



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111183391 A

(43)申请公布日 2020.05.19

(21)申请号 201880047733.7

(22)申请日 2018.05.16

(30)优先权数据

15/597,587 2017.05.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.01.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/032910 2018.05.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/213407 EN 2018.11.22

(71)申请人 纯深度股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 J·D·纽顿

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 钱慰民 张鑫

(51)Int.Cl.

G02F 1/1347(2006.01)

G02F 1/1335(2006.01)

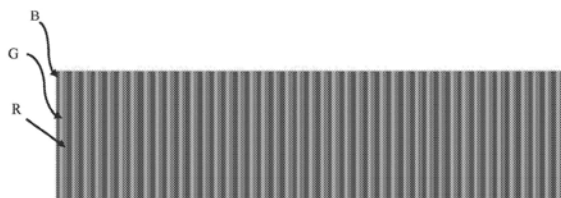
权利要求书2页 说明书13页 附图17页

(54)发明名称

用于在包括多个显示器的显示系统中减少菲涅耳去偏振以改善图像对比度的方法和系统

(57)摘要

一种多层显示系统(例如,包括多个显示面板的显示器)包括被布置成基本上彼此平行以便向观看者(多个)显示三维(3D)特征的至少第一显示器和第二显示器(例如,显示面板或显示层)。折射元件被布置在第一显示层的顶表面上或第一显示层与第二显示层之间。可以在第一显示器和第二显示器之间提供折射率匹配材料。



1. 一种多层显示设备,所述多层显示设备包括:
第一显示层,所述第一显示层在第一平面中并用于显示第一图像;
第二显示层,所述第二显示层在第二平面中并用于显示第二图像,其中所述第一平面和所述第二平面彼此近似平行;
折射元件,所述折射元件位于所述第一显示层的顶表面上或者在所述第一显示层与所述第二显示层之间;以及
折射率匹配材料,所述折射率匹配材料在所述第一显示器与所述第二显示器之间,所述折射率匹配材料具有高于空气的折射率并且为从大约1.40至1.65的第一折射率。
2. 根据权利要求1所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射率匹配材料占据所述第一显示层与所述第二显示层之间的整个空间。
3. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述第一显示层是液晶显示器,所述液晶显示器包括液晶层,所述液晶层被设置在至少第一玻璃基板与第二玻璃基板之间,所述液晶显示器的玻璃基板中的至少一个具有第二折射率,并且其中所述折射率匹配材料的所述第一折射率与所述第二折射率相差不超过0.15。
4. 根据权利要求3所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射率匹配材料的所述第一折射率与所述第二折射率相差不超过0.10。
5. 根据权利要求3-4中任一项所述的多层显示设备,其特征在于,所述第二折射率为大约1.50至1.53,并且其中所述第二折射率为至少1.45。
6. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射率匹配材料没有或基本上没有双折射。
7. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射率匹配材料基本上由聚二甲基硅氧烷(PDMS)组成,或包括聚二甲基硅氧烷(PDMS)。
8. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射率匹配材料基本上由硅烷和/或硅氧烷组成,或包括硅烷和/或硅氧烷。
9. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射元件直接接触所述折射率匹配材料以减少菲涅耳去偏振。
10. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射元件被嵌入所述折射率匹配材料中。
11. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射元件包括多个微透镜,所述多个微透镜被配置成以伪随机的方式将从所述第二显示器输出的光线引导通过所述第一显示器的子像素并朝向观看者引导。
12. 根据权利要求11所述的多层显示设备,其特征在于,所述微透镜具有在0度和近似20度之间的表面法线分布。
13. 根据权利要求11-12中任一项所述的多层显示设备,其特征在于,所述微透镜的弯曲表面接触所述折射率匹配材料。
14. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射元件被配置成基本上保留偏振。
15. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述折射元件被层叠到所述第一显示层或所述第二显示层。

16. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述第二显示层是所述显示器设备的后显示器,并且所述第一显示层是所述显示器设备的前显示器。

17. 根据任一项前述权利要求所述的多层显示设备,其特征在于,所述第二显示层是液晶显示器,所述液晶显示器包括液晶层,所述液晶层被设置在至少第一玻璃基板与第二玻璃基板之间,所述液晶显示器的玻璃基板中的至少一个具有第二折射率,并且其中所述折射率匹配材料的所述第一折射率与所述第二折射率相差不超过0.15。

18. 一种形成多层显示设备的方法,所述方法包括:

提供在第一平面中的用于显示第一图像的第一显示层以及在第二平面中的用于显示第二图像的第二显示层,其中所述第一平面和第二平面彼此近似平行;

提供折射元件,所述折射元件被布置在所述第一显示层的顶表面上或者在所述第一显示层与所述第二显示层之间;以及

在所述第一显示器与所述第二显示器之间提供材料,所述材料具有与空气的折射率不同的第一折射率。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述材料占据所述第一显示层与所述第二显示层之间的整个空间。

20. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述第一显示层和/或所述第二显示层包括具有第二折射率的LCD显示器,并且其中第一折射率在相对于所述第二折射率的预定阈值裕度内。

用于在包括多个显示器的显示系统中减少菲涅耳去偏振以改善图像对比度的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及多显示系统(例如,包括多个显示面板/显示器层的显示器),其中至少第一显示器和第二显示器(例如,显示面板或显示器层)彼此大体平行地被布置以便向(多个)观看者显示三维(3D)特征。因此,本发明总体上涉及显示器,并且更具体地涉及用于显示三维特征的显示系统和方法。

背景技术

[0002] 传统地,显示器以二维呈现信息。由这种显示器显示的图像是缺乏深度信息的平面图像。因为人们以三维观看世界,所以一直在努力提供可以以三维来显示对象的显示器。例如,立体显示器通过显示对于左眼和右眼被分开显示的偏移图像来传达深度信息。当观察者观看这些平面图像时,这些平面图像在大脑中被结合以给出深度感。然而,这样的系统是复杂的并且需要增加的分辨率和处理器计算能力以提供对所显示对象的真实感。

[0003] 已经开发包括处于堆叠布置中的多个显示屏幕的多部件显示器以显示真实深度。由于显示屏的物理位移,每个显示屏可以显示其自己的图像以提供视觉深度。例如,美国专利公开第2015/0323805号和第2016/0012630号中公开了多显示系统,这两个专利公开的公开内容通过引用结合于此。

[0004] 当多显示系统中的第一显示器和第二显示器或第一显示层和第二显示层常规地彼此堆叠时,发生莫尔干涉(moire interference)。当投射到观看者的视网膜上时,层内的滤色器之间的相互作用引起莫尔干涉。例如,当绿色滤色器重叠时,光被透射,从而制造出比较明亮的斑块。当绿色滤色器上覆盖假定红色滤色器时,将不会透射同样多的光,从而制造出暗区域。由于后显示器和前显示器或后显示层和前显示层在投射到视网膜上时具有略微不同的大小,所以像素将缓慢地从同相变为异相。这具有产生暗带和亮带的效果,或称为莫尔干涉。

[0005] 本发明的某些示例性实施例提供了使MLD系统中的莫尔干涉消失或基本上消失但不显著牺牲后显示器分辨率和对比度的解决方案(多个)。在本发明的某些示例性实施例中,MLD系统包括第一显示器和第二显示器。可以利用折射光束映射器(RBM)以便减小或消除莫尔干涉。

[0006] 在本发明的一些示例性实施例中,提供了一种显示器设备,其包括:在第一平面中的用于显示第一图像的第一显示器;在第二平面中的用于显示第二图像的第二显示器,其中所述第一平面和第二平面彼此近似平行;以及位于第一显示器和第二显示器之间并且包括多个微透镜的光束映射元件(例如,折射光束映射器),该多个微透镜被配置成以伪随机的方式将来自第二显示器的入射光线引导通过第一显示器的子像素并朝向观看者引导。

[0007] 在本发明的各种实施例中,折射光束映射器可以或可以不与用于减少莫尔干涉的其他技术(例如,在相应显示器上的滤色器偏移或不同滤色器图案、漫射器技术和/或子像素压缩)组合使用。

[0008] 本发明的某些示例实施例被配置成减少菲涅耳去偏振 (Fresnel depolarization) 并由此改善图像对比度。在本发明的示例性实施例中, 提供了一种多层显示设备, 其包括: 第一显示层, 所述第一显示层在第一平面中并用于显示第一图像; 第二显示层, 所述第二显示层在第二平面中并用于显示第二图像, 其中所述第一平面和所述第二平面彼此近似平行; 折射元件, 所述折射元件位于所述第一显示层的顶表面上或在第一显示层与第二显示层之间; 以及折射率匹配材料, 所述折射率匹配材料在第一显示器与第二显示器之间, 所述折射率匹配材料具有高于空气的折射率并且为从大约1.40至1.65的第一折射率。每个显示层可以是LCD设备、OLED设备等。折射率匹配材料可以占据第一显示层与第二显示层之间的整个空间、或者基本上整个空间。第一显示层和/或显示层可以是液晶显示器, 其包括设置在至少第一玻璃基板与第二玻璃基板之间的液晶层, 液晶显示器的玻璃基板中的至少一个具有第二折射率, 并且其中所述折射率匹配材料的第一折射率与第二折射率相差不超过0.15, 更优选地与第二折射率相差不超过0.10。第二折射率可以为从约1.50至1.53, 并且第一折射率可以为至少1.40或至少1.45。折射率匹配材料可以没有或基本上没有双折射。例如, 折射率匹配材料可以基本上由硅烷或硅氧烷 (诸如, 聚二甲基硅氧烷 (PDMS)) 组成或包括硅烷或硅氧烷 (诸如, 聚二甲基硅氧烷 (PDMS))。折射元件 (例如, 微透镜阵列) 可以直接接触折射率匹配材料以减少菲涅耳去偏振。

附图说明

[0009] 本专利或申请文件含有至少一个彩色绘制的图。经请求并且支付必要费用后, 专利局将提供具有 (多个) 彩图的本专利或专利申请公开的副本。

[0010] 通过参考以下结合附图的示例性说明性实施例的详细描述, 这些和其他特征和优点可以被更好和更完全地理解, 其中:

[0011] 图1是液晶显示器 (LCD) 的滤色器的俯视平面图, 其中每列 (或行) 中的像素是相同的颜色;

[0012] 图2是另一个液晶显示器 (LCD) 的滤色器的俯视平面图, 其中每列 (或行) 中的像素是相同的颜色;

[0013] 图3是由图1和图2的LCD的组合产生的MLD系统的俯视平面图, 其中图1和图2的LCD以堆叠关系彼此重叠, 这导致莫尔干涉;

[0014] 图4是示出MLD系统的后显示器的像素到前显示器中的像素的伪随机映射的示意图;

[0015] 图5是示出可以结合图4的伪随机映射使用以便减少莫尔干涉的映射元件的示意图 (这可以或可以不与本发明的各种实施例中的子像素压缩实施例结合使用);

[0016] 图6是根据本发明的示例实施例的MLD的示意性侧剖视图, 其可以与本文中的附图中的任一个的实施例一起使用;

[0017] 图7示出了具有折射光学器件的RBM的带宽受限实现;

[0018] 图8是在 $p=40$ 的角度范围并且小于或等于160微米的透镜特征大小范围内表现出改进的超洛伦兹特性的强度分布;

[0019] 图9是示出较大的微透镜将典型地将具有较好的抗莫尔漫射器分布的曲线图;

[0020] 图10是示出可用于本发明的各种实施例中的RBM的示例制造工艺的示意图;

- [0021] 图11示出了根据本发明的示例实施例的微透镜；
- [0022] 图12是入射角对透射系数曲线图，其显示示出S波和P波的透射系数对入射角的曲线；
- [0023] 图13是显示系统对比度(对比度(θ_i, n_1, n_2, N))的曲线图，其中 θ_i 是入射角， n_1 是LCD之间的材料的折射率， n_2 是玻璃的折射率，并且 N 是界面的数量；
- [0024] 图14-16是根据本发明的实施例的MLD系统的横截面侧视图，其中莫尔减少元件(例如，RBM)被放置在根据本发明的各种实施例的MLD系统中的堆叠的各种位置中(这可以或可以不与本发明的各种实施例中的子像素压缩实施例结合使用)；
- [0025] 图17示出了从第一折射率的介质移动到具有第二折射率的第二介质的入射光线的反射和折射；
- [0026] 图18示出了示例的入射平面；
- [0027] 图19示出了针对不同介质的透射光线 T_s 和 T_p ；
- [0028] 图20(图20A和20B)示出了导致偏振轴旋转的s偏振和p偏振光线的不同衰减；
- [0029] 图21示出了由三个点A、B和C形成的进入观看者眼睛的任何光线的入射平面，其中A是LCD表面上距眼睛最近的点，B是LCD上的光线出射点，并且C是眼睛；
- [0030] 图22示出在入射平面为45度的情况下由于对s偏振波的菲涅耳衰减而引起的旋转变化；以及
- [0031] 图23示出了在不同的层数以及1.0(空气)高至1.4的折射率材料的情况下仅由于菲涅耳效应而导致的有效对比度。

具体实施方式

[0032] 本发明涉及多显示系统(例如，包括多个显示面板的显示器)，其中至少第一显示器和第二显示器(例如，显示面板或显示层)被布置成大体彼此平行，以便向(多个)观看者显示三维(3D)特征。在不同的实施例中，显示器可以是平的或弯曲的。因此，本发明的实施例通常涉及显示器，并且更具体地涉及用于显示三维特征的显示系统和方法。根据本发明的示例实施例的MLD可被使用，例如，用作车辆仪表盘中的显示器以提供3D图像(例如，用于速度计、车辆仪表、车辆导航显示器等)。

[0033] 彩色莫尔干涉问题是由两个液晶显示器(LCD)滤色器阵列的图案规律性引起的，这是因为例如，在MLD系统的两个显示器中，RGB像素被对齐成RGB列。彩色莫尔干涉可以在水平方向上普遍存在。

[0034] 图1-3示出了经历莫尔干涉的MLD系统中的布置。图1是第一液晶显示器(LCD)的滤色器/像素的俯视平面图，其中每列中的像素或子像素是相同的颜色。具体地，图1示出了具有常规红-绿-蓝(R-G-B)重复图案或布置的LCD，其中每列中的像素或子像素是相同的颜色。从图1的左侧开始，滤色器条纹以BGR顺序以垂直线布置，并且这个BGR顺序横跨图1的显示器从左向右移动一遍又一遍地重复本身。因此，图1的显示器或显示层中的图案包括蓝色列、绿色列和红色列。绿色(G)列位于蓝色(B)列和红色(R)列之间。子像素可以被认为是特定滤色器的区域中的给定像素电极的区域。例如，R、G和B子像素可以构成像素。替代地，子像素可以被认为是像素。图1示出了没有颜色掩模(mask)旋转。传统上，多层显示器(MLD)的两个面板可用此类R-G-B布置被类似地配置。可重复的图案可以是R-G-B或R-B-G或任何其

他组合。

[0035] 类似地,图2是第二LCD的滤色器/像素/子像素的俯视平面图,其中每列中的像素或子像素也是相同的颜色。从图2的左侧开始,滤色器条纹以RGB顺序以垂直线布置,并且这个顺序横跨图2从左向右移动一遍又一遍地重复本身。可重复的图案可以是R-G-B或R-B-G或涉及这些颜色的任何其他组合。如图2中所示,与在图1中相似,绿色(G)列位于蓝色(B)列和红色(R)列之间。

[0036] 图3是由图1和2的LCD的组合产生的MLD系统的俯视平面图,在MLD系统中一个LCD以堆叠重叠关系在另一个LCD之上。图3示出了图1和图2所示的滤色器和像素/子像素图案的混合。具体地,图3示出了在给出两个LCD具有相似的R-G-B列布置的实例下的莫尔干涉的出现,其中像素在每一列中是相同的颜色。例如,当在MLD系统中图2的图案与图1的图案重叠时,绿色滤色器线条重叠(例如,见图3的左侧部分),并且该绿色滤波器线条重叠区域中的光透射通过MLD系统,从而制造出比较明亮的绿色斑块。例如,当绿色滤波器与红色滤波器重叠(或者蓝色滤波器在红色滤波器上)时,将不会透射同样多的光,从而制造出暗区域(例如,见图3的左侧处绿色条纹周围的暗区域)。由于后显示器和前显示器或后显示层和前显示层在投射到视网膜上时具有略微不同的大小,所以像素将缓慢地从同相变为异相。这具有产生暗带和亮带的效果,或称为莫尔干涉。

[0037] 本发明的实施例处理、减少或解决了这种莫尔干涉问题。本发明的某些示例性实施例提供了使MLD系统中的莫尔干涉消失或基本上消失但不显著牺牲后显示器分辨率和对比度的解决方案(多个)。

[0038] 在本发明的某些实施例中,诸如衍射光学元件(DOE)的光束映射元件或由许多微透镜组成的折射光束映射器(RBM)可用于减少莫尔干涉。当使用RBM时,可以提供伪随机映射以便不引入额外的莫尔效应。在某些示例性实施例中,可以限制各个光束的发散,使得后LCD上的任何点在它到达前LCD时不从直线发散多于一个像素的距离。在某些示例性实施例中,还可以将这样的光束映射元件层叠到前显示器并且使两个LCD之间的介质与非双折射材料光学匹配,并且这样的实施例可以或可以不与本文讨论的子像素压缩技术结合使用。

[0039] 本文的显示器或显示层(例如,见图6中的前显示器1和后显示器2,或者图4、5、7、14-16中的对应显示器)可以是LCD、OLED等。扭曲向列型(TN)LCD可以遵循相当通用的像素布局,诸如分为具有红色、绿色和蓝色子像素的水平(或垂直)延伸的三个部分的正方形。子像素可以在水平和垂直方向上由黑色掩模分开。在子像素的角落中通常有方形凸起以覆盖驱动晶体管。存在能够实现现代桌面显示器和电视所需的宽屏幕观看和时间性能的若干不同类型的像素技术。本发明的实施例与所有这些LCD兼容,因为底板(backplane)被设计为遵循基本的RGB条纹像素布局。因此,每个像素所需的底板布局不需要改变。例如,制造商提供的像素类显示器包括:松下(IPS Pro)、LG显示器(H-IPS&P-IPS)、瀚宇彩晶(S-IPS)、友达光电(A-MVA)、三星(AFFS)、S-LCD(S-PVA)以及夏普公司(ASV和MVA)。在某些实施例中,两个显示器或显示层可以是OLED,或者一个显示器可以是OLED而另一个是LCD。应注意,在OLED中,相应的子像素或像素将填充有红色、绿色和蓝色材料作为滤色器材料(与具有LCD型滤色器相反)。

[0040] 图6示出了根据本发明的示例性实施例的MLD,其中可以提供和利用本文的附图中的任一个的堆叠的重叠层/显示器。例如,图4-5和图14-16中任一个示出的显示器分别可以是

图6中的前显示器1和后显示器2。MLD的第一显示器或显示层可以是元件1(或2),并且MLD的第二显示器或显示层可以是元件2(或1)。显示器或显示层2最接近MLD的背光,并且可以期望其底板面对背光系统以回收可能通过行驱动器、列驱动器、晶体管和存储电容线进入背光的光。如图所示的,可以使用两个偏振器配置,并且可以设计间隙以包括空气或具有双折射的材料,该空气或双折射的材料被设计成当需要时维持显示器的黑色状态。该间隙可以包括具有与任一侧上的玻璃或层紧密匹配的折射率的材料,以减小内部反射和/或去偏振效应。对于前显示器或显示层1,其底板可以被取向为与显示器或显示层2的底板相对。具体地,对于前显示器1,其底板可以被取向为面向观看者以减少内部反射。因此,在图6中可以看出,在某些示例实施例中,各个显示器1和2的滤色器层(其中的每一个可以由一个或多个层组成)可以被设计为彼此面对,其中来自任一个显示器的液晶层不位于第一显示器和第二显示器的滤色器层之间。在某些示例性实施例中,为了减少环境光的外部反射,可以在前部处提供抗反射系统,诸如由四分之一波延迟器和抗反射(AR)偏振器构成的图6所示的抗反射系统,使得通常将被反射的环境光将在第一次经过AR偏振器时经历四分之一波旋转,由底板元件反射,通过四分之一波长延迟器经历第二次旋转。在其经过该第二次旋转时,它基本上正交于AR偏振器的透射轴并且因此将基本上被吸收。附加地,黑色掩模(BM)或其他非反射材料可以被添加在显示器的导电迹线后面以减少反射。附加地,在本发明的某些示例实施例中,抗反射(AR)涂层(多个)可以被应用到内表面。AR涂层可以例如在可见光范围内操作,例如蛾眼效应(moth eye)、单层干涉、多层干涉等。

[0041] 关于折射光束映射器(RBM),这样的光束映射元件由多个微透镜构成或包括多个微透镜,并且可以用作用于经由伪随机映射减少莫尔干涉的独立元件(例如,见图4-6和图14-16)。在某些示例伪随机映射实施例(例如图4-5)中,RBM的折射微透镜中的每一个可以被设计成将来自背部LCD 2的入射光线以定义的路径引导至观看者,每个光线根据伪随机映射穿过前LCD 1中的不同子像素。例如,图4示出了后显示器2的后子像素或像素到前显示器1中的子像素或像素的伪随机映射(图4中后显示器是最左侧的显示器)。使用伪随机映射是为了不引入额外的莫尔效应,并且可以减少莫尔干涉。在示例实施例中,这些单独光束的发散被限制,使得来自后LCD的任何像素或子像素的光不从前显示器上的直线条发散多于一个像素或子像素距离。可选地,可以将RBM层叠到顶部LCD 1(见图5、图14和图16),并且可选地使两个LCD之间的介质与非双折射材料光学匹配或基本上光学匹配。然而,在其他实施例中,折射光束映射器可被置于LCD堆叠内的任何地方。例如,图5示出了光束映射元件(例如,包括微透镜阵列的RBM),其位于前LCD和后LCD之间并且被层叠到前显示器的内侧。

[0042] 在某些示例实施例中,RBM的微透镜可以使用灰度光刻技术制造,以产生微透镜格式的任意表面结构。每个透镜元件可以被配置用于以实现如图4-5所示的任意和不对称散射角的受控方向引导光。制作母版(master)以使用多种大批量制造工艺和材料来复制RBM是可能的,因为在微透镜特征的复制中,轮廓倾斜角比轮廓高度更重要。图4-5示出了从观看者的视角来看,折射光束映射器如何将来自后LCD 2的光线叠加到前LCD 1上。光线路径以伪随机方式映射,因此不会引入其他伪迹,诸如额外的莫尔(moiré)。处于下面的LCD结构2是随机的,因此不能对顶部LCD 1生成显著的莫尔干涉。

[0043] 替代地,可以替代地使用漫射器来构造莫尔抑制元件。虽然该过程可适用于制作折射光束映射器,但工程设计的漫射器也可用作最佳漫射器元件以用于更多的减少。漫射

器不像折射光束元件那么被期望。

[0044] 折射光束映射器可以展现各种特征。例如,RBM可以展现消色差性能。此外,RBM可以展现任意/不对称散射角。此外,RBM可展现受控强度分布图案(例如,圆形、方形、矩形、椭圆形、线形、环形等)。并且,RBM可以展现受控的强度分布(例如,平顶、高斯、蝙蝠翼、定制等)。RBM还可以展现高光学透射效率(例如,90%)。另外,RBM可展现对偏振的保留。RBM可以是或包括各种材料,诸如聚合物注射成型、热压花聚合物、玻璃上聚合物成分等。

[0045] MLD中的莫尔干涉通常通过在背部LCD和观看者之间添加漫射器元件(而不是光束映射元件)来被抑制的,使得背部LCD中的像素结构模糊。漫射器扩散越大,莫尔越少,但相应地观看到的背部LCD分辨率降低。这成为一个优化问题并可以被描述为图像质量成本函数IQC,其范围可以从0到4,0是完美的,而4对于莫尔和模糊两者都是最差的。考虑的因素包括对比度=(最大-最小)/(最大+最小)其中(1是最好的,0是最差的);串扰=1-交替黑线和白线的对比度(范围0:1);莫尔=两个LCD上的恒定白色图案的莫尔的对比度(范围0:1); $IQC = \text{莫尔}_X + \text{莫尔}_Y + \text{串扰}_X + \text{串扰}_Y$ (即范围是0:4),这个值越小越好。通常,成本函数的实际最大值将约为2,如以下限制所示的:无漫射器: $\text{莫尔}_X + \text{莫尔}_Y = 2$, $\text{串扰}_X + \text{串扰}_Y = 0$;以及强漫射器: $\text{莫尔}_X + \text{莫尔}_Y = 0$, $\text{串扰}_X + \text{串扰}_Y = 2$ 。

[0046] 图7示出了具有定制折射光学器件的RBM的带宽受限实现,该定制折射光学器件接近平顶轮廓,使得远场图案尽可能地接近平顶轮廓。包括分布的透镜组的配方(prescription)被定义,包括基于散射要求的特征大小和倾斜角度。这些参数可以参照概率分布函数来定义,所述概率分布函数指定某个透镜将假定特定配方的可能性。用于创建表面结构的微透镜空间分布被设计,以创建根据所期望的分布函数的表面结构。应理解,在某些示例实施例中,可以消除微透镜的空间分布中的任何潜在的周期性。而且,可以消除透镜不匹配,其中消除了可导致广角散射的透镜不匹配。这两项改进都最大限度地使用了可用光。图8显示了强度分布图,该强度分布图展现了在整个角度范围内、在 $p=40$ 且透镜特征大小 $\leq 160\mu\text{m}$ 的情况下的极大改进的超级洛仑兹行为。表面结构的小心伪随机化还创建没有伪迹和诱发的莫尔的散射分布。这可以是重要的,因为有规律的图案可以引起额外的莫尔干涉。

[0047] 图9显示在微透镜大小和引入的图像伪迹之间存在折衷。越大的微透镜将典型地将具有越好的抗莫尔漫射器分布。如果微透镜的大小变得肉眼可见,那么额外的图像伪迹就会变得明显。这些包括闪烁、像素行走以及图案与任一LCD或两个LCD之间的莫尔干涉。图9示出了针对各种直径的值(μm)的单个微透镜的PSF。曲线901、902和903分别表示直径500、50和5。最小化特征大小也可用于对LCD莫尔减少元件的设计。如图4所示,特征大小理想情况下应小于子像素以便保持肉眼基本不可见。在散射器中心采用微透镜形式的情况下,特征大小由微透镜直径给出。具体而言,期望微型折射元件。如果微透镜的大小变得肉眼可见,则额外的图像伪迹就会变得明显。这些包括闪烁、像素行走以及图案与任一LCD或两个LCD之间的莫尔干涉。闪烁最常见于防眩光显示器,其中显示器表面经过处理以产生哑光纹理表面。这些表面特征用作折射或衍射元件,并且可以根据观看者位置来聚焦或散焦单个像素元件,导致强度变化或闪烁。像素行走是看起来移动和扭曲个体像素的折射畸变以及观看者移动位置的结果。当微透镜的阵列中的有规律特征与LCD中的一个或两个“击打(beat)”时引入额外的莫尔干涉。在RBM或漫射器和放置中随机化和减小透镜大小减少这些

额外的莫尔伪迹。在这方面存在两个因素要考虑,即凹陷(sag)和平均。为确保最佳均匀性和减少莫尔,应在每个像素区域内照射大量散射中心,如图4所示。同时,对于某一组参数(例如,扩散角度、折射率和圆锥常数),随着微透镜直径减小,透镜深度也减小。如果该过程继续,则最终会达到衍射状态,其中透镜深度仅产生 2π 的一小部分的相位延迟。在这方面,在下面的等式中定义相数是有用的:

$$[0001] \quad M = \frac{y_{\text{最大}}}{(\lambda/\Delta n)}$$

[0048] 在上面的等式中, $y_{\text{最大}}$ 表示总透镜凹陷, λ 是所考虑的波长,并且 Δn 等于 $n(\lambda) - 1$,其中 n 是针对空气中元素在波长 λ 处的折射率。相数基本上用相周期的语言表示总凹陷,并定义状态,衍射或折射,微透镜操作在: $M=1$ 暗示具有精确 2π 相移的衍射元件。在一个实施例中,对于在折射状态下操作的微透镜,由于期望具有高目标效率的消色差分量,因此相数 M 应尽可能大。

[0049] 再次考虑以 40° 扩散来散射准直光束的微透镜的情况。随着直径变小,远场散射显示更粗糙的振荡和更倾斜的衰减,从而转化为更低的目标效率。下面的等式给出了简单的经验法则来帮助决定要使用的最小特征大小或透镜直径。

$$D \geq 230M \frac{\lambda}{\theta_0}$$

[0050] 在以上的等式中, θ_0 是以度为单位的半宽光束扩散角(在空气中)。为了很好地在折射状态内, M 应该是大约8或更大。假设 $\theta=2^\circ$ 且 $\lambda=0.633\mu\text{m}$,并且 $M=8$,则获得 $D \geq 582\mu\text{m}$ 的结果,与 $200\mu\text{m}$ 像素相比,该结果太大并且将非常可见,从而降低了图像质量。将扩散增加到 20 度将使 D 减小 10 到 $58\mu\text{m}$ 的量。在以上的等式中,扩散器越靠近背部面板,FWHM角 θ_0 就越大。该等式还给出了微透镜直径与 θ_0 的经验法则。

[0051] 由于较高的折射率(RI)会降低每个微透镜的折射能力,所以将折射器嵌入诸如硅OCA等较高折射率(RI)的介质中而不是空气中,允许有效地使用较宽角度的折射器。在 $RI=1.42$ 的情况下, θ_0 等于 $\theta \sim 11^\circ$ 的角度或根据上面引用的等式, $D \geq 105\mu\text{m}$,这是更可接受的。在一个实施例中,嵌入于高RI材料中会有效地减小微透镜直径,这导致较少的图像伪迹。具体地,用折射率匹配介质替换两个面板之间的空气还将允许如在空气中测量的较小的发散角,并由此允许较小的微透镜直径。

[0052] 图10示出了根据本公开的一个实施例的在上述方面的RBM的制造工艺,包括在晶片支撑件上形成微透镜。为了改进MLD的图像对比度,可将RBM嵌入于高RI材料中以减少菲涅尔去偏振。

[0053] 图11显示了微透镜表面,其通常具有在 0 度和近似 20 度之间的表面法线分布。表面法线的分布导致对比度降低,因为S偏振和P偏振以不同的衰减透射。图12显示了示出S波和P波的透射系数与入射角的曲线,并且图13显示了系统对比度(对比度(θ_i, n_1, n_2, N)),其中 θ_i 是入射角, n_1 是LCD之间的材料的折射率, n_2 是玻璃的折射率,并且 N 是界面的数量。如图所示,最右边的线(其中RI处于 1.4 和 1.5 处)显示最佳对比度,因为菲涅尔去偏振最少。

[0054] 图14-16显示了莫尔减小元件(例如,诸如RBM之类的折射元件)的各种放置。例如,在图14和图16A中,如前所述,莫尔减小元件可被定位在前显示器1的顶表面上作为具有面朝下的图案化表面的可层叠膜,以使得特征大小是小的。图16A示出了例如在光学耦合粘合

剂(OCA)中面朝上定位的莫尔减少元件。在一些实施例中,玻璃盖片可以接合(bond)到OCA。图16B示出了折射元件的放置的另一示例。如果光被反射元件内部反射,则由偏振器吸收该光。

[0055] 这些实施例可以或可以不与子像素压缩技术结合使用。在一个实施例中,使图案化的表面朝上也将用作防眩机制,但是将需要被嵌入于具有大约1.5的折射率的OCA以实现小于70 μm 的特征大小。替代地,如图15所示,将莫尔减小元件放置在两个LCD之间(例如层叠到后显示器)也是可能的,其中发散将更大,并且因此特征大小更小。与具有大于1.4的R.I.材料(见OCA)的内部空隙匹配的折射率将大大减少菲涅尔去偏振,由此改进对比度并减少反射。内部空隙折射率与玻璃和OCA相匹配以减少菲涅尔偏振也改进对比度并减少反射。在一个实施例中,该实现的FWHM宽度可以是大约1.8度,具有正方形轮廓。

[0056] 不同的因素会影响两偏振器MLD和四偏振器MLD中的对比度。例如,由于两个LCD因为每个LCD是具有两个偏振器的起作用LCD而可以被切换为关闭(off)状态,所以具有两个LCD的四偏振器MLD具有优异的对比度性能。两偏振器MLD并非如此。这就是为什么TN面板在四偏振器实现中产生可接受的对比度,而当在两偏振器实现中使用却产生较差结果的原因。因此,在两偏振器MLD中,需要某些配置以便确保实现足够的对比度,尤其是在离轴方向上。在一个实施例中,使用IPS(平面中切换)面板,其提供更好的离轴对比度性能。IPS面板降低许多LCD面板的强视角依赖性,并且具有在低质量的色彩再现的基础上有所改善的更高质量的色彩再现。

[0057] 菲涅耳折射会影响对比度。下面的段落描述了根据本发明的某些实施例的通过与介质的折射率匹配的折射率来减轻对对比度的影响的技术。

[0058] 当光从给定折射率为 n_1 的介质移动到折射率为 n_2 的第二介质中时,可能会发生光的反射和折射两者,如图17所示的。该图显示了当 $n_2 > n_1$ 并且其中入射光线发生外部反射时的情况。入射光线在 n_1 折射率的介质和 n_2 折射率的介质之间的界面处具有 θ_i 入射角。对应的反射光线具有 θ_r 反射角,并且对应的透射光线具有 θ_t 透射角。该图还显示了入射平面。

[0059] 菲涅耳等式描述了光的什么部分被反射以及什么部分被折射(即透射)。他们还描述了反射光的相移。

[0060] 以下计算取决于入射光线的偏振。下面分析两种情况。在第一种情况下,入射光在其与包含入射光线、反射光线和折射光线的平面垂直的电场下被偏振。该平面称为入射平面。图18提供了在入射平面1806中入射光线1801、反射光线1802和透射光线1803之间的关系的一个图示。在第一种情况下,光被称为s偏振,来自德语“垂直(senkrecht)”(即“垂直(perpendicular)”)。在第二种情况下,入射光在其与入射平面平行的电场下被偏振。这种光被描述为p偏振,来自“平行(parallel)”。

[0061] 在图18中,入射光线IO在点O处碰撞在折射率 n_1 和 n_2 的两种介质之间的界面。入射光线中的一部分被反射为光线OR,而一部分被折射为光线OT。入射、反射和折射光线与界面1804的法线1805所成的角度分别被给出为 θ_i 、 θ_r 和 θ_t 。这些角度之间的关系由反射定律给出。

$$\theta_i = \theta_r,$$

和斯涅尔定律:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r.$$

[0062] 入射功率中从界面反射的一部分由反射比或反射率R给出,并且被折射的一部分由透射比或透射率T给出(请注意,T与通过介质的透射无关)。然后,s偏振光的反射比变为:

$$R_s = \left| \frac{n_1 \cos \theta_1 - n_2 \cos \theta_t}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_t} \right|^2 = \left| \frac{n_1 \cos \theta_1 - n_2 \sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)^2}}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)^2}} \right|^2,$$

同样,s偏振光的反射比变为:

$$R_p = \left| \frac{n_1 \cos \theta_t - n_2 \cos \theta_1}{n_1 \cos \theta_t + n_2 \cos \theta_1} \right|^2 = \left| \frac{n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)^2} - n_2 \cos \theta_1}{n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)^2} + n_2 \cos \theta_1} \right|^2.$$

由于能量守恒,因此透射比由如下的给出:

$$T_s = 1 - R_s \text{ 并且 } T_p = 1 - R_p$$

[0063] 图19示出了透射光 T_s 和 T_p 的图。图19B示出了光从较小密度的介质传播到较高密度的介质,例如从空气传播到玻璃中。可以看出,对于S波和P波两者,光都可以透射到高达大约60度的入射角。然而请注意,S波和P波的透射不同,这导致旋转,如下所述的(因为最终旋转是s状态和p状态的矢量和)。然而,与第二个示例同样的,这是从一密度介质传播到较低密度介质,例如,从玻璃传播到空气,并且因此透射完全在约42度处切割,这是该材料开始全内反射的情况。

[0064] s偏振和p偏振光线的不同衰减导致偏振轴旋转不是立即明显的。这在图20中示出,其中通过衰减绿色偏振光线2001来改变蓝色偏振2002的方向。经衰减的绿色偏振显示为2001',并且蓝色偏振方向变化被显示为2002'。这种旋转可以在任何空气玻璃表面上发生,但是当这种旋转发生在内部MLD表面(例如2004和2005)上时,对对比度的影响是明显的。红色偏振2003基本上不受影响。

[0065] 其结果是,行进跨过LCD的玻璃空气界面的光对于s偏振和p偏振光线可以以不同的衰减被透射,并且这可导致偏振方向改变。当最终穿过顶部LCD偏振器时,光将导致亮度取决于观看者位置和光线的出射点而变化。

[0066] 当考虑LCD黑色状态时,离开第一个LCD的所有光线将在相对于显示轴的相同方向上被偏振。当以s偏振和p偏振方向观看时情况并非如此,因为参考系由入射平面控制,并且该平面取决于从LCD的出射点。

[0067] 进入观看者眼睛的任何光线的入射平面将是由三个点A、B和C形成的平面,其中A是LCD表面上距眼睛最近的点,B是LCD上的光线出射点,并且C是眼睛。线AC垂直于LCD表面,如图21所示。该平面垂直于LCD表面,但可以处于垂直于LCD表面的任何角度处。衰减量取决于入射角ACB以及线AB相对于光线偏振的取向。当AB平行或垂直于顶部偏振器时,s偏振和p偏振方向对齐或不齐。当AB平行于偏振透射方向("TD")时,p偏振对齐并因此被透射,而当AB垂直于TD时,s偏振对齐并因此被透射。

[0068] 这种简化的情况是在LCD处于黑色状态中正以45度对角线查看。在这里,入射平面为45度,因此光线的s偏振和p偏振的幅度相等,并且理想情况下,任何光都不应离开LCD。如

果计算出由于对s偏振波的菲涅耳衰减而引起的旋转变化,则被归一化为1的结果被示出在图22中,其中0为纯黑,并且1为全亮。x轴是入射平面上的角度ACB。示出了由于菲涅耳效应引起的黑状态漏光的图。在10度时,针对仅LCD(中间线),泄漏约为6%,并且如果包括IC层,则泄漏约为12%(顶部线)。

[0069] 如果将LCD内部的空气(即填充材料内部的空气)替换为折射率匹配材料,则会显示为1.4(较低线)。

[0070] 内部反射是不期望,因为它们会降低对比度并影响显示质量和清晰度。如果两种介质的折射率不同,则菲涅耳反射会出现在两种透明介质之间的任何界面上,因此,如果可能的话,使折射率匹配所有介质是非常有帮助的。同样,LCD的底板层比顶部色板更具反射性,因为底板孔用反射金属框起来,而色板孔用亚光黑色材料框起来。在一个实施例中,顶层是翻转的,因此反射金属面朝上。在另一实施例中,顶层是定制的,因此孔用亚光黑色材料框起来。

[0071] 图23示出了在不同的层数以及1.0(空气)高至1.4(PDMS—聚二甲基硅氧烷)的折射率材料的情况下仅由于菲涅耳效应而导致的有效对比度。可以看出,空气玻璃界面是一个引起对比度问题的问题,并且移除空气并用大于或等于1.4的R.I.的无双折射率匹配材料代替大大改进对比度。因此,可用具有在LCD玻璃的RI的特定阈值裕度内的RI的材料代替空气。在该示例中,在玻璃RI为1.5的情况下,用于折射率匹配的阈值RI可以为1.4。

[0072] 还应注意,用固体材料填充MLD层之间的空隙可防止将来的灰尘进入。

[0073] 注意,光从折射率匹配材料的侧面反射,因此以低对比度引入了系统边缘周围的区域。通过使折射率匹配材料比LCD更宽和更高,可以减少这种影响的负面视觉影响。

[0074] 虽然前面的公开内容使用特定的框图、流程图和示例阐述了各种实施例,但是可以单独地和/或共同地使用广泛的硬件、软件或固件(或其任何组合)配置来实现本文描述和/或示出的每个框图组件、流程图步骤、操作和/或组件。此外,其他组件内包含的组件的任何公开都应被视为示例,因为可以实现许多其他体系结构以实现相同的功能。

[0075] 本文中所描述和/或示出的工艺参数和步骤的顺序仅作为示例而给出并且可以根据需要而变化。例如,尽管本文所示出和/或描述的步骤可能按照特定顺序被示出或讨论,但是这些步骤不必须按照所示出或讨论的顺序执行。本文所描述和/或示出的各种示例方法还可以省略本文所描述和/或示出的步骤中的一个或多个,或者包括除了所公开的那些步骤之外的附加的步骤。

[0076] 尽管本文在全功能计算系统的背景中描述和/或示出各种实施例,但是这些示例实施例中的一个或多个可以分布为各种形式的程序产品,不论实际上用于实施该分布的特定类型的计算机可读介质。本文所公开的实施例还可以使用执行某些任务的软件模块来实现。这些软件模块可以包括可存储在计算机可读存储介质上或计算系统中的脚本文件、批处理文件或其他可执行文件。这些软件模块可以配置计算系统以执行本文公开的示例实施例中的一个或多个。本文描述的各种功能可以通过远程桌面环境或任何其他基于云的计算环境来提供。

[0077] 出于解释的目的,已参照具体实施例对前面的说明书进行了描述。然而,上文示出的讨论不旨在是穷尽性的,或者将本发明限于所公开的确切形式。鉴于以上教导,许多修改和变型是可能的。实施例被选择并被描述以便最好地解释本发明的原理及其实际应用,由

此使本领域的其他技术人员能够利用最好地利用本发明和各种实施例,其中各种修改可以适于所构想的特定用途。

[0078] 而且,本申请的范围不旨在受限于在说明书中描述的工艺、机器、制造、物质组分、装置、方法以及步骤的具体实施例。就像本领域普通技术人员容易从本发明公开内容中理解的那样,根据本发明可采用执行与本文中描述的对应实施例基本相同功能或实现与本文中描述的对应实施例基本相同结果的现有或以后开发出来的工艺、机器、制造、物质组分、装置、方法或步骤。因此,所附权利要求旨在将这样的过程、机器、制造、物质组成、装置、方法或步骤包括在其范围内。

[0079] 在本发明的示例实施例中,提供了一种显示设备,包括:在第一平面中的用于显示第一图像的第一显示器;在第二平面中的用于显示第二图像的第二显示器,其中所述第一平面和第二平面彼此近似平行;位于第一显示器和第二显示器之间并且包括多个微透镜的光束映射元件,该多个微透镜被配置成以伪随机的方式将来自第二显示器的光线引导通过第一显示器的子像素并朝向观看者引导。

[0080] 在紧接在前的段落的显示设备中,所述光束映射元件可以包括折射光束映射器(RBM)。RBM可以具有不对称的散射角,并且可以基本上保留来自后显示器的光的偏振。RBM可具有用于实现基本上平顶轮廓的折射光学器件,使得输出的远场图案接近平顶轮廓。

[0081] 在紧接在前的两个段落中的任何一段的显示设备中,所述光束映射元件可以将来自所述第二显示器上的任何点的发散限制为当所述光线行进通过所述第一显示器时偏移小于一个像素的距离。

[0082] 在紧接在前的四个段落中的任何一段的显示设备中,微透镜中的每一个的直径可以小于第二(例如,后)显示器中的子像素的长度和宽度。

[0083] 在紧接在前的五个段落中的任何一段的显示设备中,所述微透镜可由8或更大的相数M来表征。

[0084] 在紧接在前的六个段落中的任何一段的显示设备中,所述微透镜可以具有在0度和近似20度之间的表面法线分布。

[0085] 在紧接在前的七个段落中的任何一段的显示设备中,所述光束映射元件可以被层叠到所述第二显示器。

[0086] 在紧接在前的八个段落中的任何一段的显示设备中,所述微透镜的弯曲表面可接触具有至少1.4的折射率的高折射率材料或被嵌入在具有至少1.4的折射率的高折射率材料中。

[0087] 在紧接在前的九个段落中的任何一段的显示设备中,来自第二显示器中的给定子像素的光线可以被引导朝向第一显示器的多个不同子像素,并且来自第二显示器的多个不同子像素的光线可以行进通过第一显示器的给定子像素。这可以应用于每个显示器的每个子像素。

[0088] 在本发明的示例实施例中,提供了一种多层显示设备,其包括:多层显示设备,所述多层显示设备包括:第一显示层,所述第一显示层在第一平面中并用于显示第一图像;第二显示层,所述第二显示层在第二平面中并用于显示第二图像,其中所述第一平面和所述第二平面彼此近似平行;折射元件,所述折射元件位于所述第一显示层的顶表面上或第一显示层与第二显示层之间;以及折射率匹配材料,所述折射率匹配材料在第一显示器与第

二显示器之间,所述折射率匹配材料具有高于空气的折射率并且为从大约1.40至1.65的第一折射率。

[0089] 在紧接在前的段落中所述的多层显示设备中,材料可以占据第一显示层和第二显示层之间的整个空间。

[0090] 在紧接在前的两个段落中所述的多层显示设备中,所述第一显示层或第二显示层包括具有第二折射率的LCD显示器,并且所述第一折射率在相对于所述第二折射率的预定阈值裕度内。

[0091] 在前的三个段落中的任何一段中所述的多层显示设备中,第二折射率约为1.5(例如1.52),并且第二折射率至少为1.40。

[0092] 在前的五个段落中所述的多层显示设备中,该材料是无双折射的。

[0093] 在紧接在前的六个段落中所述的多层显示设备中,该材料是或包括聚二甲基硅氧烷(PDMS)。

[0094] 在紧接在前的七个段落中所述的多层显示设备中,折射元件被嵌入在高折射率材料中,以减少菲涅耳去偏振。

[0095] 在紧接在前的八个段落中所述的多层显示设备中,折射元件包括多个微透镜,该多个微透镜被配置成以伪随机的方式将从第二显示器输出的光线引导通过第一显示器的子像素并朝向观看者引导。

[0096] 在紧接在前的段落中所述的多层显示设备中,所述微透镜具有在0度和大约20度之间的表面法线分布。

[0097] 在紧接在前的段落中所述的多层显示设备中,微透镜的弯曲表面接触折射率至少为1.4的高折射率材料。

[0098] 在紧接在前的十一个段落中所述的多层显示设备中,折射元件基本上保留偏振。

[0099] 在紧接在前的十二个段落中所述的多层显示设备中,折射元件被层叠到第二显示层。

[0100] 在紧接在前的十三个段落中所述的多层显示设备中,其中第二显示层是显示设备的后显示器,并且第一显示层是显示设备的前显示器。

[0101] 在本发明的另一示例实施例中,提供了一种用于形成多层显示设备的方法。所述方法包括:提供在第一平面中的用于显示第一图像的第一显示层以及在第二平面中的用于显示第二图像的第二显示层,其中所述第一平面和第二平面彼此近似平行;提供折射元件,所述折射元件被布置在所述第一显示层的顶表面上或第一显示层与第二显示层之间;以及在所述第一显示器与所述第二显示器之间提供材料,所述材料具有与空气的折射率不同的第一折射率。

[0102] 在前的段落中所述的方法中,所述材料占据所述第一显示层与所述第二显示层之间的整个空间。

[0103] 在紧接在前的两个段落中所述的方法中,所述第一显示层或第二显示层包括具有第二折射率的LCD显示器,并且其中所述第一折射率在相对于所述第二折射率的预定阈值裕度内。

[0104] 在前的三个段落中所述的方法中,所述阈值裕度为1。

[0105] 在前的四个段落中所述的方法中,第二折射率是1.5,并且第二折射率至少是1.4。

[0106] 在紧接在前的段落中所述的方法中,所述材料是聚二甲基硅氧烷 (PDMS)。

[0107] 由此描述了根据本公开的实施例。虽然已经在特定实施例中描述了本公开,但应理解的是,本公开不应被解释为受这些实施例的限制。

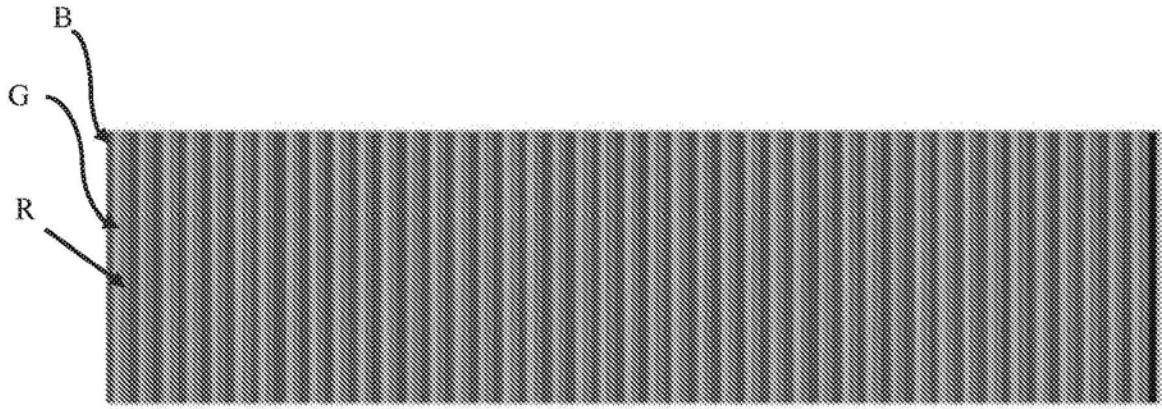


图1

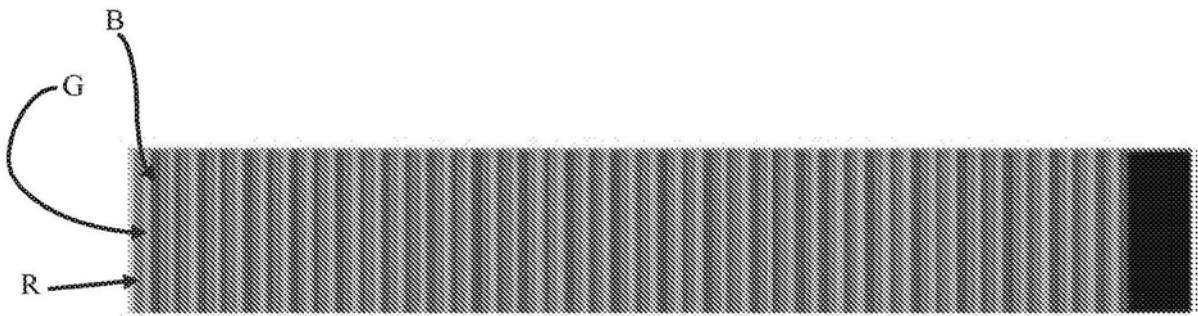


图2

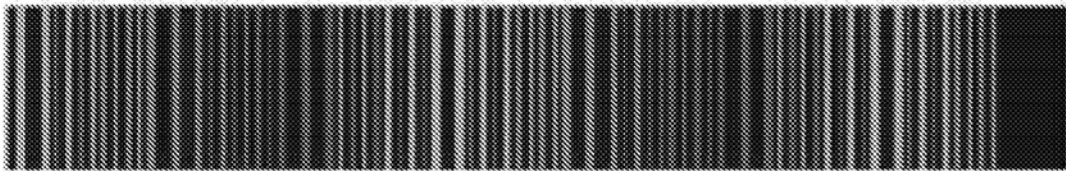


图3

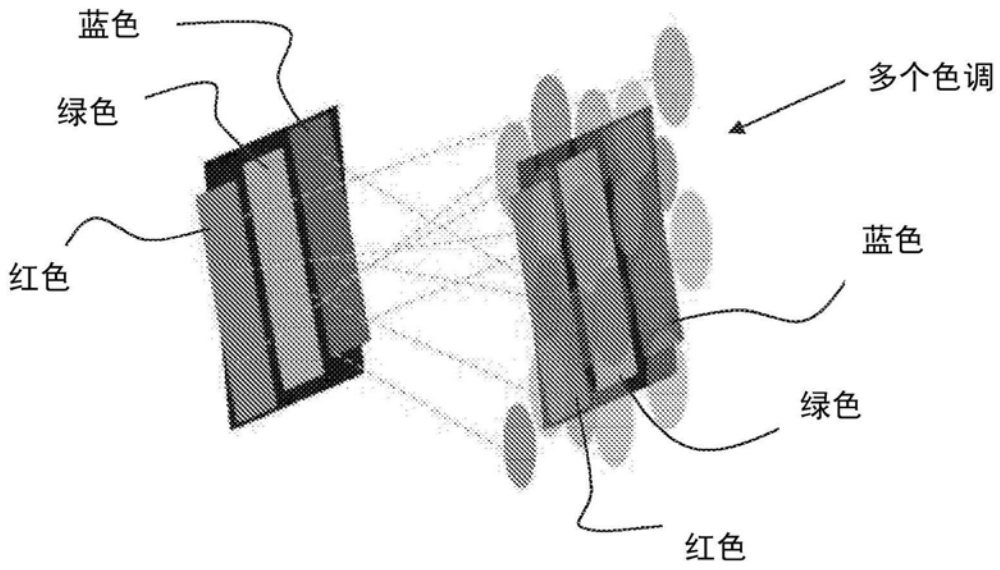


图4

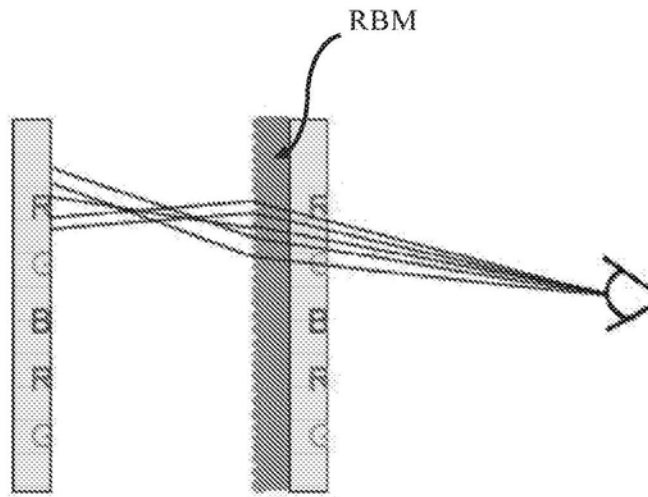


图5

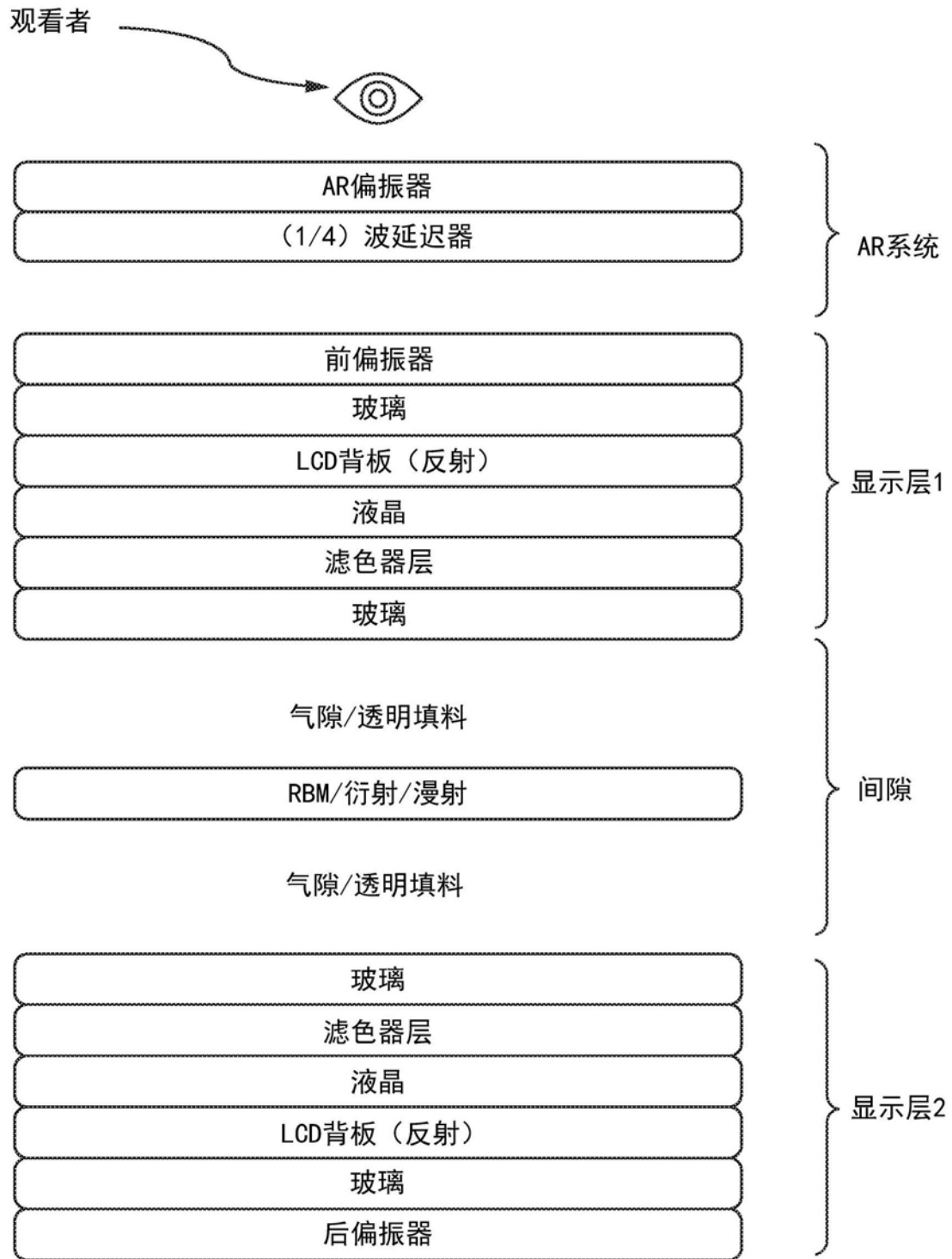


图6

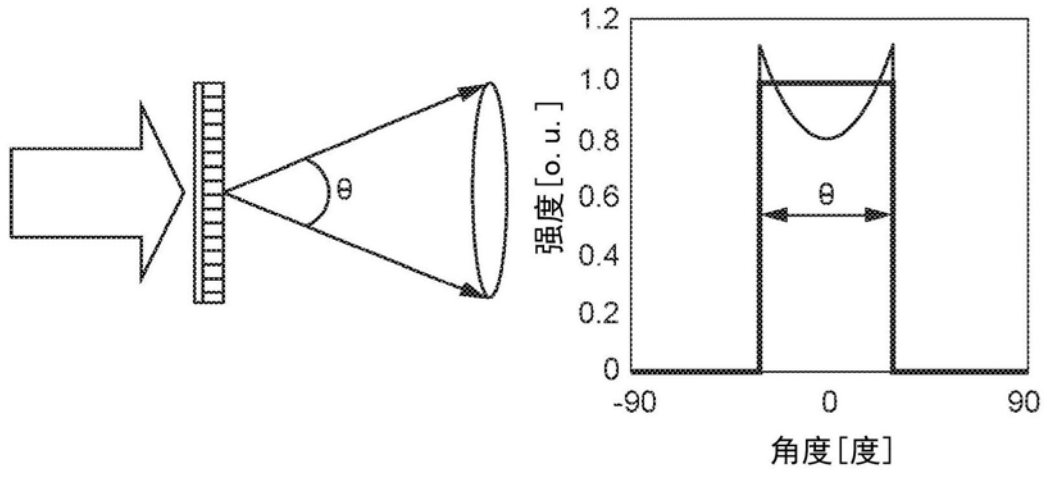


图7

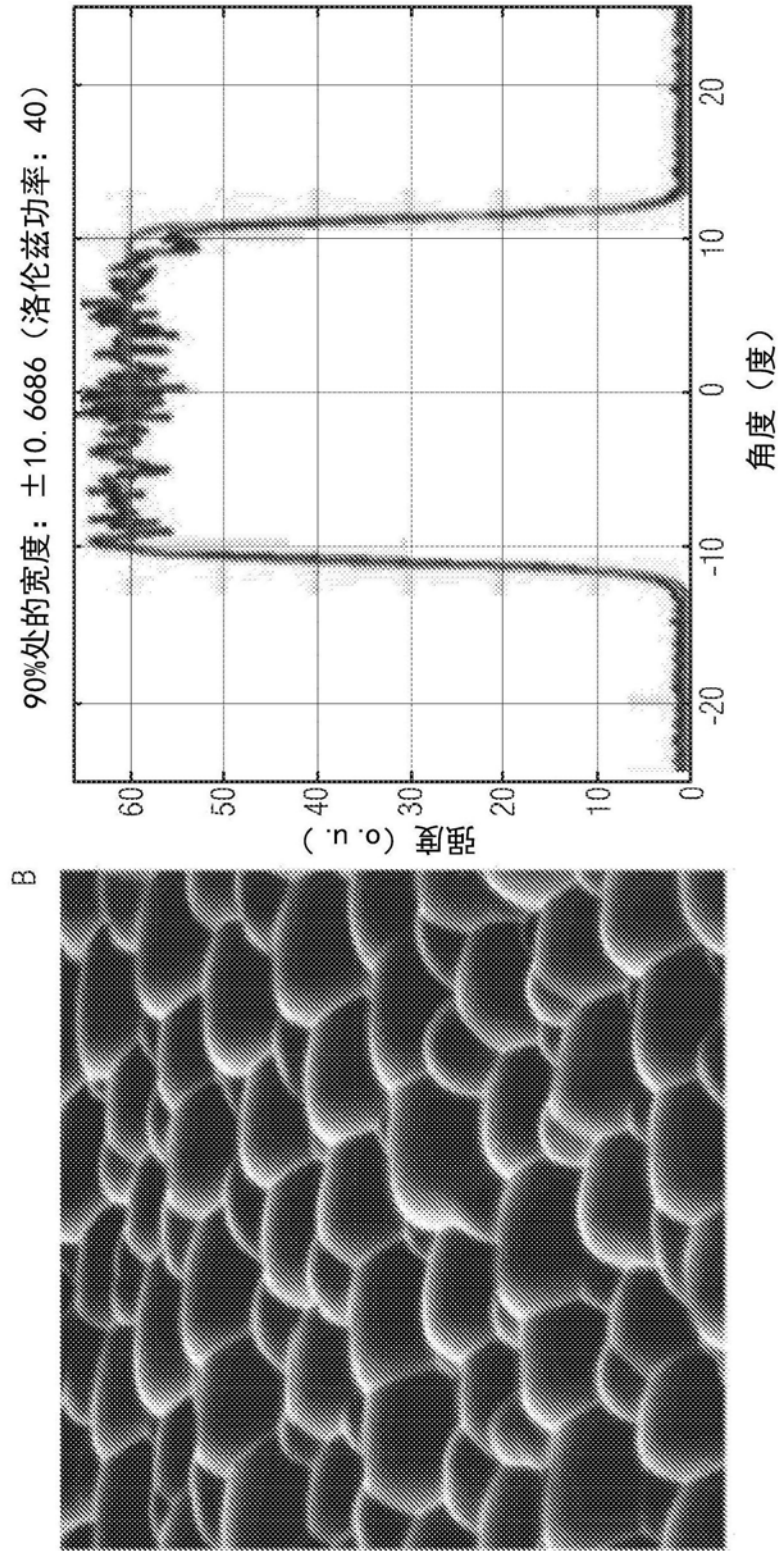


图8

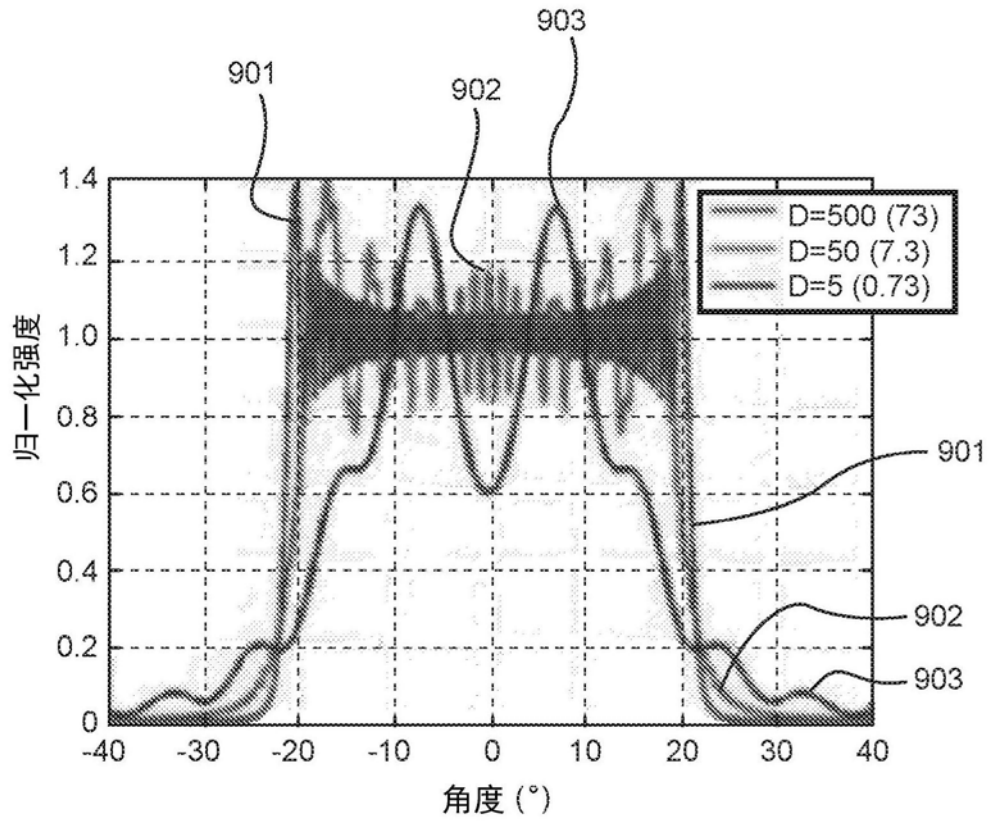


图9

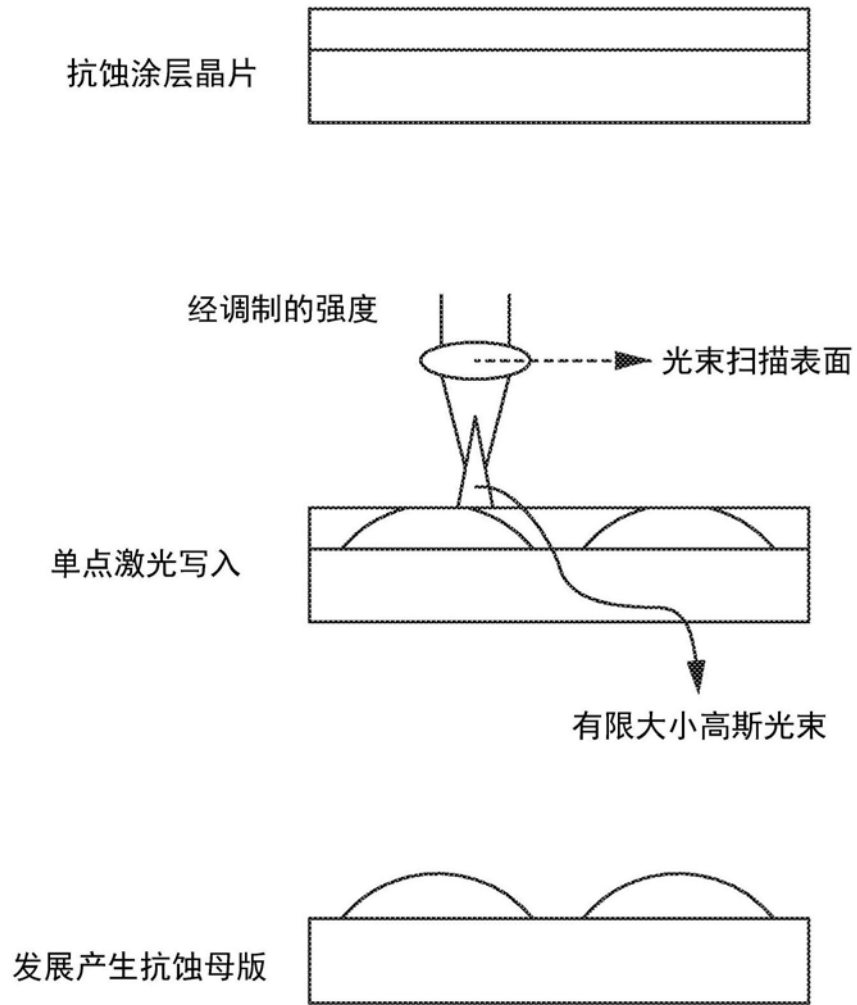


图10

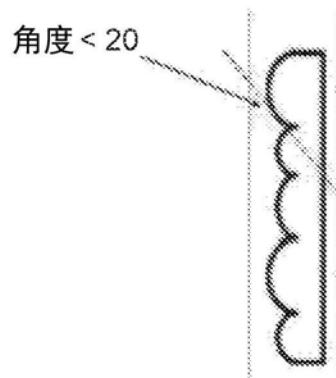


图11

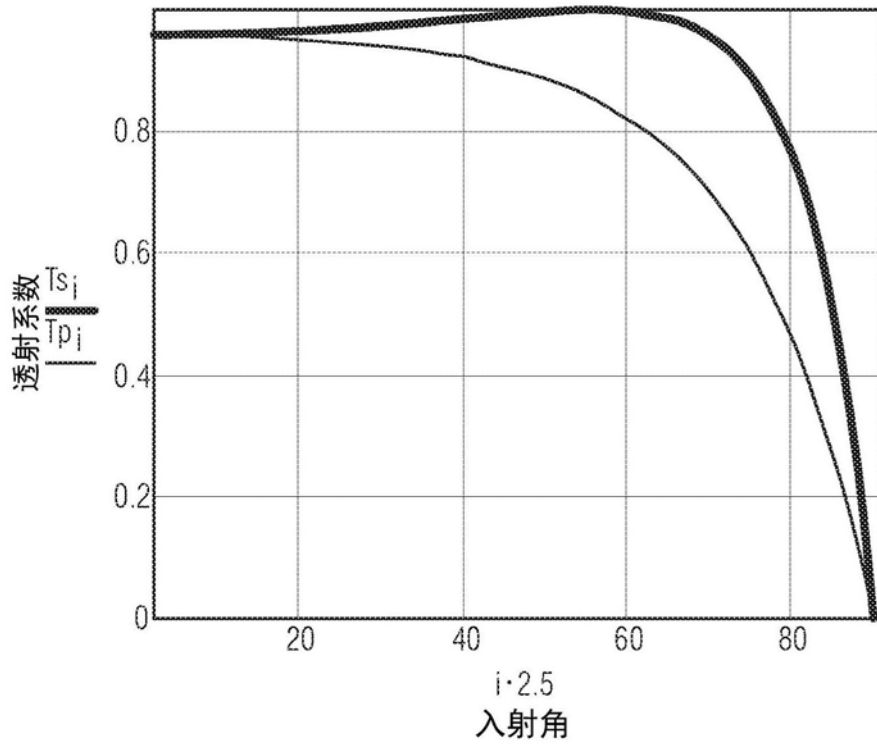


图12

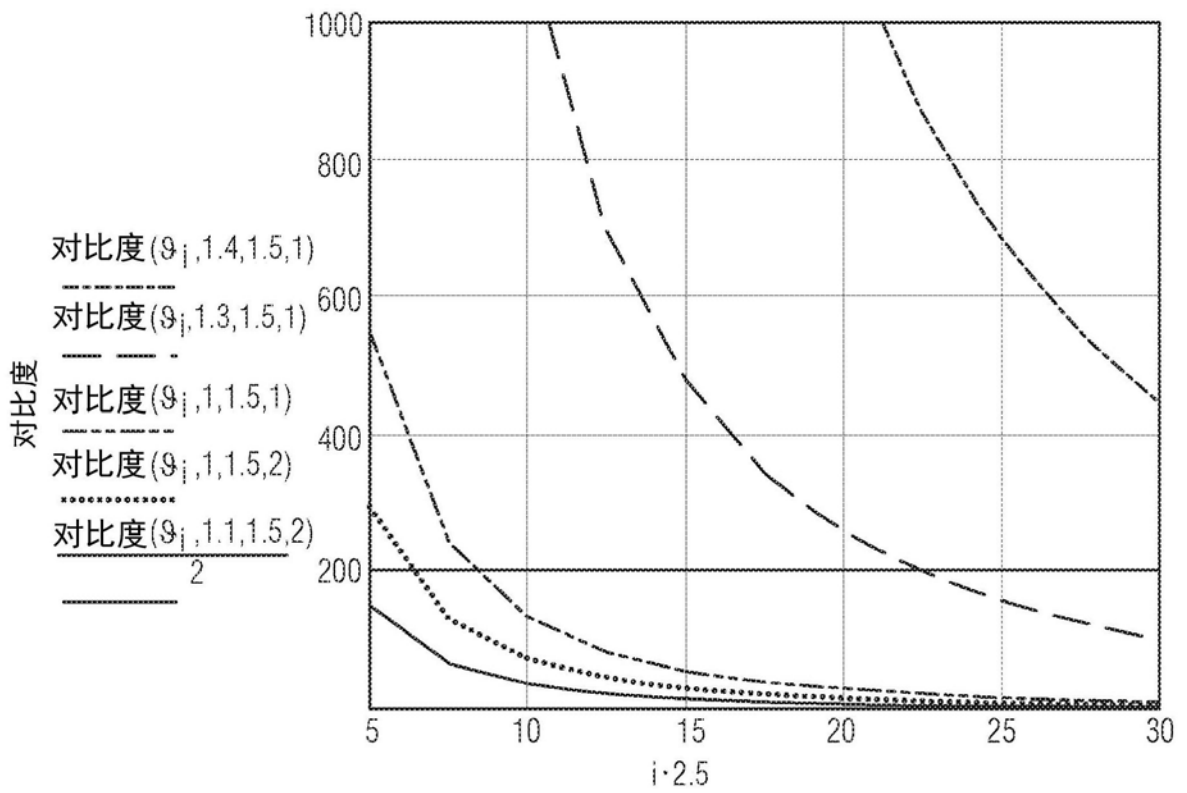


图13

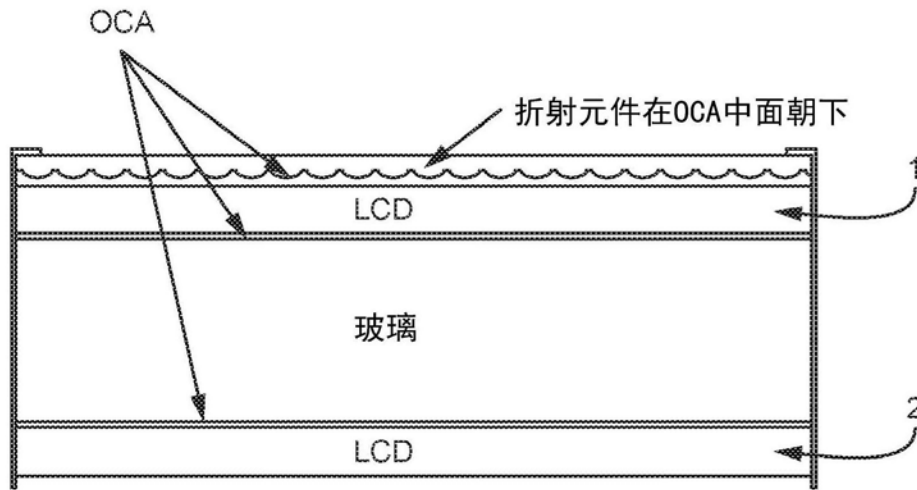


图14

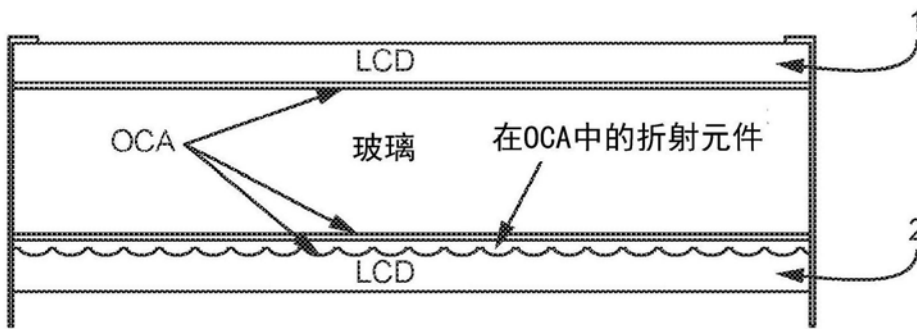


图15

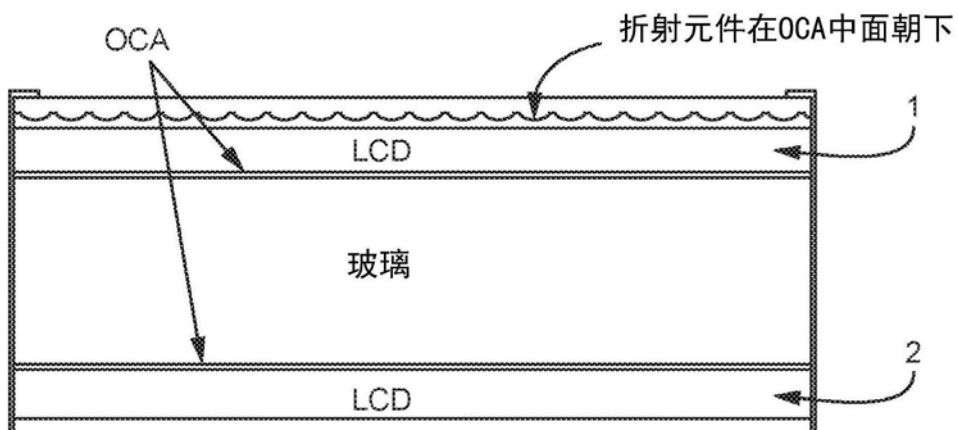


图16A

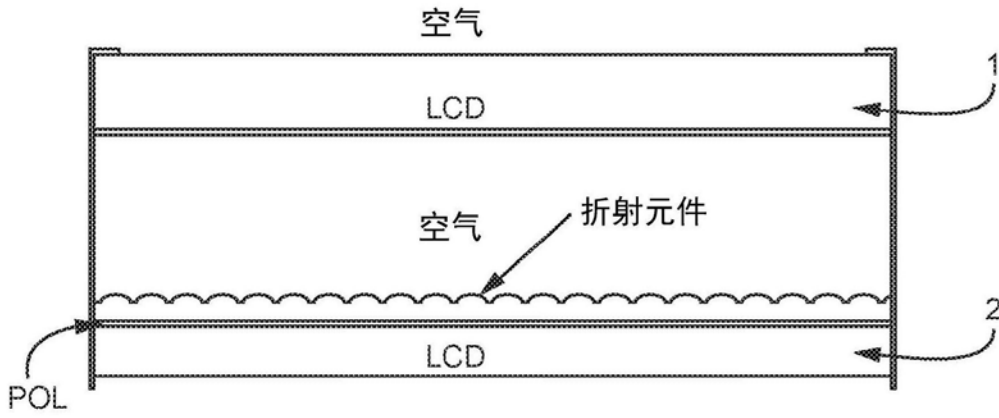


图16B

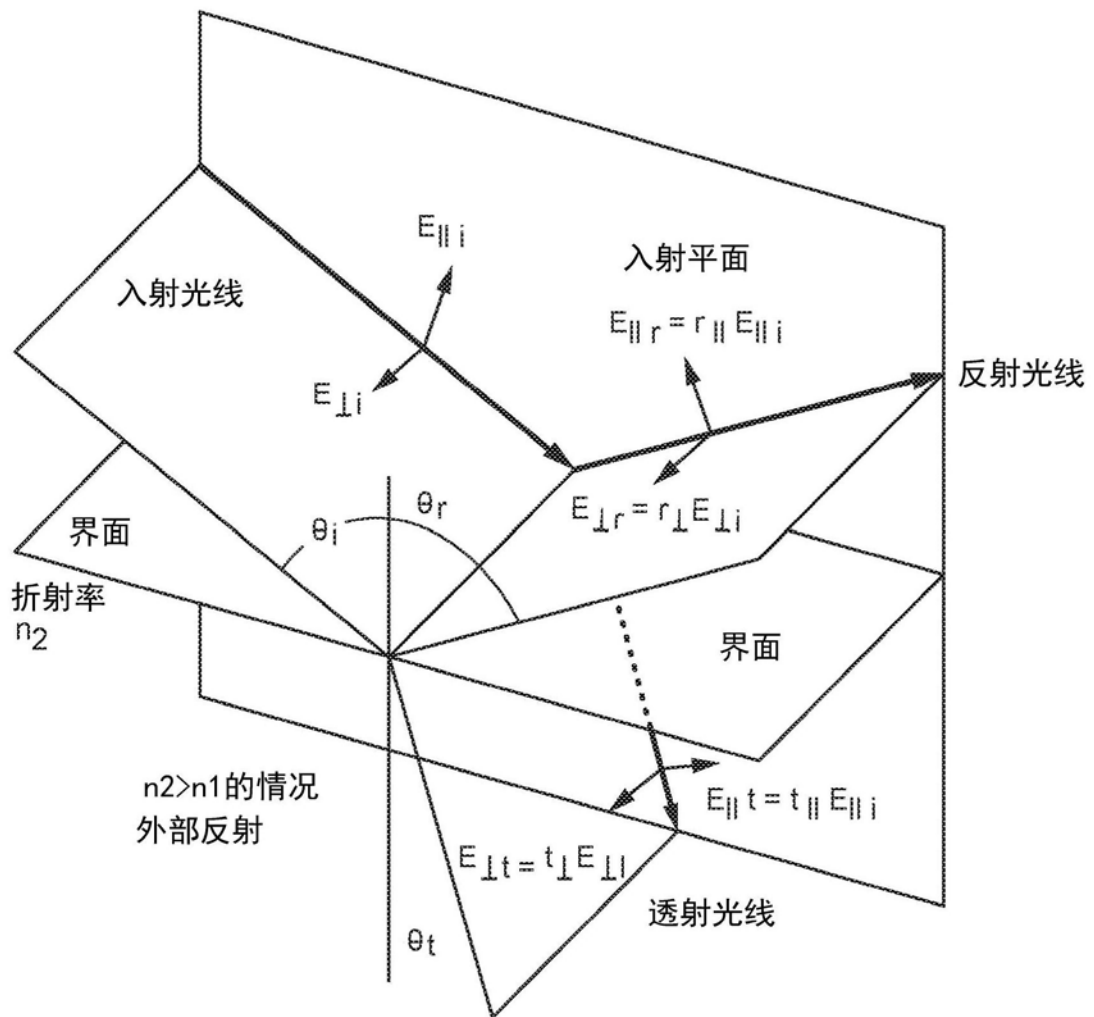


图17

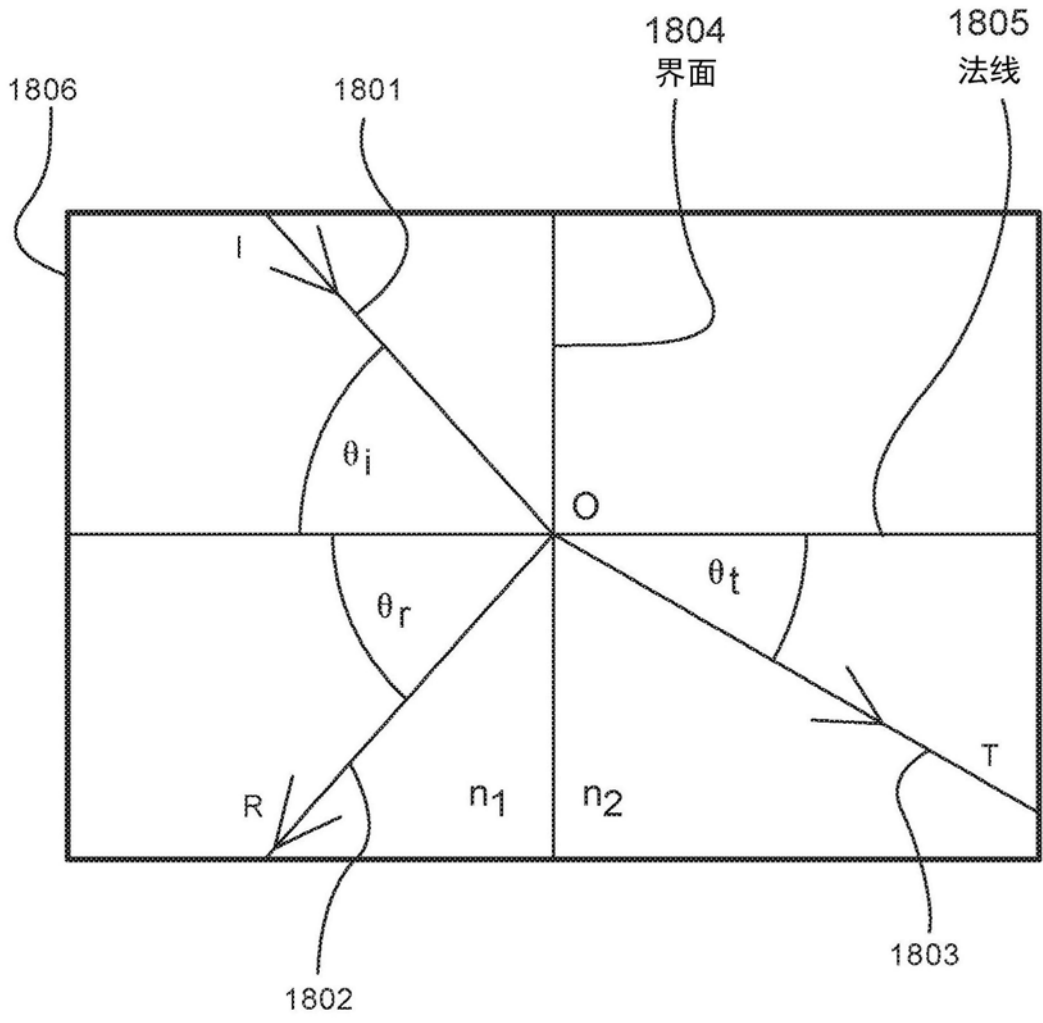


图18

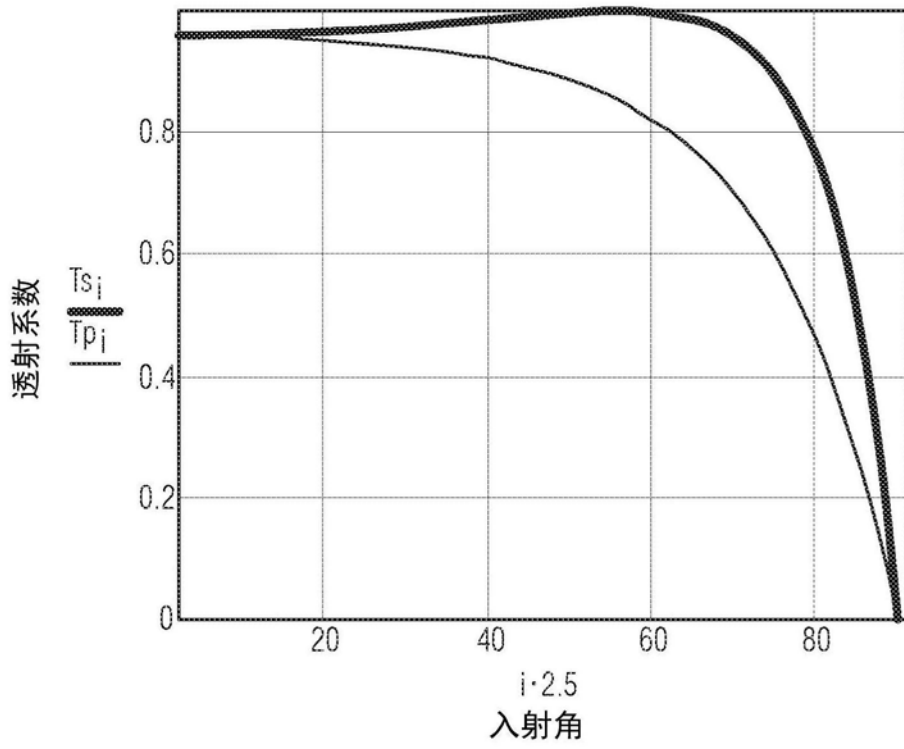


图19A

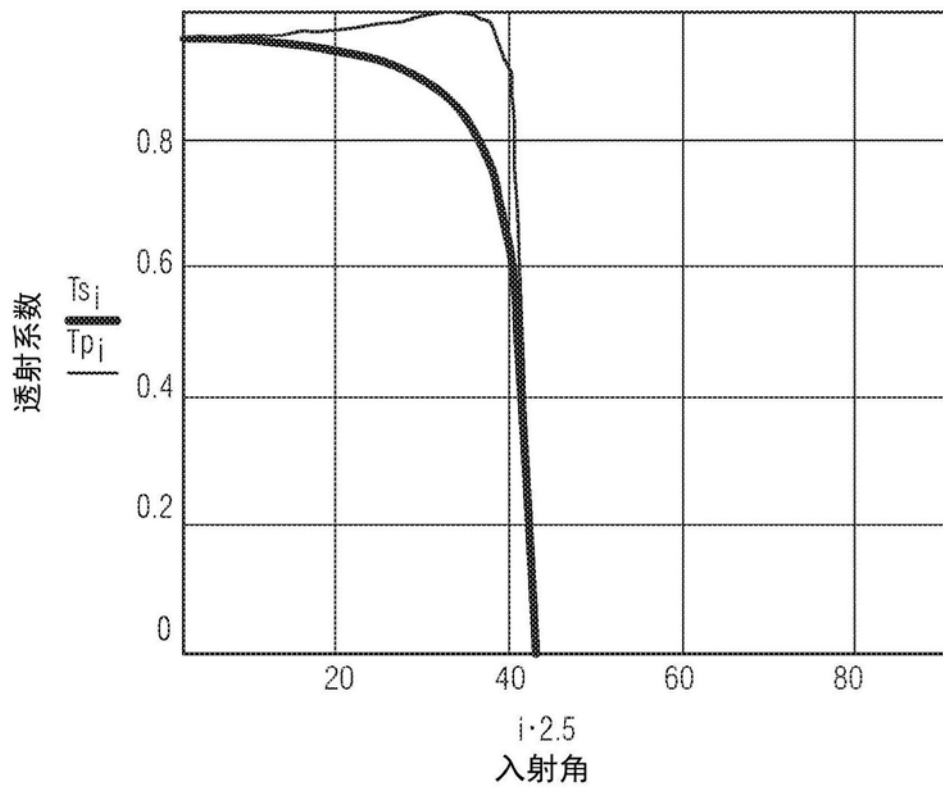


图19B

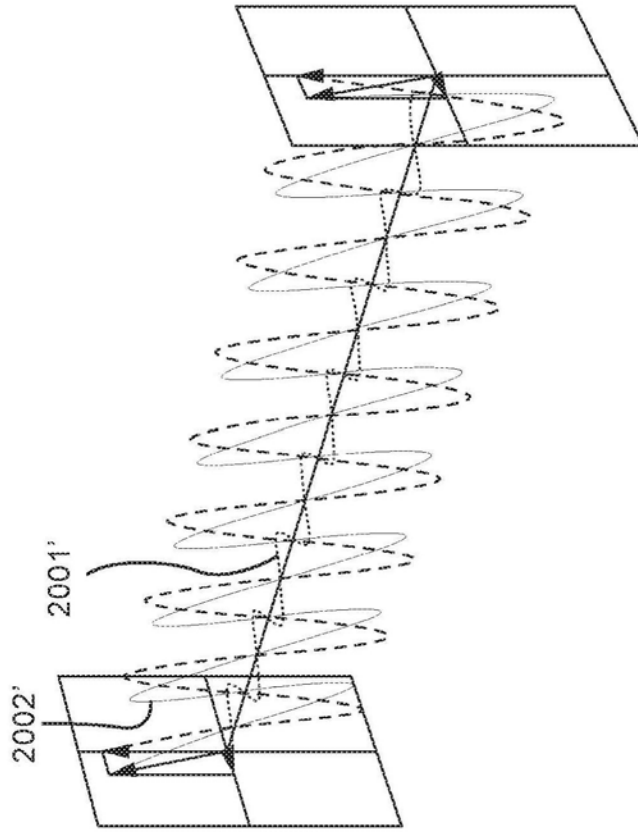


图20B

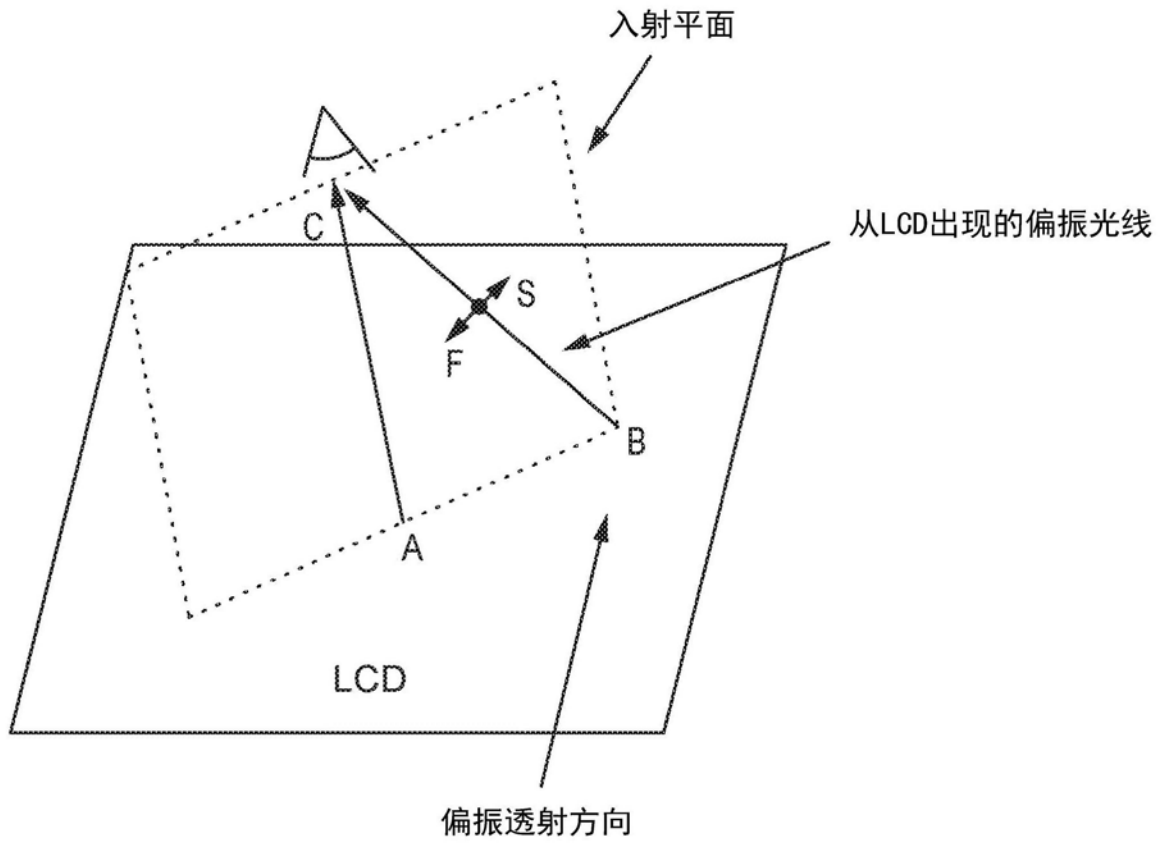


图21

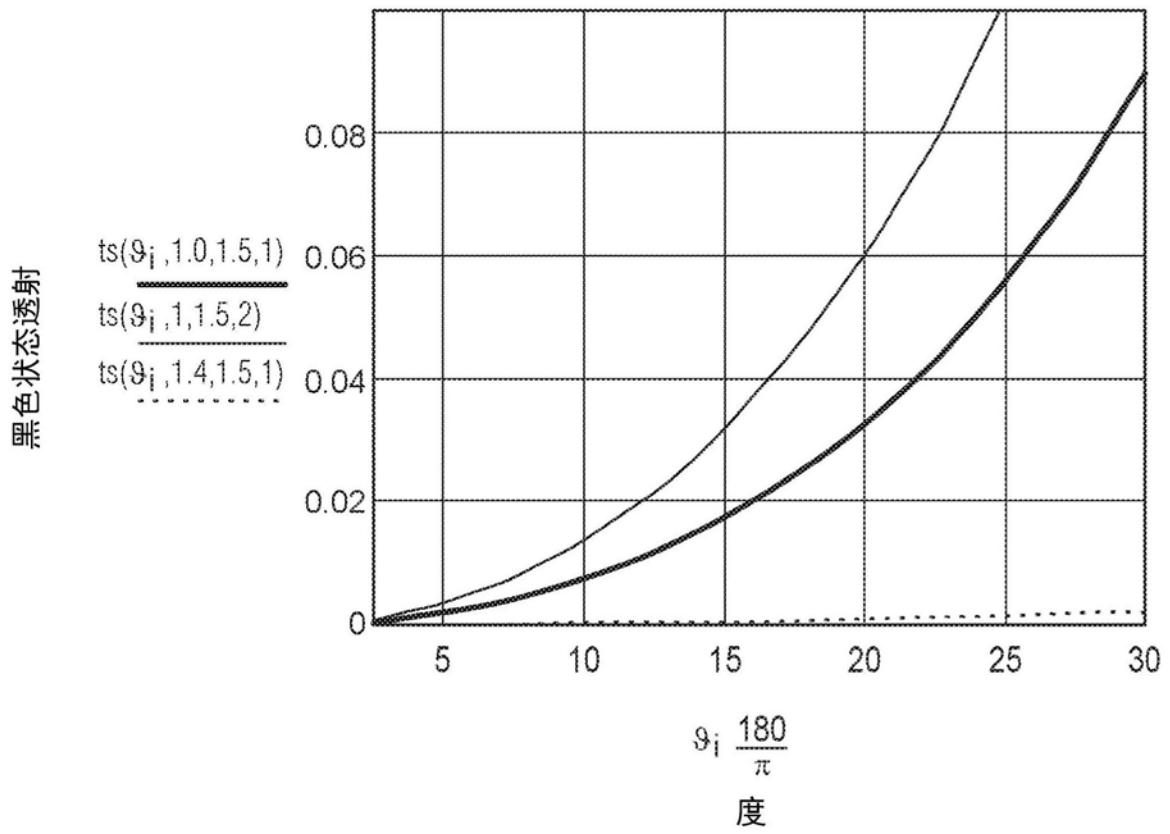


图22

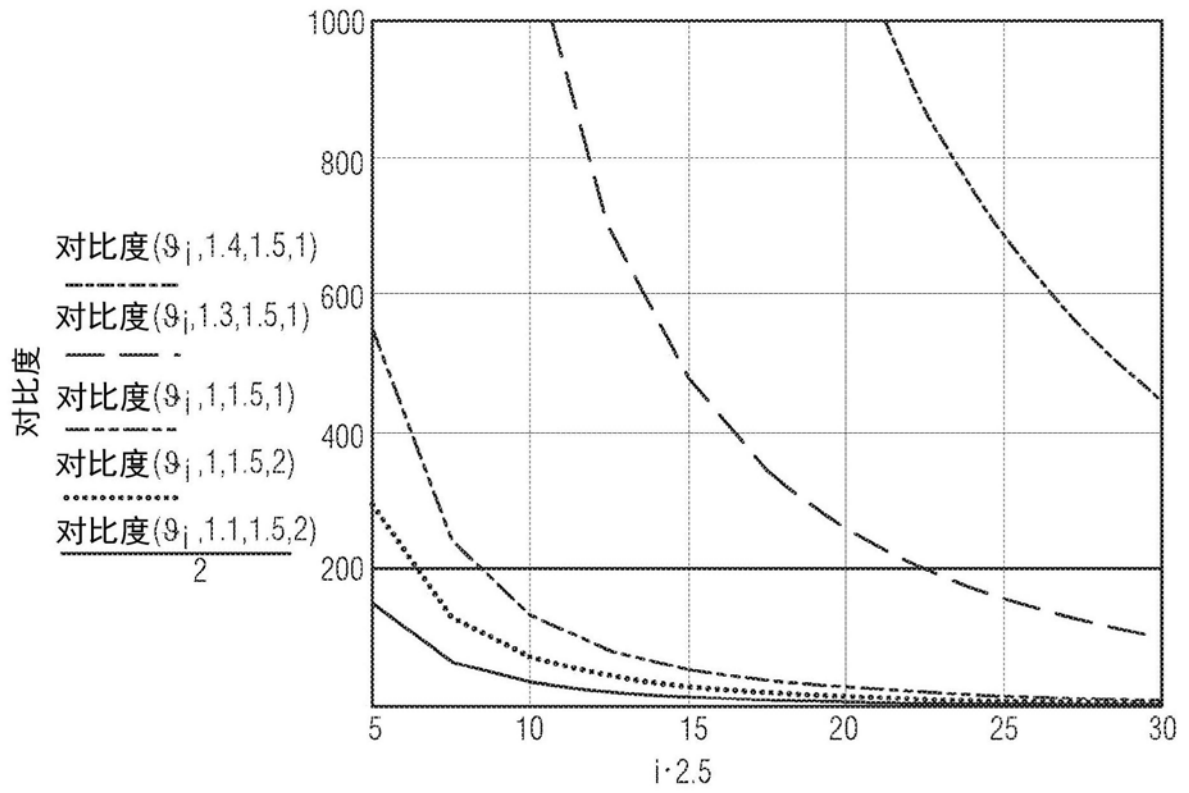


图23