN 2021.05.20

(71) 申请人 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

专利代理师 王维 严慎

(51) Int.Cl.

G02B 5/30 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1347 (2006.01)

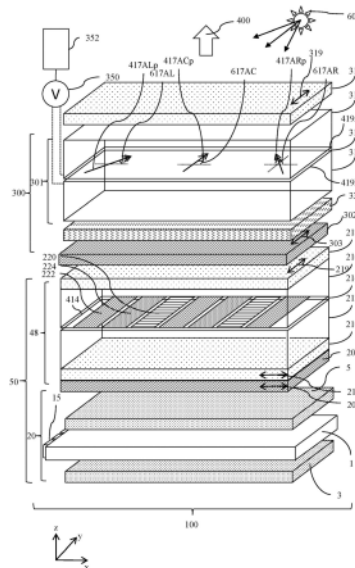
权利要求书3页 说明书31页 附图48页

(54) 发明名称

具有均匀离轴亮度降低的显示装置

(57) 摘要

本发明公开了一种显示装置,其包括空间光调制器,所述空间光调制器具有布置在所述空间光调制器的一侧上的显示偏振器,所述显示装置具有布置在与所述显示偏振器相同的侧上的附加偏振器以及在所述附加偏振器与所述显示偏振器之间的极性控制延迟器。所述极性控制延迟器包括具有两个表面配向层的液晶延迟器,所述表面配向层与相对侧上的液晶材料层相邻设置。所述表面配向层在具有平面内分量的相邻液晶材料中提供配向,其中所述平面内分量的角度沿着预定轴在所述显示装置上单调变化,在偏离视轴的方向上提供亮度降低,在偏离视轴的方向上提高所述亮度降低的均匀性。



1. 一种显示装置,所述显示装置包括:  
空间光调制器;  
显示偏振器,所述显示偏振器被布置在所述空间光调制器的侧上,所述显示偏振器是线性偏振器;  
附加偏振器,所述附加偏振器被布置在所述空间光调制器的与所述显示偏振器相同的侧上,所述附加偏振器是线性偏振器;以及  
至少一个极性控制延迟器,所述至少一个极性控制延迟器被布置在所述附加偏振器与所述显示偏振器之间,所述至少一个极性控制延迟器包含液晶延迟器,所述液晶延迟器包括:  
液晶材料层;以及  
与所述液晶材料层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层,所述表面配向层中的至少一个被布置成在具有在所述液晶材料层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料中提供配向,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化。
2. 根据权利要求1所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化,并且沿着垂直于所述预定轴的另外的轴不变化。
3. 根据权利要求1所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化,并且还沿着垂直于所述预定轴的另外的轴变化。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量具有与所述显示偏振器和所述附加偏振器中的至少一个的电矢量透射方向平行或正交的平均方向。
5. 根据权利要求4所述的显示装置,其中所述显示偏振器和所述附加偏振器具有平行的电矢量透射方向。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中所述表面配向层中的至少一个被布置成在所述相邻液晶材料中提供均匀配向。
7. 根据权利要求6所述的显示装置,其中所述表面配向层中的每一个被布置成在所述相邻液晶材料中提供均匀配向。
8. 根据权利要求1至6中任一项所述的显示装置,其中所述表面配向层中的至少一个被布置成在具有提供所述平面内分量的预倾斜角的所述相邻液晶材料中提供垂直配向。
9. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置,其中  
所述表面配向层中的一个被布置成在所述相邻液晶材料中提供均匀配向,其中在与所述表面配向层中的所述一个相邻的所述液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化,并且  
所述表面配向层的另一个被布置成在所述相邻液晶材料中提供垂直配向,其中在与所述表面配向层的所述另一个相邻的所述液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的至少一部分上不变化。
10. 根据权利要求1至8中任一项所述的显示装置,其中所述表面配向层中的每一个被

布置成在具有在所述液晶材料层的平面中的各自的平面内分量的所述相邻液晶材料中提供配向,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化,使得来自所述显示装置的所述至少一部分处的位点的所述显示偏振器、所述附加偏振器和所述至少一个极性控制延迟器的最大光透射方向指向所述显示装置前面的公共光学窗口。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在整个显示装置上单调变化。

13. 根据权利要求1至11中任一项所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在所述显示装置的第一部分上单调变化。

14. 根据权利要求13所述的显示装置,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度也沿着预定轴在所述显示装置的第二部分上单调变化。

15. 根据权利要求14所述的显示装置,其中

在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的所述第一部分上单调变化,使得来自所述显示装置的所述第一部分的位点的所述显示偏振器、所述附加偏振器和所述至少一个极性控制延迟器的最大光透射方向指向所述显示装置前面的第一公共光学窗口,并且

在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着所述预定轴在所述显示装置的所述第二部分上单调变化,使得来自所述显示装置的所述第二部分的位点的所述显示偏振器、所述附加偏振器和所述至少一个极性控制延迟器的最大光透射方向指向所述显示装置前面的与所述第一公共光学窗口不同的第二公共光学窗口。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中所述附加偏振器和所述至少一个极性控制延迟器以凹曲率弯曲。

17. 根据权利要求16所述的显示装置,其中所述空间光调制器以凹曲率弯曲。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中所述液晶延迟器是可切换液晶延迟器,所述可切换液晶延迟器进一步包括被布置成为了控制液晶层而施加电压的电极。

19. 根据权利要求18所述的显示装置,所述显示装置进一步包括被布置成控制施加到所述可切换液晶延迟器的所述电极的电压的控制系统。

20. 根据权利要求18或19所述的显示装置,其中所述至少一个极性控制延迟器进一步包括至少一个无源补偿延迟器。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的显示装置,其中所述空间光调制器是发射空间光调制器,并且所述显示偏振器是布置在所述发射空间光调制器的输出侧上的输出偏振器。

22. 根据权利要求1至20中任一项所述的显示装置,其中所述空间光调制器是透射式空间光调制器。

23. 根据权利要求22所述的显示装置,其中所述显示偏振器是布置在所述透射式空间光调制器的输出侧上的输出偏振器。

24. 根据权利要求21或23所述的显示装置,所述显示装置进一步包括布置在所述输出

偏振器与所述至少一个极性控制延迟器之间的反射偏振器,所述反射偏振器是被布置成传递与所述输出偏振器相同的线性偏振的偏振分量的线性偏振器。

25. 根据权利要求21、23或24中任一项所述的显示装置,所述显示装置进一步包括:

布置在所述空间光调制器的输入侧上的输入偏振器,所述输入偏振器是线性偏振器;

布置在所述输入偏振器的输入侧上的另外的附加偏振器;以及

布置在所述输出偏振器与所述另外的附加偏振器之间的至少一个另外的极性控制延迟器,所述至少一个极性控制延迟器包含液晶延迟器,所述液晶延迟器包括:

液晶材料层;以及

与所述液晶材料层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层,所述表面配向层中的至少一个被布置成在具有在所述液晶材料层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料中提供配向,其中在所述相邻液晶材料中的所述配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在所述显示装置的至少一部分上单调变化。

## 具有均匀离轴亮度降低的显示装置

### 技术领域

[0001] 本公开一般涉及显示装置中的亮度均匀性。

### 背景技术

[0002] 显示装置可以被配置成在通常垂直于显示装置的偏离视轴的方向上降低亮度。此类离轴亮度降低可以具有各种目的。在一个实例中,可以在隐私显示器中应用离轴亮度降低以在同轴位置向主要用户提供显示图像的可见性并且在离轴位置降低对窥探者的显示图像的可见性。在另一个实例中,可以应用离轴亮度降低来减少杂散光,否则杂散光可能会在显示装置周围的环境中,例如在汽车内,引起不希望的反射。

[0003] 可以通过微百叶窗光学膜来提供隐私功能,该微百叶窗光学膜在同轴方向上从显示装置透射高亮度,而在离轴位置上透射低亮度。然而,此类膜是不可切换的,并且因此该显示器仅限于隐私功能。

[0004] 可以通过实施对离轴光学输出的控制来提供可切换的隐私显示器。离轴防窥的控制可以通过对比度降低来提供,例如通过调整面内切换LCD中的液晶偏置倾斜。

[0005] 还可以通过离轴照度降低来提供控制。可以通过用于液晶显示器(LCD)空间光调制器的可切换背光源来实现照度降低。离轴照度降低还可以通过可切换液晶延迟器和补偿延迟器来提供,所述可切换液晶延迟器和补偿延迟器被设置为调制空间光调制器的输入和/或输出方向照度分布。

[0006] 还可以通过离轴反射率增加来提供控制。反射率增加可以通过可切换液晶延迟器、补偿延迟器来实现,所述可切换液晶延迟器、补偿延迟器被布置成控制落在反射偏振器上的环境光的偏振。

[0007] 然而,在操作中,此类离轴亮度降低可以在显示装置的区域为显示器观看者提供不均匀性的亮度。对于许多应用,期望增加感知的均匀性。

### 发明内容

[0008] 根据本公开,提供了一种显示装置,其包括:空间光调制器;布置在空间光调制器一侧上的显示偏振器,该显示偏振器是线性偏振器;布置在空间光调制器与显示偏振器的同一侧上的附加偏振器,该附加偏振器是线性偏振器;以及布置在附加偏振器与和显示偏振器之间的至少一个极性控制延迟器,该至少一个极性控制延迟器包括液晶延迟器,该液晶延迟器包括:液晶材料层;以及与液晶材料层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层,该表面配向层中的至少一个被布置成在具有在液晶材料层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料中提供配向,其中在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化。有利地,可以提供一种显示装置,该显示装置在液晶材料的至少一种状态下减少在预定位置的观看者所感知的在显示装置的至少一部分上的亮度变化。例如,对于离轴观看者,例如窥探者,显示装置可以在显示器的至少一部分上,例如在显示器的宽度上,提供更均匀的亮度。在此类情况下,亮度可以是均匀降低的亮

度,使得离轴观看者不能在沿着显示装置的任何位点观察到由显示装置输出的任何图像。以类似的方式,对于同轴观看者,例如显示装置的主要用户,显示装置还可以在显示器的至少一部分上为同轴观看者提供更均匀的亮度。在显示装置的至少一部分上的此类均匀亮度可以是非降低的或可观察的亮度,使得同轴观看者可以观察到由显示器输出的图像。因此,这可以减少在现有技术显示器上发生的“滚降”,由此对于同轴观看者,亮度朝向显示器的边缘降低。

[0009] 在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化,并且沿着垂直于预定轴的另外的轴不变化。

[0010] 在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量可以具有与显示偏振器和附加偏振器中的至少一个的电矢量透射方向平行或正交的平均方向。有利地,正面用户可以具有增加的亮度和图像均匀性。

[0011] 显示偏振器和附加偏振器具有平行的电矢量透射方向。有利地,增加了来自显示器的期望视角下的透射。

[0012] 可替代地,在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化,并且还沿着垂直于预定轴的另外的轴变化。有利地,可以减少在彼此垂直的两个方向上的显示装置的至少一部分上的亮度变化。例如,这可以使有可能为在相对于显示装置的两个不同方向上的离轴观看者,例如对于显示装置一侧的离轴观看者和在显示装置上方或下方的某个角度的离轴观看者,创建均匀的亮度。当用于提供均匀降低的亮度时,这可以因此改善由显示装置实现的私密性。

[0013] 表面配向层中的至少一个可以被布置成在相邻液晶材料中提供均匀配向。此外,表面配向层中的每一个可以被布置成在相邻液晶材料中提供均匀配向。

[0014] 表面配向层中的至少一个可以被布置成在具有提供所述平面内分量的预倾斜角的相邻液晶材料中提供垂直配向。

[0015] 表面配向层中的一个可以被布置成在相邻液晶材料中提供均匀配向,其中与所述表面配向层中的一个相邻的在液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化,并且表面配向层中的另一个可以被布置成在相邻液晶材料中提供垂直配向,其中与所述表面配向层中的另一个相邻的在液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的至少一部分上不变化。有利地,可以降低构造的复杂性。可以更方便地为均匀配向层提供可控配向方向。可以实现随着亮度降低和反射率增加而增加极性区域的尺寸。

[0016] 表面配向层中的每一个可以被布置成在具有在液晶材料层的平面中的相应平面内分量的相邻液晶材料中提供配向,其中在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化。

[0017] 在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化,使得来自所述显示装置的至少一部分处的位点的显示偏振器、附加偏振器和所述至少一个极性控制延迟器的最大光透射方向可以指向显示装置前面的公共光学窗口。有利地,对于显示用户,可以提高图像的均匀性,并且对于窥探者,可以提高安全级别的均匀性。

[0018] 在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在整个显示

装置上单调变化。有利地,可以降低复杂性和成本。可以提高整个显示装置的均匀性。

[0019] 在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的第一部分上单调变化。有利地,对于显示装置的该部分的用户,可以提高在显示装置的第一部分上的均匀性。此外,对于显示装置的第一部分的窥探者,可以提高安全级别的均匀性。

[0020] 在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度也可以沿着预定轴在显示装置的第二部分上单调变化。在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的第一部分上单调变化,使得来自显示装置的第一部分的位点的最大光发射方向可以指向显示装置前面的第一公共光学窗口,并且在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度可以沿着预定轴在显示装置的第二部分上单调变化,使得来自显示装置的第二部分的位点的最大光发射方向可以指向显示装置前面的与第一公共光学窗口不同的第二公共光学窗口。有利地,对于显示装置的该部分的用户,可以提高在显示装置的第二部分上的均匀性。此外,对于显示装置的第二部分的窥探者,可以提高安全级别的均匀性。机动车辆的中央显示器可以被布置有用于乘客和驾驶员的第一和第二隐私区域。

[0021] 附加偏振器和至少一个极性控制延迟器可以以凹曲率弯曲。空间光调制器可以以凹曲率弯曲。附加偏振器、至少一个极性控制延迟器和任选的空间光调制器可以凹曲率弯曲。有利地,对于离轴和同轴观看者,可以进一步减少在显示装置上的亮度变化。

[0022] 液晶延迟器可以是可切换液晶延迟器,其进一步包括被布置成为了控制液晶层而施加电压的电极。

[0023] 显示装置可进一步包括被布置成控制施加到可切换液晶延迟器的电极的电压的控制系统。

[0024] 至少一个极性控制延迟器可进一步包括至少一个无源补偿延迟器。

[0025] 空间光调制器可以是发射空间光调制器,并且显示偏振器可以是布置在发射空间光调制器的输出侧上的输出偏振器。

[0026] 空间光调制器可以是透射式空间光调制器。此外,显示偏振器可以是布置在透射式空间光调制器的输出侧上的输出偏振器。

[0027] 显示装置可以进一步包括布置在输出偏振器与至少一个极性控制延迟器之间的反射偏振器,所述反射偏振器是线性偏振器,其被布置成传递与输出偏振器相同的线性偏振的偏振分量。

[0028] 显示装置可以进一步包括:布置在空间光调制器的输入侧上的输入偏振器,该输入偏振器为线性偏振器;布置在输入偏振器的输入侧上的另外的附加偏振器;以及布置在输出偏振器与附加偏振器之间的至少一个另外的极性控制延迟器,该至少一个极性控制延迟器包括液晶延迟器,该液晶延迟器包括:液晶材料层;以及与液晶材料层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层,该表面配向层中的至少一个被布置成在具有在液晶材料层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料中提供配向,其中在相邻液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在显示装置的至少一部分上单调变化。

[0029] 有利地,通过另外的极性控制延迟器和相关联的偏振器的用户,对于离轴观看者可以进一步降低光亮度,从而进一步改善显示装置的隐私功能。极性控制延迟器中的每一个连同它们相关联的偏振器可以独立地降低离轴方向上的亮度。两个极性控制延迟器及其

相关联的偏振器一起可以在降低离轴亮度方面具有倍增效应。因此,这可能会显著降低离轴观看者的亮度。

[0030] 本公开的实施例可以用于各种光学系统。所述实施例可以包括或与多种投影仪、投影系统、光学组件、显示器、微型显示器、计算机系统、处理器、自含式投影仪系统、视觉和/或视听系统以及电气和/或光学装置一起使用。本公开的各个方面实际上可以与以下设备一起使用:与光学装置和电气装置、光学系统、呈现系统有关的任何设备或可以含有任何类型的光学系统的任何设备。因此,本公开的实施例可以用于光学系统、用于视觉和/或光学展示的装置、可视外围设备等以及多种计算环境中。

[0031] 在进入详细的公开的实施例之前,应当理解,本公开在其应用或创建方面不限于所示的特定设置的细节,因为本公开能够有其它实施例。此外,本公开的各方面可以以不同的组合和设置来阐述,以定义其自身权利上独特的实施例。而且,本文使用的术语是出于描述的目的,而非限制。

[0032] 通过阅读本公开的全部内容,本公开的这些和其它优点和特征对于本领域的普通技术人员将变得显而易见。

## 附图说明

[0033] 在附图中通过举例的方式展示了实施例,其中相似的附图标记指示类似的部分,并且其中:

[0034] 图1A是透射式显示装置的侧面透视图,其提供在方向上亮度降低的均匀性;

[0035] 图1B是图1A的显示装置的叠层的前视图;

[0036] 图2是发射显示装置的侧面透视图,其提供在方向上亮度降低的均匀性;

[0037] 图3A是图1A的显示装置的表面配向层的前视图,其中的配向的平面内分量的角度沿着第一和第二轴变化;

[0038] 图3B是图1A的显示装置的表面配向层的前视图,其中的配向的平面内分量的角度沿着第一轴变化;

[0039] 图4是由图3A的表面配向层提供的配向的角度的平面内分量的曲线图;

[0040] 图5A是可以在图1中应用的极性控制延迟器的透视图,其包括均匀配向的可切换LC延迟器和无源交叉A板延迟器;

[0041] 图5B是图5A的液晶延迟器中液晶配向的透视图。

[0042] 图6是图5A中均匀配向的可切换LC的LC指向矢量通过其厚度的曲线图;

[0043] 图7是在隐私模式下来自SLM的输出光通过图1A的光学堆叠传播的侧视图;

[0044] 图8是在隐私模式下环境照明光通过图1A的光学堆叠传播的侧视图;

[0045] 图9A是显示装置的示意性俯视图,其绘示了隐私显示器的观察视角;

[0046] 图9B是图1A的显示装置在不同视角下的输出亮度曲线图。

[0047] 图9C是现有技术装置的显示装置的观看者和表面配向层的透视图;

[0048] 图10A至10D是绘示从对于分别具有 $90^\circ$ 、 $85^\circ$ 、 $80^\circ$ 、 $70^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示器中心的左侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的亮度随极性方向的变化曲线图;

[0049] 图10E至10H是绘示从对于分别具有 $90^\circ$ 、 $85^\circ$ 、 $80^\circ$ 、 $70^\circ$ 的配向的平面内分量的角度



的显示器的右侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的亮度随极性方向的变化变化的曲线图；

[0050] 图11A至11D是绘示从对于分别具有 $90^\circ$ 、 $85^\circ$ 、 $80^\circ$ 、 $70^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示器中心的左侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的反射率随极性方向的变化变化的曲线图；

[0051] 图11E至11H是绘示从对于分别具有 $90^\circ$ 、 $85^\circ$ 、 $80^\circ$ 、 $70^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示器的右侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的反射率随极性方向的变化变化的曲线图；

[0052] 图12A是观看者在平面显示装置前面的透视图；

[0053] 图12B是观看者在弯曲的显示装置前面的透视图；

[0054] 图13A是用于机动车辆的中心堆叠显示器的俯视图；

[0055] 图13B是图13A的显示器的配向层的俯视图；

[0056] 图13C是用于机动车辆的可替代中心堆叠显示器的俯视图；

[0057] 图13D是图13C的显示器的配向层的俯视图；

[0058] 图13E是显示装置的示意性俯视图，其绘示了图13C的显示器的观察视角；

[0059] 图13F至13H是绘示图13C的显示装置从显示器上的不同位置输出的光的亮度随极性方向的变化变化的曲线图；

[0060] 图14A和图14B分别是一对彼此相对成角度的拼接显示装置的俯视图和透视图；

[0061] 图15A和图15B分别是一对面内彼此相对的拼接显示装置的俯视图和透视图；

[0062] 图16是可以在图1中应用的极性控制延迟器的透视图，其包括均匀配向的可切换LC延迟器和负C板延迟器；

[0063] 图17A至17C是绘示从对于分别具有 $80^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $100^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示装置上的不同位点使用图16的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的亮度随极性方向的变化变化的曲线图；

[0064] 图17D至17F是绘示从对于分别具有 $80^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $100^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示装置上的不同位点使用图16的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的反射率随极性方向的变化变化的曲线图；

[0065] 图18A是可以在图1中应用的极性控制延迟器的透视图，其包括在隐私操作模式下垂直配向的可切换LC延迟器和负C板延迟器；

[0066] 图18B是图18A中垂直配向的可切换LC的LC指向矢角通过其厚度的曲线图；

[0067] 图19A是可以在图1中应用的极性控制延迟器的透视图，其包括垂直和均匀配向的可切换LC延迟器和负C板延迟器，其中垂直配向层的配向方向在横向方向上是共同的，并且其中均匀配向层的配向方向在横向方向上变化；

[0068] 图19B是图19A中垂直和均匀配向的可切换LC的LC指向矢角通过其厚度的曲线图；

[0069] 图19C是可以在图1中应用的极性控制延迟器的透视图，其包括在负C板延迟器之间垂直和均匀配向的可切换LC延迟器，并且其中均匀配向层和垂直配向层各自的配向方向在横向方向上变化；

[0070] 图20A是与图1A的显示装置相比改进的显示装置的侧面透视图；

[0071] 图20B是可以在图1中应用的两组极性控制延迟器的透视图，每组包括均匀配向的

可切换LC延迟器和负C板延迟器；

[0072] 图21是用于制造表面配向层的设备的侧视图,该表面配向层在其区域上具有变化的配向角；

[0073] 图22是图示图21所示设备的掩模在不同位置的前视图以及在這些对应位置的光束的偏振。

[0074] 图23A是以透视图绘示离轴光对延迟器层的照明的图；

[0075] 图23B是以透视图绘示处于0度的第一线性偏振态的离轴光对延迟器层的照明的图；

[0076] 图23C是以透视图绘示处于90度的第一线性偏振态的离轴光对延迟器层的照明的图；

[0077] 图23D是以透视图绘示处于45度的第一线性偏振态的离轴光对延迟器层的照明的图；

[0078] 图24A是以透视图绘示具有正仰角的离轴偏振光对C板延迟器的照明的图；

[0079] 图24B是以透视图绘示具有负横向角的离轴偏振光对C板延迟器的照明的图；

[0080] 图24C是以透视图绘示具有正仰角和负横向角的离轴偏振光对C板延迟器的照明的图；

[0081] 图24D是以透视图绘示具有正仰角和正横向角的离轴偏振光对C板延迟器的照明的图；

[0082] 图24E是绘示在图24A至24D中的透射光线的输出透射随极性方向变化的图；

[0083] 图25A是以透视图绘示具有正仰角的离轴偏振光对交叉A板延迟器层的照明的图；

[0084] 图25B是以透视图绘示具有负横向角的离轴偏振光对交叉A板延迟器层的照明的图；

[0085] 图25C是以透视图绘示具有正仰角和负横向角的离轴偏振光对交叉A板延迟器层的照明的图；

[0086] 图25D是以透视图绘示具有正仰角和正横向角的离轴偏振光对交叉A板延迟器层的照明的图；以及

[0087] 图25E是绘示在图25A至25D中的透射光线的输出透射随极性方向变化的图；

### 具体实施方式

[0088] 现在将描述用于本公开目的与光学延迟器相关的术语。

[0089] 在包括单轴双折射材料的层中,存在控制光学各向异性的方向,而与它垂直(或与它成给定角度)的所有方向具有相等的双折射。

[0090] 光学延迟器的光轴是指光线在未经历双折射的单轴双折射材料中的传播方向。这不同于光学系统的光轴,光学系统的光轴例如可以平行于对称线或垂直于主光线沿着其传播的显示表面。

[0091] 对于在与光轴正交的方向上传播的光,当具有与慢轴平行的电矢量方向的线偏振光以最慢的速度传播时,光轴是慢轴。慢轴方向是在设计波长处具有最高折射率的方向。类似地,快轴方向是在设计波长处具有最低折射率的方向。

[0092] 对于正介电各向异性单轴双折射材料,慢轴方向是双折射材料的非寻常轴。对于

负介电各向异性单轴双折射材料,快轴方向是双折射材料的非寻常轴。

[0093] 术语半波长和四分之一波长指的是延迟器对于典型地可以在500nm与570nm之间的设计波长 $\lambda_0$ 的操作。在本说明性实施例中,除非另有说明,对于550nm的波长提供示范性的延迟值。

[0094] 延迟器在入射在其上的光波的两个垂直偏振分量之间提供相移,并且其特征在于其赋予在两个偏振分量上的相对相位 $\Gamma$ 的量;所述相对相位与双折射 $\Delta n$ 和延迟器的厚度 $d$ 有关:

[0095]  $\Gamma = 2 \cdot \pi \cdot \Delta n \cdot d / \lambda_0$  等式1

[0096] 在等式1中, $\Delta n$ 被定义为非寻常折射率与寻常折射率之间的差值,即

[0097]  $\Delta n = n_e - n_o$  等式2

[0098] 对于半波延迟器,选择 $d$ , $\Delta n$ 和 $\lambda_0$ 之间的关系,使得偏振分量之间的相移为 $\Gamma = \pi$ 。对于四分之一波延迟器,选择 $d$ 、 $\Delta n$ 与 $\lambda_0$ 之间的关系,使得偏振分量之间的相移为 $\Gamma = \pi/2$ 。

[0099] 本文的术语半波延迟器通常是指垂直于延迟器且垂直于空间光调制器传播的光。

[0100] 现在将描述光线通过一对偏振器之间的透明延迟器进行传播的一些方面。

[0101] 光线的偏振态(SOP)由任意两个正交偏振分量之间的相对振幅和相移来描述。透明延迟器不改变这些正交偏振分量的相对振幅,而仅作用于它们的相对相位。在正交偏振分量之间提供净相移改变了SOP,而维持净相对相位保持了SOP。在当前的描述中,SOP可以被称为偏振态。

[0102] 线性SOP具有非零振幅的偏振分量和零振幅的正交偏振分量。

[0103] 线性偏振器透射具有平行于线性偏振器的电矢量透射方向的线性偏振分量的唯一线性SOP,并衰减具有不同SOP的光。

[0104] 吸收偏振器是吸收入射光的一个偏振分量并透射第二正交偏振分量的偏振器。吸收线性偏振器的实例是二色性偏振器。

[0105] 反射偏振器是反射入射光的一个偏振分量并透射第二正交偏振分量的偏振器。为线性偏振器的反射偏振器的实例是多层聚合物膜堆叠,例如来自3M Corporation的DBEFTM或APFTM,或者线栅偏振器,例如来自Moxtek的ProFluxTM。反射线性偏振器还可以包括串联设置的胆甾型反射材料和四分之一波片。

[0106] 设置在线性偏振器和不引入相对净相移的平行线性分析偏振器之间的延迟器提供除了线性偏振器内的残余吸收之外的光的完全透射。

[0107] 在正交偏振分量之间提供相对净相移的延迟器改变SOP并在分析偏振器处提供衰减。

[0108] 在本公开中,“A板”指利用双折射材料层的光学延迟器,所述光学延迟器的光轴平行于所述层的平面。

[0109] “正A板”是指正双折射A板,即具有正 $\Delta n$ 的A板。

[0110] 在本公开中,“C板”是指利用双折射材料层的光学延迟器,所述光学延迟器的光轴垂直于所述层的平面。“正C板”是指正双折射C板,即具有正 $\Delta n$ 的C板。“负C板”是指负双折射C板,即具有负 $\Delta n$ 的C板。

[0111] “O板”是指利用双折射材料层的光学延迟器,所述光学延迟器的光轴具有平行于所述层的平面的分量和垂直于所述层的平面的分量。“正O板”是指正双折射O板,即正 $\Delta n$ 的

O板。

[0112] 可以提供消色差延迟器,其中所述延迟器的材料具有随波长 $\lambda$ 变化的延迟值 $\Delta n \cdot d$ ,如

[0113]  $\Delta n \cdot d / \lambda = \kappa$  等式3

[0114] 其中 $\kappa$ 基本上是常数。

[0115] 合适材料的实例包括来自Teijin Films的改性聚碳酸酯。在本实施例中可以提供消色差延迟器,以有利地使在具有低亮度降低的极角观察方向和具有增加的亮度降低的极角观察方向之间的颜色变化最小化,如下所述。

[0116] 现在将描述本公开中使用的涉及延迟器和液晶的各种其它术语。

[0117] 液晶单元具有由 $\Delta n \cdot d$ 给出的延迟,其中 $\Delta n$ 是液晶单元中液晶材料的双折射且 $d$ 是液晶单元的厚度,与液晶单元中液晶材料的配向无关。

[0118] 均匀配向是指可切换液晶显示器中液晶的配向,其中分子基本上平行于基板而配向。均匀配向有时被称为平面配向。均匀配向通常可以提供小的预倾斜角,例如2度,使得液晶单元的配向层表面上的分子稍微倾斜,如下所述。预倾斜角被设置为使单元切换中的退化最小化。

[0119] 在本公开中,垂直配向是杆状液晶分子基本上垂直于基板配向的状态。在盘状液晶中,垂直配向定义为由盘状液晶分子形成的柱结构的轴垂直于表面配向的状态。在垂直配向中,预倾斜角是接近配向层并且通常接近90度和例如可以是88度的分子的预倾斜角。

[0120] 在扭曲液晶层中,提供了向列液晶分子的扭曲构造(也称为螺旋结构或螺旋)。可以通过配向层的非平行配向来实现扭曲。此外,可以向液晶材料中添加胆甾型掺杂剂,以打破扭曲方向(顺时针或逆时针)的简并性,并进一步控制松弛(通常未驱动)状态下的扭曲节距。超扭曲液晶层具有大于180度的扭曲。空间光调制器中使用的扭曲向列型层通常具有90度的扭曲。

[0121] 具有正介电各向异性的液晶分子通过施加的电场从均匀配向(例如A板延迟器配向)切换为垂面配向(例如C板或O板延迟器配向)。

[0122] 具有负介电各向异性的液晶分子通过施加的电场从垂面配向(例如C板或O板延迟器配向)切换为均匀配向(例如A板延迟器配向)。

[0123] 棒状分子具有正双折射,使得 $n_e > n_o$ ,如等式2中所描述的。盘状分子具有负双折射,使得 $n_e < n_o$ 。

[0124] 正延迟器例如A板、正O板和正C板通常可以由拉伸膜或杆状液晶分子提供。负延迟器例如负C板可由拉伸膜或盘状液晶分子提供。

[0125] 平行液晶单元配向是指水平配向层的配向方向平行或更典型地反平行。在预倾斜垂直配向的情况下,配向层可以具有基本上平行或反平行的分量。混合配向的液晶单元可以具有一个水平配向层和一个垂直配向层。扭曲的液晶单元可由不具有平行的配向(例如,彼此配向成90度)的配向层提供。

[0126] 透射式空间光调制器可进一步包括在输入显示偏振器与输出显示偏振器之间的延迟器,例如,如第8,237,876号美国专利中所公开的,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。此类延迟器(未示出)处于与本实施例的无源延迟器不同的位置。此类延迟器补偿离轴观看位置的对比度下降,这对于本实施例的离轴观看位置的照度降低是不同的效

果。

[0127] 显示器的专用操作模式是观察者看到低对比灵敏度使得图像不清晰可见的模式。对比敏感度是区分静态图像中不同等级的照度的能力的度量。反向对比敏感度可以用作视觉安全的量度,因为高视觉安全等级(VSL)对应于低图像可见性。

[0128] 对于向观察者提供图像的隐私显示器,视觉安全可以给出为:

[0129]  $V = (Y+R) / (Y-K)$  等式4

[0130] 其中V是视觉安全水平(VSL),Y是在窥探者视角下显示器的白色状态的亮度,K是在窥探者视角下显示器的黑色状态的亮度,并且R是来自显示器的反射光的亮度。

[0131] 面板对比度给定为:

[0132]  $C = Y/K$  等式5

[0133] 因此,视觉安全水平可以进一步给出为:

[0134]  $V = (P \cdot Y_{\text{最大}} + I \cdot \rho / \pi) / (P \cdot (Y_{\text{最大}} - Y_{\text{最大}} / C))$  等式6

[0135] 其中: $Y_{\text{最大}}$ 为显示器的最大亮度; $P$ 为离轴相对亮度,通常被定义为窥探者角度处的亮度与最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ 的比率; $C$ 为图像对比度; $\rho$ 为表面反射率;并且 $I$ 为照度。 $Y_{\text{最大}}$ 的单位为 $I$ 的单位除以以立体弧度为单位的立体角。

[0136] 显示器的亮度随角度而变化,并且因此显示器的最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ 出现在取决于显示器的配置的特定角度。

[0137] 在许多显示器中,最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ 出现在正面,即垂直于显示器。本文所公开的任何显示装置可以被布置成具有出现在正面的最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ ,在此情况下,对显示装置的最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ 的引用可以由对垂直于显示装置的亮度的引用替代。

[0138] 可替代地,本文所描述的任何显示器可以被布置成具有发生在与显示装置的法线成大于 $0^\circ$ 的极角处的最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ 。作为实例,最大亮度 $Y_{\text{最大}}$ 可以出现在非零极角处和具有例如零横向角的方位角处,使得最大亮度用于俯视显示装置的同轴用户。例如,极角可以为10度,并且方位角可以为向北方向(从向东方向逆时针90度)。因此,观看者可能期望在典型的非垂直视角下看到高亮度。

[0139] 离轴相对亮度 $P$ 有时被称为隐私水平。然而,此类隐私水平 $P$ 描述了与正面亮度相比在给定极角处显示器的相对亮度,而实际上不是隐私外观的度量。

[0140] 照度 $I$ 是入射在显示器上并且从所述显示器朝观察者位置反射的每单位面积的光通量。对于朗伯(Lambertian)照度和具有朗伯前漫射器的显示器,照度 $I$ 不随极角和方位角变化。对于在具有定向(非朗伯)环境光的环境中布置的具有非朗伯前扩散的显示器的布置,照度 $I$ 随观察的极角和方位角而变化。

[0141] 因此,在完全黑暗的环境中,高对比度显示器的VSL为大约1.0。随着环境照度的增加,感知到的图像对比度降低,VSL增加,并且感知到隐私图像。

[0142] 对于典型的液晶显示器,对于几乎所有的视角,面板对比度 $C$ 都在100:1以上,允许视觉安全等级接近:

[0143]  $V = 1 + I \cdot \rho / (\pi \cdot P \cdot Y_{\text{最大}})$  等式7

[0144] 在本发明的实施例中,除了等式4的示例性定义之外,可以提供视觉安全水平 $V$ 的其它测量,例如以包括图像对于窥探者位置的窥探者的可见性、图像对比度、图像颜色和白点以及对向图像特征大小的影响。因此,视觉安全水平可以是显示器隐私程度的度量,但可

能不限于参数V。

[0145] 感知图像安全可以从眼睛的对数响应确定,使得

[0146]  $S = \log_{10}(V)$  等式8

[0147] 按以下方式确定S的期望极限。在第一步骤中,提供隐私显示装置。使用明视测量设备测量了具有极视角的显示装置的隐私水平的变化 $P(\theta)$ 和具有极视角的显示装置的反射率的变化 $\rho(\theta)$ 。诸如基本上均匀亮度的灯箱的光源被布置成提供来自被照明区域的照明,该被照明区域被布置成沿着入射方向照亮隐私显示装置,以反射到与显示装置的法线成大于 $0^\circ$ 的极角的观看者位置。基本上朗伯发射灯箱的具有极视角的照度变化 $I(\theta)$ 是通过测量记录的反射亮度随极视角的变化来确定的,同时考虑到反射率 $\rho(\theta)$ 的变化。使用 $P(\theta)$ 、 $r(\theta)$ 和 $I(\theta)$ 的测量来确定安全系数 $S(\theta)$ 随偏振视角沿零仰角轴的变化。

[0148] 在第二步骤中,在防窥显示器上提供一系列高对比度图像,包括(i)具有最大字体高度3mm的小文本图像,(ii)具有最大字体高度30mm的大文本图像和(iii)移动图像。

[0149] 在第三步骤中,每个观察者(在适当的情况下具有用于在1000mm处观看的视力校正)从1000m的距离观看每个图像,并且在零仰角处调整它们的极角,直到对于一只眼睛从显示器上靠近或接近显示器中心线的位置实现图像不可见性。记录观察者的眼睛的极位置。根据关系 $S(\theta)$ ,确定了所述极位置处的安全系数。对于不同的图像、对于各种显示亮度 $Y_{\text{最大}}$ 、不同的灯箱照度 $I(\theta=0)$ 、对于不同的背景照明条件和对于不同的观察者重复测量。

[0150] 从上述测量中, $S < 1.0$ 提供低视觉安全或没有视觉安全, $1.0 \leq S < 1.5$ 提供取决于图像内容的对比度、空间频率和时间频率的视觉安全, $1.5 \leq S < 1.8$ 对于大多数图像和大多数观察者提供可接受的图像不可见性(即没有可观察到的图像对比度),而 $S \geq 1.8$ 提供完全的图像不可见性,与所有观察者的图像内容无关。

[0151] 在实际显示装置中,这意味着期望针对离轴观看者提供满足关系 $S \geq S_{\text{最小}}$ 的S值,其中: $S_{\text{最小}}$ 的值为1.0或更大以实现离轴观看者无法感知所显示的图像的效果; $S_{\text{最小}}$ 的值为1.5或更大以实现所显示的图像不可见的效果,即对于大多数图像和大多数观察者而言,即使正在显示图像,观看者也无法感知;或者 $S_{\text{最小}}$ 的值为1.8或更大以实现所显示的图像对于所有观察者而言不可见的效果,而与图像内容无关。

[0152] 与隐私显示相比,在标准环境照度条件下很容易观察到期望的广角显示。图像可见度的一种度量是对比灵敏度,例如迈克尔逊对比度(Michelson contrast),其由下式给出:

[0153]  $M = (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) / (I_{\text{max}} + I_{\text{min}})$  等式9

[0154] 并且因此:

[0155]  $M = ((Y+R) - (K+R)) / ((Y+R) + (K+R)) = (Y-K) / (Y+K+2.R)$  等式10

[0156] 因此,视觉安全水平(VSL)V等于(但不同于) $1/M$ 。在本讨论中,对于给定的离轴相对亮度P,广角图像可见度W近似为

[0157]  $W = 1/V = 1 / (1 + I \cdot \rho / (\pi \cdot P \cdot Y_{\text{最大}}))$  等式11

[0158] 上述讨论聚焦于降低所显示的图像对于作为窥探者的离轴观看者的可见性,但是类似的考虑应用于所显示的图像对于通常是轴上用户的显示装置的预期用户的可见性。在此情况下,视觉安全水平(VSL)V的水平的降低对应于图像对于观看者的可见性的增加。在观察期间, $S < 0.1$ 可以提供可接受的显示图像的可见性。在实际显示装置中,这意味着期望

针对是显示装置的预期用户的轴上观看者提供满足关系 $S \leq S_{\text{最大}}$ ,其中 $S_{\text{最大}}$ 的值为0.1的S值。

[0159] 在本论述中,来自期望的白点( $u_w', v_w'$ )的输出颜色( $u_w' + \Delta u', v_w' + \Delta v'$ )的颜色变化 $\Delta \epsilon$ 可以在假定典型的显示光谱光源的情况下通过CIELUV色差度量来确定,并且由下式给出:

$$[0160] \quad \Delta \epsilon = (\Delta u'^2 + \Delta v'^2)^{1/2} \quad \text{等式12}$$

[0161] 在美国专利公开第2019-0086706号、美国专利公开第2019-0250458号、美国专利公开第2020-0225402号和WIPO公开第2019-055755号中描述了例如用于隐私显示的可切换定向显示设备,并且该可切换定向显示设备包括布置在显示偏振器与附加偏振器之间的多个延迟器,所有这些专利以全文引用的方式并入本文中。在美国专利公开第2019-0250458号中和在美国专利公开第2019-0227366号中描述了进一步包括布置在显示偏振器与延迟器之间的反射偏振器的定向显示设备,两个专利均以全文引用的方式并入本文中。在美国专利公开第2018-0321553号中描述了包括布置在显示偏振器与附加偏振器之间的无源延迟器的定向显示偏振器,其以全文引用的方式并入本文中。

[0162] 曲率是弯曲的线的特性,并且对于本公开,曲率是曲率半径的倒数。平面表面的曲率为零。

[0163] 现将描述各种定向显示装置的结构和操作。在本说明书中,共同的元件具有共同的附图标记。注意,与任何元件相关的公开适用于其中提供相同或对应元件的每一装置。因此,为了简洁起见,不再重复此类公开。

[0164] 图1A是显示装置100的侧面透视图,该显示装置提供在方向上亮度降低的均匀性;并且图1B是图1A的显示装置的叠层的前视图。可以假设未进一步详细讨论的图1B的布置的特征对应于图1A的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0165] 图1A绘示了用于环境照明604的显示装置100,其包括布置成输出光400的空间光调制器(SLM)48。SLM 48包括布置在SLM 48的输入侧上的输入偏振器210和布置在SLM 48的输出侧上的输出偏振器218,输入偏振器210和输出偏振器218是SLM的两个显示偏振器。输入偏振器210和输出偏振器218各自均是线性偏振器。

[0166] 显示装置100还包括布置在输出偏振器218的输出侧上的附加偏振器318,即与输出偏振器218同一侧,以及布置在输出偏振器218与附加偏振器318之间的反射偏振器302。附加偏振器318和反射偏振器302各自均是线性偏振器。典型的偏振器210、218、318可以是偏振器,诸如二色性偏振器。

[0167] 显示装置100还包括至少一个极性控制延迟器300,其被布置在附加偏振器318与输出偏振器218之间,并且其中极性控制延迟器300包括液晶延迟器301。极性控制延迟器300也被布置在反射偏振器302与附加偏振器318之间。此外,反射偏振器302被布置在输出偏振器218与极性控制延迟器300之间。反射偏振器302的电矢量透射方向303平行于附加偏振器318的电矢量透射方向319,即反射偏振器302是布置成传递与输出偏振器218相同的线性偏振分量的线性偏振器。反射偏振器302的电矢量透射方向303平行于输出偏振器218的电矢量透射方向219。

[0168] 输入偏振器210的电矢量透射方向211正交于输出偏振器218的电矢量透射方向219。有利地,可以增加来自波导1的部分偏振光通过输入偏振器210的透射。

[0169] 在本公开中,SLM 48可以包括液晶显示器,该液晶显示器包括基板212、基板216、

液晶层214以及红色像素220、绿色像素222和蓝色像素224。输出偏振器218可以被布置成为来自SLM 48的像素220、222、224的光提供高消光比并且防止从反射偏振器302朝向像素220、222、224的背反射。

[0170] 背光20可以被布置成照射SLM 48,从而提供透射式SLM 48,并且可以包括输入光源15、波导1、后反射器3和包括漫射器、光转向膜和其它已知的光学背光结构的光学堆叠5。多个第一光源15以非限制性实例的方式示出,但通常可以存在任意数量的一个或多个光源15。可在光学堆叠5中提供可包括例如不对称表面起伏特征的不对称漫射体,且可提供与横向方向相比在高度方向上有所增加的漫射。有利地,可以增加图像均匀性。

[0171] 显示器可以进一步包括布置在背光20与SLM 48之间的反射再循环偏振器208。反射再循环偏振器208不同于本实施例的反射偏振器302。反射再循环偏振器208提供来自背光20的偏振光的反射,该偏振光具有与二色性输入偏振器210的电矢量透射方向正交的偏振。反射再循环偏振器208不将环境光604反射到窥探者上。

[0172] SLM 48可以可替代地由通过发射提供输出光400的其它显示器类型提供,诸如有机LED显示器(OLED),其具有输出偏振器218。输出偏振器218可以借助于插入在输出显示偏振器218与OLED像素平面之间的多个延迟器518之一来提供从OLED像素平面反射的光的亮度的降低。一个或多个延迟器518可以是四分之一波片并且与本公开的延迟器330不同。

[0173] 在图1的实施例中,极性控制延迟器300包括无源极性控制延迟器330,即至少一个无源补偿延迟器,以及由可切换液晶延迟器提供的液晶材料层。通常,极性控制延迟器300可以包括至少一个延迟器的任何配置,其中一些实例存在于下文所描述的装置中。

[0174] 至少一个极性控制延迟器300能够同时不向沿着沿着至少一个极性控制延迟器300的平面的法线的轴由反射偏振器302传递的光的正交偏振分量引入净相对相移,以及向沿着倾斜于至少一个极性控制延迟器300的平面的法线的轴由反射偏振器302传递的光的正交偏振分量引入相对相移。极性控制延迟器300不影响沿着沿着极性控制延迟器300的平面的法线的轴通过反射偏振器302、极性控制延迟器300和附加偏振器318的光的亮度。然而,至少在可切换延迟器301的可切换状态中的一个中,极性控制延迟器300确实降低了沿着倾斜于极性控制延迟器300的平面的法线的轴穿过其中的光的亮度。下面参考图23A至25E更详细地描述导致该效果的原理,以及该原理由于存在或不在于极性控制延迟器300对沿着相对于极性控制延迟器300的液晶材料成不同角度的轴的光引入的相移而产生。在下面描述的所有装置中实现了类似的效果。

[0175] 极性控制延迟器300包括可切换液晶延迟器301,该可切换液晶延迟器包括液晶材料层314,以及布置在反射偏振器302与附加偏振器318之间的基板312、316。因此至少一个极性控制延迟器300包括可切换液晶延迟器301,该可切换液晶延迟器包括液晶材料414的层314,其中至少一个极性控制延迟器300在可切换液晶延迟器301的可切换状态下布置,同时不向沿着沿着至少一个极性控制延迟器300的平面的法线的轴由反射偏振器302传递的光的正交偏振分量引入净相对相移,以及向沿着倾斜于至少一个极性控制延迟器的平面的法线的轴由反射偏振器302传递的光的正交偏振分量引入净相对相移。

[0176] 可切换液晶延迟器301的基板312、316包括电极413、415(在图5A中所绘示),该电极被布置成为了控制层314而在液晶材料414的层314上提供电压。控制系统352被布置成控制由电压驱动器350在可切换液晶延迟器301的电极413、415上施加的电压。



[0177] 极性控制延迟器进一步包括两个表面配向层419A、419B,它们与液晶材料414的层314相邻并且在其相对侧上设置。表面配向层419A、419B中的每一个被布置成在相邻液晶材料414中提供配向,其分别具有在液晶材料414的层314的平面中的平面内分量417Ap、417Bp。

[0178] 在液晶延迟器301左侧的区域中,第一配向层419A上的平面内分量417ALp具有取向角617AL。在液晶延迟器301中心附近的区域中,第一配向层419A上的平面内分量417ACp具有取向角617AC。在液晶延迟器301右侧的区域中,第一配向层419A上的平面内分量417ARp具有取向角617AR。

[0179] 如将在下文进一步描述的,在液晶延迟器301左侧的区域中,第二配向层419B上的平面内分量417BLp具有取向角617BL。在液晶延迟器301中心附近的区域中,第二配向层419B上的平面内分量417BCp具有取向角617BC。在液晶延迟器301右侧的区域中,第二配向层419B上的平面内分量417BRp具有取向角617BR。

[0180] 在本实施例中,相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量的角度617A、617B中的至少一个沿着预定轴在显示装置100的至少一部分上单调变化。这将在下文进一步描述,例如参考下文的图4。

[0181] 如在图1B中所绘示的,在SLM 48是液晶显示器的情况下,在输入偏振器210处的输入电矢量透射方向211提供可以由液晶层214转换的输入偏振分量,以提供由输出偏振器218的电矢量透射方向219确定的输出偏振分量。反射偏振器302的电矢量传输方向平行于输出偏振器218的电矢量传输方向。此外,输出偏振器218的电矢量透射方向和反射偏振器302的电矢量透射方向303平行于该实例中的附加偏振器318的电矢量透射方向319。

[0182] 至少一个极性控制延迟器300的至少一个无源延迟器330被布置成不向沿着沿着至少一个无源延迟器的平面的法线的轴由反射偏振器302传递的光的正交偏振分量引入净相对相移,以及向沿着倾斜于至少一个无源延迟器的平面的法线的轴由反射偏振器302传递的光的正交偏振分量引入净相对相移。

[0183] 例如将在下文的图5A中描述的那样,液晶材料414与在液晶材料414的层314的平面中的平面内分量对齐。图1B绘示液晶材料414在配向层417A处的配向。在液晶层314的配向层417A处的相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量417ALp、417ACp、417ARp的角度617AL、617AC、617AR沿着预定轴500在显示装置100的至少一部分上单调变化,以提供液晶材料414分子414ALp、414ACp和414ARp,其具有在配向层417A上变化的配向。当从左到右观看时,材料414B的平面内分量的角度617从材料414ALp的大约70度增加到材料414ACp的90度,到材料414ARp的大约110度。在这种情况下,已确定从逆时针旋转的轴500到液晶材料414的平面内分量的角度。以这种方式确定角度617AL、617AC、617AR导致单调增加的角度。可替代地,可以从沿顺时针方向的轴500到液晶材料的平面内分量来确定角度。在这种情况下,角度将单调递减。

[0184] 无源极性控制延迟器330可以包括具有固体双折射材料430的延迟层,而可切换液晶延迟器301可以包括液晶材料414的层314,如下面所描述的。

[0185] 现在将描述一种发射显示装置。

[0186] 图2是发射显示装置100的侧面透视图,其提供在方向上亮度降低的均匀性。可假设未进一步详细论述的图2的布置的特征对应于如上文所论述的具有等同附图标号的特

征,包括所述特征的任何可能变型。

[0187] 图2是可替代实施例,其中空间光调制器48是发射空间光调制器,并且显示偏振器218是布置在透射式空间光调制器48的输出侧上的输出偏振器。像素220、222、224可以由诸如OLED、微型LED或其它已知的发射元件的发射元件提供。与图1的实施例相比,可以有利地减小厚度。

[0188] 通过与图1A至1B的比较,图2还绘示了一种可替代布置,其中输出偏振器218、反射偏振器302和附加偏振器318的电矢量透射方向219、303、319可以正交于具有平面内分量417ACp的配向方向。本实施例的操作对于电矢量透射方向219、303、319与在相邻液晶材料414AC中的配向的所述平面内分量417ACp的平行或正交配向基本相同。有利地,可以增加透射方向平行于x轴的通过太阳镜的光透射。

[0189] 现在将进一步描述配向层419A、419B的布置。

[0190] 图3A是图1A的显示装置100的第一表面配向层419A的前视图,其中的配向的平面内分量的角度沿着第一轴500和第二轴502变化。可以假定未进一步详细讨论的图3A的布置的特征对应于具有如上所述的等效附图标记的特征,包括特征中的任何潜在变化。

[0191] 表面配向层419A可以具有在表面配向层419A上提供不同配向取向的材料,如下文将进一步描述的。

[0192] 左上角的材料具有配向417ALU,其相对于轴500具有角度617ALU。上部中心的材料具有配向417ACU,其相对于轴500具有角度617ACU。最右边的材料具有配向417ARU,其相对于轴500具有角度617ARU。很明显,在配向层419A的平面中该材料的角度617AU沿着轴500从左到右单调增加。该配向层419A将因此导致在液晶层314中的相邻液晶材料414中的配向的平面内分量的角度,该角度沿着预定轴在显示装置100的至少一部分上单调变化,其对应于配向层419A的轴500。

[0193] 在配向层419A的左下部分,材料具有配向417ALD,其相对于轴500具有角度617ALD。

[0194] 在配向层419A的下部中心,材料具有与配向417ACU相同的配向417ACD,该配向具有与相对于轴500的角度617ACU相同的角度617ACD。在可替代实施例中,角度617ACU、617ACD可以不同以提供垂直轴502中的亮度控制,如下文将进一步描述的。

[0195] 此外,配向层419A右下部分的材料414具有配向417ARD,其相对于轴500具有角度617ARD。如图所示,角度617ALU大于角度619ALD,并且角度617ARU大于角度619ARD。因此,除了沿着轴500单调变化的角度外,配向层419A的平面内分量的角度以及因此相邻液体材料中的配向也沿着另外的轴单调变化,如轴502所示,该轴垂直于轴500。

[0196] 有利地,如下文将描述的,可以提高对同轴观看者的提高的照明均匀性。

[0197] 图3B是图1A的显示装置的表面配向层419A的前视图,其中的配向417A的平面内分量的角度沿着第一轴500而不是沿着第二轴502变化。可以假定未进一步详细讨论的图3B的布置的特征对应于具有如上所述的等效附图标记的特征,包括特征中的任何潜在变化。

[0198] 因此,配向不会沿着垂直于预定轴500的另外的轴变化。有利地,可以提供配向层以实现沿着轴500提高的亮度均匀性。配向层419A、419B可以比图3A的布置更方便地制造,如下面将参考图21至22进一步描述的。

[0199] 第二表面配向层419B(未示出)可以与第一表面配向层419A相同,或可替代地可以

不同。第二表面配向层419B上的配向方向417B通常可以平行于或反平行于第一配向层上的配向方向417A。有利地,可以在沿着轴500的横向方向上提供提高的均匀性,如将在下面进一步描述的。

[0200] 可以在第一配向层419A和第二配向层419B处的配向方向417A、417B之间提供一些扭转度。有利地,可以实现输出轮廓的旋转对称性的提高。此外,可以减少具有变化的配向方向的基板的数量,从而降低成本和复杂性。

[0201] 现在将描述配向角617的变化。

[0202] 图4是由图3A的表面配向层419A在显示装置100的有源区域的宽度上的预定方向500上提供的配向的角度617的平面内分量的曲线图。由轮廓504、506、508所示的配向方向在显示器100的至少一部分上单调变化。轮廓504、506绘示了配向角617的线性变化。在制造中,可以改变轮廓的梯度以为主要观看者与显示装置100的不同标称观看距离提供最大均匀性。例如,高梯度可以用于短的观看距离,而轮廓506的低梯度可以提供给布置成在较长的观看距离下操作的显示器。有利地,可以优化均匀性。

[0203] 轮廓508绘示了角度617在预定方向500上的非线性变化。可以提供此类轮廓以补偿亮度轮廓随视角的非线性变化,例如将在下面参考图10A至10H进一步描述的。

[0204] 在这些实例中,在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量的角度617A、617B中的至少一个的平面内分量的角度沿着预定轴单调变化,平均方向平行于输出偏振器218和反射偏振器302以及附加偏振器318的电矢量透射方向,其中平均方向平行于输出偏振器218、反射偏振器302和附加偏振器318的电矢量透射方向。更普遍地,在输出偏振器218、反射偏振器302和附加偏振器318的电矢量透射方向不平行的情况下,平均方向可以平行或正交于输出偏振器218、反射偏振器302和附加偏振器318中的至少一个的电矢量透射方向。然而,这不是必需的。在其它实例中,平均方向可以与输出偏振器218、反射偏振器302和附加偏振器318的电矢量透射方向中的一个或多个成非零锐角。

[0205] 在以上所描述的实例中,在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量的角度617A、617B中的至少一个沿着预定轴在整个显示装置100上单调变化。在下面所描述的其它实例中,在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量的角度617A、617B中的至少一个沿着预定轴在显示装置100的一部分上单调变化,在这种情况下实现了该部分的技术效果。

[0206] 现在将描述一种说明性的极性控制延迟器布置。

[0207] 图5A是可以在图1中应用的极性控制延迟器330、301的透视图,其包括均匀配向的可切换LC延迟器301和无源交叉A板延迟器308A、308B;以及图5B是图5A的液晶极性控制延迟器301的液晶层314中的液晶材料414配向取向的透视图。

[0208] 在图5A至5B和下面的其它示意图中,为了清楚起见,省略了光学堆叠的一些层。例如,可切换液晶延迟器301被示出为省略了基板312、316。可以假定未进一步详细讨论的图5A的布置的特征与具有如上所述的等效附图标记的特征相对应,包括特征中的任何潜在变化。

[0209] 可切换液晶延迟器301包括具有正介电各向异性的液晶材料414的层314。

[0210] 可切换液晶延迟器301包括两个表面配向层419A、419B,其在液晶材料层421附近以及在其相对侧上设置,并且每个被布置成在相邻液晶材料414中提供均匀配向。可切换液晶延迟器301的液晶材料414的层314包括具有正介电各向异性的液晶材料414。液晶材料

414的层314对550nm波长的光具有在以下范围内的延迟：在500nm到900nm的范围内，优选地在600nm到850nm的范围内，并且最优选地在700nm到800nm的范围内。无源极性控制延迟器330进一步包括一对无源延迟器308A、308B，这两个无源延迟器具有在交叉的A板延迟器的平面中的光轴。一对无源延迟器308A、308B中的每个无源延迟器308A、308B对550nm波长的光具有在以下范围内的延迟：在300nm到800nm的范围内，优选地在350nm到650nm的范围内，并且最优选地在450nm到550nm的范围内。

[0211] 在本实施例中，“交叉”是指在延迟器308A、308B的平面中两个延迟器308A、308B的光轴之间成基本上 $90^\circ$ 的角度。为了降低延迟器材料的成本，期望提供例如归因于在薄膜制造期间的拉伸误差而使延迟器配向有些变化的材料。远离优选方向的延迟器配向的变化可减少正面亮度且增加最小透射率。优选地，角度 $310A$ 为至少 $35^\circ$ 且至多 $55^\circ$ ，更优选地至少 $40^\circ$ 且至多 $50^\circ$ ，以及最优选地至少 $42.5^\circ$ 且至多 $47.5^\circ$ 。优选地，角度 $310B$ 为至少 $125^\circ$ 且至多 $145^\circ$ ，更优选地至少 $130^\circ$ 且至多 $135^\circ$ ，以及最优选地至少 $132.5^\circ$ 且至多 $137.5^\circ$ 。

[0212] 可以使用拉伸膜提供无源延迟器308A、308B，以有利地实现低成本和高均匀性。另外，增加具有水平配向的液晶延迟器的视场，同时在施加压力期间为液晶材料的流动的可见性提供弹性/

[0213] 可以期望向附加偏振器318提供与输出偏振器218和反射偏振器302的电矢量透射方向不同的电矢量透射方向。

[0214] 液晶延迟器301进一步包括电极413、415，其是透射式的，布置在层314上以控制液晶材料414，并且从而控制液晶延迟器。液晶材料414的层314可通过调节施加到电极413、415的电压来切换。电极413、415位于液晶材料414的层314的相对侧上并且可以例如是氧化铟锡(ITO)电极。

[0215] 配向层419A、419B可以形成在电极413、415与层314的液晶材料414之间。

[0216] 现在将进一步描述液晶分子414的取向。

[0217] 考虑到与第一配向层417A相邻的分子414A，光轴方向417A由配向层417A的预倾斜角 $619A$ 决定。对于非零预倾斜角 $619A$ ，提供液晶分子414A光轴配向方向的分量 $417Az$ ，该分量在液晶延迟器301延伸的平面之外。光轴方向417A也由布置有分子414A的区域中的配向层417A的取向方向 $617A$ （也被称为摩擦方向）决定。提供液晶分子414A光轴配向方向的分量 $417Ap$ ，该分量在液晶延迟器301延伸的平面内。

[0218] 考虑到与第二配向层417B相邻的分子414B，光轴方向417B由配向层417B的预倾斜角 $619B$ 决定。对于非零预倾斜角 $619B$ ，提供液晶分子414B光轴配向方向的分量 $417Bz$ ，该分量在液晶延迟器301延伸的平面之外。光轴方向417B也由布置有分子414B的区域中的配向层417B的取向方向 $617B$ （也被称为摩擦方向）决定。提供液晶分子414B光轴配向方向的分量 $417Bp$ ，该分量在液晶延迟器301延伸的平面内。

[0219] 换言之，取向角 $617A$ 、 $617B$ 由配向层419A、419B的预倾斜方向 $619A$ 、 $619B$ 决定，使得每个配向层419A、419B具有预倾斜角。在图5A的实施例中，每个配向层419A、419B的预倾斜角具有预倾斜方向，该预倾斜方向具有在彼此平行或反平行或正交的层314的平面内的分量 $417Ap$ 、 $417Bp$ 。

[0220] 在图5A的实施例中，表面配向层419A、419B中的每一个被布置成在相邻液晶材料414中提供均匀配向。在此类均匀配向层419A、419B中，可以提供例如为 $2^\circ$ 的预倾斜角 $619A$ 、

619B。

[0221] 驱动器350在可切换液晶材料414的层314上向电极413、415提供电压V,使得液晶分子以相对于垂直的倾斜角度倾斜以形成0板。倾斜的平面由形成在电极413、415上的配向层419A、419B的预倾斜方向决定,该些电极形成在基板312、316(参见图1)的内表面上。

[0222] 在典型用途中,为了在公共模式与隐私模式之间切换,液晶材料414的层314可在两种状态之间切换。第一状态是公共模式,使得显示器100可以被多个用户使用,第二状态是隐私模式,供主要用户使用并且窥探者的可见性最低。可以通过在电极413、415上施加电压进行切换。

[0223] 通常,此类显示器100可以被认为具有第一广角状态和第二降低的离轴亮度状态。此类显示器100可以提供隐私显示。在另一种用途中或例如在汽车环境中,当乘客或驾驶员可能希望通过中间电压水平在没有完全遮挡的情况下的显示图像的一些可见性时,向离轴观察者提供受控的亮度。夜间操作可以减少杂散光。显示器100还可以在显示器100的至少一部分上为离轴观看者提供更均匀的亮度降低,同时还在显示器的至少一部分上为同轴观看者提供更均匀的亮度。

[0224] 图5B的实施例进一步绘示了配向取向随着沿着横向轴500的位置的变化。配向层419A、419B分别被提供有预倾斜角619A、619B,它们具有相同的幅度并且被布置成在相邻液晶材料414中提供均匀配向。

[0225] 在第一配向层419A上的显示器左侧,液晶分子414AL具有配向方向417AL,该配向方向具有面外分量417ALz和平面内分量417ALp,平面内分量417ALp与轴500方向成锐角617AL.对于第二配向层419B,液晶分子414BL具有配向方向417BL,该配向方向具有面外分量417BLz和平面内分量417BLp,平面内分量417BLp与轴500方向成锐角617BL.方向417ALp、417BLp是反平行的。

[0226] 在第一配向层419A上的显示器右侧,液晶分子414AR具有配向方向417AR,该配向方向具有面外分量417ARz和平面内分量417ARp,平面内分量417ARp与轴500方向成锐角617AR.对于第二配向层419B,液晶分子414BR具有配向方向417BR,该配向方向具有面外分量417BRz和平面内分量417BRp,平面内分量417BRp与轴500方向成钝角617BR.方向417ARp、417BRp是反平行的。

[0227] 在显示器的中心,在第一配向层419A上,液晶分子414AC具有配向方向417AC,该配向方向具有面外分量417ACz和平面内分量417ACp,平面内分量417ACp与轴500方向成锐角617AC.对于第二配向层419B,液晶分子414BC具有配向方向417BC,该配向方向具有面外分量417BCz和平面内分量417BCp,平面内分量417BCp与轴500方向成直角617BC.方向417ACp、417BCp是反平行的。

[0228] 现在将描述通过液晶层314的液晶分子414取向的变化。

[0229] 图6是图5A中均匀配向的可切换LC的LC指向矢角通过其厚度的曲线图,其示出了对于各种不同施加电压,液晶指向矢角407相对于通过可切换液晶延迟器301的小数位置440.轮廓441绘示了未施加电压的液晶材料414倾斜角,倾斜轮廓443绘示了要在隐私模式中使用的第一施加电压的指向矢取向,并且倾斜轮廓445绘示了要在操作的广角模式中使用的更高施加电压的指向矢取向。因此,液晶层通常在期望的切换状态下张开,并且由补偿延迟器330补偿。增加电压,渐进地减小其中存在斜面的延迟器301的厚度,并且在隐私操作

水平之上有利地增加使透射最大化的极性视场。

[0230] 图6中由轮廓443、445所绘示的斜面通过液晶层314的厚度,并且不同于配向层419处配向方向的角度617的变化。

[0231] 现在将针对同轴和离轴方向考虑来自输出偏振器218的偏振光的传播。

[0232] 图7是来自SLM 48的输出光在隐私模式下通过图1A的光学堆叠传播的侧视图。当在图5A中看到的可切换液晶延迟器301的层314处于所述两个状态中的第二状态时,极性控制延迟器300不提供偏振分量360的整体转换以输出沿着垂直于可切换延迟器的平面的轴穿过其中的光线400。然而,对于相对于延迟器平面的垂线成锐角的一些极角,极性控制延迟器确实提供了偏振分量361到穿过其中的光线402的整体转换。可以假设未进一步详细讨论的图7的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0233] 来自输出偏振器218的偏振分量360被反射偏振器302透射并且入射到极性控制延迟器300,该极性控制延迟器包括可切换液晶延迟器301和无源极性控制延迟器330。同轴光具有偏振分量362,在离开极性控制延迟器300时,该偏振分量未由分量360修改。而离轴光具有偏振分量364,在离开极性控制延迟器300时,该偏振分量被极性控制延迟器300转换。偏振分量361可以被转换成线性偏振分量364,其被附加偏振器318吸收。更普遍地,偏振分量361可以被转换成椭圆偏振分量,其被附加偏振器318部分地吸收。

[0234] 因此,在通过极性控制延迟器300和附加偏振器318在隐私模式下在不同极角处的透射的极性表示中,提供了高透射区域和低透射区域。

[0235] 光透射的极性分布修改了底层SLM 48的亮度输出的极性分布。在SLM 48包括定向背光20的情况下,然后如上面所描述的可以进一步降低离轴亮度。

[0236] 有利地,提供了一种隐私显示器,其对于离轴窥探者具有低亮度,同时对于轴上观察者维持高亮度。

[0237] 图8是环境照明光在隐私模式下通过图1A的光学堆叠传播的侧视图。可以假设未进一步详细讨论的图8的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0238] 环境光源604用非偏振光对显示装置100进行照明。附加偏振器318以第一偏振分量372透射垂直于显示器表面的光线410,该第一偏振分量是平行于附加偏振器318的电矢量透射方向319的线性偏振分量。

[0239] 如所描绘的,光线410在入射到反射偏振器302之前穿过极性控制延迟器300。在两种操作状态下,偏振分量372保持不被极性控制延迟器300修改,并且因此透射的偏振分量382平行于反射偏振器302和输出偏振器218的透射轴。因此,环境光被引导通过SLM 48并且丢失。

[0240] 通过比较,对于离轴光线412,附加偏振器318以第一偏振分量372透射光线412的一部分,该第一偏振分量是平行于附加偏振器的电矢量透射方向319的线性偏振分量。离轴光线412被引导通过极性控制延迟器300,并且其第一偏振分量372被修改成为已修改的偏振分量374。具有已修改的偏振分量374的光线412入射在反射偏振器302上。因为已修改的偏振分量374不同于反射偏振器302的透射轴,所以光线412可以被反射偏振器302反射。已修改的偏振分量374在穿过延迟器300之后被重新转换为偏振分量376,并且通过附加偏振

器318透射。

[0241] 因此,当液晶材料层314处于这种状态时,极性控制延迟器300不提供偏振分量372到沿着垂直于可切换延迟器的平面的轴穿过附加偏振器318并且然后穿过极性控制延迟器300的环境光线410的整体转换。反射偏振器302因此不为沿着垂直于极性控制延迟器300的平面的轴穿过附加偏振器318并且然后穿过极性控制延迟器300的环境光线410提供反射光。然而,极性控制延迟器300确实提供了偏振分量372到以与极性控制延迟器300的平面的垂线成锐角的一些极角穿过吸收性偏振器318,并且然后穿过极性控制延迟器300的环境光线412的整体转换。这导致环境光的反射光线412以与极性控制延迟器300的平面的垂线成锐角的一些极角穿过附加偏振器318,并且然后穿过极性控制延迟器300,其中由反射偏振器302反射的光线412通过极性控制延迟器300返回,并且然后被附加偏振器318透射。

[0242] 有利地,光反射的极性分布通过极性控制延迟器300的隐私状态在典型的窥探者位置提供高反射率,同时为同轴观察者保持低反射率。因此,在隐私操作模式中,离轴观看位置的反射率提高,并且来自SLM的离轴光的亮度降低。如上面所描述的,此类提高的反射率为周围照明环境中的显示器提供了提高的视觉安全级别。

[0243] 现在将进一步描述对观看者和窥探者的隐私显示的操作。

[0244] 图9A是显示装置100的示意性俯视图,其绘示了显示装置100的视角在其宽度上的变化;图9B是绘示从包括图5A的极性控制延迟器300的显示装置100的中心位点输出的光的亮度随极性方向的变化变化的曲线图;以及图9C是用户45和现有技术显示装置1的表面配向层的透视图。

[0245] 显示器100包括液晶极性控制延迟器301,其中在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量417的角度617沿着预定轴500在显示装置的至少一部分上单调变化,如本文在别处所绘示的。

[0246] 在图9A的可替代实施例中,在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量417的角度沿着预定轴在整个显示装置100上单调变化。

[0247] 由显示装置100的所述至少一部分的位点470R、470C、470L的显示偏振器218、附加偏振器318和所述至少一个极性控制延迟器300的最大光透射的光线450R、450C、450L所绘示的方向指向显示装置100前面的公共光学窗口26。在操作中,窗口平面197中的光学窗口26可以被提供在窗口距离 $Z_w$ 处,该窗口距离 $Z_w$ 通常等于或大于标称观察距离480。光学窗口26可以可替代地被称为光瞳,并且显示器100的输出可以被描述为被瞳孔化。有利地,可以为用户45提供在显示器100上的期望的均匀性变化。

[0248] 参考图9A,相对于显示器100位于中心的同轴观察者45与垂直于显示器的光轴199对齐。因此,与中心位置位点470C具有零度极角的光线450C在法线方向上指向主要用户45。

[0249] 从显示器100右侧的位点470R传播的第一光线450R以相对于显示器100的法线199的第一角度453向用户45传播。对于定位在距显示器100右侧一定距离处的窥探者47,对于从显示器100的左边缘处的位点470L传播的第二光线456,以相对于显示器100的法线199的第二角度457向窥探者47传播。

[0250] 如所描绘的,第一角度453和第二角度457的大小可以比较类似。

[0251] 参考图9B,在对于主要用户45具有大视场角460的显示装置100中,其中如图9C所绘示的在延迟器的平面中液晶的平面内分量的角度在显示器上是均匀的,对于用户45,在

显示器上以角度453发出光线450R的位点470R的亮度463可能不期望与对于窥探者47的在角度457处来自位点470L的光线456的亮度467相同或类似。

[0252] 如图9C所绘示的,这进一步导致在显示器100上的亮度滚降,其中亮度在显示器的中心处最亮,并且在显示器100的边缘处朝向最小值逐渐降低。在显示器100上的亮度变化可能会被观察者45注意到,这可能是不期望的。

[0253] 与图9C的布置相比,通常期望光线450R可以被用户45观察到并且光线456对于窥探者47具有低亮度和高反射率。此外,期望在标称观看距离480处向用户45提供在显示装置100的至少一部分上的具有高均匀性的亮度。

[0254] 在本实施例中,显示器100提供具有在液晶材料314的层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料414的配向,并且其中在相邻液晶材料中配向的所述平面内分量的角度沿着预定轴在显示装置100的至少一部分上单调变化。对于在显示器的至少一部分上的不同位点470C、470R、470L实现不同的角度相关亮度。因此,利用液晶材料314的适当面内角度,第一光线450R可能具有用户45可观察到的亮度,并且以与第一光线450R的角度453类似的角度457行进的光线456具有窥探者47无法观察到的降低的亮度。这可以通过与两个表面配向层419A、419B相邻的液晶材料314在显示器100的整个宽度上实现,该液晶材料具有平面内分量,该平面内分量具有在显示装置100的至少一部分上的轴上单调变化的角度。

[0255] 可以看出,显示器上中心位点的亮度从0°横向角处的最大值降低到约45°横向角处的最小值。因此,同轴用户将从显示装置100的中心看到最大亮度,而位于约45°横向角的窥探者,即离轴观察者,将从显示装置100的中心看到最小亮度。因此,最小亮度可能足够小,以至于窥探者无法观察到显示装置100。

[0256] 现在将描述说明性实施例的极性输出。

[0257] 图10A至10D是绘示从对于分别具有90°、85°、80°、70°的配向的平面内分量的角度617L的显示器中心的左侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置100输出的光的亮度随极性方向的变化了的曲线图;并且图10E至10H是绘示从对于分别具有90°、95°、100°、110°的配向的平面内分量的角度617R的显示器的右侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的亮度随极性方向的变化了的曲线图。

[0258] 为表1的特性提供了说明性实施例。

无源延迟器		有源 LC 延迟器				
类型	$\Delta$ 未确定 /nm	配向层	预倾斜角 /度	$\Delta$ 未确定 /nm	$\Delta\epsilon$	电压 /V
交叉的 A	+565 @ 45°	均匀	2	750	13.2	2.5
	+565 @ 135°	均质	2			

[0259] 表1

[0260] 进一步期望向主要用户45提供低反射率同时向窥探者47提供高反射率。

[0261] 图11A至11D是绘示从对于分别具有90°、85°、80°、70°的配向的平面内分量的角度617L的显示器中心的左侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置反射的光的反射率随极性方向的变化了的曲线图;图11E至11H是绘示从对于分别具有90°、95°、100°、110°的配向的平面内分量的角度617R的显示器的右侧的显示装置上的不同位点使用图5A的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的反射率随极性方向的变化了的曲



线图；

[0263] 对于显示器100上的给定位点，每个曲线图示出了亮度随从轴199开始的极性方向的变化。每个曲线图都标有配向方向的角度617。此外，亮度下降到特定水平以下的角度，即窥探者看不到位点处的角度，在显示器的宽度上变化。因此，这意味着对于窥探者的给定位位置，显示器的不同部分将具有不同的亮度。

[0264] 轮廓中的每一个进一步绘示了主要用户45的显示器的对向角大小，如极性轮廓490所示。该轮廓进一步绘示了如用户45所见的零仰角的最大亮度的极性位置492和显示装置100的顶部的光仰角的最大亮度的位置494。

[0265] 随着角度617从90度变化，最大亮度的极性位置492、496在极性方向上移动。如图3A的实施例所示，角度617随空间位置而变化，并且因此峰值亮度的方向也随空间位置而变化。有利地，提高了对主要用户45的显示亮度。此外，对窥探者的降低对于在显示器的至少一部分上的位点来说是提高的。此外，对窥探者47的亮度降低的均匀性提高。提高了显示器的视觉安全级别。

[0266] 图11A至11H绘示了图10A至10H的位点490、492的极性位置，并且因此提供了如主要用户45所见的反射率。有利地，可以降低对主要用户的反射率并且可以提高对窥探者的反射率。

[0267] 结合起来，如窥探者47所见的最小视觉安全级别VSL对于在显示装置100的至少一部分上的位点来说是提高的，并且可以提高VSL的均匀性。

[0268] 现在将描述平面和弯曲显示器的配向方向的布置。

[0269] 图12A是用户45在平面显示装置100前面的透视图，该平面显示装置包括极性控制延迟器300，该极性控制延迟器包括液晶延迟器301，该液晶延迟器包括配向层417A。可以假设未进一步详细讨论的图12A的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征，其包括该特征的任何可能变化。

[0270] 在本文的实施例中，其中仅绘示了两个配向层419A、419B中的一个，然后未示出的配向层中的另一个可以以对应的配向方向布置，例如如在图5A、图5B、图16、图18A、图19A、图19C或图20B所绘示的，如本文在别处所绘示的。

[0271] 在图12A中，显示装置100具有平面结构，使得它是平坦的。对于显示器100上的每个位点，同轴用户45以不同的横向角和仰角观看每个位点，如图9A所示。如上面在图10A至10H和图11A至11H中所见的，这些角度影响同轴观察者对位点中的每一个的亮度和反射率。

[0272] 因此，分别具有取向角617AL、617AC、617AR的不同配向方向417ALp、417ACp、417Arp被布置成提供在显示器的角大小上的最大亮度方向的变化，如本文在别处所描述的。有利地，如用户45在观看距离480处观察到的，变化的配向方向实现了在显示装置100上的亮度和反射率两者的提高的均匀性。对离轴窥探者47的视觉安全性也提高了。

[0273] 换言之，与图9C的布置相比，图12A绘示了通过改变在显示装置100上的不同横向位置处的最大亮度的极角来提高均匀性。

[0274] 现在将描述弯曲的显示器100的可替代布置。

[0275] 图12B是用户45在弯曲的显示装置100前面的透视图，该弯曲的显示装置包括极性控制延迟器300，该极性控制延迟器包括液晶延迟器301，该液晶延迟器包括配向层417A。显示装置100围绕y轴弯曲并且在显示装置100的与用户45相同的侧上具有曲率中心。可以假

设未进一步详细讨论的图12B的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0276] 在图12B的可替代方案中,其中显示器100包括如图1A所绘示的布置,附加偏振器318A和至少一个极性控制延迟器300以凹曲率弯曲。空间光调制器48和背光20也以凹曲率弯曲。

[0277] 图12B绘示了其中显示装置100是弯曲的可替代结构。在此类情况下,附加偏振器318、至少一个极性控制延迟器300和任选的空间光调制器48以凹曲率弯曲。如上面所描述的,装置100的其它部件也可以以凹曲率弯曲。

[0278] 弯曲的显示装置100可以进一步提高针对显示装置的同轴观察者的亮度,因为可以减小在显示器上的各个位点的横向角。

[0279] 在这种情况下,与配向层419A、419B相邻的液晶材料414的平面内分量可能不需要那么大以产生期望的效果。配向方向417ALp'、417ARp'与配向方向417ALp、417ARp不同,角度617AL'、617AR'与90度(即与轴500正交的方向)的偏差减小。有利地,可以提高显示器的均匀性并且可以降低显示器对于离轴窥探者的可见性。

[0280] 图13A是机动车辆650的中心堆栈显示器的俯视图。显示器100包括第一部分101P,该第一部分提供有最适合作为用户45的乘客的修改的配向方向,而第二部分101D提供有最适合作为用户47的驾驶员的修改的配向方向。与本文在别处绘示的实施例相比,图13A的可替代方案绘示了显示器100包括第一部分101D和第二部分101P。

[0281] 与图9A的实施例相比,显示器100的左侧部分101D在驾驶员47的区域中提供光学窗口26D并且显示器100的右侧部分101P在乘客45的区域中提供光学窗口26P。有利地,对于驾驶员47观看部分101D的亮度均匀性提高并且对于乘客45观看部分101P的亮度均匀性提高。此外,对于驾驶员47观看部分101P的安全因素的均匀性提高,并且对于乘客45观看部分101D的安全因素的均匀性增加。

[0282] 在其它实施例(未示出)中,第一部分101P和第二部分101D可以交错,例如以提供伪装效果,例如具有几毫米或更小的宽度的特征。有利地,可以提供增加的图像数据的模糊度。

[0283] 图13B是用于图13A的显示器100的配向层419A的俯视图,其包括图1A的布置并且进一步包括第一部分101P和第二部分101D。可假设未进一步详细论述的图13B的布置的特征对应于如上文所论述的具有等同附图标号的特征,包括所述特征的任何可能变型。

[0284] 考虑到一对配向层419A、419B中的一个配向层417A,相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量417DALp、417DACp、417DARp的角度617DAL、617DAC、617DAR沿着预定轴500在显示装置100的第一部分101D上单调变化。在相邻液晶材料404中的配向的所述平面内分量417PALp、417PACp、417PARp的角度617PAL、617PAC、617PAR也沿着预定轴在显示装置的第二部分上单调变化。

[0285] 进一步参考图13A,在相邻液晶材料414中的配向417Dp的所述平面内分量的角度617D沿着预定轴500在显示装置100的第一部分101D上单调变化,使得来自显示装置100的第一部分处的位点470DL、470DC、470DR的显示偏振器218、附加偏振器318和所述至少一个极性控制延迟器300的最大光透射方向指向显示器100前面的第一公共光学窗口26D,并且在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量417Pp的角度617P沿着预定轴500在显示装

置100的第二部分101P上单调变化,使得来自显示装置100的第二部分101P处的位点的显示偏振器218、附加偏振器318和所述至少一个极性控制延迟器300的最大光透射方向指向显示装置100前面的与第一公共光学窗口26D不同的第二公共光学窗口26P。

[0286] 图13B绘示了具有角度617PAL、617PAC、617PAR的第一部分101P的配向层418A配向方向417PALp、417PACp、417PARp。此类配向有利地实现了从显示器100的右侧到乘客用户45的提高了的均匀性。图13B进一步绘示了第二部分101D的具有角度617DAL、617DAC、617DAR的配向层418A配向方向417DALp、417DACp、417DARp。此类配向有利地实现了从显示器100的右侧到驾驶员用户47的提高了的均匀性。

[0287] 因此,对于与液晶材料414的层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层419A、419B,表面配向层中的至少一个被布置成在具有在液晶材料414的层314的平面中的平面内分量417的相邻液晶材料中提供配向,其中在相邻液晶材料414中的配向的所述平面内分量的角度617沿着预定轴在显示装置100的第一部分101D上单调变化以及沿着预定轴在显示装置100的第二部分101P上单调变化。

[0288] 如图13B所示,在该实例中,在第一部分101D和第二部分101P中的每一个中,在相邻液晶材料中的配向的平面内分量的各自平均方向与输出偏振器218、反射偏振器302和附加偏振器318的电矢量透射方向成非零锐角。

[0289] 现在将描述用于离轴显示的可替代可切换隐私显示器。

[0290] 图13C是用于机动车辆650的可替代中心堆栈显示器100的俯视图,其包括省略了反射偏振器302的图1A的显示器100和图19A的极性控制延迟器,如下文。可以假设未进一步详细讨论的图13C的布置的特征对应于如上文所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0291] 与图13A的布置相比,在图13C的可替代显示器中,提供中心隐私显示器供乘客45使用并且为驾驶员47提供图像不可见性。为乘客45提供单个光学窗口26。有利地,可以向驾驶员47提供图像不可见性,而乘客可以观看诸如娱乐信息之类的其它分散注意力的内容。

[0292] 图13D是用于图13C的显示器的配向层419A的俯视图。可以假设未进一步详细讨论的图13D的布置的特征对应于如上文所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。与图13B的实施例相比,显示器100上的平均角度617DAL、617DAC、617DAR不为零。

[0293] 图13E是绘示从图13C的位点470L、470C、470R观察显示器的视角450L、450C、450R的显示装置的示意性俯视图。可以假设未进一步详细讨论的图13E的布置的特征对应于如上文所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0294] 最大透射的角度63L、63c、63R都倾斜于轴199并且指向离轴的公共光学窗口26。

[0295] 图13F至13H是绘示图13C的显示装置从显示器100的不同位置输出的光的亮度随极性方向的变化了的曲线图。有利地,可以在窗口26处向乘客45提供均匀的亮度,并且可以向驾驶员47提供均匀的安全因素,降低分散注意力的图像数据的可见性。

[0296] 现在将描述拼接显示器的配向方向的布置。

[0297] 图14A和图14B分别是一对拼接显示装置100的俯视图和透视图,这对拼接显示装置相对于彼此成角度使得用户45与每个相应显示装置100A、100B的中心的光轴199A、199B对齐。可假设未进一步详细论述的图14A-B的布置的特征对应于具有如上文所论述的等同

附图标号的特征,包括所述特征的任何可能变型。

[0298] 来自显示器100A的光线450LA的方向平行于来自显示器100B的光线450RB。配向方向417RA、417CA、417LA的布置可以与布置417RB、417CB、417LB相同。有利地,相同的配向可以用于两个显示器并且降低了成本。

[0299] 图15A和图15B分别是相对于彼此在面内的一对拼接显示装置100的俯视图和透视图。

[0300] 与图15A至15B的布置相比,配向层419的不同布置用于显示装置100A、100B。

[0301] 从图15A明显看出,用户45可能不再与每个显示器的中心同轴布置。相反,用户可以与每个显示器的边缘近似地同轴定位。因此,如图15B所示,至少配向层419B可以被布置成在相邻液晶材料414中提供配向,这与用户在与显示器100的中心同轴观看的显示器100的配向不同,例如如图3A所示。显示器100的这种布置中的配向可以被布置成使得对于在显示器的至少一部分上的位点来说亮度看起来是均匀的,尽管观察者45没有与显示器100的中心同轴布置。

[0302] 现在将描述另外的说明性实施例。

[0303] 图16是可以应用在图1A中所见的显示装置100中的极性控制延迟器300的透视图。极性控制延迟器300包括均匀配向的可切换LC延迟器301。这由电极413、415上的配向方向417A、417B示出。极性控制延迟器300进一步包括由负C板延迟器330提供的无源极性控制延迟器。负C板具有垂直于延迟器330的平面的光轴,通过盘状材料430的取向示意性地绘示。

[0304] 可假设未进一步详细论述的图16的布置的特征对应于如上文所论述的具有等同附图标号的特征,包括所述特征的任何可能变型。

[0305] 图17A至17C是绘示从对于分别具有 $80^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $100^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示装置上的不同位点使用图16的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的亮度随极性方向的变化变化的曲线图;图17D至17F是绘示从对于分别具有 $80^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $100^\circ$ 的配向的平面内分量的角度的显示装置上的不同位点使用图16的多个延迟器的图1A的显示装置输出的光的反射率随极性方向的变化变化的曲线图;

[0306] 图17A至17F的轮廓是针对表2的特性提供的。

无源延迟器		有源 LC 延迟器				
类型	$\Delta$ 未确定 /nm	配向层	预倾斜角 /度	$\Delta$ 未确定 /nm	$\Delta\epsilon$	电压 /V
C 板	-700	均匀 均质	2 2	750	13.2	2.3

[0307] 表2

[0308] 与图5A的实施例相比,可以有利地降低厚度和成本。

[0309] 图18A是在图1中应用的极性控制延迟器300的透视图,其包括在隐私操作模式下垂直配向的可切换LC延迟器和负C板延迟器;以及图18B是图17D和17E中垂直配向的可切换LC 414的LC指向矢角407通过其厚度的曲线图,示出为通过LC延迟器301的小数440。极性控制延迟器300包括垂直配向的可切换LC延迟器301和负C板延迟器330。可以假设未进一步详细讨论的图18A的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0310] 与图5A至5B的均匀配向相比,图18A绘示了垂直配向的可切换LC延迟器301具有两

个表面配向层419A、419B,每个表面配向层具有在具有提供平面内分量的预倾斜角的相邻液晶材料414中提供垂直配向的排列方向417AL、417AC、417AR、417BL、417BC、417BR,尽管这些平面内分量417ALp、417ACp、417ARp和417BLp、417BCp、417BRp在幅度上相对较小,而在平面外的预倾斜分量417ALz、417ACz、417ARz和417BLz、417BCz、417BRz在幅度上相对较大。

[0312] 图18B绘示了施加驱动电压时轮廓444所示的LC指向矢角407,并且轮廓442绘示了不施加电压时的LC指向矢角407。该曲线图绘示了当施加驱动电压时,液晶材料414如何具有通过层314的厚度的变化的指向矢角407,并且当不施加电压时,液晶材料414如何具有恒定的接近但是不完全是90°的LC指向矢角。

[0313] 与图5A和图16的均匀液晶实施例相比,液晶材料414可以在不施加电压的情况下提供广视角。配向层419处的垂直配向可以被布置成具有如轮廓442所绘示的小预倾斜角,使得在层314内保留优选的配向方向617布置,并且因此分子414在层内提供有沿预定方向500变化的优选取向。

[0314] 图19A是可以图1中应用的极性控制延迟器300的透视图,其包括垂直和均匀配向的可切换LC延迟器301和负C板延迟器,并且其中垂直配向层419A的配向方向在横向方向上是共同的,并且其中均匀配向层419B的配向方向在横向方向上变化。可以假设未进一步详细讨论的图19A的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。在表6中绘示了示范性实施例。

模式	无源极性控制延迟器		有源 LC 延迟器				
	类型	$\Delta$ 未确定 /nm	配向层	预倾斜角 /度	$\Delta$ 未确定 /nm	$\Delta\epsilon$	电压 /V
[0315] 公共	负 C	-1100	均匀垂面	2	1300	+4.3	15.0
隐私				88			2.8

[0316] 表6

[0317] 在图19A的可替代实施例中,表面配向层419B中的一个被布置成在相邻液晶材料414中提供均匀配向,其中在与所述表面配向层419B中的一个相邻的液晶材料414中的配向的所述平面内分量的角度617BL、617BC、617BR沿着预定轴500在显示装置100的至少一部分上单调变化,并且表面配向层419A中的另一个被布置成在相邻液晶材料414中提供垂直配向,其中在与所述表面配向层419A中的另一个相邻的液晶材料中的配向的所述平面内分量的角度617A沿着预定轴500在显示装置100的至少一部分上不改变。

[0318] 当被布置成提供垂直配向的表面配向层419a在液晶材料414的层314与极性控制延迟器330之间时,液晶延迟器301对于波长为550nm的光具有在500nm到1800nm的范围内,优选地在700nm到1500nm的范围内,并且最优选地在900nm到1350nm的范围内的延迟。极性控制延迟器300可以进一步包括具有垂直于延迟器330的平面的光轴的无源极性控制延迟器330,该无源极性控制延迟器330对于波长为550nm的光具有在-300nm到-1600nm的范围内,优选地在-500nm到-1300nm的范围内并且最优选地在-700nm到-1150nm的范围内的延迟;或延迟器330可以进一步包括一对无源延迟器,该一对无源延迟器在延迟器的平面中具有交叉的光轴,一对延迟器中的每个延迟器对于波长为550nm的光的具有在400nm到1600nm的范围内,优选地在600nm到1400nm的范围内并且最优选地在800nm到1300nm的范围内的延迟。

[0319] 图19A绘示了配向的可切换LC延迟器301具有表面配向层419A,其具有在相邻液晶

材料414中提供均匀配向的配向方向417A并且具有在具有提供平面内分量的预倾斜角的相邻液晶材料414中提供垂直配向的配向方向417B。图19A进一步绘示了垂直配向层419A被布置在无源延迟器330与液晶延迟器301之间。

[0320] 与图5A至5B和图18A的实施例相比,垂直配向层具有在平行于轴500的方向上共同的配向方向。此外,由于分量417ALp、417ACp和417ARp较小,因此各个配向层417ALp、417BLp和417Arp、417BRp不平行或反平行的影响较小。输出的瞳孔化,即最大透射方向的重定向,因此主要归因于均匀配向层,并且实现了期望的输出瞳孔化。有利地,配向层417A具有降低的成本和复杂性。

[0321] 图19B是图19A中垂直和均匀配向的可切换LC的LC指向矢角通过其厚度440的曲线图。

[0322] 图19B绘示了施加驱动电压时轮廓444所示的LC指向矢角407,并且轮廓442绘示了不施加电压时的LC指向矢角407。该曲线图绘示了当施加驱动电压时,液晶材料414如何具有通过层314的厚度的指向矢角407的非线性变化,并且当不施加电压时,液晶材料414如何具有不断变化的LC指向矢角。

[0323] 与图18A的布置相比,图19A的布置可以提供增加的极性区域以达到期望的视觉安全级别。有利地,对于离轴窥探者,可以改进隐私性能和均匀性。

[0324] 图19C是可以在图1中应用的极性控制延迟器300的透视图,其包括布置在负C板延迟器330A、330B之间的垂直和均匀配向的可切换LC延迟器301,并且其中均匀配向层和垂直配向层各自的配向方向在横向方向上变化。可以假设未进一步详细讨论的图19C的布置的特征对应于如上文所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0325] 图19C绘示了图19A的可替代方案,其中配向层417A、417B可以形成在无源延迟器330A、330B上,有利地实现降低的成本和厚度。

[0326] 图19C绘示了图19A的另一个可替代方案,其中配向层417A、417B都具有沿着轴500的方向单调变化的面内取向。对于显示器的偏心位置,有利地可以实现提高的透射效率。

[0327] 现在将描述堆叠的多个延迟器和包括具有单调变化的配向的配向层的附加偏振器。

[0328] 图20A是与图1A的显示装置100相比修改的显示装置100的侧面透视图;并且图20B是可以在图1中应用的两组极性控制延迟器300、300A的透视图,每组极性控制延迟器包括均匀配向的可切换LC延迟器301、301A和负C板延迟器330、330A。可以假设未进一步详细讨论的图20A至20B的布置的特征对应于如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,特别是参考图1,其包括该特征的任何可能变化。

[0329] 与图1A的布置相比,显示装置100包括布置在输入偏振器210的输入侧上的另外的附加偏振器318B,该输入偏振器被布置在SLM 48的输入侧上。如前所述,输入偏振器210是线性偏振器。

[0330] 图1的极性控制延迟器300可以由图20A的相应的极性控制延迟器300A提供。

[0331] 显示装置100因此包括布置在输出偏振器218(和反射偏振器302)与附加偏振器318A之间的极性控制延迟器300A。

[0332] 至少一个极性控制延迟器300A包括液晶延迟器301A,该液晶延迟器包括液晶材料314A的层和与液晶材料314A的层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层419AA、

419AB。表面配向层419AA、419AB中的至少一个被布置成在具有在液晶材料314A的层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料314A中提供配向。在相邻液晶材料314A中的配向的所述平面内分量的角度617AA沿着预定轴500在显示装置100的至少一部分上单调变化。这在图20A中由箭头417ALp、417ACp、417ARp绘示,该箭头示出了配向层419AA的平面内分量,该平面内分量决定了在相邻液晶材料314A中的配向的平面内分量。

[0333] 显示装置100还包括至少一个另外的极性控制延迟器300B,其布置在输入偏振器210与另外的附加偏振器318B之间。至少一个另外的极性控制延迟器300B包括液晶延迟器301B,该液晶延迟器包括液晶材料314B的层和与液晶材料314B的层相邻并且在其相对侧上设置的两个表面配向层419BA、419BB。表面配向层419BA、419BB中的至少一个被布置成在具有在液晶材料314B的层的平面中的平面内分量的相邻液晶材料314B中提供配向。在相邻液晶材料314B中的配向的所述平面内分量417BA的角度617BA沿着预定轴在显示装置100的至少一部分上单调变化。这在图20A中由箭头417BLp、417BCp、417BRp绘示,该箭头示出了配向层419BA的平面内分量,该平面内分量决定了在相邻液晶材料314B中的配向的平面内分量。如上所述,使用两个极性控制延迟器300A、300B可以通过由极性控制延迟器300、300A中的每一个实现的亮度降低的倍增效应来进一步降低对于离轴窥探者的亮度。

[0334] 极性控制延迟器300A、300B与在图19A中所见的极性控制延迟器300相同。如所描绘的,可以向极性控制延迟器300A施加电压V并且向另外的极性控制延迟器300B施加电压 $V_A$ 。极性控制延迟器300A、300B对于延迟器301A、330A和301B、330B的特性可以具有相同或不同的规定。不同的规定可以提供对不同极性视角的控制。有利地,可以提高对主要用户的隐私图像的均匀性和对离轴窥探者的视觉安全的均匀性。

[0335] 在图20A至20B的可替代实施例中,极性控制延迟器300A、300B都可以布置在透射式空间光调制器48的输入侧上,或极性控制延迟器300A、300B都可以布置在透射式空间光调制器48的输出侧上或发射空间光调制器48的输出侧上。

[0336] 图21是用于制造表面配向层419的设备600的侧视图,例如上面所描述的配向层419A、419B,在其区域上具有变化的配向角。设备600包括旋转辊602,该旋转辊被配置成平移其上具有配向层419的基板604。设备600进一步包括光源606,诸如紫外光源,其被布置成向配向层419提供光束607。布置在光源606的光路中的是偏振器608和掩模610。掩模610用于仅允许光束607入射在配向层419的期望部分605上。该设备进一步包括控制器612,该控制器可操作地连接到构件610以旋转来自偏振器608和辊602的偏振603。偏振器608可以是物理旋转的线性偏振器,或可以包括固定线性偏振器和可控延迟器。

[0337] 现在将描述设备600的操作。在使用中,辊602可以相对于光源606和掩模610平移基板604,并且因此平移配向层419,使得光束607可以入射在可以是光控配向层的配向层419的不同部分上。随着辊602移动基板604,可以同时控制偏振器608,使得入射在配向层419上的光束607具有期望的偏振方向603。被光束照射的配向层419的部分可以基于入射光束607的偏振来配向。光束607还可以固化配向层419。通过控制偏振器608的取向以在辊602移动基板604时改变光束607的偏振方向603,可以在配向层419的不同部分处以不同的偏振方向603照射配向层419,并且因此改变沿着配向层419的配向的角度。通过适当的控制,可以在配向层419中的材料的配向的面内角度的单调变化。虽然上面描述了辊602,但可以提供任何其它合适的构件来引起光束607与配向层419之间的相对移动。例如,光源606可

以可移动地安装在表面层419上扫描光束607。

[0338] 图22是绘示在图21中所见的在配向层419的不同部分605、605R上的设备600的掩模610的前视图,以及在那些对应部分处的光束607的偏振方向603、603R。双端箭头419、419R绘示了在配向层419的不同部分处的配向层419中与光607的配向方向。如图22中的箭头417、417R所示,配向层的材料以 $90^\circ$ 配向,即垂直于入射光的偏振方向603、603R。光束607还可以被定向为相对于配向层419的平面成一定角度,以实现配向层419中材料的预倾斜角。

[0339] 图23A是以透视图绘示离轴光对极性控制延迟器630的照明的示意图。极性控制延迟器630可包括由折射率椭圆体632表示的双折射材料,所述折射率椭圆体的光轴方向634与x轴成 $0$ 度且具有厚度631。极性控制延迟器630代表上面所描述的具有均匀配向的任何无源或可切换延迟器。可以假设下文未进一步详细讨论的图23A至25E的布置的特征对应于具有如上面所讨论的具有等同附图标号的特征,其包括该特征的任何可能变化。

[0340] 正常光线636传播使得材料中的路径长度与厚度631相同。光线637在y-z平面中具有增加的路径长度;然而,材料的延迟基本上与光线636相同。通过比较,在x-z平面中的光线638在双折射材料中具有增加的路径长度,并且进一步地延迟与正常光线636不同。

[0341] 因此,极性控制延迟器630的延迟取决于相应射线的入射角,并且还取决于入射平面,即,x-z中的射线638的延迟将与y-z平面中的法线射线636和射线637的延迟不同。

[0342] 现在将描述偏振光与极性控制延迟器630的相互作用。为了在定向背光20的操作期间与第一和第二偏振分量区分开,以下说明将涉及第三和第四偏振分量。

[0343] 图23B是以透视图绘示与x轴成 $90$ 度的第三线性偏振态的离轴光对极性控制延迟器层的照明的示意图,并且图23C是以透视图绘示与x轴成 $0$ 度的第四线性偏振态的离轴光对极性控制延迟器层的照明的示意图。在此类设置中,入射线性偏振态与双折射材料的光轴对齐,由椭圆632表示。因此,在第三正交偏振分量与第四正交偏振分量之间没有提供相位差,并且对于每一个射线636、637、638,线性偏振输入的偏振态也没有产生变化。因此,极性控制延迟器630不向顺着沿极性控制延迟器630的平面的法线的轴穿过极性控制延迟器630的输入侧上的偏振器的光的偏振分量引入相移。因此,极性控制延迟器630和极性控制延迟器630的每一侧上的偏振器(未示出)不影响穿过其中的光的亮度。尽管图23A至23C具体涉及无源的极性控制延迟器630,但上面所描述的装置中的极性控制延迟器实现了类似效果。

[0344] 图23D以透视图绘示处于 $45$ 度的线性偏振态的离轴光对极性控制延迟器630层的照明的示意图。线性偏振态可以分解成分别与光轴634方向正交和平行的第三和第四偏振分量。对于设计波长,极性控制延迟器厚度631和由折射率椭圆体632表示的材料延迟可提供使入射在其上的第三偏振分量和第四偏振分量在沿由半个波长的射线636表示的法线方向上相对相移的净效应。设计波长可例如在 $500\text{nm}$ 到 $550\text{nm}$ 的范围内。

[0345] 在设计波长处,并且对于通常沿线636传播的光,输出偏振可以旋转 $90$ 度到 $-45$ 度的线性偏振态640。由于厚度的变化,沿着光线637传播的光可以看到与沿着光线636的相位差相似但不相同的相位差,并且因此可以输出椭圆偏振态639,该椭圆偏振态可以具有与线636的输出光的线性偏振轴相似的长轴。

[0346] 作为对比,沿着线638的入射线性偏振态的相位差可以明显不同,特别是可以提供



较低的相位差。此类相位差可提供在给定倾角642处基本上为圆形的输出偏振态644。因此，极性控制延迟器630向沿着对应于倾向于极性控制延迟器630的平面的法线的射线638的轴穿过极性控制延迟器630的输入侧上的偏振器的光的偏振分量引入相移。尽管图23D涉及无源的极性控制延迟器630，但在对应于隐私模式的切换液晶极性控制延迟器的切换状态下，上面所描述的极性控制延迟器实现了类似效果。

[0347] 为了绘示极性控制延迟器堆叠的离轴行为，现在将参考在平行偏振器500、210之间的C板的操作，针对各种离轴照明布置来描述C板，例如在附加偏振器318与输出显示偏振器218之间的C板330或C板330A，的角度亮度控制。

[0348] 图24A是以透视图绘示用具有正仰角的离轴偏振光638照射C板层的示意图。通过具有电矢量透射方向501的偏振器500实现入射线性偏振分量704入射到极性控制延迟器560的双折射材料561上，该双折射材料是光轴方向507垂直于极性控制延迟器560的平面的C板。偏振分量704在通过液晶分子的透射中没有看到净相位差，因此输出偏振分量与分量704相同。因此，当偏振方向平行于电矢量透射方向211时，通过偏振器210可以看到最大透射。对于以零横向角和零仰角行进的入射光636也是如此。因此，极性控制延迟器560具有光轴507垂直于极性控制延迟器560的平面，即， $x$ - $y$ 平面。具有光轴507垂直于极性控制延迟器的平面的极性控制延迟器560包括C板。

[0349] 图24B是以透视图绘示用具有负横向角的离轴偏振光照射C板层的示意图。与图24A的布置一样，偏振态704没有看到净相位差，并且以最大亮度透射。因此，极性控制延迟器560不向顺着沿极性控制延迟器560的平面的法线的轴穿过极性控制延迟器560的输入侧上的偏振器的光的偏振分量引入相移。因此，极性控制延迟器560不影响穿过极性控制延迟器560和极性控制延迟器560的每一侧上的偏振器500、210的光的亮度。

[0350] 图24C是以透视图绘示用具有正仰角和负横向角的离轴偏振光照射C板层的示意图。与图24A至24B的布置相比，偏振态704相对于在穿过极性控制延迟器560透射时提供净相位差的双折射材料561分解成本征态703、705。合成的椭圆偏振分量656透射通过偏振器210，与图24A至24B所绘示的光线相比具有降低的亮度。尽管图24A至24C具体涉及无源的极性控制延迟器560，但上面所描述的装置中的极性控制延迟器实现了类似效果。

[0351] 图24D是以透视图绘示用具有正仰角和正横向角的离轴偏振光照射C板层的示意图。以类似于图24C的方式，偏振分量704被分解成经历净相位差的本征态703、705，并且提供椭圆偏振分量660，该椭圆偏振分量在透射通过偏振器之后降低相应离轴光线的亮度。因此，极性控制延迟器560向沿着倾向于极性控制延迟器560的平面的法线的轴穿过极性控制延迟器560的输入侧上的偏振器的光的偏振分量引入相移。尽管图24D涉及无源的极性控制延迟器560，但在对应于隐私模式的切换液晶极性控制延迟器的切换状态下，上面所描述的极性控制延迟器实现了类似效果。

[0352] 图24E是绘示在图24A至24D中的透射光线的输出透射随极性方向变化的示意曲线图。因此，C板可提供偏振象限中的照度降低。结合本文在别处所描述的切换液晶延迟器301，可以实现：(i) 在第一广角操作状态中C板的亮度降低的去除以及(ii) 可以在第二隐私操作状态中实现用于亮度降低的扩展极性区域。

[0353] 为了绘示极性控制延迟器堆叠的离轴行为，现在将针对各种离轴照明布置来描述在附加偏振器318与输出显示偏振器218之间的交叉A板308A、308B的角度亮度控制。

[0354] 图25A是以透视图绘示用具有正仰角的离轴偏振光照射交叉的A板延迟器层的示意图。具有电矢量透射方向219的线性偏振器218用于提供线性偏振态704,所述线性偏振态704平行于横向到交叉的A板308A、308B的第一A板308A上。第一A板308A可以包括双折射材料,由折射率椭球408表示,其光轴方向309A相对于横向方向倾斜+45度。第一A板308A具有第一厚度531。极性控制延迟器308A对于正仰角方向上的离轴角 $\theta_1$ 的延迟提供了在输出时通常是椭圆形的所得偏振分量650。偏振分量650入射到交叉A板308A、308B的第二A板308B上。第二A板308A可以包括双折射材料,由折射率椭球410表示,具有与第一A板330A的光轴方向309A正交的光轴方向309B。第二A板308B具有第二厚度533。第一厚度531和第二厚度533可以相同或不同。在图25A的入射平面中,第二A板308B对于离轴角 $\theta_1$ 的延迟与第一A板308A的延迟相等且相反。因此,为入射偏振分量704提供净零延迟,并且输出偏振分量与输入偏振分量704相同。对于具有零横向角和零仰角的光线636也是如此。

[0355] 输出偏振分量与附加偏振器318的电矢量透射方向对齐,因此被有效地透射。有利地,对于具有零横向角度角分量的光线基本上没有损失,从而实现了全部的透射效率。

[0356] 图25B是以透视图绘示用具有负横向角的离轴偏振光照射在图25A中所见的交叉A板延迟器层308A、308B的示意图。因此,线性输入偏振分量704被第一A板308A转换为通常为椭圆偏振态的中间偏振分量652。第二A板308B再次提供与第一A板308A相等和相反的延迟,使得输出偏振分量704与输入偏振分量704相同,并且光有效地透射通过偏振器318。

[0357] 因此,极性控制延迟器包括一对延迟器308A、308B,该一对延迟器具有在延迟器330A、330B的平面,在本实施例中为x-y平面,中交叉的光轴309A、309B。所述一对延迟器308A、308B具有光轴309A、309B,每个光轴以相对于与偏振器318的电矢量透射平行的电矢量透射方向45°延伸。

[0358] 有利地,对于具有零角分量的光线基本上没有损失,从而实现了全部的透射效率。

[0359] 图25C是以透视图绘示用具有正仰角和负横向角的离轴偏振光照射交叉的A板延迟器层的示意图。偏振分量704由第一A板308A转换为椭圆偏振分量654。合成椭圆分量656从第二A板308B输出。椭圆分量656由输入偏振器318分析,与第一偏振分量704的输入照度相比具有减小的照度。

[0360] 图25D是以透视图绘示用具有正仰角和正横向角的离轴偏振光照射交叉A板延迟器层308A、308B的示意图。偏振分量658和660由第一A板308A和第二A板308B提供,因为第一A板308A和第二A板308B的净延迟不提供补偿。

[0361] 因此,对于具有非零横向角度和非零仰角分量的光线,照度降低。有利地,对于设置在观看象限中的窥探者,可以增加显示器的防窥,而对于主要显示器用户的发光效率基本上没有降低。

[0362] 图25E是绘示在图25A至25D中的透射光线的输出透射随极性方向变化的示意曲线图。与图24E的布置相比,为离轴观看增加了亮度降低的区域。然而,与用于在第一公共操作模式状态下进行离轴观察的C板布置相比,可切换液晶层314可提供降低的均匀性。

[0363] 尽管上面已经描述了根据在此公开的原理的各种实施例,但是应当理解,这些实施例仅作为示例而非限制来呈现。因此,本公开的广度和范围不应受任何上述示范性实施例的限制,而是应仅根据从本公开发出的任何权利要求及其等同物来限定。此外,在所描述的实施例中提供了上述优点和特征,但是不应当将此类发布的权利要求的应用限制于实现

上述优点中的任何一个或全部的过程和结构。

[0364] 另外,本文中提供的章节标题是为了与37CFR 1.77下的建议一致,或提供组织线索。这些标题不应当限制或表征本公开可能发布的任何权利要求中阐述的实施例。具体地并且通过示例的方式,虽然标题指的是“技术领域”,但是权利要求不应被在所述标题下选择来描述所谓的领域的语言限制。此外,“背景技术”中的技术描述不应被解释为承认某些技术是本公开中的任何实施例的现有技术。“发明内容”也不被认为是所发布的权利要求中阐述的实施例的特性。此外,在本公开中对单数形式的“发明”的任何引用不应当被用于论证在本公开中仅存在单个新颖点。可以根据从本公开发布的多个权利要求的限制来阐述多个实施例,并且此类权利要求相应地限定了受其保护的实施例及其等同物。在所有情况下,这些权利要求的范围应根据本公开根据其自身的优点来考虑,但不应受本文所述的标题的限制。

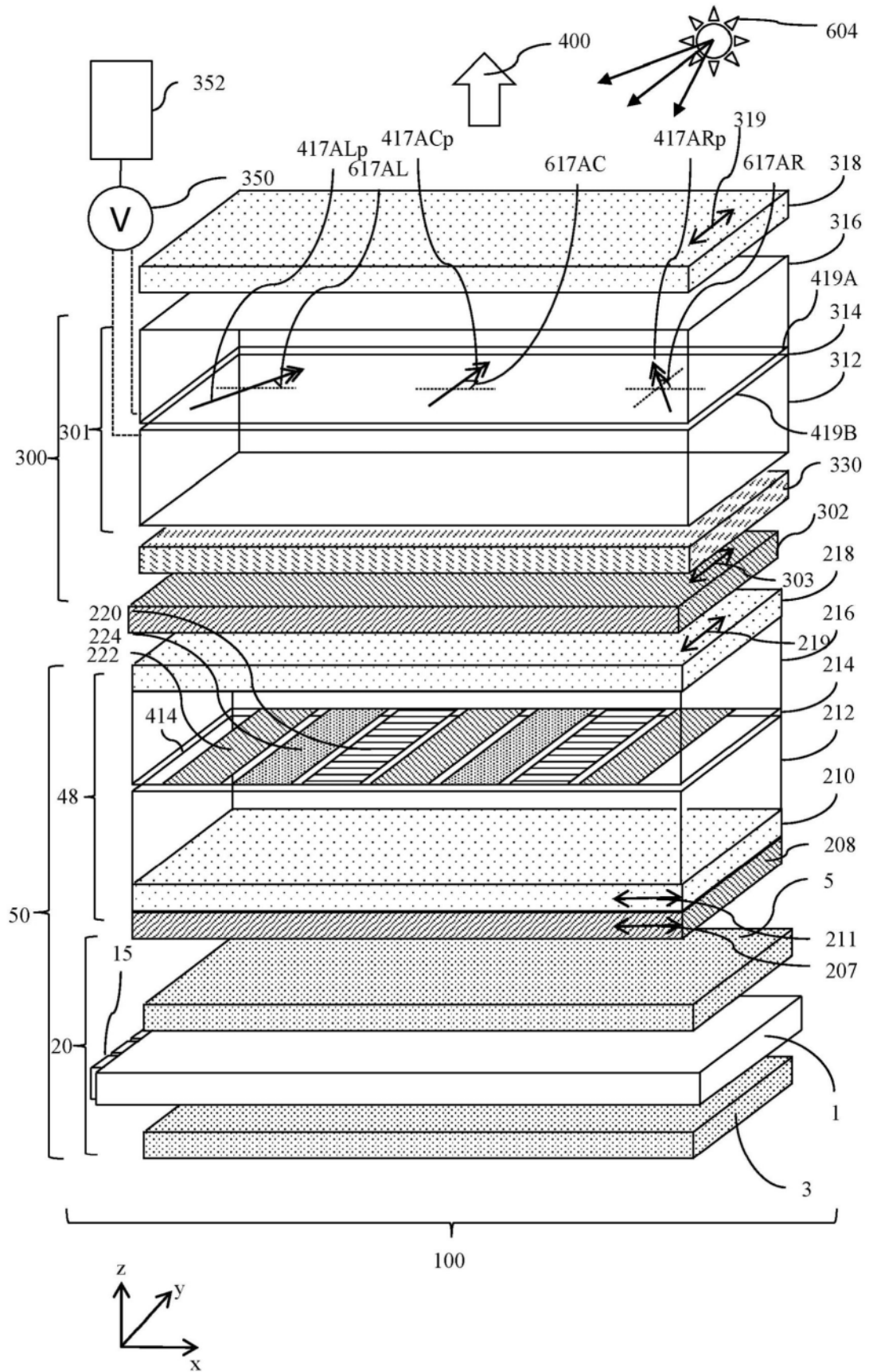


图1A

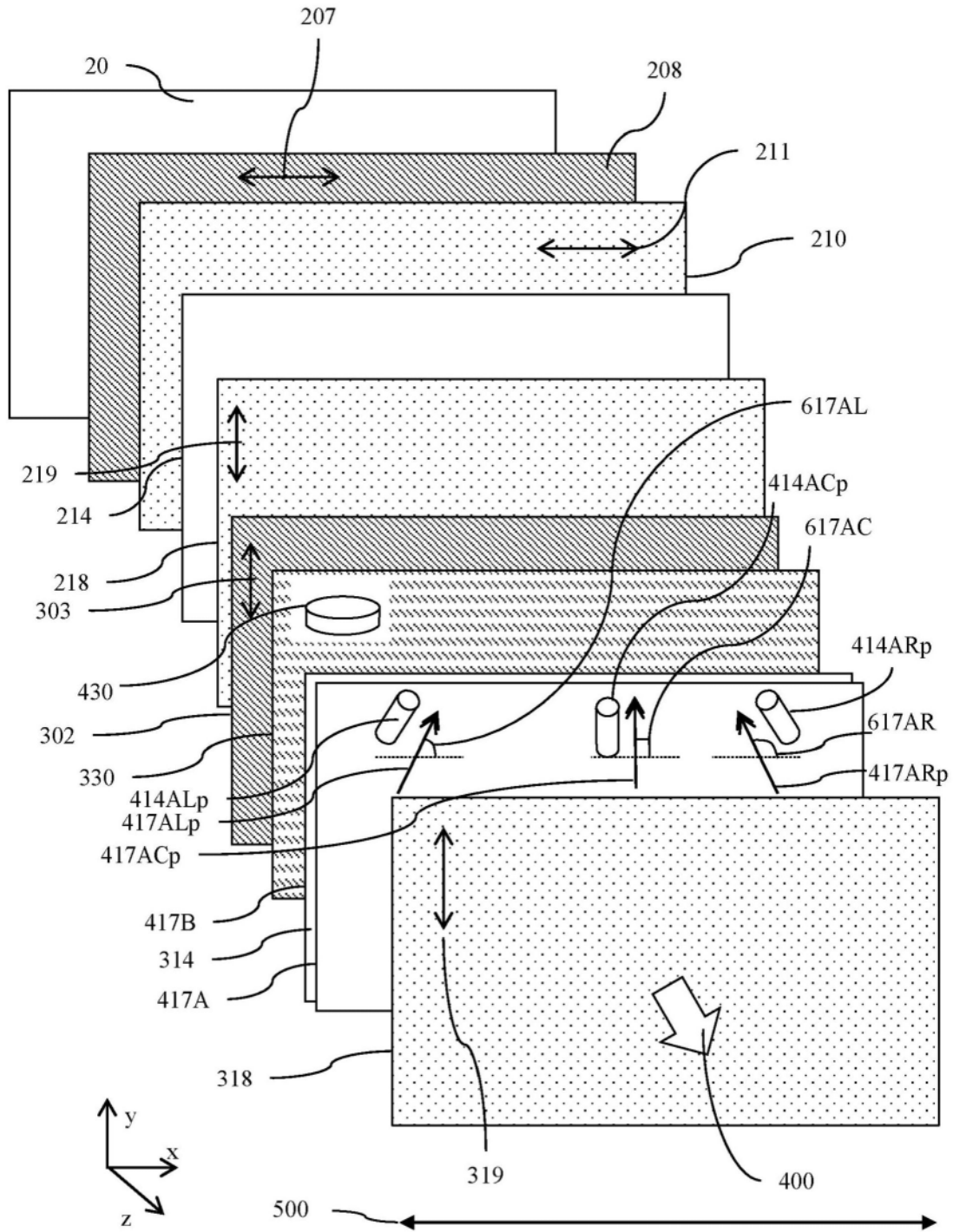


图1B



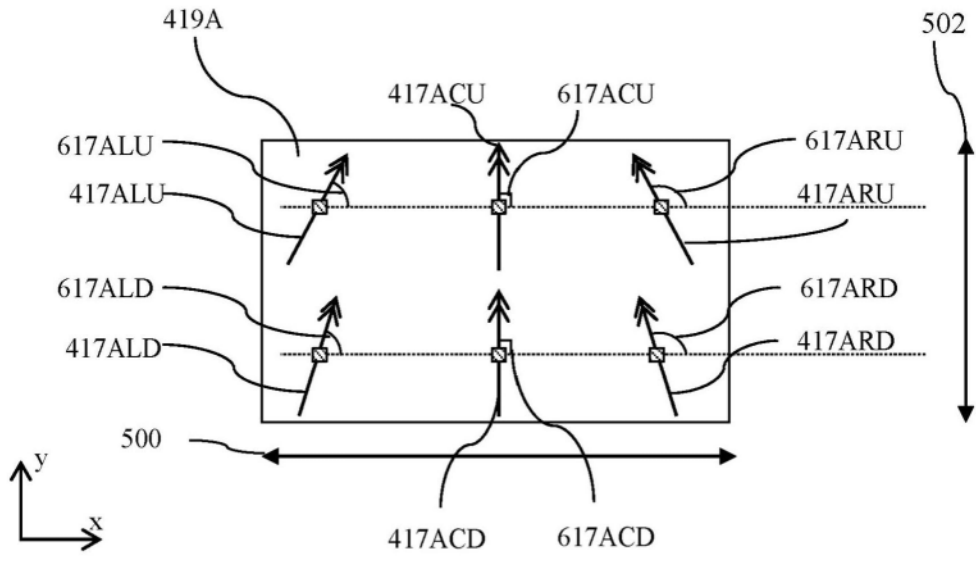


图3A

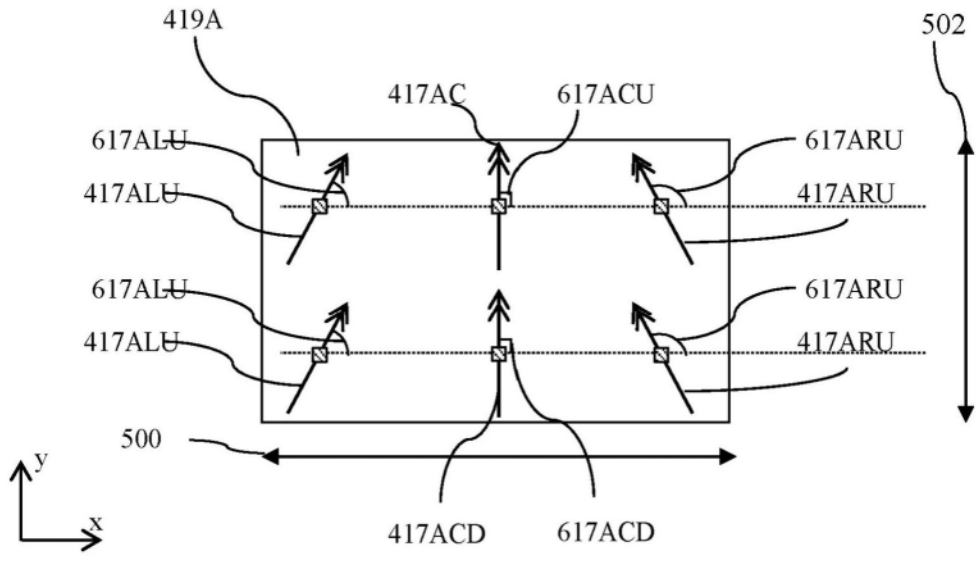


图3B

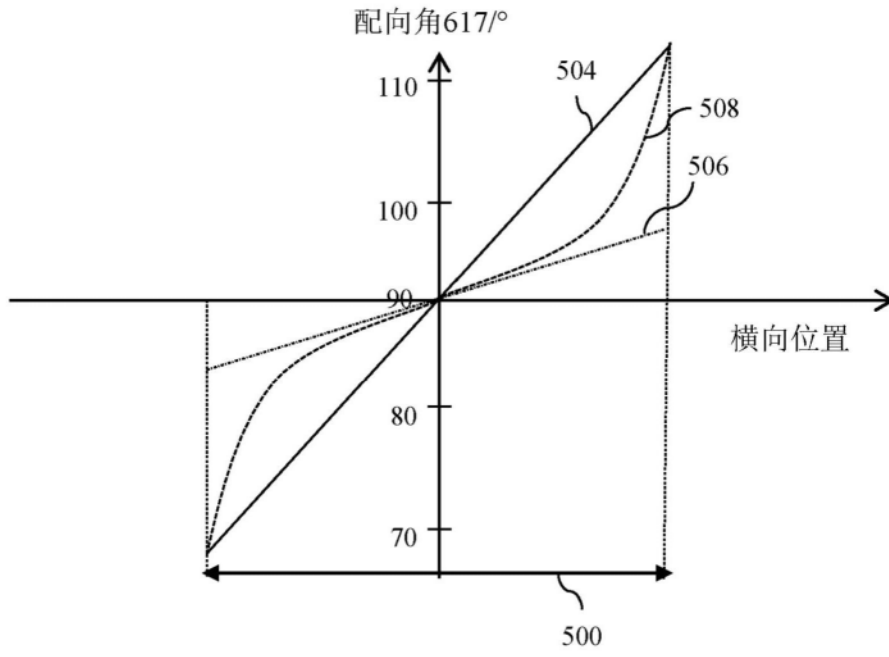


图4



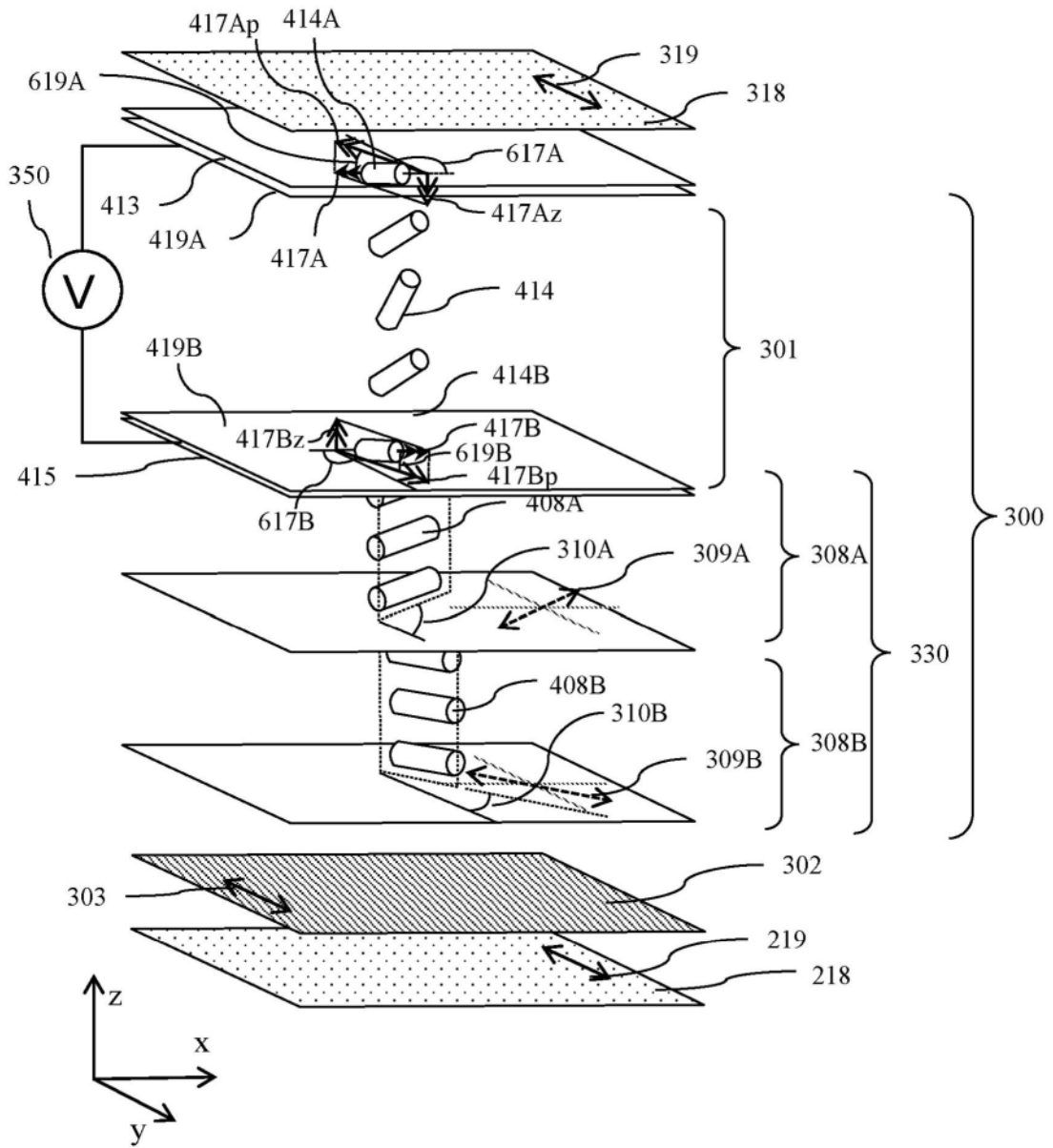


图5A

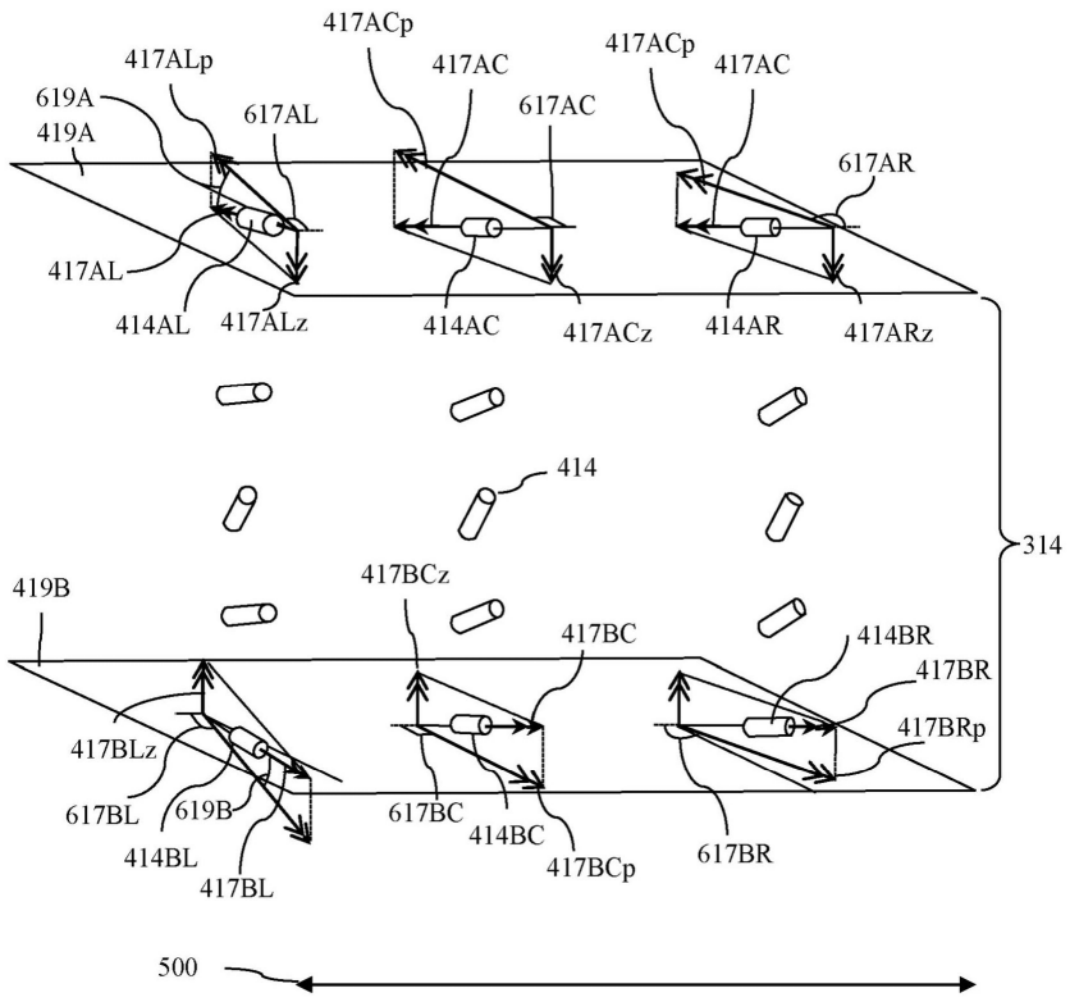


图5B

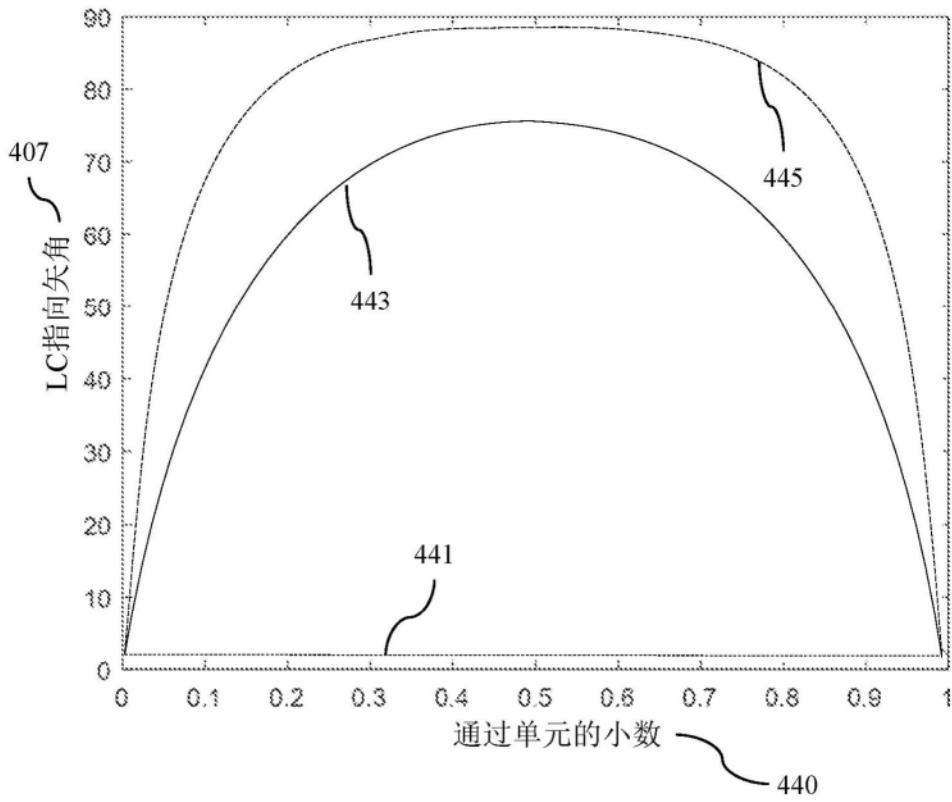


图6

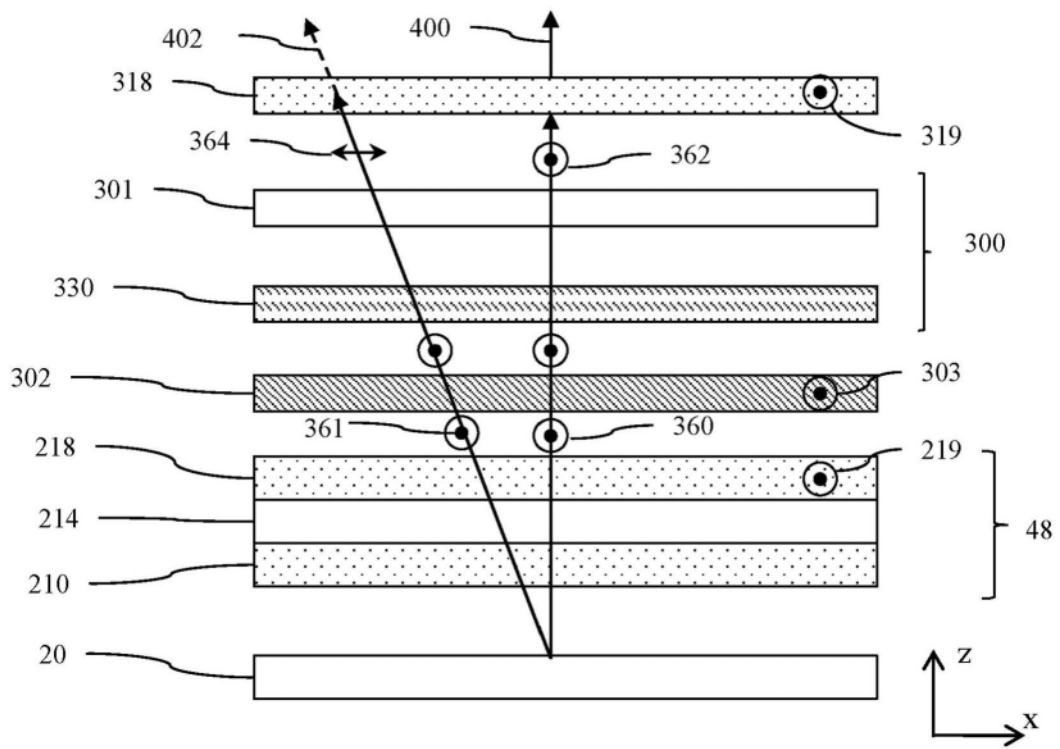


图7

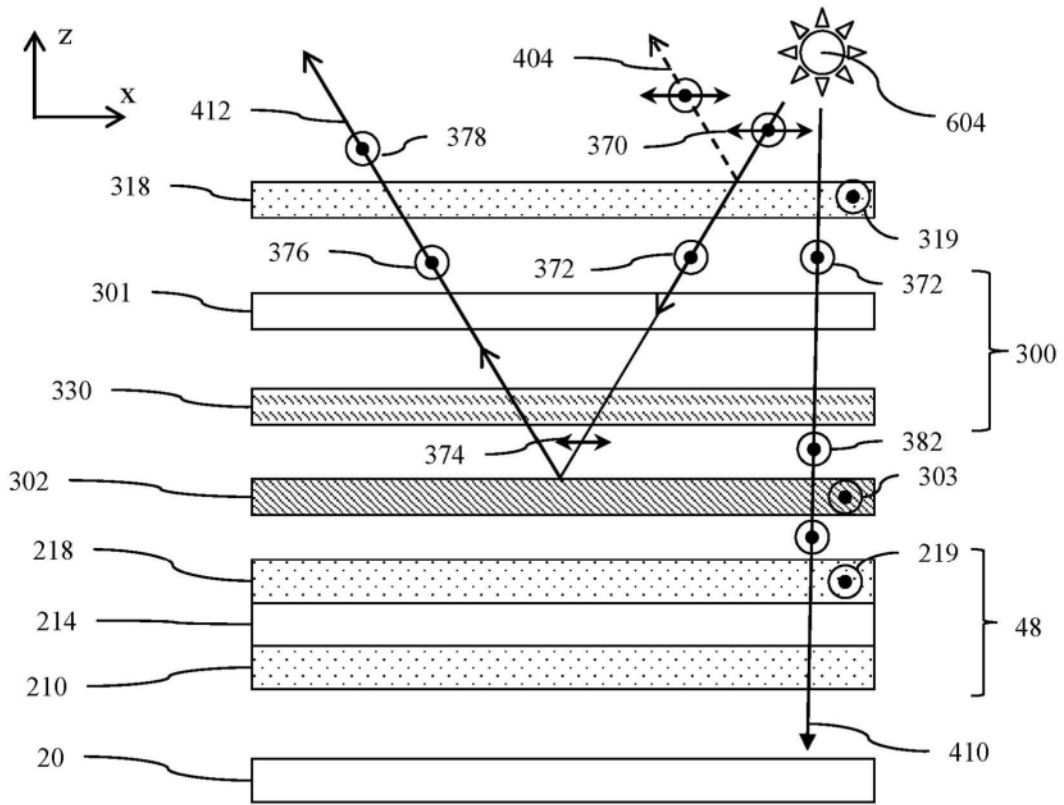


图8

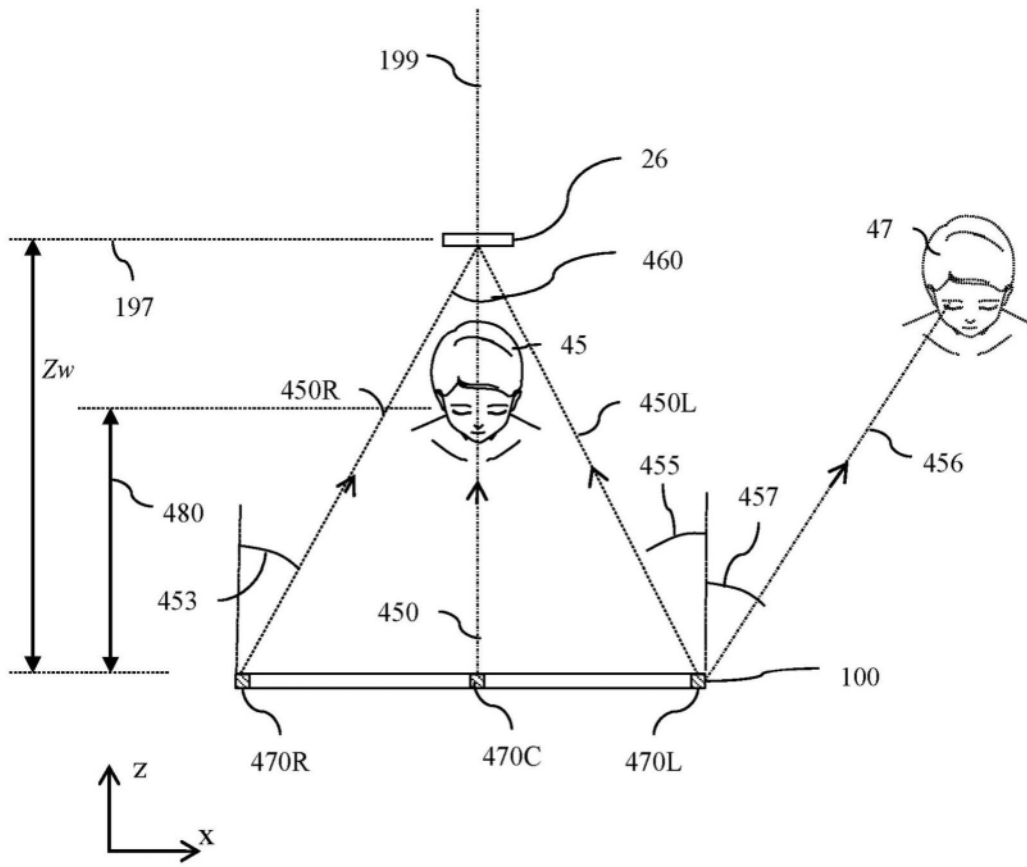


图9A

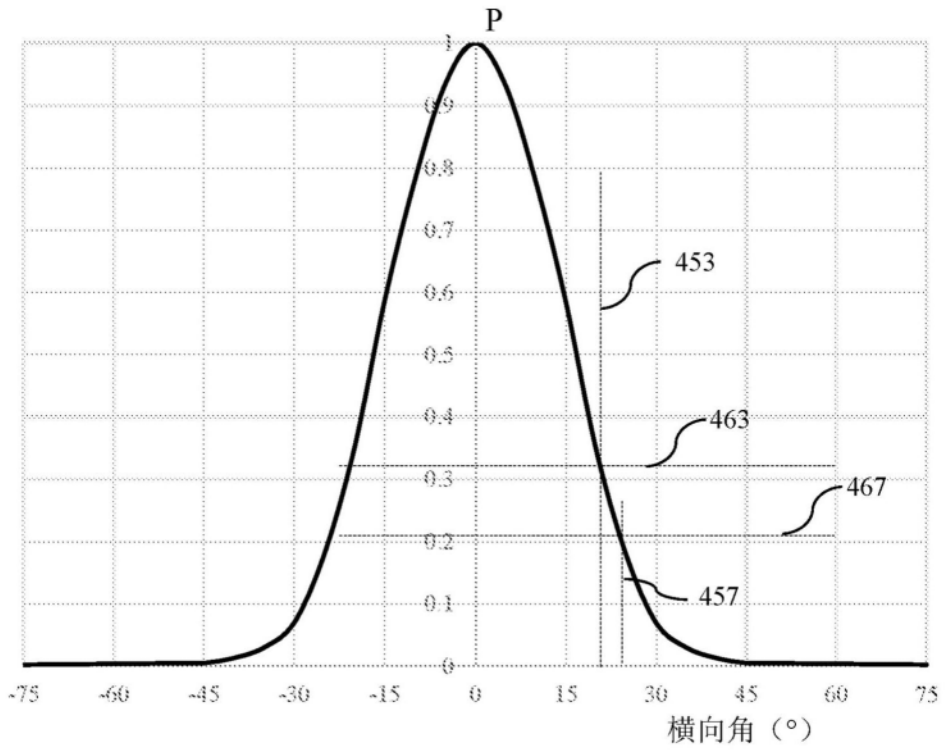


图9B

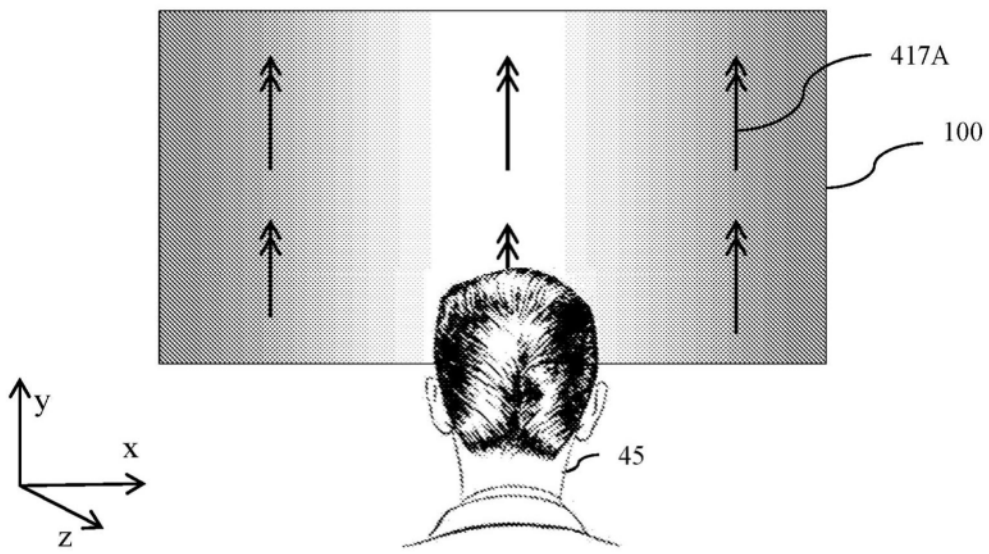


图9C

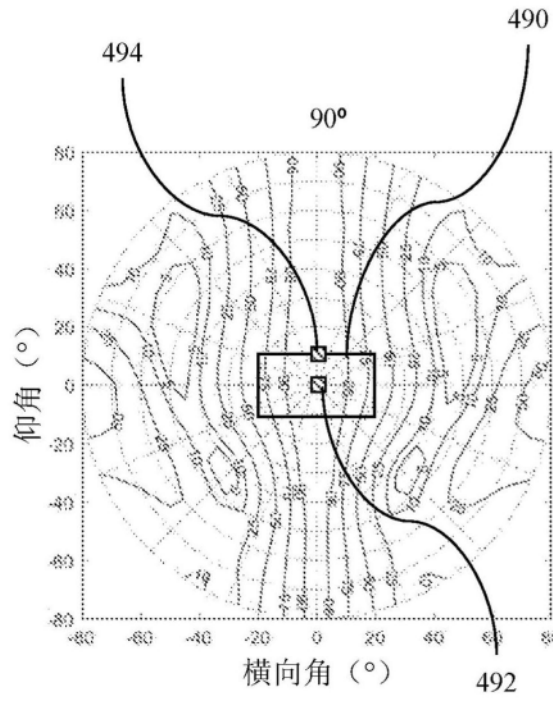


图10A

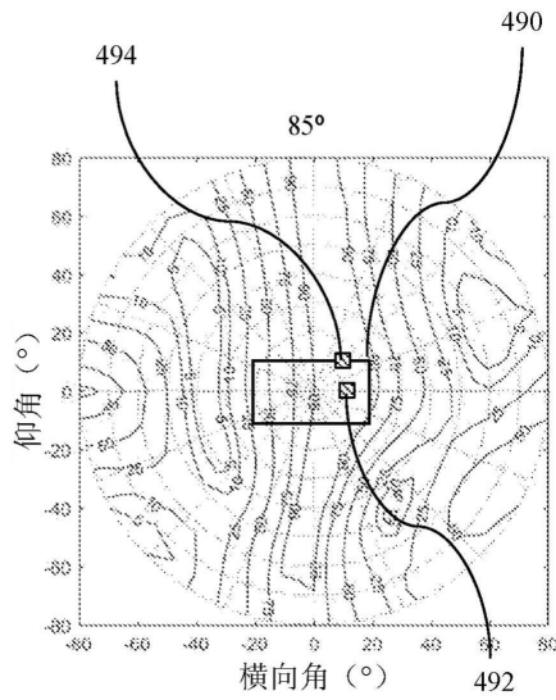


图10B

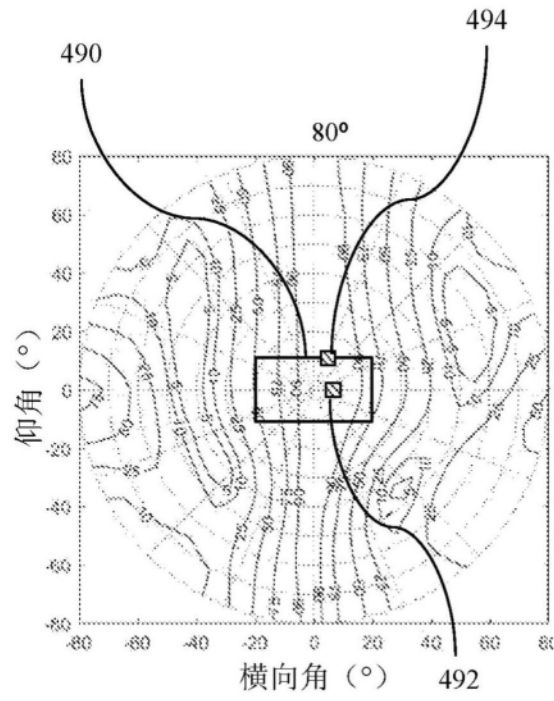


图10C

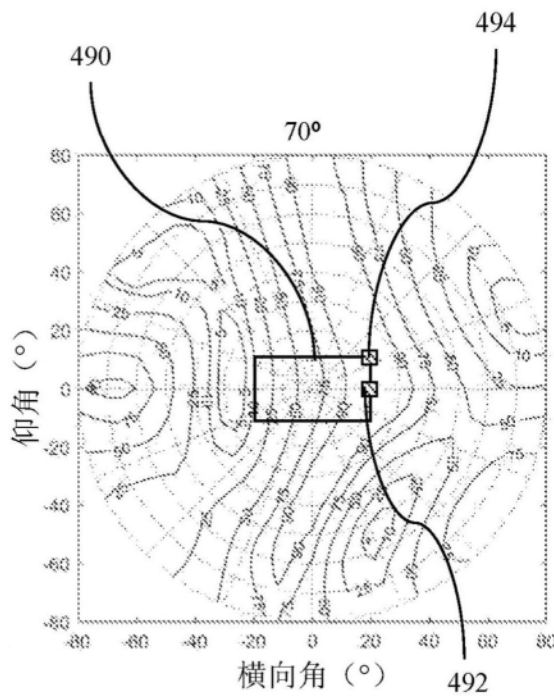


图10D



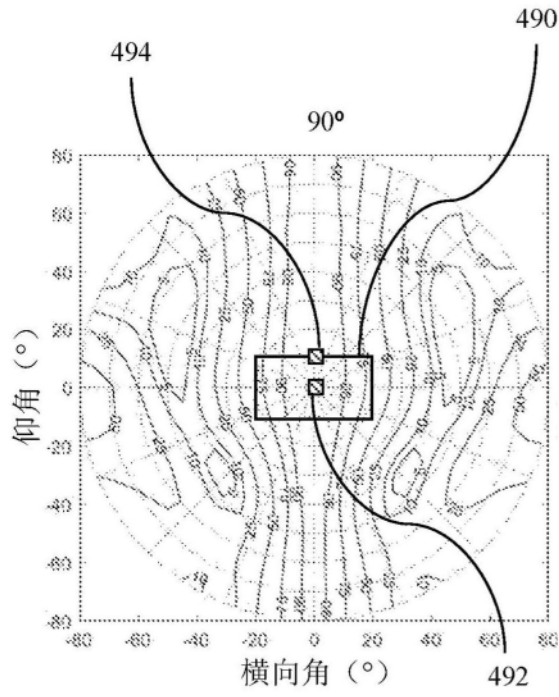


图10E

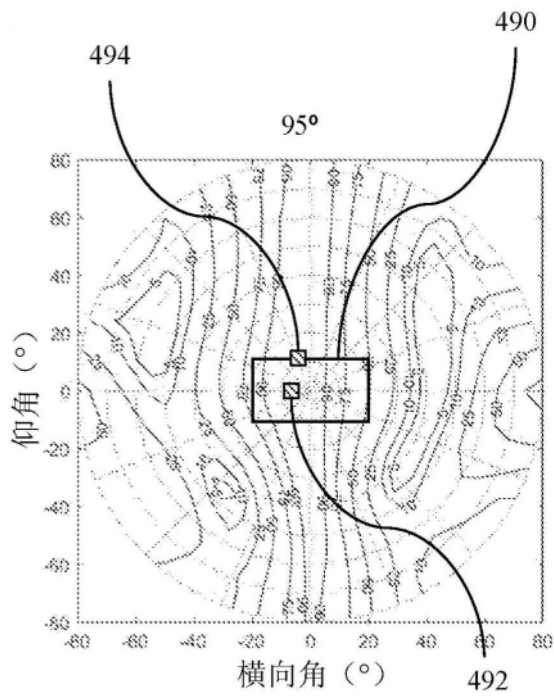


图10F

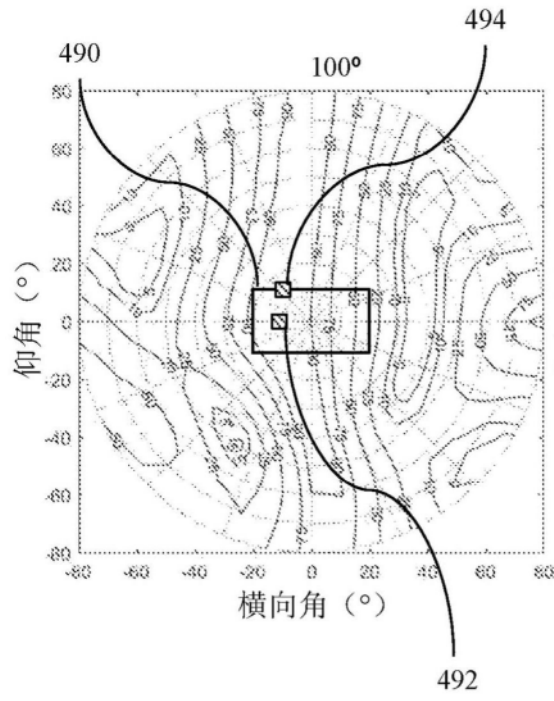


图10G

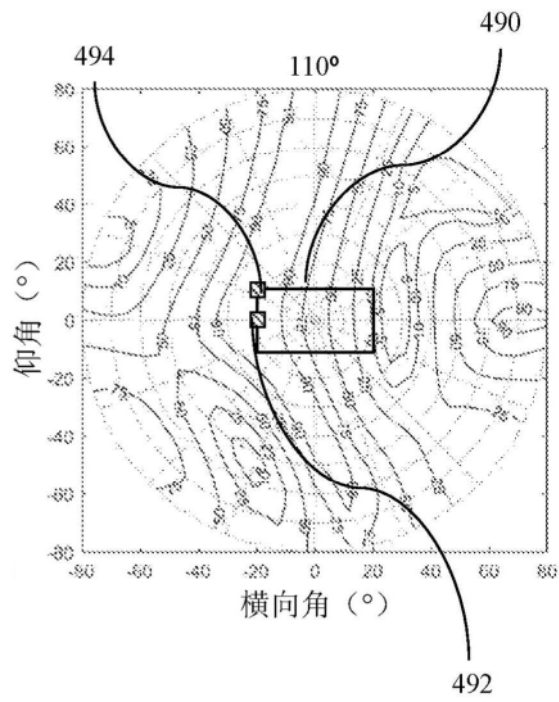


图10H

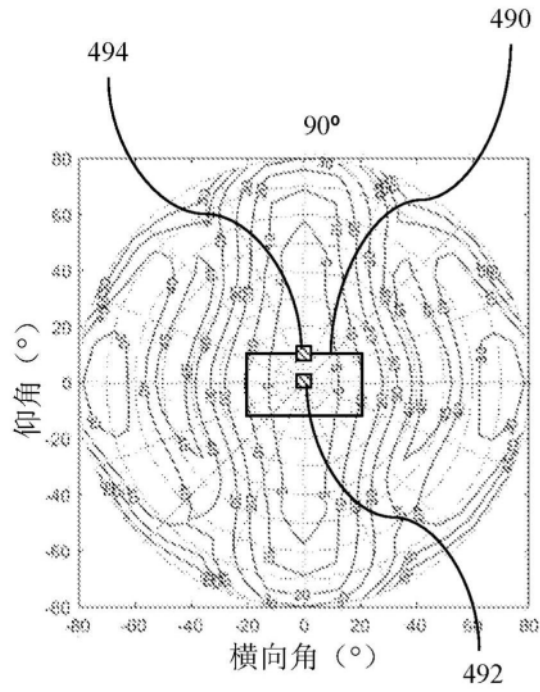


图11A

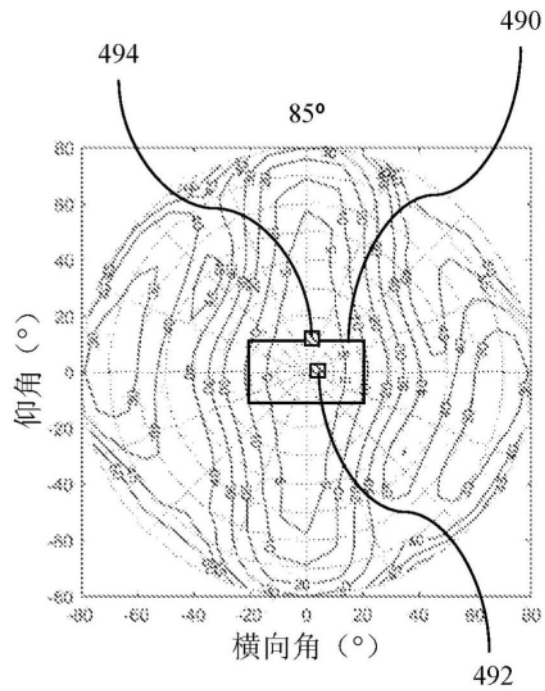


图11B

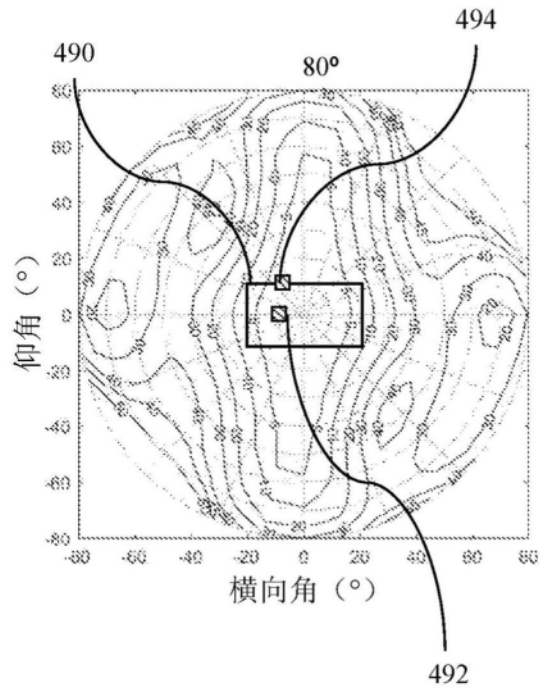


图11C

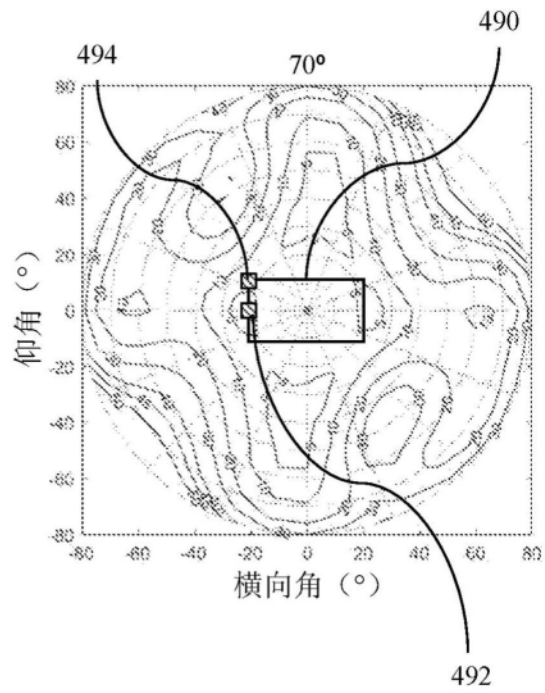


图11D

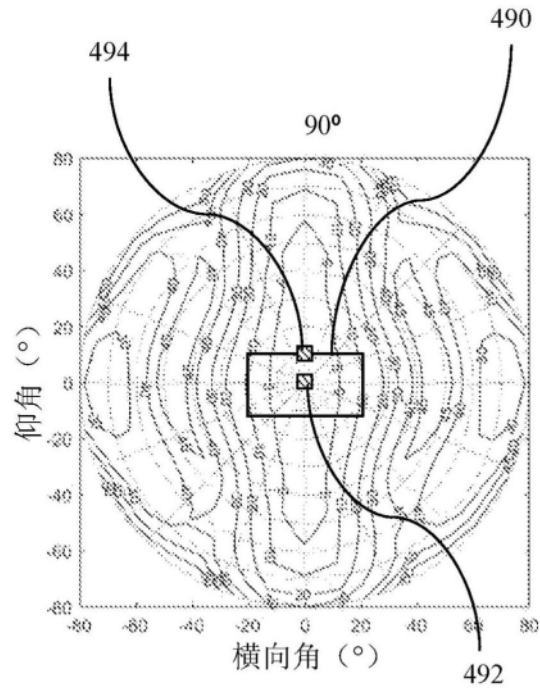


图11E

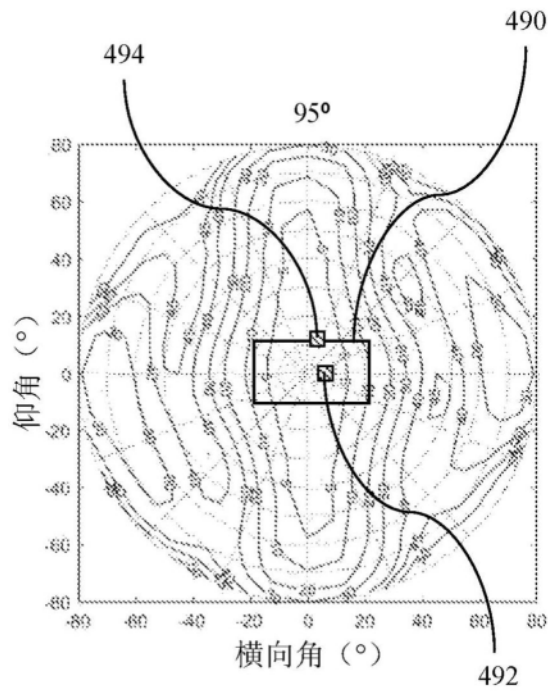


图11F

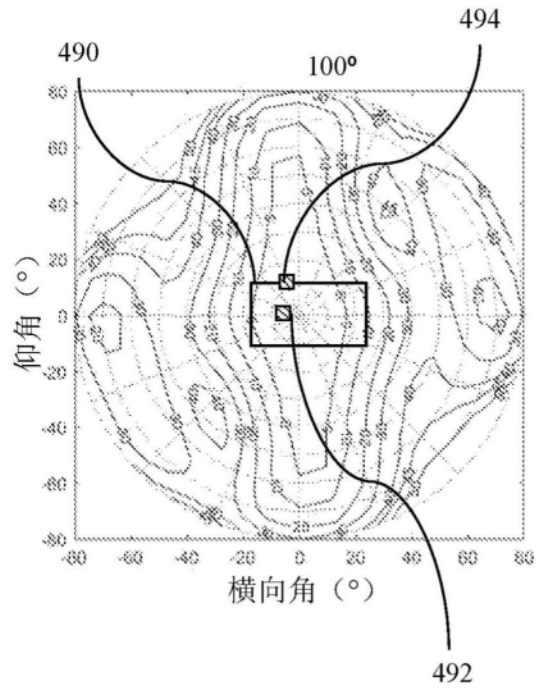


图11G

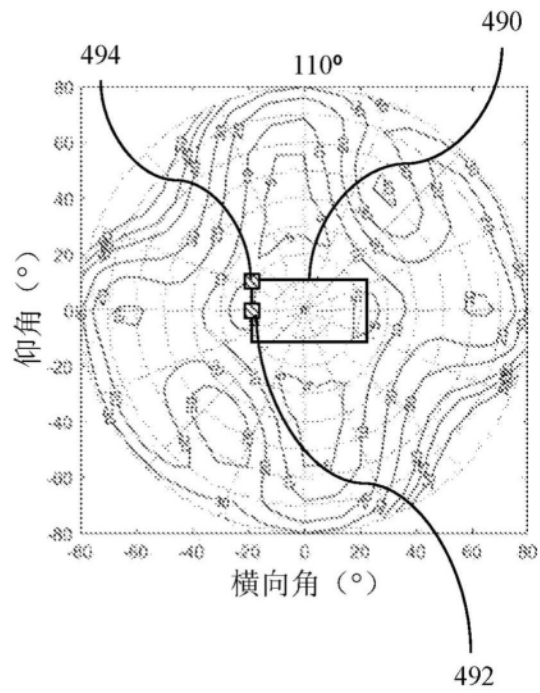


图11H

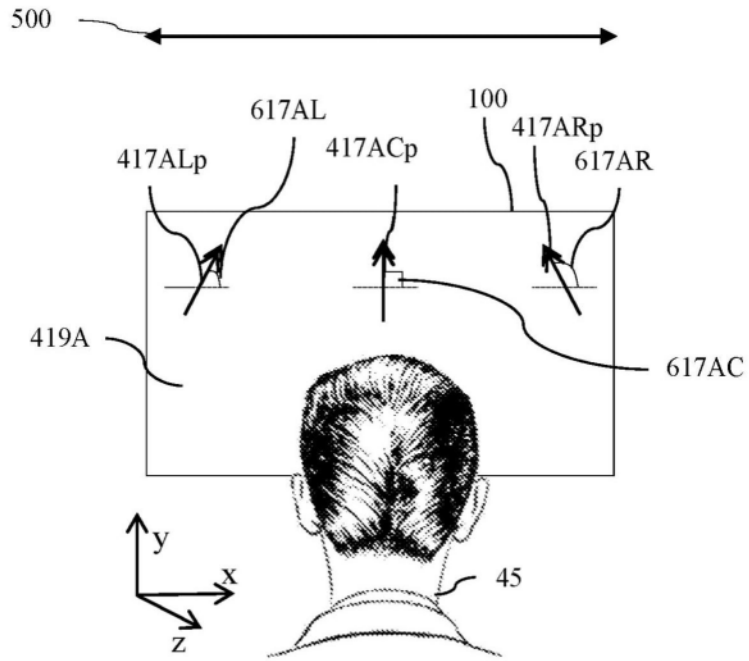


图12A

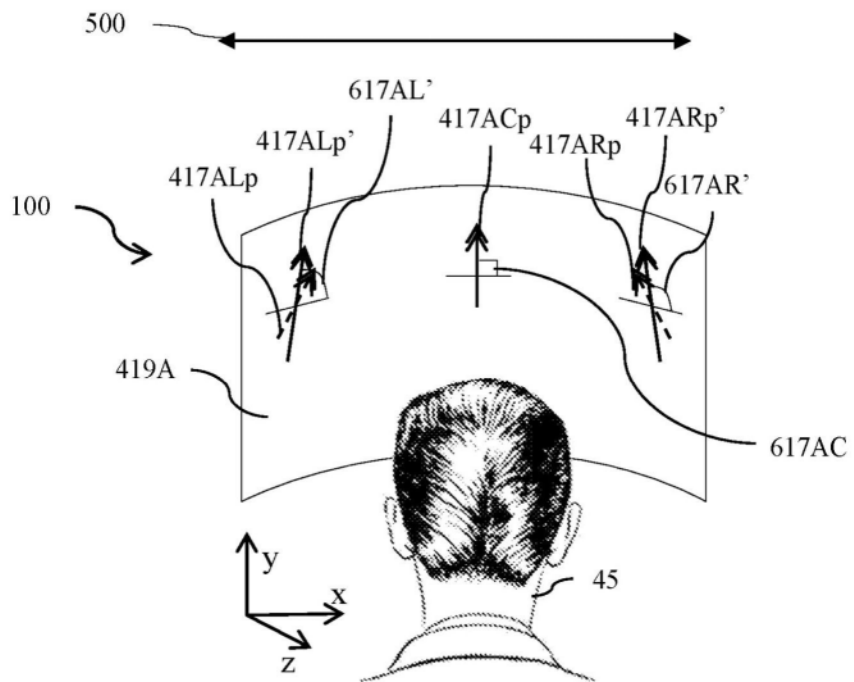


图12B

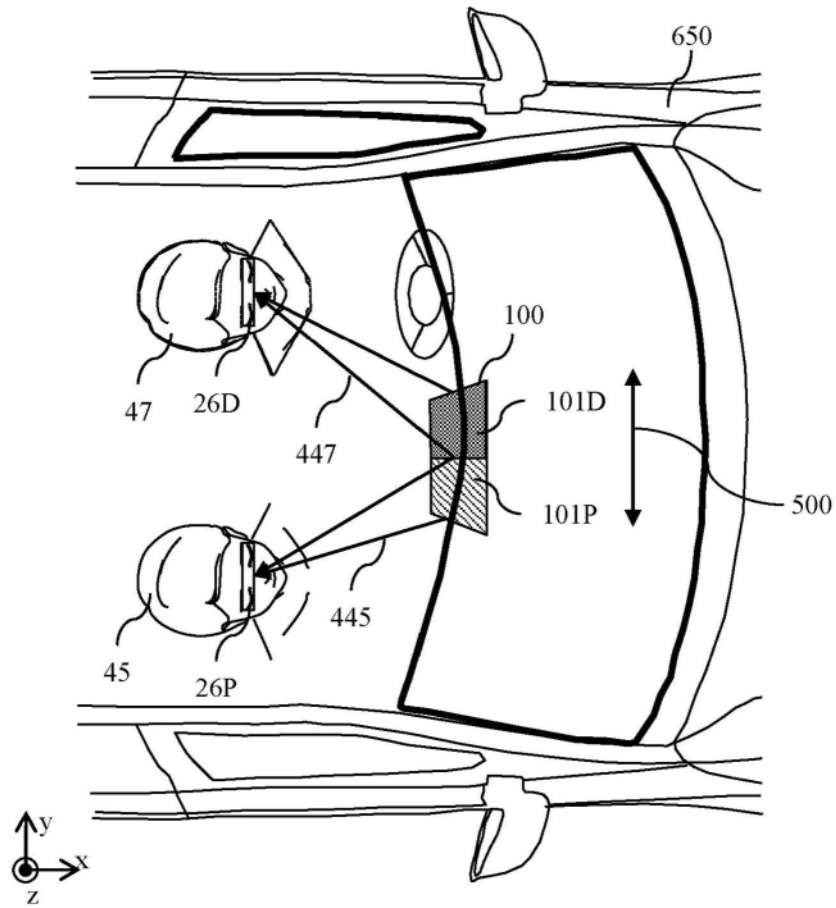


图13A

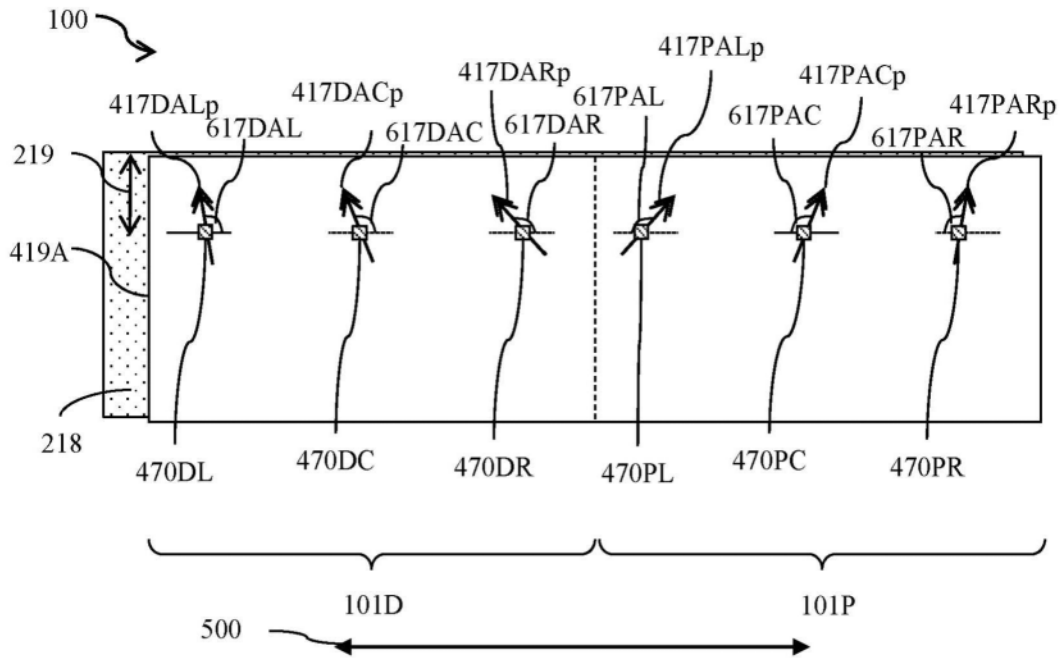


图13B



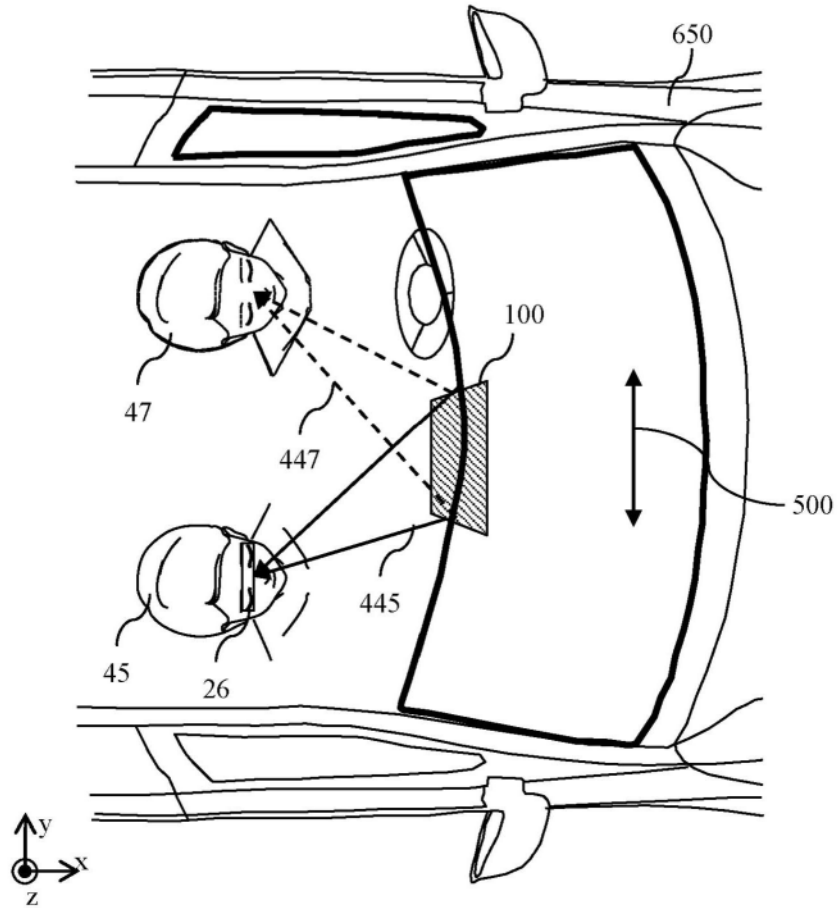


图13C

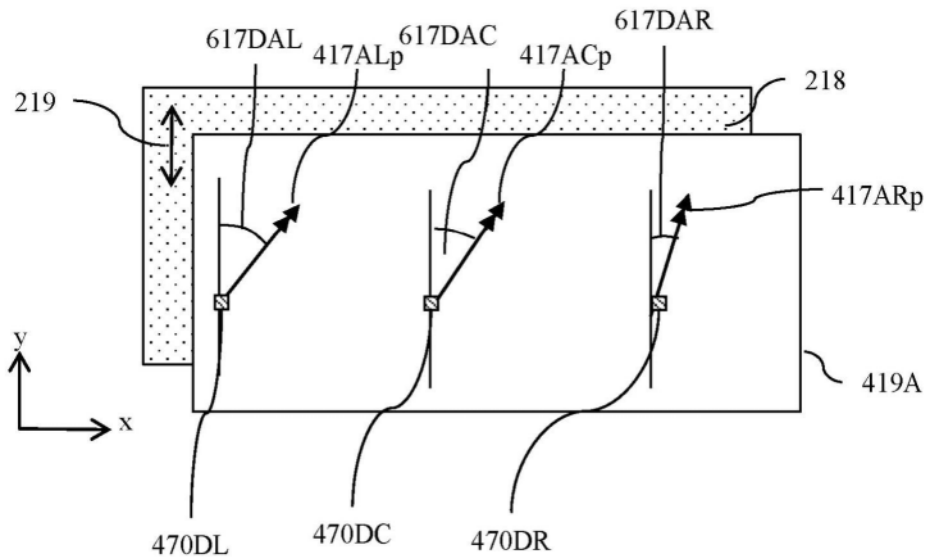


图13D

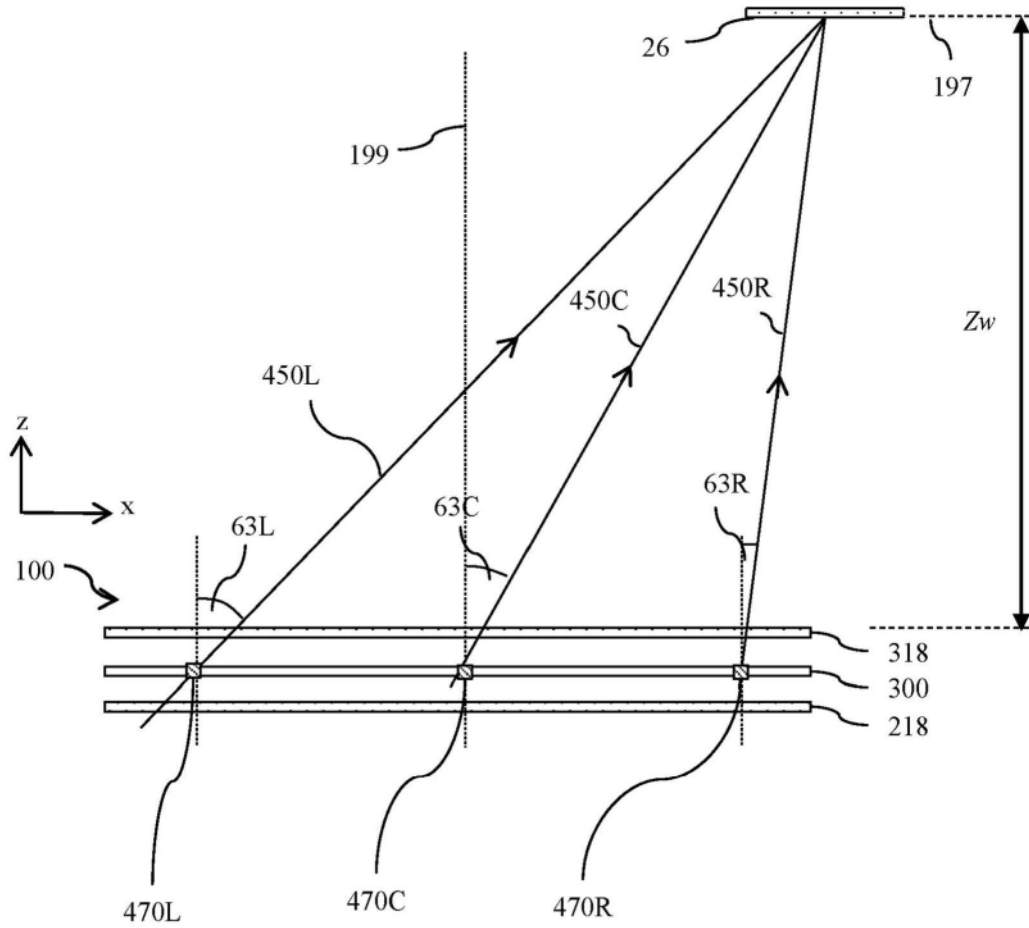


图13E

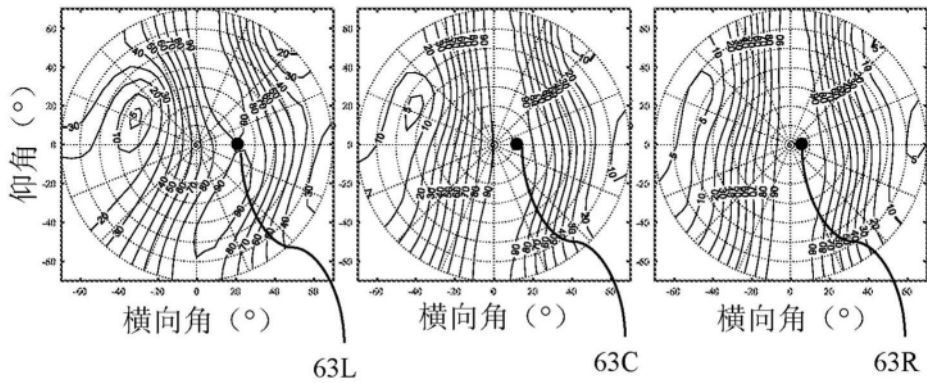


图13F

图13G

图13H

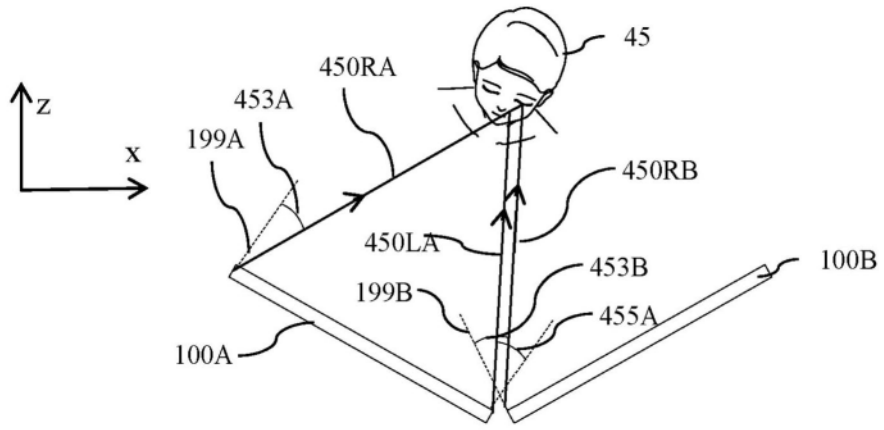


图14A

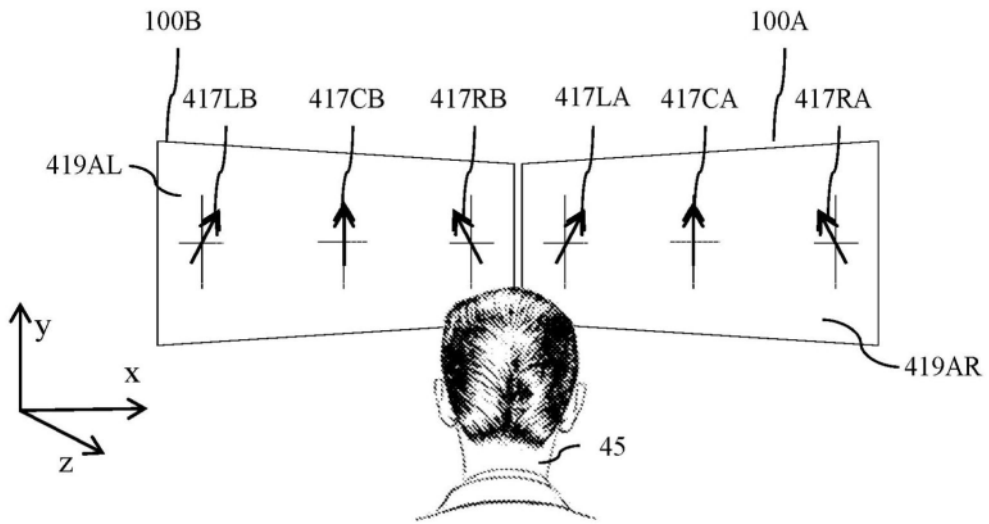


图14B

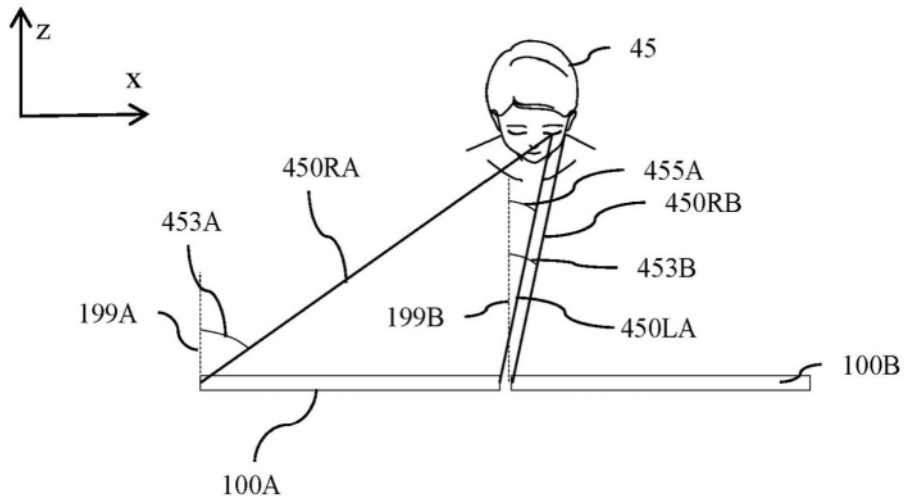


图15A

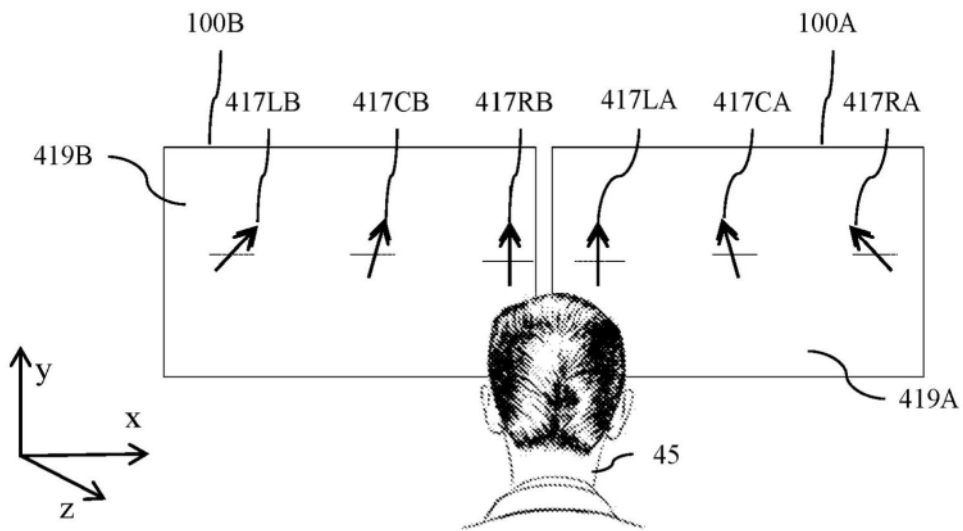


图15B

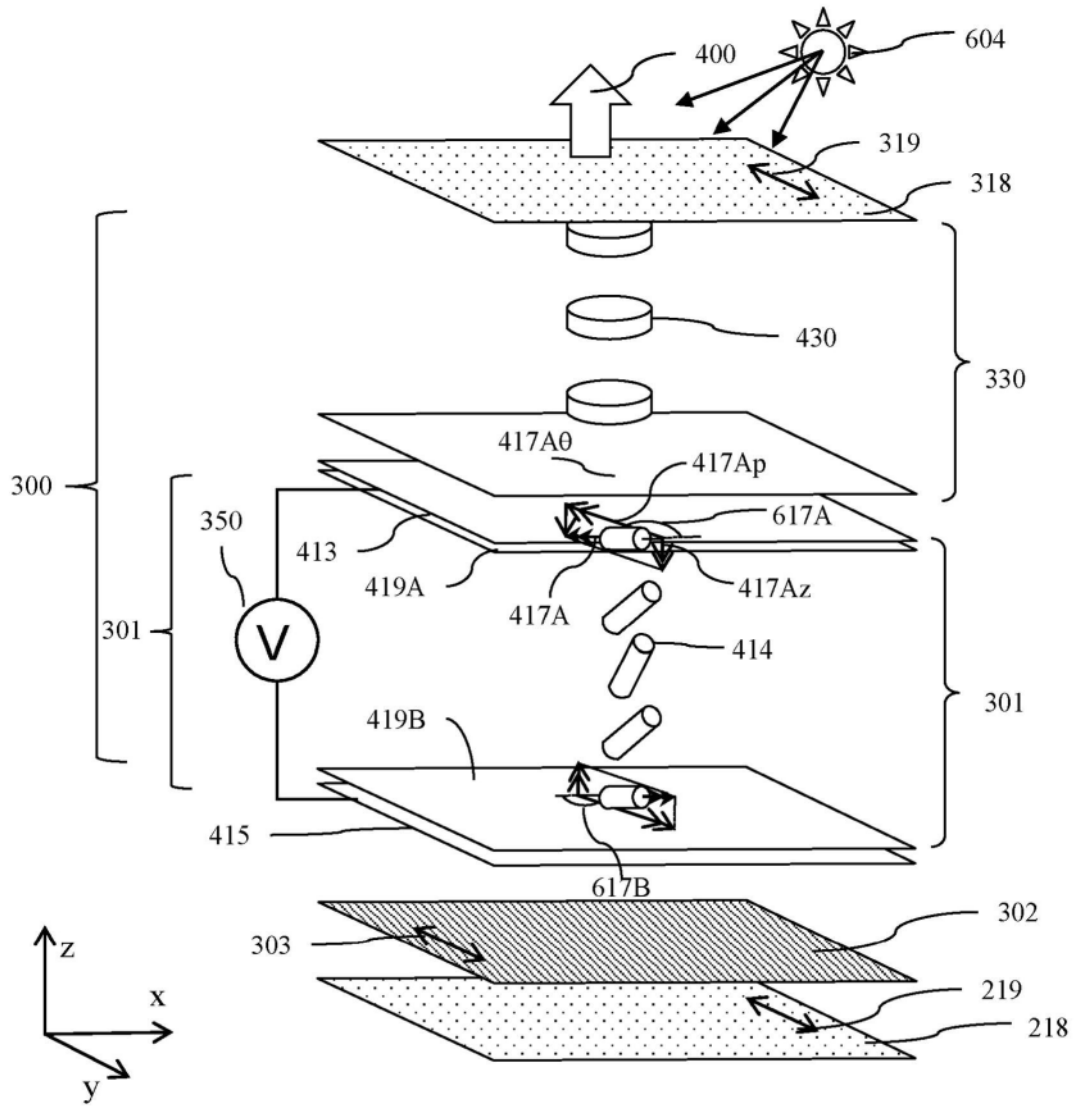


图16

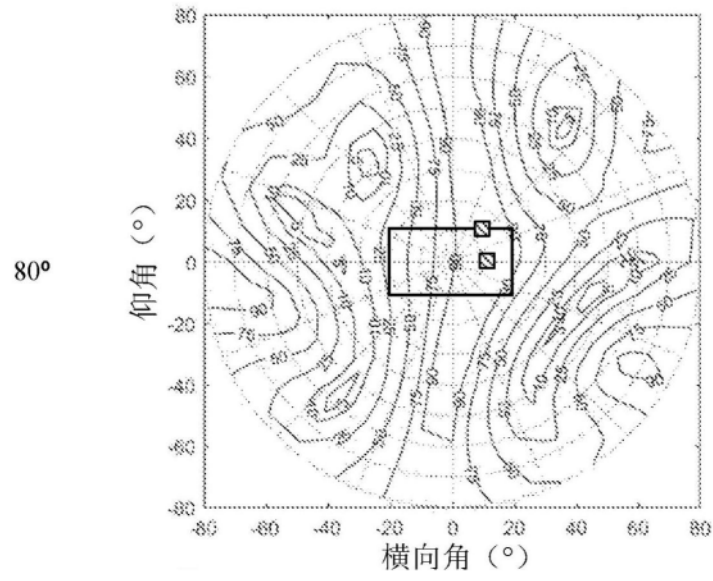


图17A

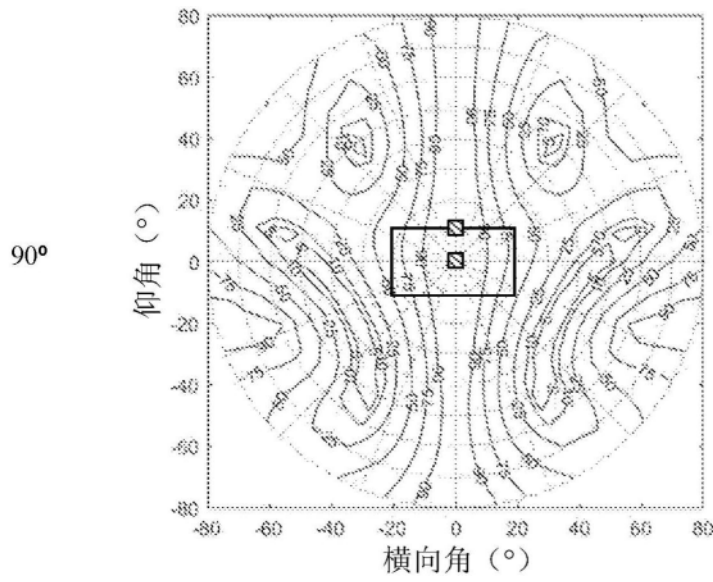


图17B

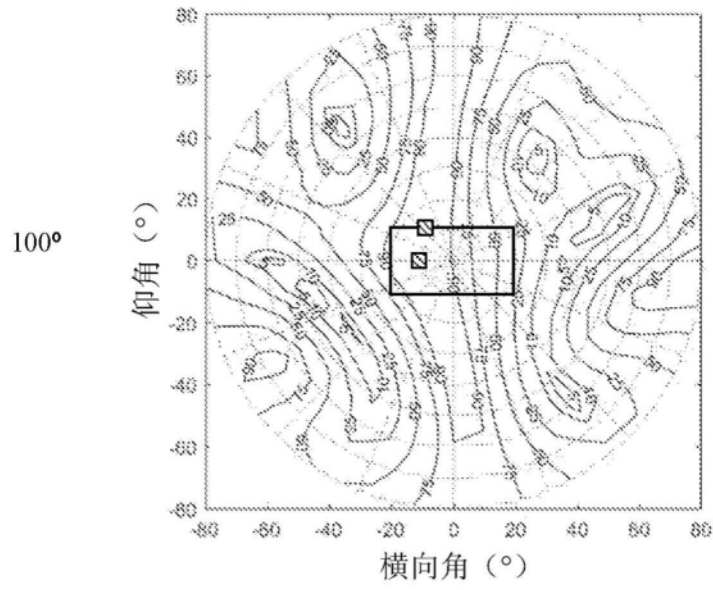


图17C

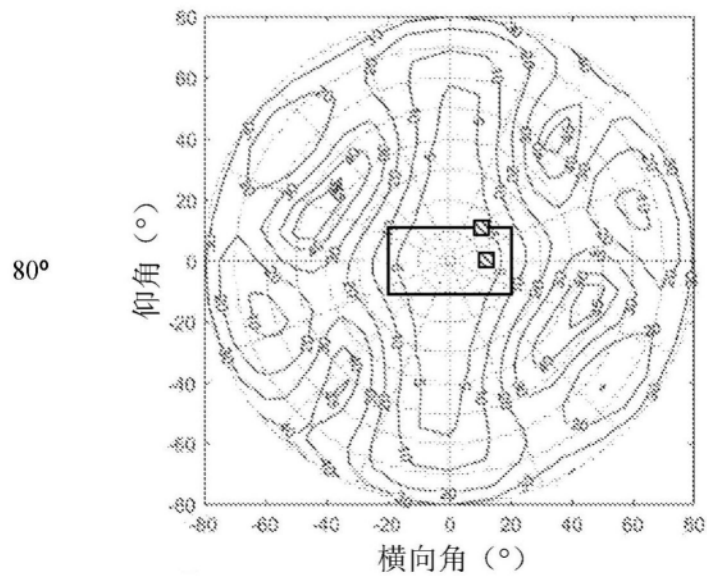


图17D

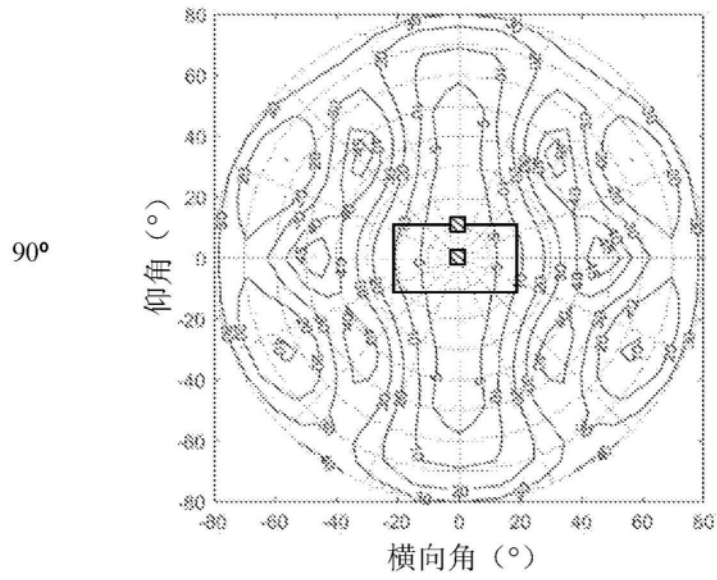


图17E

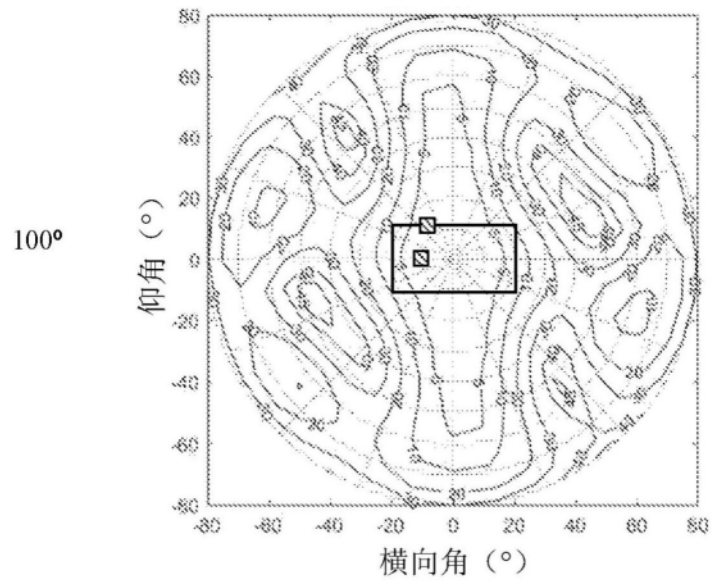


图17F



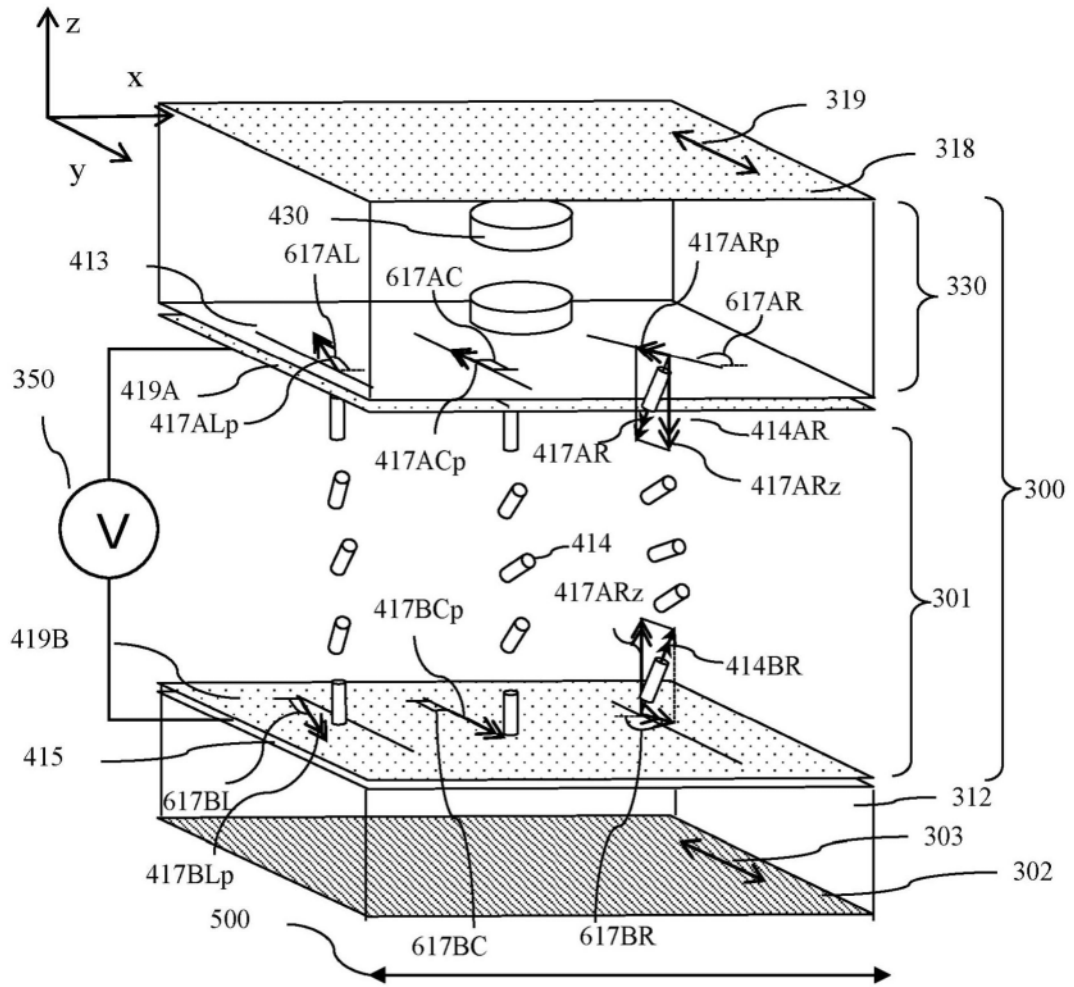


图18A

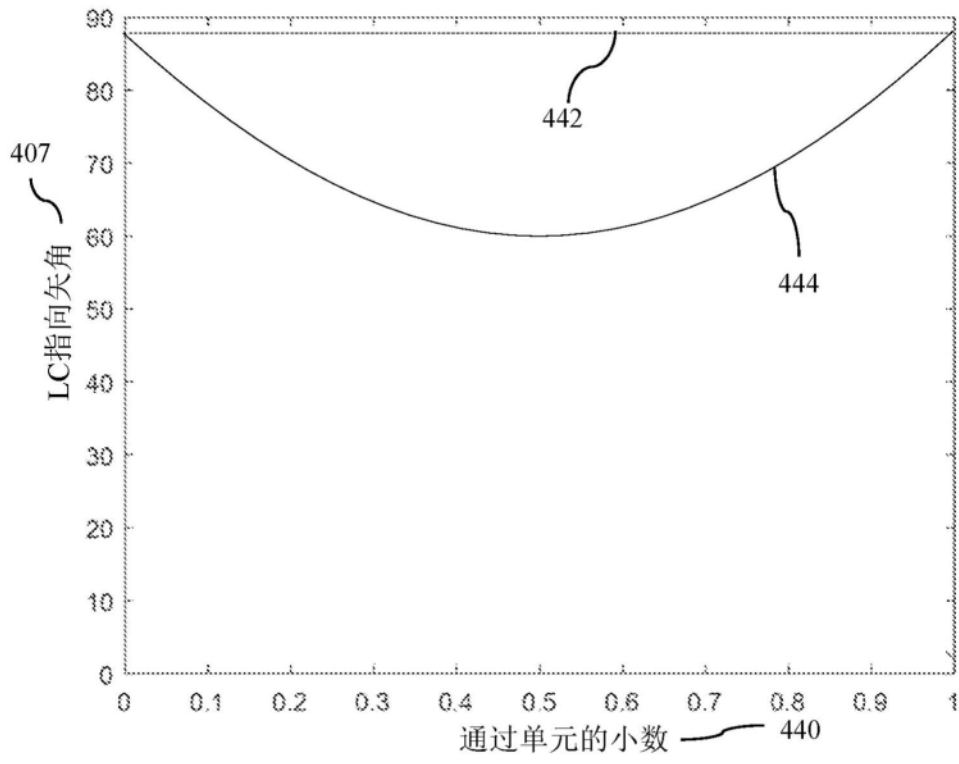


图18B

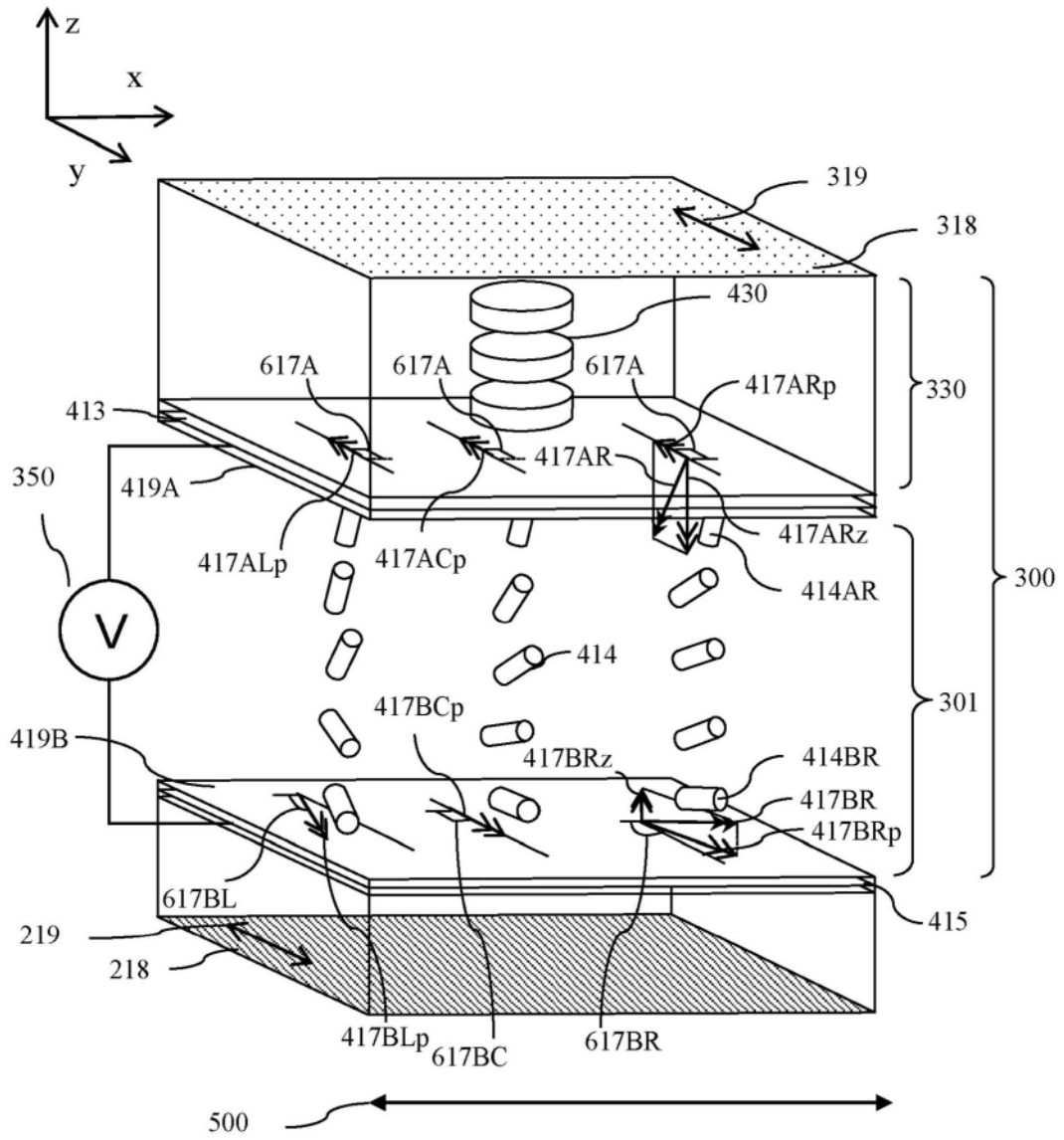


图19A

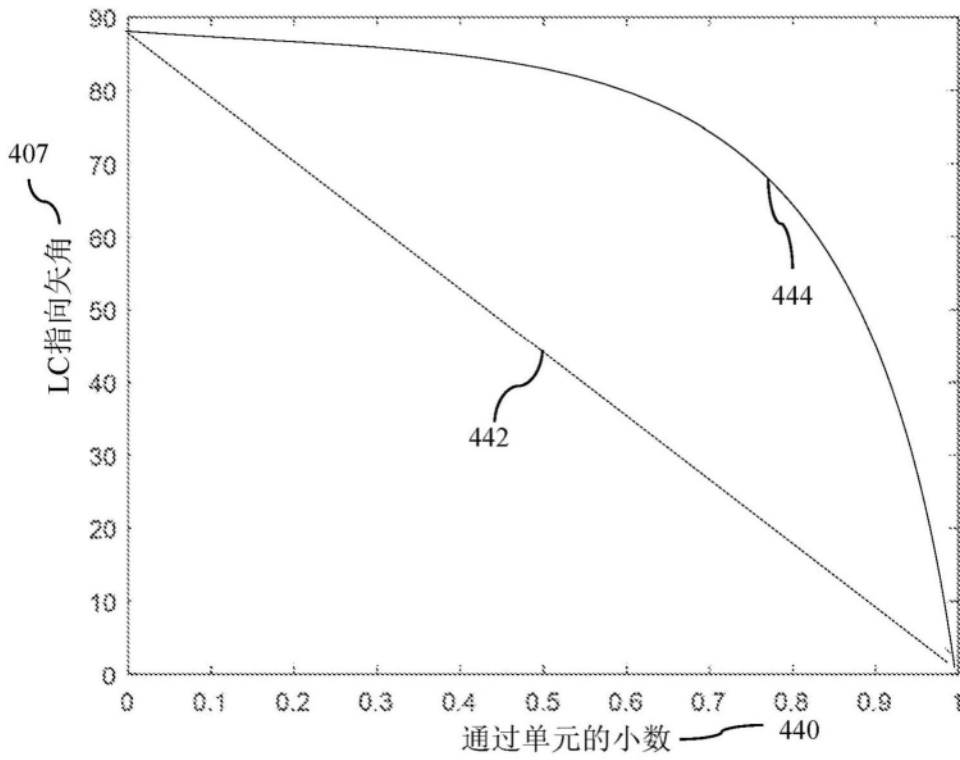


图19B

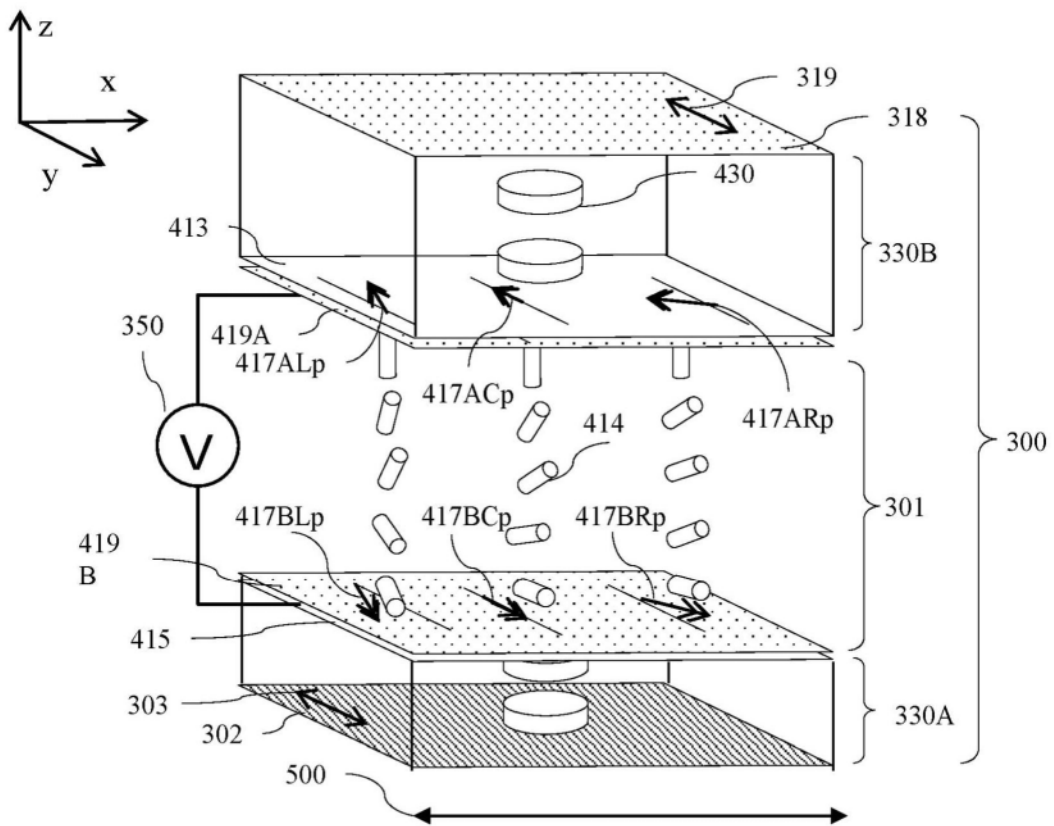


图19C

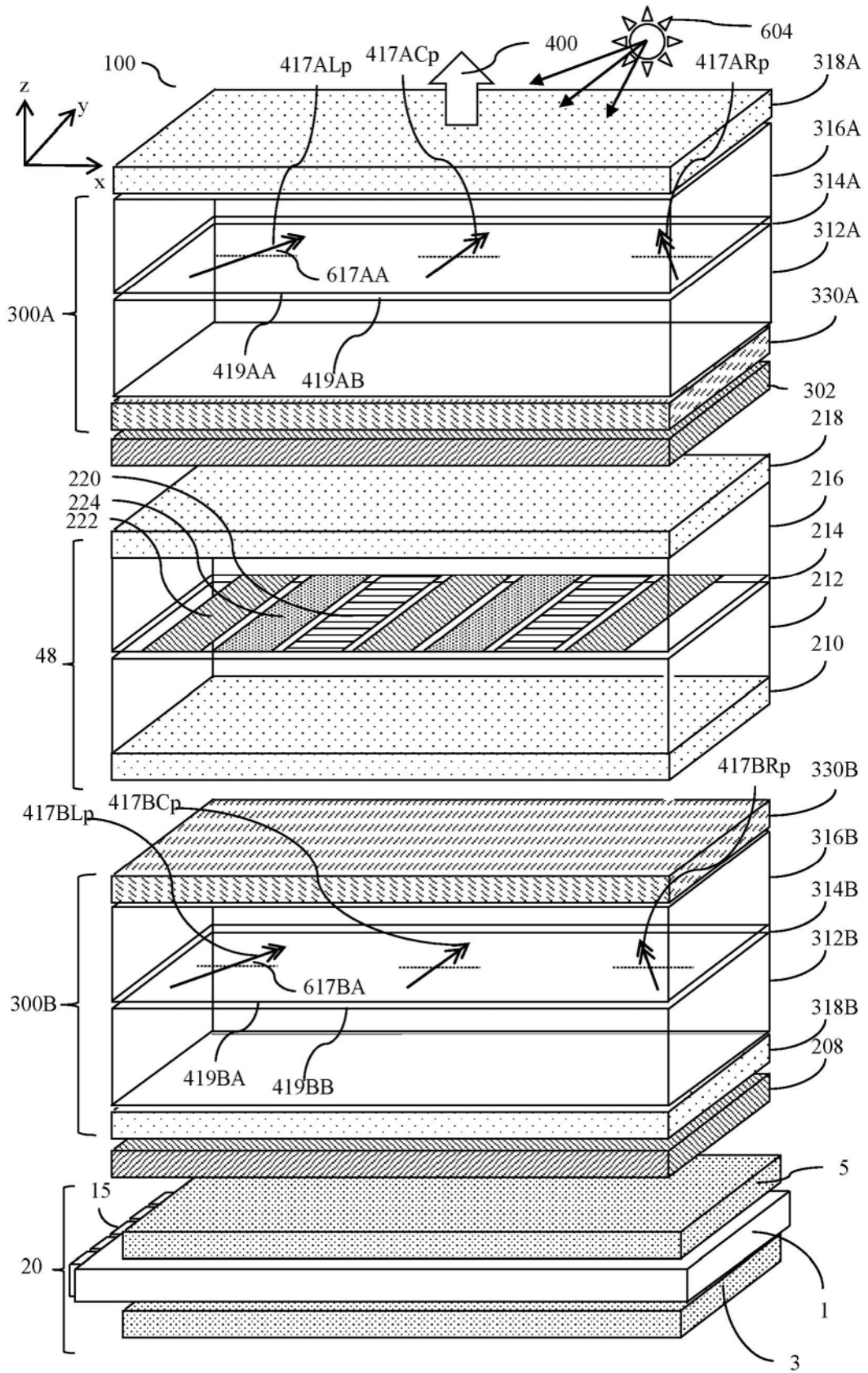


图20A

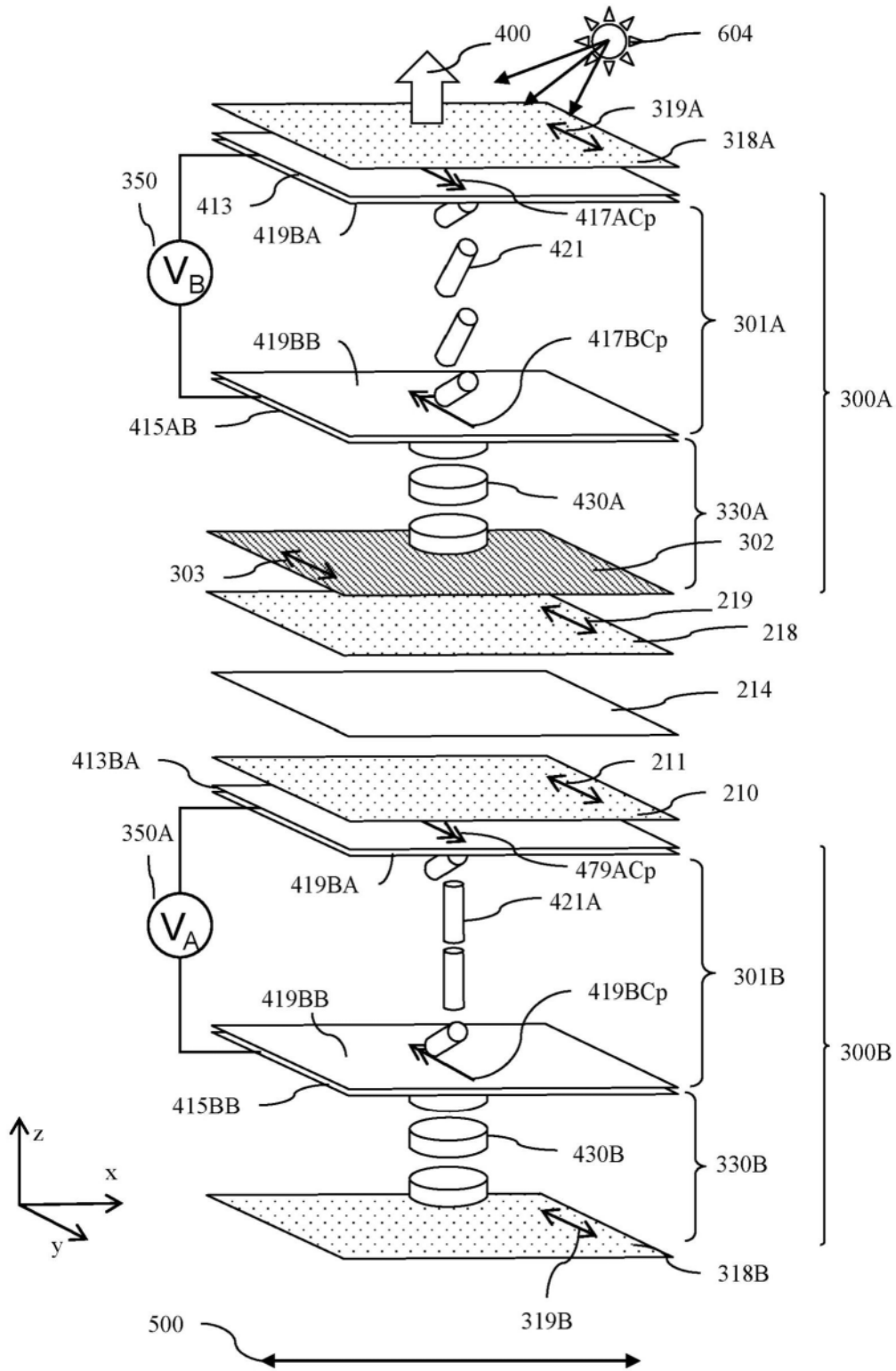


图20B

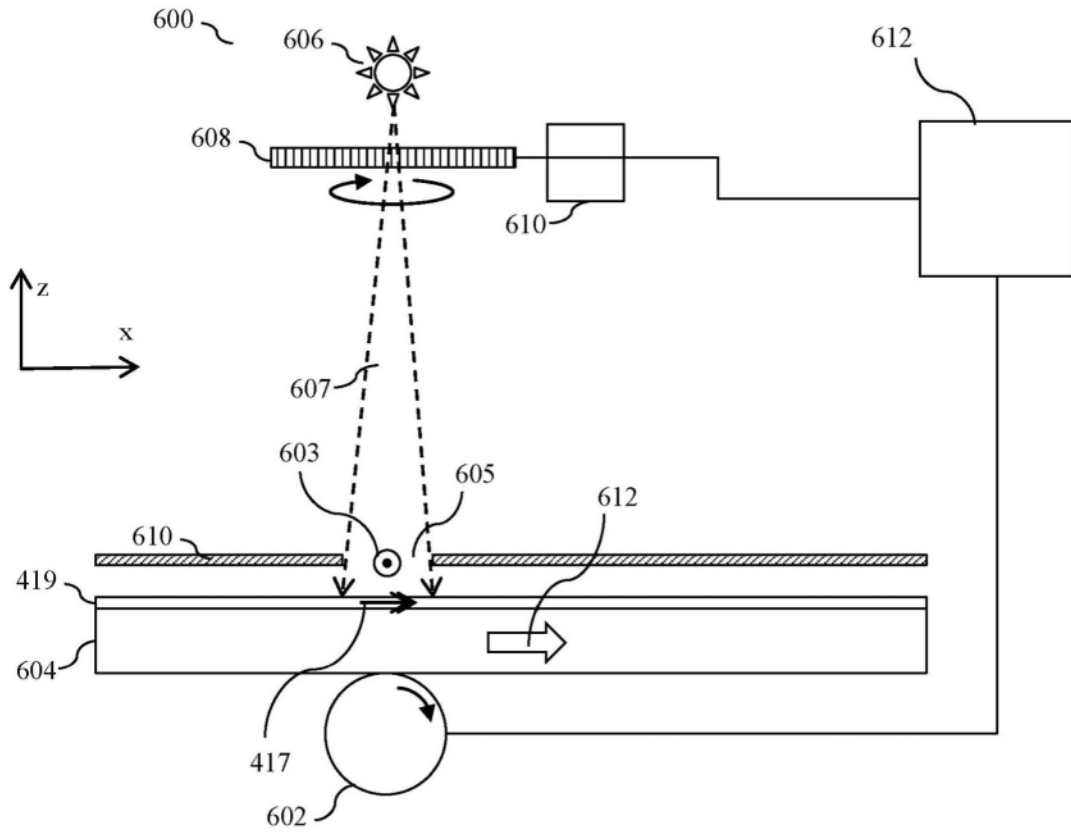


图21

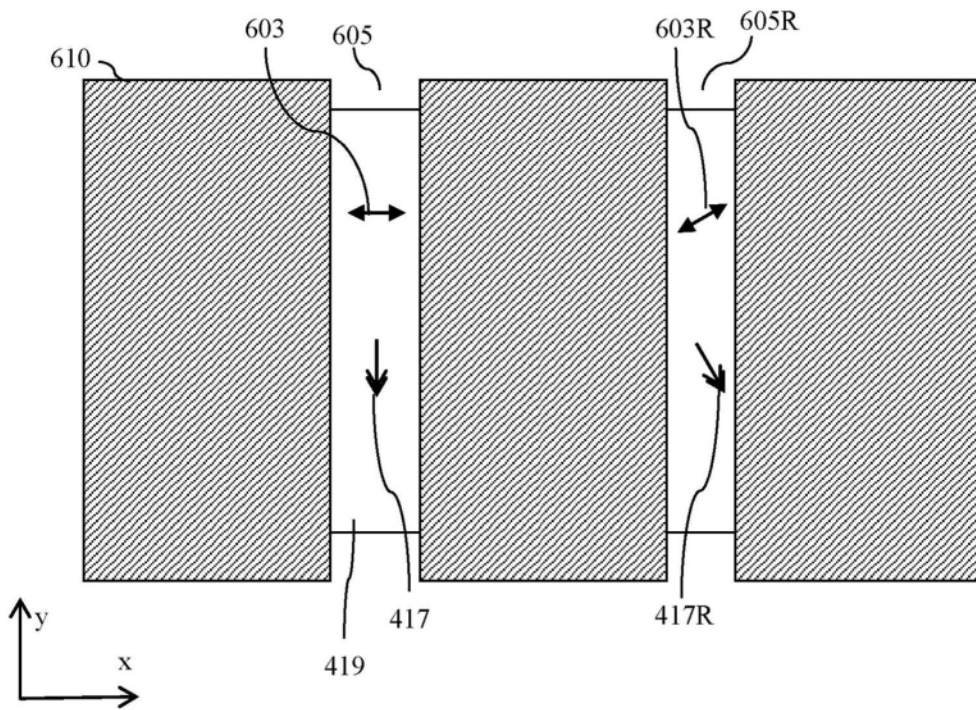


图22

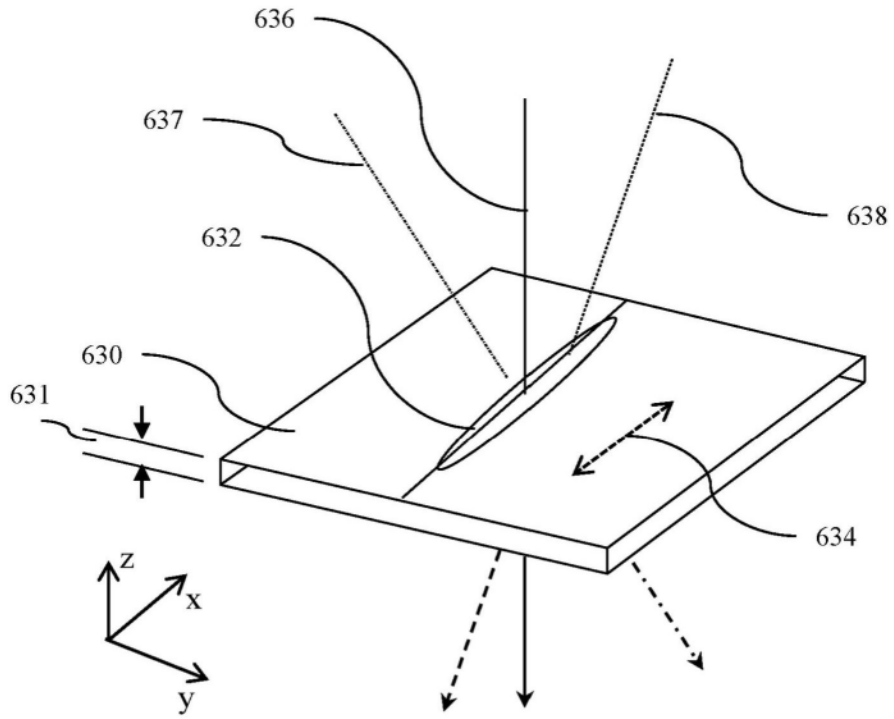


图23A

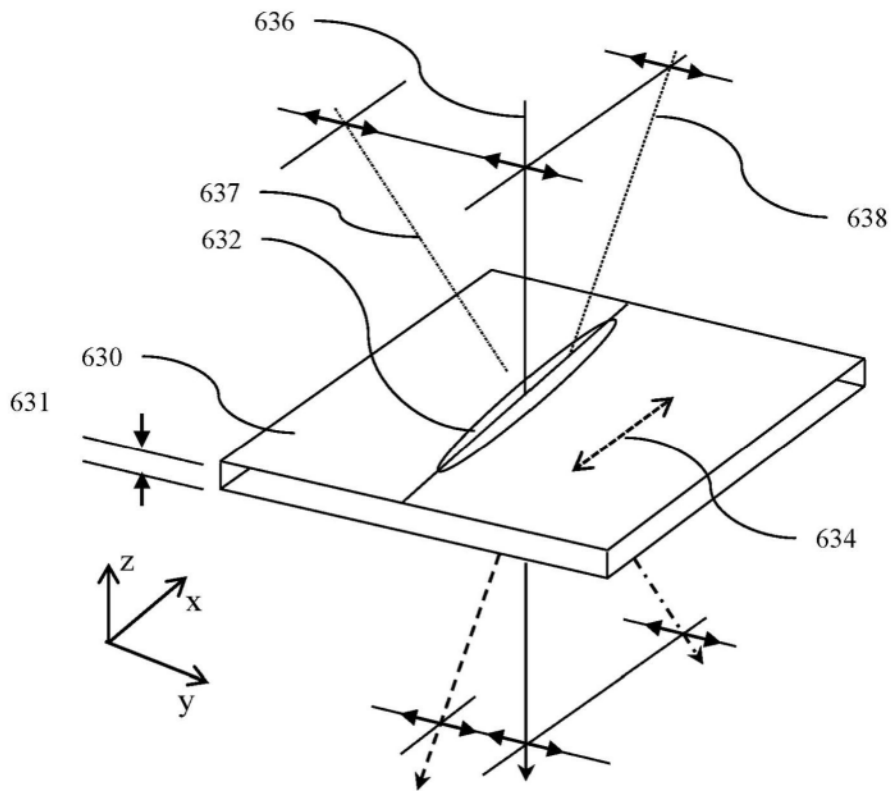


图23B



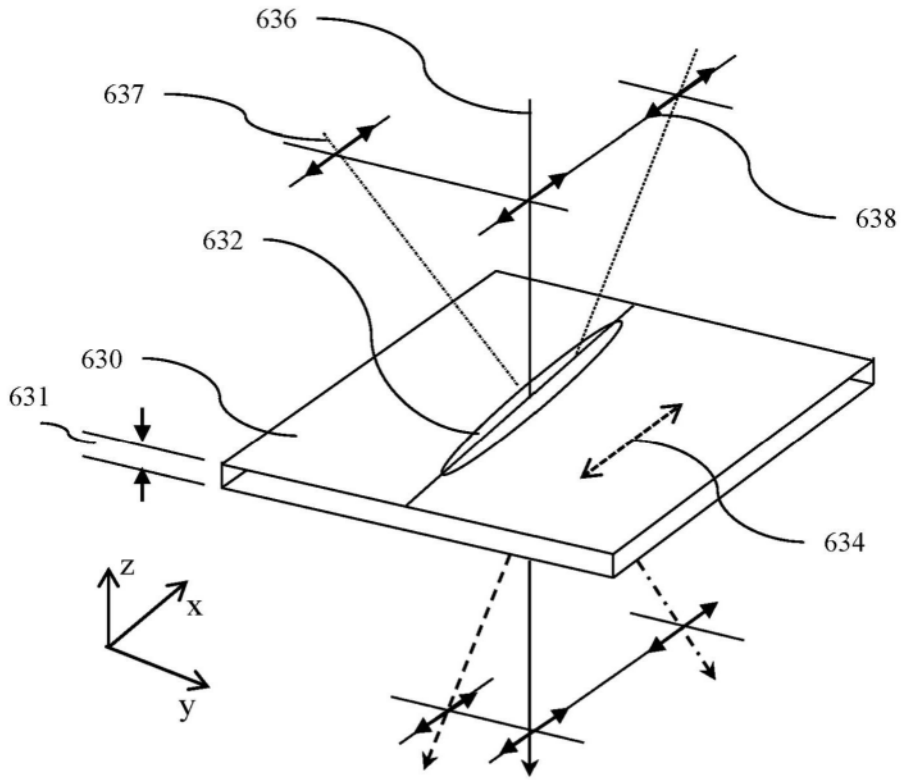


图23C

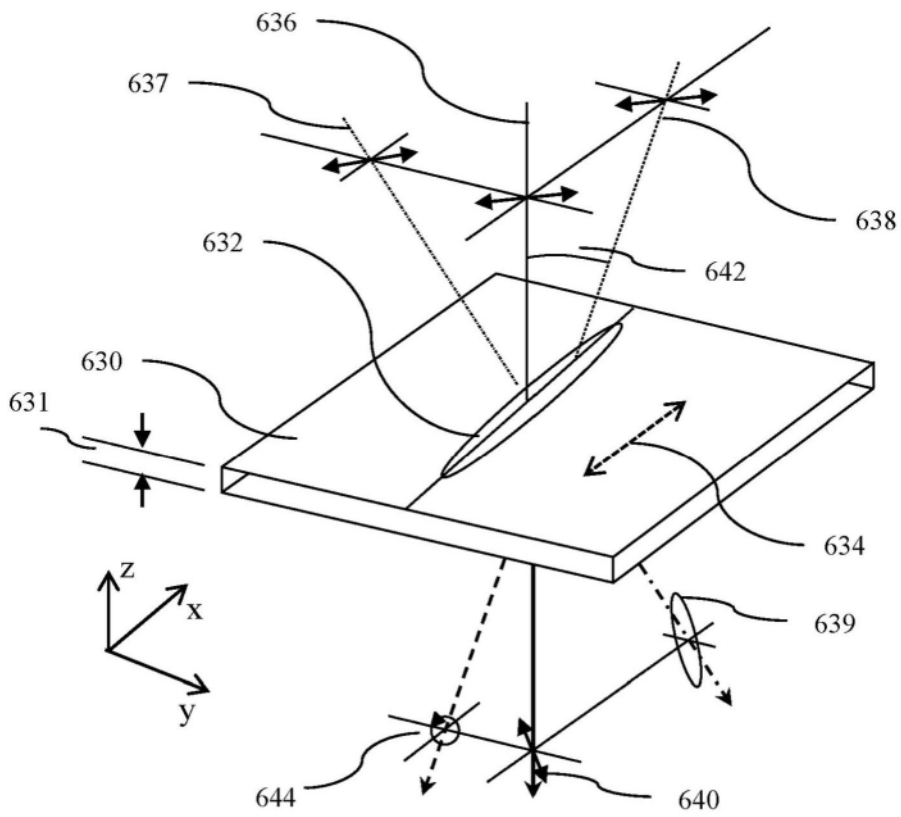


图23D

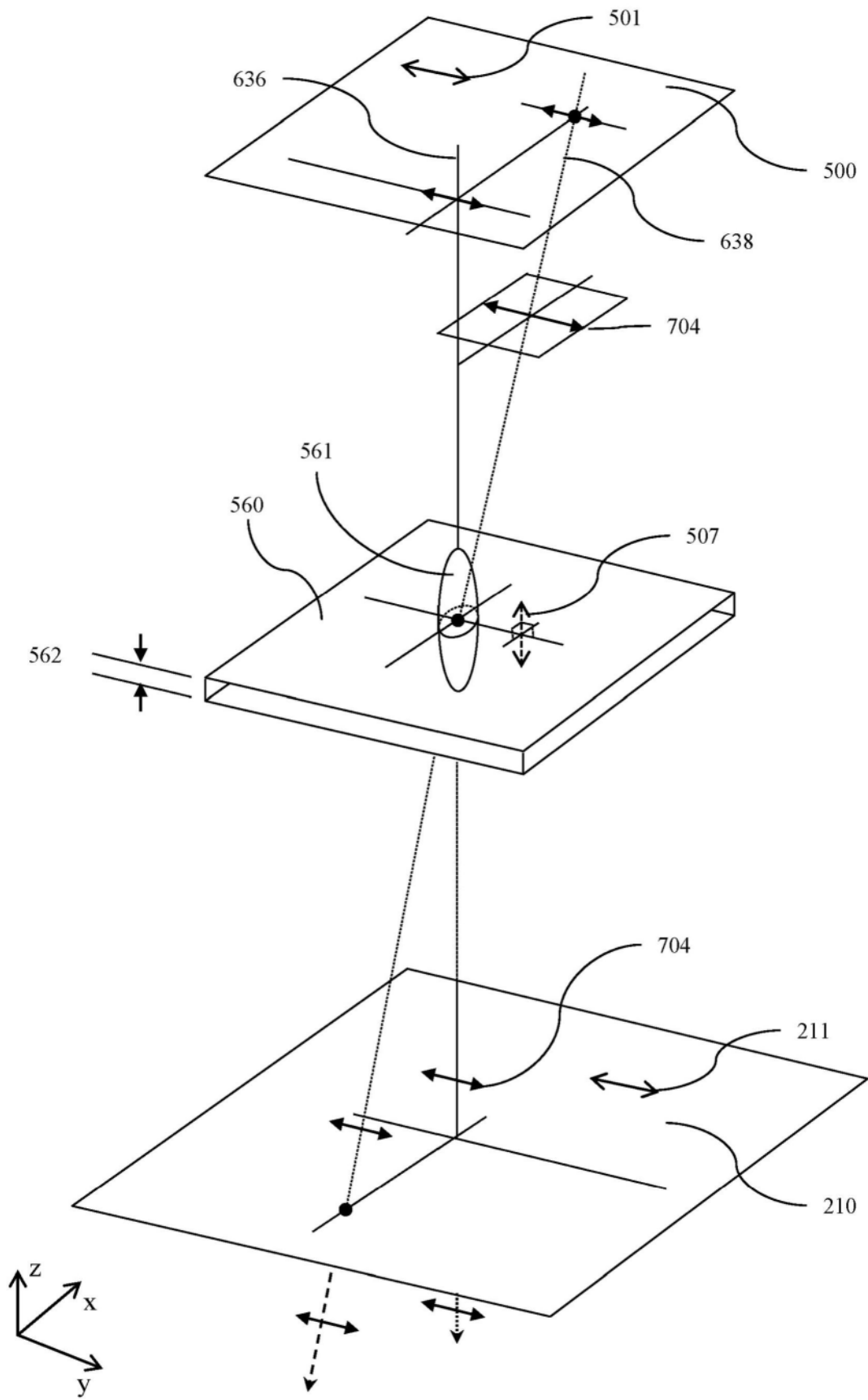


图24A

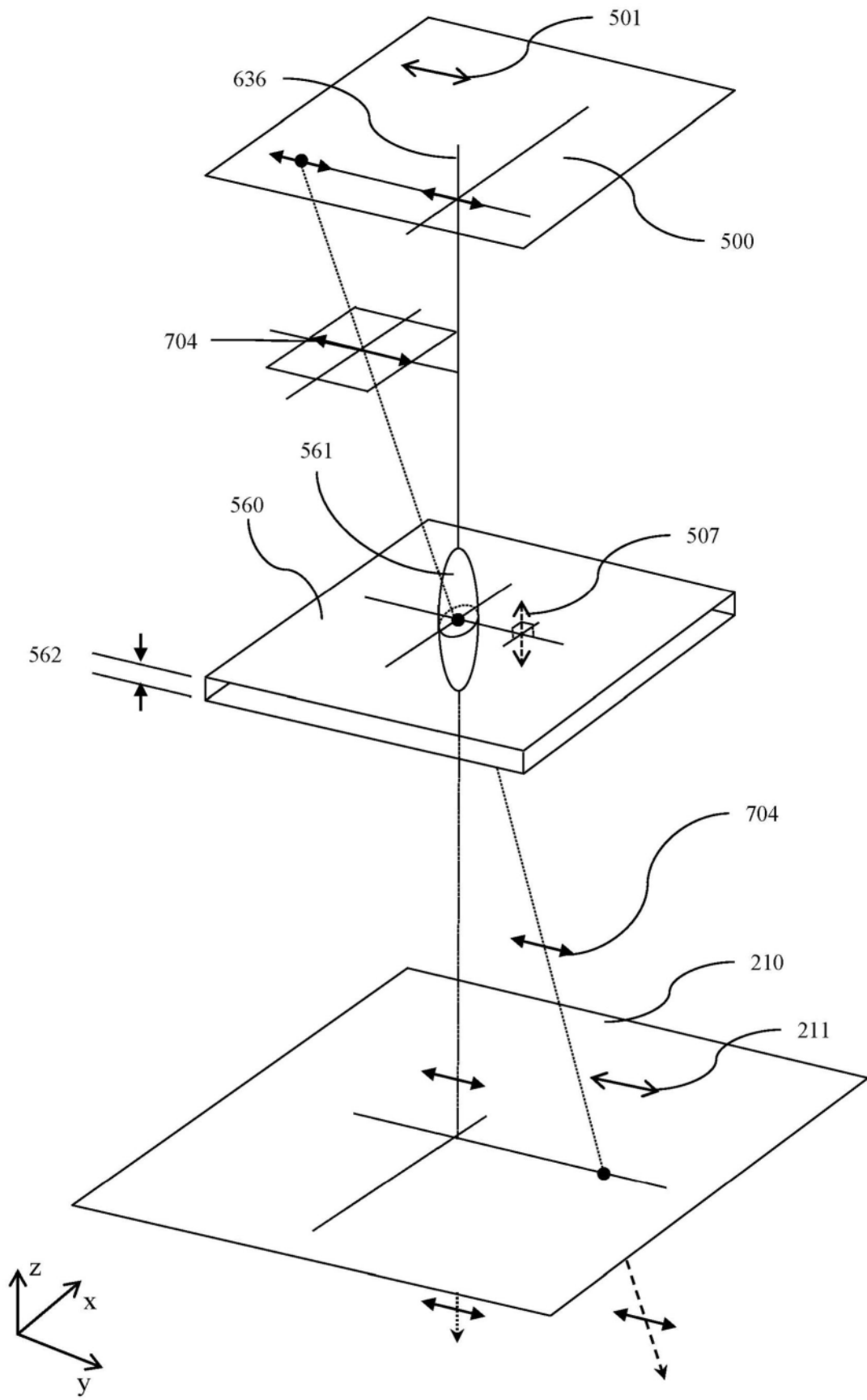


图24B

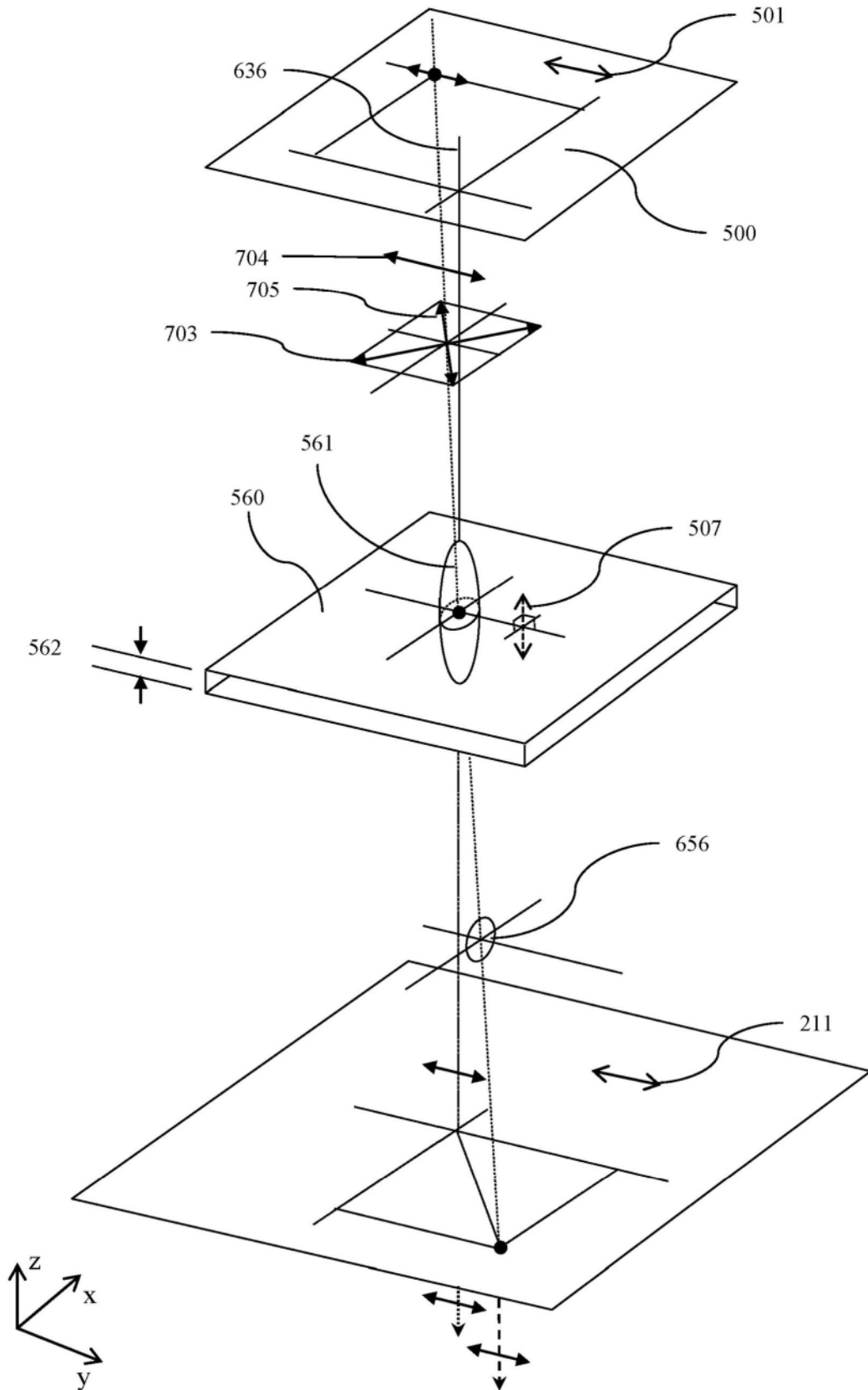


图24C

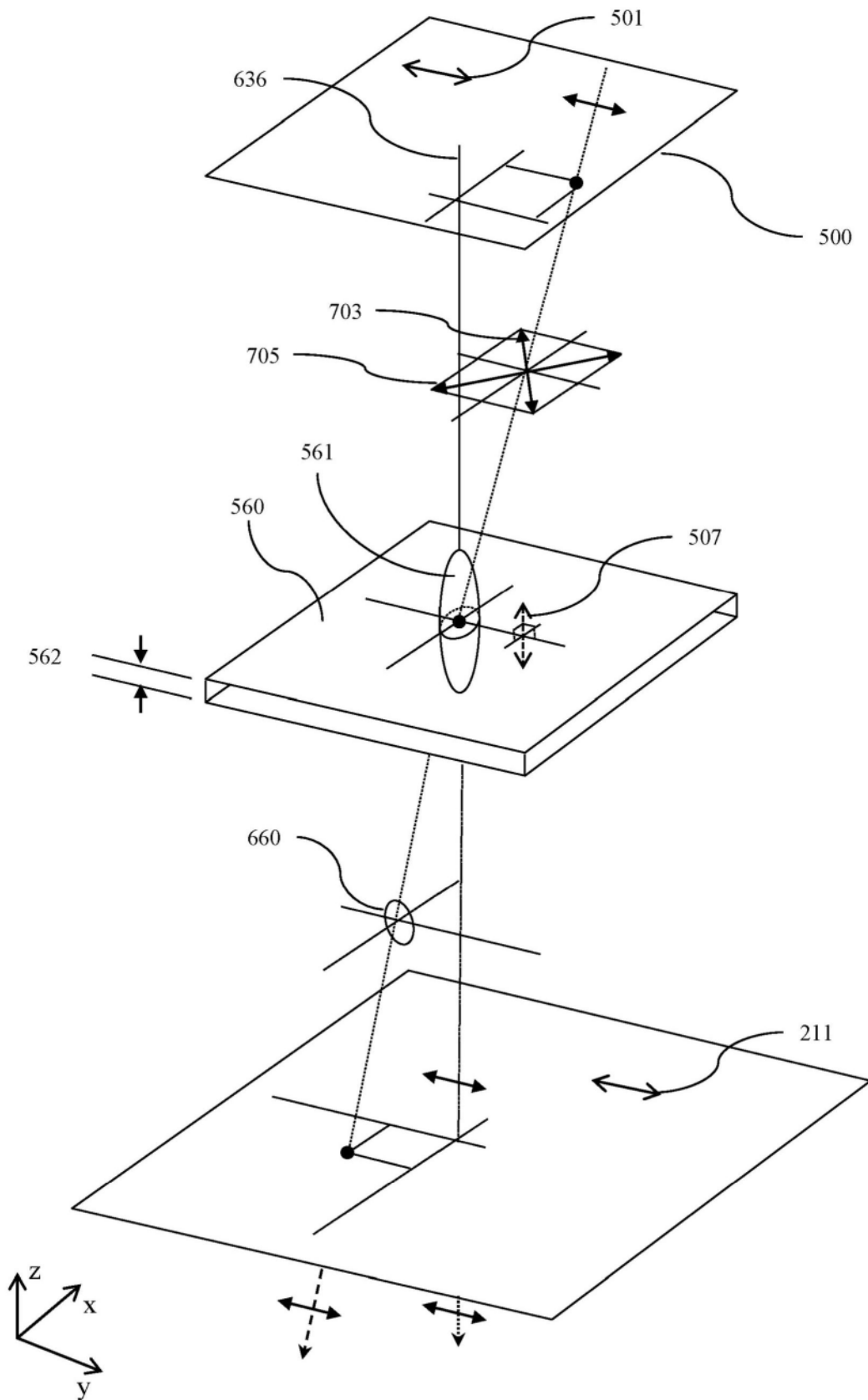


图24D

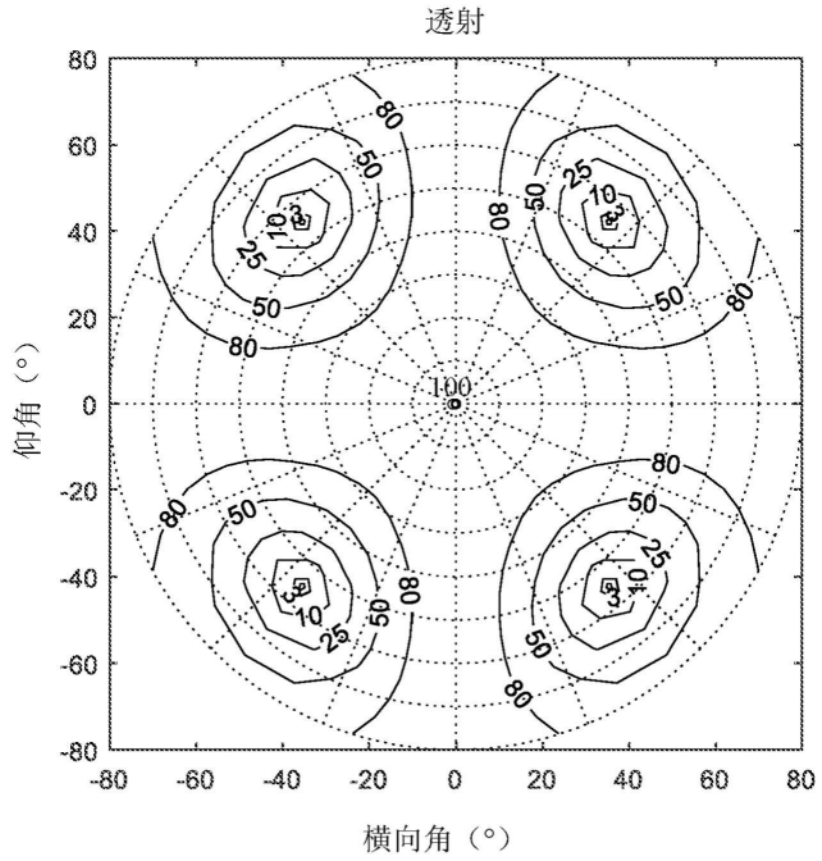


图24E

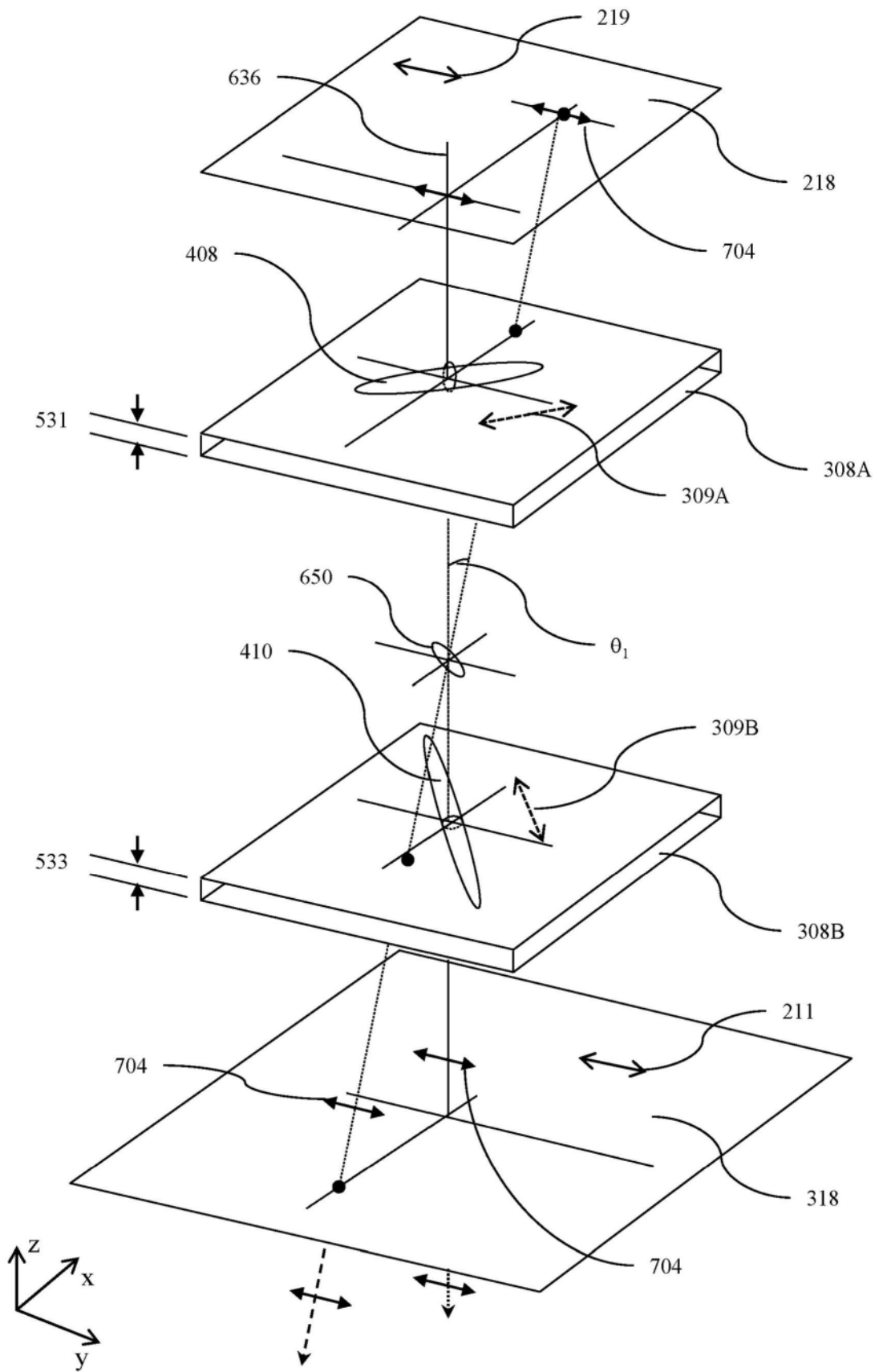


图25A

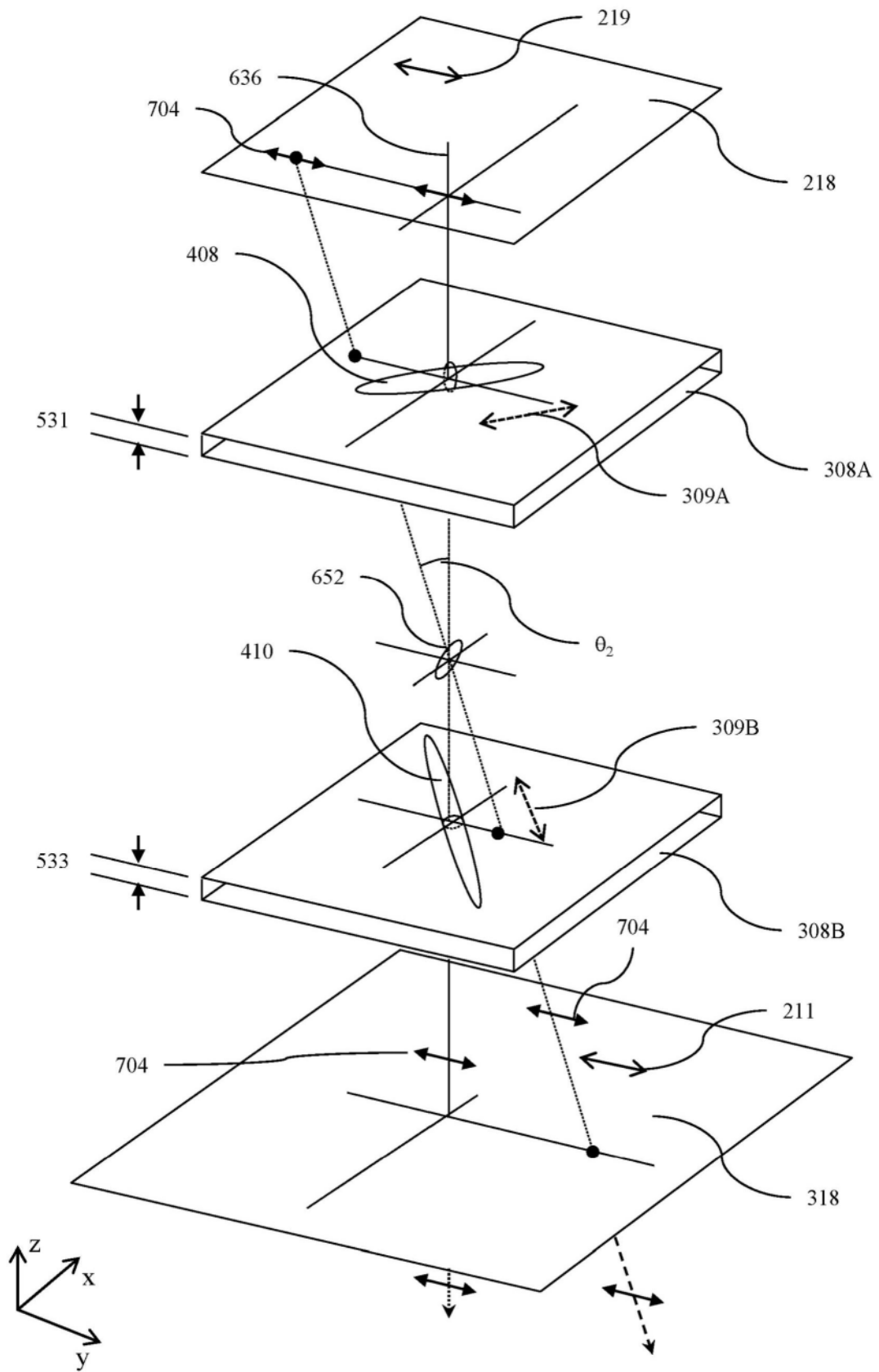


图25B





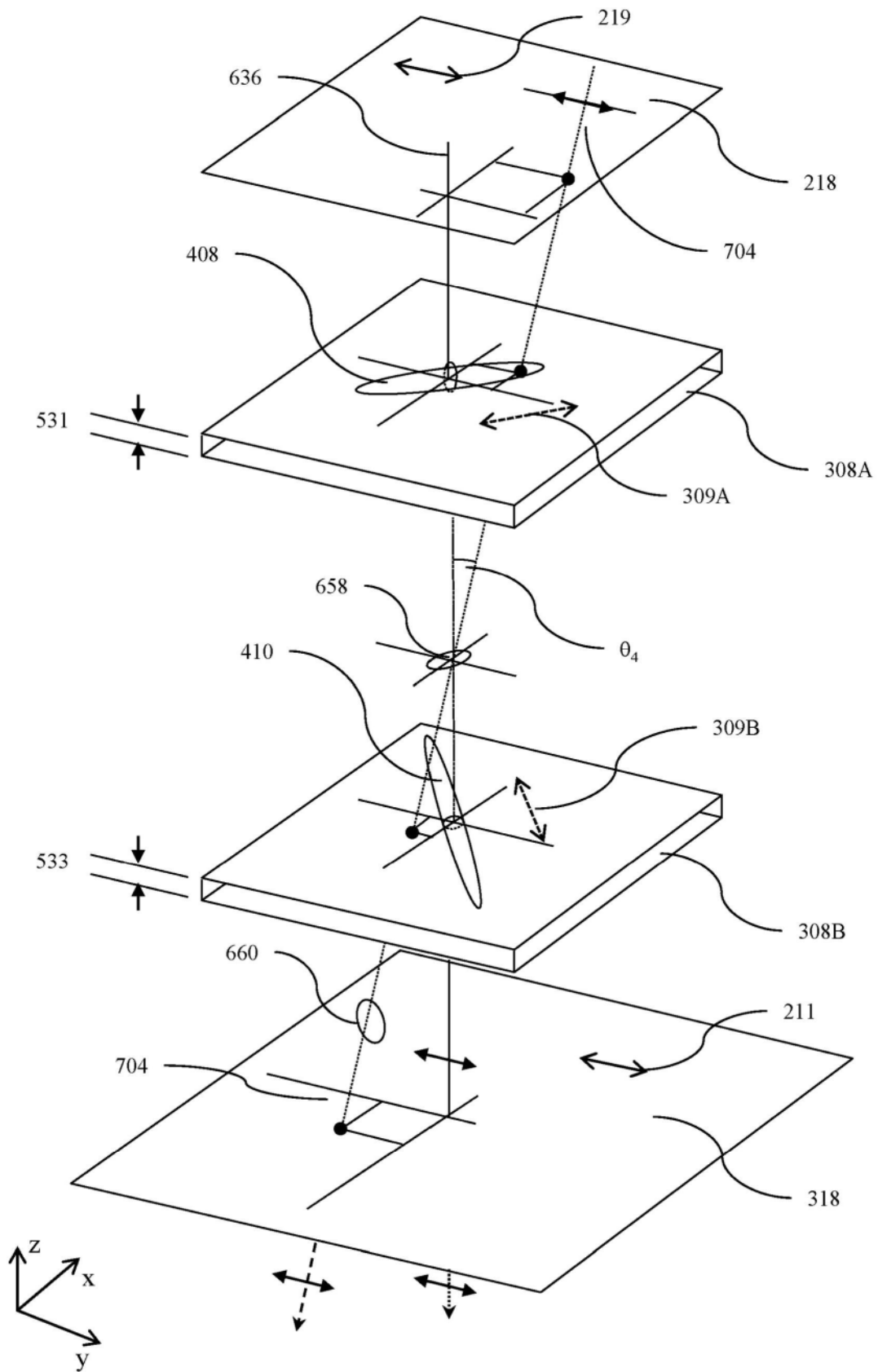


图25D

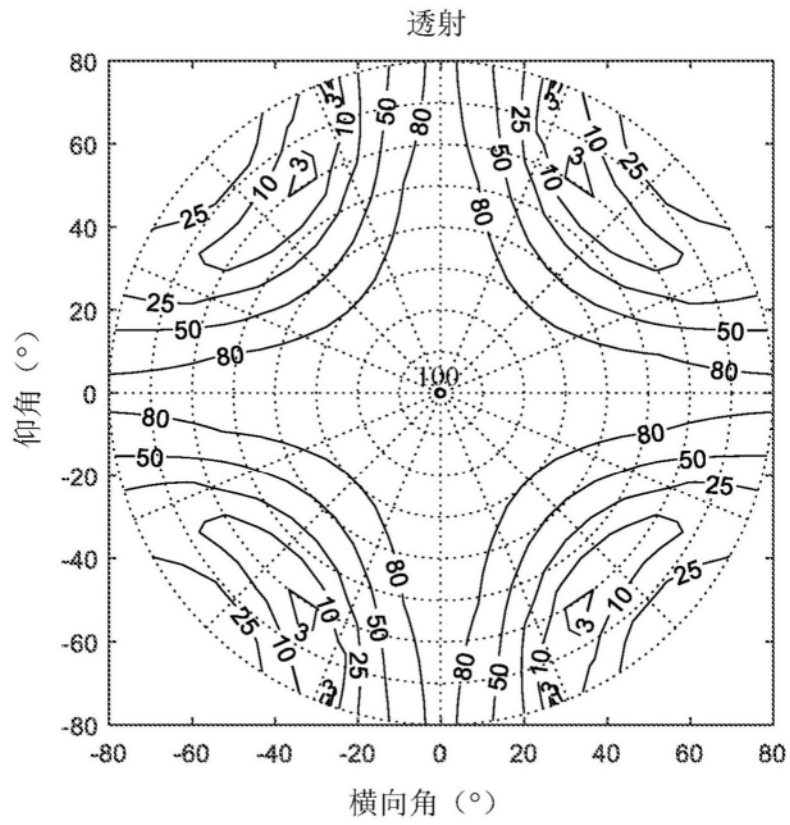


图25E