



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108432245 B

(45) 授权公告日 2021.03.02

(21) 申请号 201680077150.X

(22) 申请日 2016.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108432245 A

(43) 申请公布日 2018.08.21

(30) 优先权数据
15203021.9 2015.12.29 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.06.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/082723 2016.12.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/114839 EN 2017.07.06

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 A·G·R·克贝尔

A·J·范达尔夫森 B·克龙

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 王英 刘炳胜

(51) Int.Cl.
H04N 13/368 (2018.01)
H04N 13/32 (2018.01)
H04N 13/305 (2018.01)

(56) 对比文件
CN 102498429 A, 2012.06.13
CN 104272733 A, 2015.01.07
US 2014300711 A1, 2014.10.09
US 2013057159 A1, 2013.03.07

审查员 刘柳群

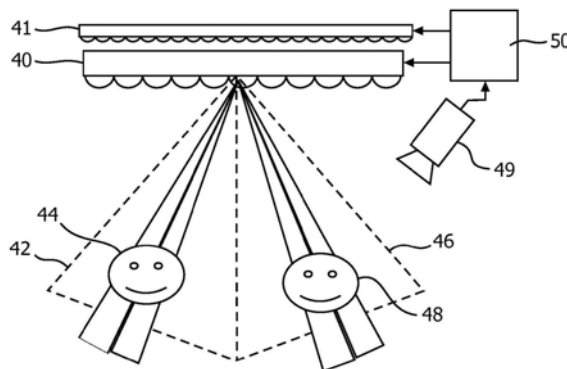
权利要求书2页 说明书14页 附图18页

(54) 发明名称

自动立体显示设备和显示方法

(57) 摘要

一种自动立体显示器,包括能操纵的显示器背光,其包括用于提供成行的光输出的光输出布置以及第一微柱透镜阵列,每个透镜在对应行的光输出附近聚焦。显示面板由背光进行照射,并且第二微柱阵列生成朝向不同查看方向的至少两幅视图。使用头部和/或眼睛来跟踪至少两位查看者。同时向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图,并且在时间上顺次地向不同的被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。



1. 一种自动立体显示器,包括:

能操纵的显示器背光(41),其包括用于提供成行的光输出的光输出布置以及第一微柱透镜阵列,其中,所述能操纵的显示器背光(41)的输出射束具有在 $\tan^{-1}(1.5IOD/vd)$ 与 $\tan^{-1}(5IOD/vd)$ 之间的角展度,其中,IOD是眼间距离,并且vd是相距于所述显示器的预期查看者距离;

显示面板(40),其具有用于产生显示图像的显示子像素的阵列,所述显示器由所述背光进行照射;

第二微柱透镜阵列,其用于在不同查看方向上生成至少两幅视图;

头部和/或眼睛跟踪系统(49),其用于跟踪一位或多位查看者;以及

控制器(50),其用于控制所述显示面板和所述能操纵的显示器背光,其中,所述控制器适于同时向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图,并且在有超过一位查看者的情况下,在时间上顺次地向不同的被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。

2. 根据权利要求1所述的显示器,其中,所述第二微柱透镜阵列具有至少四幅视图,并且其中,所述控制器(50)适于:通过根据所述第二微柱透镜阵列将来自每个子像素的输出投射至所述查看者的左眼和右眼的估计位置的量而向每个子像素分配至少两幅输入视图,向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的显示器,其中,所述第二微柱透镜阵列具有超过10幅的部分视图,并且其中,所述控制器(50)适于:通过根据所述第二微柱透镜阵列将来自每个子像素的输出投射至所述查看者的左眼和右眼的估计位置的量而向每个子像素分配至少两幅输入视图,向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。

4. 根据权利要求1所述的显示器,还包括移位布置,所述移位布置使所述第二微柱透镜阵列相对于所述显示器移位,其中,所述控制器适于向被跟踪的查看者的两只眼睛提供选自仅两幅可能的视图中的视图,并且所述控制器适于控制所述第二微柱透镜阵列相对于所述显示器的所述移位。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的显示器,其中,所述能操纵的显示器背光(41)的输出射束具有在 $\tan^{-1}(1.5IOD/vd)$ 与 $\tan^{-1}(3IOD/vd)$ 之间的角展度,其中,IOD是眼间距离,并且vd是相距于所述显示器的预期查看者距离。

6. 根据权利要求1或权利要求2所述的显示器,其中,所述头部和/或眼睛跟踪系统(49)被配置用于定位到所述查看者的距离以及所述查看者相对于所述显示面板的横向位置。

7. 根据权利要求1或权利要求2所述的显示器,其包括处在所述显示面板的一侧上的漫射器。

8. 一种自动立体显示方法,包括:

跟踪一位或多位查看者;

根据被跟踪的查看者位置来提供成行的背光输出;

引导所述成行的背光输出通过第一微柱透镜阵列,以提供定向控制,并且其中,生成具有在 $\tan^{-1}(1.5IOD/vd)$ 与 $\tan^{-1}(5IOD/vd)$ 之间的角展度的输出,其中,IOD是眼间距离,并且vd是相距于自动立体显示器的预期查看者距离;

使用定向地控制的背光输出来照射包括显示子像素的阵列的显示面板,以产生显示图像;

使用第二微柱透镜阵列针对不同查看方向生成至少两幅视图,其中,视图被同时提供给被跟踪的查看者的两只眼睛,并且在有超过一位查看者的情况下,在时间上顺次地向不同的被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。

9. 根据权利要求8所述的方法,包括生成具有在 $\tan^{-1}(1.5IOD/vd)$ 与 $\tan^{-1}(3IOD/vd)$ 之间的角展度的输出射束,其中,IOD是眼间距离,并且vd是相距于所述显示器的预期查看者距离。

10. 根据权利要求8或9所述的方法,包括:生成至少4幅的一定数量的输入视图,并且根据所述第二微柱透镜阵列将来自每个子像素的输出投射到所述查看者的左眼和右眼的估计位置的量而向每个子像素分配至少两幅输入视图。

11. 根据权利要求8或9所述的方法,包括生成小于10幅的一定数量的视图,并且根据所述第二微柱透镜阵列将来自每个子像素的输出投射到所述查看者的左眼和右眼的估计位置的量而向每个子像素分配至少两幅输入视图。

12. 根据权利要求8或9所述的方法,包括生成小于8幅的一定数量的视图,并且根据所述第二微柱透镜阵列将来自每个子像素的输出投射到所述查看者的左眼和右眼的估计位置的量而向每个子像素分配至少两幅输入视图。

13. 根据权利要求8所述的方法,包括生成两幅视图,并且向被跟踪的查看者的两只眼睛提供所述两幅视图,其中,所述方法还包括使所述第二微柱透镜阵列相对于所述显示器移位。

14. 根据权利要求8或9所述的方法,包括定位到所述查看者的距离以及所述查看者相对于所述显示面板的横向位置。

自动立体显示设备和显示方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种自动立体显示设备和一种显示方法。

背景技术

[0002] 已知的自动立体显示设备包括具有显示像素的行和列的阵列的二维液晶显示面板(其中,“像素”通常包括一组“子像素”,并且“子像素”是最小的可个体寻址的单色像元),所述行和列的阵列充当图像形成模块以产生显示。相互平行延伸的细长透镜的阵列覆盖所述显示像素阵列,并且充当视图形成模块。这些是已知的“微柱透镜(lenticular lens)”。来自显示像素的输出被透射通过这些微柱透镜,其作用在于修改输出的方向。

[0003] 微柱透镜被提供为一个片层的透镜元件,所述透镜元件中的每个透镜元件包括细长的部分圆柱形透镜元件。所述微柱透镜在显示面板的列方向上延伸,其中,每个微柱透镜覆盖显示子像素的各自组的两个或更多相邻的列。

[0004] 每个微柱透镜能够与两个列的显示子像素相关联,以使得用户能够观察到单幅立体图像。替代地,每个微柱透镜能够与行方向上的一组三个或更多相邻显示子像素相关联。每组中的对应列的显示子像素被适当地布置为提供来自各自的二维子图像的竖直片层(slice)。随着用户的头从左到右移动,观测到一系列相继的不同立体视图,从而创建例如环视印象。

[0005] 图1是已知的直接视图自动立体显示设备1的示意性透视图。已知的设备1包括充当产生显示的空间光调制器的有源矩阵型的液晶显示面板3。

[0006] 显示面板3具有显示子像素5的行和列的正交阵列。为了清楚起见,该图中仅示出了少量的显示子像素5。在实践中,显示面板3例如可能包括大约两千行和四千列的显示子像素5。未来甚至可能变得更多。在黑白显示面板中,子像素实际上构成了完整像素。在彩色显示器中,子像素是完整彩色像素的一个彩色部件。根据一般术语,完整彩色像素包括创建所显示的最小图像部分的所有颜色所需的所有子像素。因此,例如,完整彩色像素可以具有红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)的子像素,还可能利用白色子像素或者一个或多个其他基色子像素对其进行增强。液晶显示面板3的结构完全是常规的。具体地,面板3包括一对隔开的透明玻璃基板,在其之间提供对准的扭曲向列液晶材料或其他液晶材料。各基板在其相互面对的表面上承载透明氧化铟锡(ITO)电极的图案。还在各基板的外表面上提供极化层。

[0007] 每个显示子像素5包括各基板上的相对电极,介于其之间的是液晶材料。显示子像素5的形状和布局由各电极的形状和布局来确定。显示子像素5通过间隙相互有规律地间隔开。

[0008] 每个显示子像素5与诸如薄膜晶体管(TFT)或薄膜二极管(TFD)的开关元件相关联。对显示像素进行操作以通过向开关元件提供寻址信号来产生显示,并且适当的寻址方案将是本领域技术人员已知的。

[0009] 通过光源7对显示面板3进行照射,在该范例中,光源7包括在显示像素阵列的区域上延伸的平面背光。来自光源7的光被引导通过显示面板3,其中,个体显示子像素5被驱动,

以对所述光进行调制并且产生显示。背光7具有侧边7a和7b、顶边7c以及底边7d。其具有输出光的正面。显示设备1还包括被布置在显示面板3的显示侧上的微柱薄板9,其执行光引导功能,并且因此执行视图形成功能。微柱薄板9包括一行相互平行地延伸的微柱元件11,为了清楚起见,仅以夸大的尺寸示出了一个。

[0010] 微柱元件11具有凸面(部分)圆柱形透镜的形式,其中的每个具有垂直于元件的柱面曲率延伸的伸长轴12,并且每个元件充当光输出引导器件,以将不同的图像或视图从显示面板3提供到位于显示设备1的前方的用户的眼睛。

[0011] 所述显示设备具有控制器13,控制器13控制背光和显示面板。

[0012] 在图1中所示的自动立体显示设备1能够在不同方向上提供若干不同的透视图,即,所述显示设备能够将像素输出引导至显示设备的视场内的不同空间位置。具体地,每个微柱元件11覆盖每行内的一小组的显示子像素5,在当前范例中,行垂直于微柱元件11的伸长轴延伸。微柱元件11将一组的每个显示子像素5的输出投射在不同的方向上,从而形成若干幅不同的视图。随着用户的头从左向右移动,他的/她的眼睛将依次接收到所述若干幅视图中的不同视图。

[0013] 图2更详细地示出了如上文所描述的微柱类型成像布置的操作原理,并且以截面示出了背光20、显示设备24、液晶显示面板和微柱阵列28。图2示出了微柱布置28的微柱27如何将一组像素中的像素26'、26''和26'''的输出引导至显示设备前方的各自的三个不同的空间位置22'、22''和22'''。不同的位置22'、22''和22'''是三个不同附图的部分。

[0014] 以类似的方式,显示像素26'、26''和26'''的相同输出被布置28的微柱27'引导至各自的其他三个不同的空间位置25'、25''和25'''。三个空间位置22'至22'''界定了第一视见区或锥29',而三个空间位置25'至25'''界定了第二视见锥29''。将意识到,根据能够对诸如由像素26'至26'''形成的一组像素的输出进行引导的所述阵列中的微柱透镜的数量,存在更多这样的锥(未示出)。各锥填充了显示设备的整个视场。

[0015] 图2仅仅是示意性的。相邻的锥29'和29''源自于在对应位置处与相邻透镜表面相交的光线,在图2的示意图中未示出。

[0016] 在从一个视见锥到另一视见锥时,上文的视图引导原理导致发生视图重复,因为在每个锥之内,将在特定视图中显示同一像素输出。因此,在图2的范例中,空间位置22''和25''提供了相同的视图,但是它们却分别处于不同的视见锥29'和29''之内。换言之,特定视图在所有视见锥中示出相同的内容。在视见锥之间的边界处,存在极端(extreme)视图之间的跳跃,从而破坏了自动立体效果。

[0017] 对该问题的一种解决方案是例如通过将背光设计为具有定向输出而仅准许单个视见锥。WO 2011/145031公开了用于定义具有单锥输出的显示器的各种方案。

[0018] 例如,使用经准直的背光来控制能够从哪一方向看到某一视图对于若干种不同应用而言是已知的,所述应用包括视线跟踪应用、私密面板以及增强亮度面板。这样的经准直的背光的一个已知部件是光生成部件,其以大约按照同样为所述背光的部分的微柱透镜的间距间隔开的细发光条带的阵列的形式提取其所有的光。

[0019] 在图3中示出了这种配置,其中,背光7包括条带状的光发射器的阵列30、正透镜阵列32以及处于透镜阵列与发射器之间的复制(replica)结构34。透镜阵列32对来自细发光条带的阵列30的光进行准直。这样的背光能够是由一系列发射元件(例如,成行的LED或者

OLED条带)形成的。

[0020] 为每位查看者的左眼和右眼提供正确的图像从而针对宽范围的查看角度和查看距离建立立体查看体验将是非常具有挑战性的。

[0021] 所提供的一种解决方案是通过在显示器前方使用(斜的)微柱阵列而如上文所解释地在水平方向上生成大数量N幅视图作为重复“扇区”。然而,该解决方案的周知的缺陷在于:强烈降低了3D模式空间分辨率——通常在每个方向上以N的平方根为因子降低。此外,对于相邻的扇区的视图之间的过渡边缘处的查看者而言失去了立体体验。因此,存在由锥角和显示器的屏幕宽度确定的菱形视见区带,并且查看者必须找到合适的位置坐下,并且不能够过多的移动才能够不降低其3D体验。

[0022] 多视图显示、并且尤其是部分(fractional)视图显示提供了平滑的运动视差和平滑的锥过渡,但是其代价是绘制许多视图(例如,10幅、20幅等)。常常是低数量、例如一幅或两幅输入视图是可用的,并且生成多幅合成视图。在部分视图显示中,通过对微柱透镜阵列进行尺寸设定以使得子像素和透镜轴的相对位置产生多(k)个子相,来消除或者至少减少已知的由子像素周围的黑色遮蔽物引起的出现暗条带的问题。这通过在k个部分视图点上求平均来抑制较低空间频率的条带效应。另外,额外的视图点允许平滑的运动视差,并且允许细粒度的查看者调节。在US 8134590中公开了这样的部分视图显示,并且通过引用将其内容、尤其是第一栏第45行到第二栏第6行的部分并入本文。

[0023] 备选地,使用计算机制图方法(例如,OpenGL)来绘制视图。以这种方式,常规自动立体显示器生成比为每位查看者的左眼和右眼提供立体图像所需的信息多得多的信息。

[0024] 该问题在利用眼睛和/或头部跟踪的所谓的“基于多视图的立体感”显示器中被部分解决,其中,仅绘制与单个查看者的位置对准的两幅视图,使得查看者根据这两幅视图感受到立体效果。因此,降低了生成视图的成本,因为仅生成两幅视图,或者当有现成可用的两幅输入视图时,将完全消除生成视图的成本。这些设备的问题在于其仅适合于单个用户,因为任何其他未被跟踪的用户通常将看到扭曲的图像。

发明内容

[0025] 本发明由权利要求来限定。

[0026] 根据范例,提供了一种自动立体显示器,其包括:

[0027] 能操纵的显示器背光,其包括用于提供成行的光输出的光输出布置以及第一微柱透镜阵列;

[0028] 显示面板,其具有用于产生显示图像的显示子像素的阵列,所述显示器由所述背光来照射;

[0029] 第二微柱透镜阵列,其用于在不同查看方向生成至少两幅视图;

[0030] 头部和/或眼睛跟踪系统,其用于跟踪至少两位查看者;以及

[0031] 控制器,其用于控制所述显示面板和所述能操纵的显示器背光,其中,所述控制器适于同时向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图,并且在时间上顺次地向不同的被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。

[0032] 所述自动立体显示器能够通过提供小数量的视图(由于头部/眼睛跟踪)而具有高分辨率。其实现了多用户并且无死区的显示器。经由每次向仅一个面部引导光的光操纵背

光对每位查看者个体地寻址。针对每位个体查看者的视图可以是以小的视见锥提供的,从而为每位查看者的左眼和右眼提供最佳图像。然而,背光输出不需要窄到其到达查看者的仅单只眼睛的程度。替代地,背光输出宽到足以覆盖查看者的两只眼睛(在预期查看距离处),但是又没有宽到覆盖多位查看者。对于一般群体而言平均眼间距离是63mm,但是当查看者并排而坐时,两位查看者的最近的眼睛之间的距离通常至少为500mm。因此,在预期查看距离处的显示器的锥宽度例如在100mm至500mm、例如100mm至300mm、例如100mm至150mm的范围内。

[0033] 针对每位查看者的所述至少两幅视图是基于空间复用的,而针对不同查看者的视图则是基于时间复用的。

[0034] 背光的每个微柱透镜优选具有处在对应行的光输出处或附近的焦点,例如,焦距等于背光微柱透镜与成行的光输出之间的距离的0.7至1.3倍。

[0035] 在一种实施方式中,所述控制器适于通过根据每个子像素针对查看者的左眼和右眼的估计的可见度而向每个子像素分配输入视图,由此向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。可见度是以查看者相对于显示器的位置的估计为基础来估计。所述可见度涉及第二微柱透镜将特定子像素朝向特定查看位置投射的程度。

[0036] 小数量的视图降低了图像处理要求。还发现了,在用户横向移动时,使用至少4幅静态视图就足以隐藏视图之间的过渡。这种方案有效的原因在于:用户的每只眼睛处在一幅视图内或者处在两幅相邻的视图之间,那么这两幅视图被分配给相同的输入视图。

[0037] 相反,针对所述显示器能够生成仅两幅动态视图。在这种情况下,可以提供移位布置,以使第二微柱透镜(生成多幅视图的那个)相对于显示器发生(电学-光学、机械或者以其他方式)移位。因此,所述控制器适于将选自仅有的两幅可能视图中的视图提供给被跟踪的查看者的两只眼睛,并且所述控制器还适于控制第二微柱相对于显示器的移位。

[0038] 所述能操纵的显示器背光可以具有输出射束,所述输出射束具有小于 $\tan^{-1}(5I0D/vd)$ 的角度扩展,其中,I0D是眼间距离,并且vd是相距于显示器的预期查看者距离。这意味着在预期查看者距离处的输出射束的宽度小于眼间距离的5倍。这避免了向相邻查看者显示相同的图像。所述输出射束可以具有 $\tan^{-1}(1.5I0D/vd)$ 与 $\tan^{-1}(3I0D/vd)$ 之间的角度扩展,例如 $\tan^{-1}(2I0D/vd)$ 。

[0039] 所述头部和/或眼睛跟踪系统可以用于定位距查看者的距离以及查看者相对于显示面板的横向位置。

[0040] 可以在显示面板的一侧上提供漫射器。这减少了强度调制。

[0041] 根据另一方面的范例提供了一种自动立体显示方法,包括:

[0042] 跟踪显示器的至少两位查看者;

[0043] 根据被跟踪的查看者位置来提供成行的背光输出;

[0044] 引导所述成行的背光输出通过第一微柱透镜阵列,以提供定向控制;

[0045] 使用经定向控制的背光输出来照射包括显示子像素的阵列的显示面板,以生成显示图像;

[0046] 使用第二微柱透镜阵列针对不同查看方向生成至少两幅视图,其中,同时向被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图,并且在时间上顺次地向不同的被跟踪的查看者的两只眼睛提供视图。

[0047] 这每次向一位查看者提供自动立体图像的显示,但是同时向每位查看者的两只眼睛提供显示。

[0048] 所述方法可以包括向至少4个并且/或者小于10个、例如小于8个的一定数量的视图分配输入视图。根据针对查看者的左眼和右眼而估计的每个子像素的可见度,按照每子像素地分配所述输入视图。

[0049] 备选地,所述方法可以包括生成两幅视图,并且向被跟踪的查看者的两只眼睛提供两幅视图,其中,所述方法还包括使所述第二微柱透镜阵列相对于显示器移位。

[0050] 可以提供背光输出射束,所述背光输出射束具有小于 $\tan^{-1}(5I_{OD}/vd)$ 的角度扩展,其中, I_{OD} 是眼间距离,并且 vd 是相距于显示器的预期查看者距离。

附图说明

[0051] 现在将参考附图完全以范例的方式来描述本发明的实施例,在附图中:

[0052] 图1是已知的自动立体显示设备的示意性透视图;

[0053] 图2是在图1中所示的显示设备的示意性截面视图;

[0054] 图3示出了使用条带状发射器的已知定向背光设计;

[0055] 图4示出了具有简单的示意性形式的本发明的方案;

[0056] 图5更详细地示出了各光学部件;

[0057] 图6示出了查看者的眼间角 $\Phi_{I_{OD}}$ 以及空气中的显示锥角 $\Phi_{体c}$ 和视角 $\Phi_{视v}$;

[0058] 图7示出了显示几何结构与显示锥角之间的关系;

[0059] 图8示出了显示器的相邻视图的重叠;

[0060] 图9示出了显示面板的截面;

[0061] 图10示出了背光输出的相邻视图的重叠;

[0062] 图11示出了显示器的角度强度分布;

[0063] 图12是从整个背光输出的背光锥角和照射宽度;

[0064] 图13更详细地示出了背光的具体设计;

[0065] 图14示出了图13的背光的8幅视图的角度分布图(profile);

[0066] 图15示出了图13的背光的相邻接近-最近视图的重叠;

[0067] 图16示出了背光的角度强度,其中,所有光条带被开启;

[0068] 图17示出了通过使用漫射器薄板而平滑化的背光的角度强度分布图;

[0069] 图18示出了当使用 1.3° 漫射器薄板时8幅视图的角度分布图(左图像)以及视图重叠(右图像),以供与图14和图15进行比较;

[0070] 图19示出了针对显示器的最困难的查看者补助,其中,左侧一位查看者,右侧一位查看者;

[0071] 图20图示了照射左侧查看者和右侧查看者的视图的强度;

[0072] 图21示出了作为视角的函数的两视图系统的强度;

[0073] 图22示出了作为相对于屏幕的横向位置的函数的两视图系统的强度;

[0074] 图23示出了针对两只眼睛而言如何使视图在0与1之间切换;

[0075] 图24示出了作为查看距离的函数的视图质量参数;

[0076] 图25对应于图22,但是其针对的是三幅视图;

- [0077] 图26示出了针对两只眼睛而言如何使视图在0、1与2之间切换；
- [0078] 图27示出了对于图25而言作为查看距离的函数的视图质量参数；
- [0079] 图28对应于图22,但是其针对的是四幅视图;并且
- [0080] 图29示出了针对两只眼睛而言如何使视图在0、1、2与3之间切换;并且
- [0081] 图30示出了对于图28而言作为查看距离的函数的视图参数。

具体实施方式

[0082] 本发明提供了一种自动立体显示器,其包括能操纵的显示器背光,所述能操纵的显示器背光具有用于提供成行的光输出的光输出布置以及第一微柱透镜阵列,其中,每个透镜聚焦在对应行的光输出的附近。显示面板由背光进行照射,并且第二微柱阵列生成朝向不同查看方向的至少两幅视图。头部和/或眼睛跟踪被用于跟踪显示器的一位或多位查看者。各视图被同时提供给被跟踪的查看者的两只眼睛,并且在超过一位查看者的情况下,各视图在时间上顺次地提供给不同的被跟踪的查看者的两只眼睛。当具备使用光学器件(除了背光操纵之外)移动视图的能力时,能够降低所需视图的数量。

[0083] 本发明通过实现比标准的多查看者多锥显示更少的视图实现了图像处理的减少,但是其同样实现了针对多位查看者的操作。

[0084] 图4示出了具有简单示意性形式的方案。所述显示器包括诸如LCD面板的光调制显示面板40和光操纵背光41。所述显示器提供被引导至第一查看者44的第一子帧42以及被引导至第二查看者48的第二子帧46。在每个子帧之内同时向查看者的两只眼睛提供视图。所述系统能够是使用标准部件来实施的,并且其不需要在背光中产生窄射束。这使得所述系统的实施切实可行。

[0085] 所述系统利用了对查看者位置的检测,特别是对水平视角以及优选距查看者的距离的检测,所述检测是由头部跟踪单元49经由眼睛/头部跟踪进行的。光操纵背光被用于将子帧引导至预期的方向内。在一个范例中,光操纵背光包括靠近微柱透镜阵列的焦平面的发光条带。所述条带和相关联的透镜的相对位置决定着将从哪一方向输出来自背光的条带状射束。因此,通过选择进行照射的发光条带,能够进行定向控制。

[0086] 具有第二微柱透镜阵列的3D微柱显示面板40被用于以小的视见锥创建多幅图像(查看者将组合所述图像中的两幅图像,以感知到立体图像)。在查看者的预期位置处的视见锥的宽度例如是眼间距离(IOD)的大约两倍,从而为每为查看者的左眼和右眼提供最佳立体图像。

[0087] 背光41的功能是利用头部和/或眼睛跟踪单元49逐个地照射每位查看者。然后,显示面板40向单个查看者提供立体视觉。

[0088] 控制单元50计算每位查看者的每只眼睛的查看点。选择在每个子帧中将致动的背光条带,并且向显示面板40分配视图。当视见锥相当窄时显示器具有最小的串扰,并且半锥角优选应当对应于通过眼间距离和查看距离形成的角度。

[0089] 图5更详细地示出了各光学部件。

[0090] 背光41包括照射条带51的阵列,其中,各条带在显示器列(即,竖直)方向上延伸。所述背光被提供有第一微柱阵列52,第一微柱阵列52也包括在列方向上延伸的细长透镜。漫射器53被示为处于背光透镜阵列52之上,并且可以被认为是背光41的部分。该漫射器是

任选的,并且其实际上可以处于显示面板后方或前方(因此,作为替代可以将其认为是显示面板的部分)。其扩展到背光视图以外,以减少强度调制。所述漫射器能够比显示器的视图(或者甚至完整锥)的强度分布图扩展得更宽。

[0091] 透镜阵列52的焦平面优选处在发光条带51处。更一般而言,背光的微柱透镜优选具有处于对应行的光输出处或附近的焦点,例如,焦距等于背光微柱透镜与光输出行之间的距离的0.7至1.3倍。

[0092] 显示面板40被提供在背光41之上。

[0093] 第二微柱阵列54与显示面板40被间隔开,并且以常规方式来使用,以生成多个查看方向,如在图2中所示的。

[0094] 在图5中示出了各个层的折射率值。各微柱阵列由折射率比在各微柱阵列之间的间隔中使用的材料(在该范例中, $n=1.41$,诸如硅酮材料)更高的材料(在该范例中, $n=1.53$,诸如丙烯酸材料)形成。

[0095] 通过范例的方式,透镜层材料可以包括丙烯酸材料,包括:80%的乙氧基化双酚A二丙烯酸酯(来自Sartomer Company公司的SR-349)和20%的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯(TMPTA),其折射率约为1.53。隔体层由硅橡胶材料(来自Wacker chemicals公司的Elastosil RT604)制成,其折射率约为1.41。可以使用具有适当折射率的其他材料。

[0096] 现在将介绍针对自动立体TV显示器的包括范例参数和光学模拟的详细设计,但是本发明适合于宽范围的查看距离、屏幕对角线和显示分辨率。

[0097] 1.3D微柱显示器40、54

[0098] 希望获得一种具有低空间分辨率损失同时仍然为每位查看者提供最佳立体体验的3D微柱显示器。

[0099] 针对给定查看者的视图(其可以被认为是内容视图)全都是同时提供的,即,是借助于由背光朝向特定查看者引导的光在一个子帧中提供的。根据本发明的显示器的预期用途是供应至少两幅视图(左视图和右视图),其有可能是查看者相关的,例如,考虑了查看者的视角。例如,如果显示器被用于生成仅两幅视图,那么所述视图可能不是查看者相关的,但是如果显示器生成更多视图,那么被选择为显示给查看者的视图可以是查看者相关的。使用视图分配和交织步骤,基于查看者位置和显示参数/校准,使所供应的视图与显示视图(其中存在至少两个,但是可以存在许多)相匹配。这可能涉及按照每个子像素使左视图与右视图混合,或者按照每个子像素简单地拾取左视图或右视图。因此,对于正在绘制的3D场景而言,从一组显示视图中选择或者导出了要显示给查看者的两幅视图。

[0100] 有不同的选项来实现这些目的:

[0101] (i) 已知的倾斜微柱设计,其具有小数量的视图,但是视图数量优选为至少4,并且例如小于10。优选低数量的视图的原因是降低空间分辨率损失。优选使用至少4幅视图的原因在于:用户的每只眼睛处在一幅视图中或者处在两幅相邻视图之间,并且因此将这两幅视图分配给相同的输入视图。当用户横向移动时,能够在用户觉察不到的情况下重新分配内容视图(例如,左输入视图和右输入视图)。例如,基于以下内容获得了针对RGB条带状面板的具有良好分辨率分布的低数量 N 幅视图:

[0102] 视图数量 $N=5$,显示器微柱间距 $p_H=5*p_{sp}$,其中, p_{sp} 是子像素间距,微柱透镜倾斜角 $\alpha=\tan^{-1}(1/3)$ 。

[0103] 该设计存在“条带效应”的缺陷,但是其能够被补偿。

[0104] (ii) “基于多视图的立体感”设计,其具有较高数量的(部分)视图 $N_f > 10$,其中,软件绘制将若干幅显示视图捆绑到针对每位查看者的左眼和右眼的两幅“有效”视图中。以这种方式,保持了良好的空间分辨率,而条带效应被最小化。更大数量的(部分)视图还提供了更多的灵活性,从而例如提高可用的查看范围或者更加精确地跟随用户的横向移动,从而实现更小的视见锥。

[0105] (iii) 利用能操纵光学元件的立体“眼睛跟随”微柱,所述光学元件诸如是电润湿透镜、由电活性聚合物制成的通过致动器移动或形变的透镜、由液晶材料制成的可变梯度折射率透镜(GRIN)以及电极等。针对该选项的挑战在于需要对光学部件的快速切换。该选项涉及这样的一种立体原理(即,恰好两幅视图:左眼视图和右眼视图),其中,使用有源光学部件将两幅视图准确地定位到查看者的两只眼睛上。

[0106] 已知设计中几乎没有 $N < 10$ 并且具有良好3D特性的微柱设计,良好的3D特性即对左眼和右眼的单独寻址能力、3D像素的良好空间分布、非常低的条带效应等。

[0107] 在一个范例中,选取 $N = 5$ 的视图设计,其中,具有高宽比3的矩形子像素的倾斜角 $\alpha = \tan^{-1}(1/3)$,所述子像素被10%的黑色矩阵包围。因此,水平显示透镜间距 p_H 是子像素间距 p_{sp} 的5倍。针对该设计,3D分辨率损失在水平方向和垂直方向上均等地分布,即,在两个方向上都等于5的平方根 $= 2.24$ 的因子。

[0108] 因此,4K高清晰度显示器在3D模式操作中具有略差于全HD(FHD)显示器的分辨率。

[0109] 假设采取48英寸(122cm)的16:9显示器几何结构,那么所述显示器具有宽度 $dw = 107\text{cm}$ 以及显示器高度 $dh = 60\text{cm}$ 。标准查看距离为 $vd = 3 * dh = 180\text{cm}$ 。

[0110] 对于4K高清晰度显示器而言,每行有3840个像素,并且每个像素被分成针对红色、绿色和蓝色的3个子像素。

[0111] 因此,子像素间距 p_{sp} 为 $p_{sp} = dw / (3 * 3840) = 92.88\mu\text{m}$ 。

[0112] 水平显示器透镜间距为 $p_H = N * p_{sp} = 464.4\mu\text{m}$ 。

[0113] 因此,正交(真实)显示器透镜间距为 $p = p_H * \cos(\alpha) = 440.6\mu\text{m}$,并且因此,其简单地由显示器分辨率和宽度 dw 以及视图数量 N 来确定。

[0114] 图6示出了查看者的眼间角 Φ_{IOD} 以及空气中的显示锥角 Φ_{0c} 和视角 Φ_{0v} 。

[0115] 显示面板与显示透镜布置之间的距离“e”(在图5中所示)是根据查看者的眼间角 Φ_{IOD} 应当对应于显示器视角 Φ_{0v} 的大约两倍的要求来确定的。这是重要的,因为这种 $N = 5$ 视图设计不可避免地表现出相邻视图之间的一定重叠,并且因此选取将靠近-最靠近视图的中心置于查看者的一双眼睛上:

[0116] $\Phi_{IOD} = 2 * \tan^{-1}(IOD / (2 * vd)) = 2.062^\circ$

[0117] 这给出了显示器视角 $\Phi_{0v} \approx \Phi_{IOD} / 2 = 1.0^\circ$ 。

[0118] 空气中的显示器锥角 Φ_{0c} 是 Φ_{0v} 的N倍或者 $\Phi_{0c} = 5 * \Phi_{0v} = 5.0^\circ$ 。

[0119] 图7示出了显示器几何结构与显示器锥角 Φ_{2c} 与 Φ_{0c} 之间的关系。

[0120] “内”显示器锥角 Φ_{2c} 是使用斯涅耳定律根据 Φ_{0c} 获得的: $\Phi_{2c} = 2 * \sin^{-1}((1/n_{2d}) * \sin(\Phi_{0c}/2)) = 3.55^\circ$ (在此: $n_{2d} = 1.41$)。

[0121] 最后,通过下式给出显示器41与微柱阵列之间的距离:

[0122] $e = p / (2 * \tan(\Phi_{2c}/2)) = 7.12\text{mm}$

[0123] 在该范例中,可以使用略微增大的值,诸如 $e=7.5\text{mm}$,以补偿由于查看者的非居中查看位置导致的眼间角 Φ_{IOB} 的下降。以这种方式,贯穿背光的整个照射宽度 $\Delta_{x_{i11}}$ 确保了适当的3D查看体验(在下文将进一步讨论)。

[0124] 对于宽的视角、例如以 $\pm 35^\circ$ 为目标而言,为了实现小的视图重叠和低条带效应,选取跨透镜表面具有小曲率半径和小折射率差异的透镜的微柱设计。在W0 2009/147588 A1中对这种类型的透镜进行了详细描述。

[0125] 如图5中已经示出的, $n_{2d}=1.41$ 并且 $n_{1d}=1.53$ 。

[0126] 一定不能将第二微柱54的近轴焦点放置得离显示面板过近,因为这将在大视角上引起靠近-最靠近视图的强烈重叠以及在低角度上的增大的条带效应。

[0127] 在图8中示出了该问题,其针对 $f=7.56\text{mm}$ ($e/f\sim 100\%$) 示出了显示器的相邻视图之间的重叠(曲线图70)和次最靠近视图之间的重叠(曲线图72)。

[0128] 如果 $a=b\pm 1$,则视图编号“a”的视图邻近于视图编号“b”的视图。如果 $a=b\pm 2$,则视图编号“a”的视图与视图编号“b”的视图是“次最靠近的”。针对两个完全分开的视图之间的重叠为零,并且两个等同的视图的重叠被定义为100%。在更大的视角上,视图的重叠变得更大。

[0129] 视图a与b之间的重叠被定义为:

$$[0130] \quad Ovl(a, b) = \frac{\int Int_a(\varphi_0) \cdot Int_b(\varphi_0) d\varphi_0}{\sqrt{\int Int_a(\varphi_0)^2 d\varphi_0} \cdot \sqrt{\int Int_b(\varphi_0)^2 d\varphi_0}}$$

[0131] 函数 Int_x 是定义了作为角坐标 φ_0 的函数的视图“x”的(模拟)强度的函数。

[0132] 可以将显示器光学器件设定到中度的欠焦位置处(例如, $e/f\sim 75\%$)。借助于这种设置,使在大角度处的次最靠近视图的重叠最小化,因为显示器在这些角度上处于“最小均方根”焦点的位置处。

[0133] 图9示出了针对该TV范例的显示面板的截面。所有的度量都是以mm为单位的。

[0134] 显示器的曲率半径R被选取为 $R=0.85\text{mm}$,从而得到了近轴焦距 $f=n_{2d}*R/(n_{2d}-n_{1d})=10.02\text{mm}$ 。

[0135] 在图9中,线90表示所谓的近轴焦点。其由照射在靠近透镜中心的透镜表面上并且源自于所述透镜后的给定方向的相邻光线的相交而构造的。如所示的,与来自法向的光线相比,照射到透镜中心周围的来自更大视角的光线将在距所述透镜更近处聚焦。显示器将在更加远离微柱透镜54的焦点的位置上生成被提供给更大视角的视图。

[0136] 线92表示射束的均方根(RMS)宽度最小的那些点的轨迹。

[0137] 线94表示所谓的散焦面交线(caustic tip)。其由垂直照射到透镜表面上的相邻光线的相交构造的。其表示这些光线发生交叉的聚透镜最远的位置,因此在该散焦面交线之后,所有的光线是发散的。

[0138] 图9示出了显示面板40和显示透镜54的位置,其中,一个透镜中心被示为55。

[0139] 就焦距的该特定设置($f=10.02\text{mm}$)而言,相对于图8显著降低了大角度处的重叠。这能够从图10中看出,该图基于与图8相同的参数,即, $f=10.02\text{mm}$ ($e/f\sim 75\%$)。

[0140] 此外,显示光学器件的角度强度分布在整个查看范围(覆盖显示器中央视见锥以及大约16个视见锥重复)内更加均匀。这在图11被示出,其描绘了3D显示器的角度强度,其

中,所有视图都被“打开”。尚未模拟超过40°的角度。

[0141] 2.光操纵背光41

[0142] 背光被设计为在仍然能够对每位查看者的面部个体地寻址的同时提供尽可能大的照射宽度 Δx_{ill} 。这暗示了应当使背光的“锥角” Φ_{0cb} 最大化,同时应当保持次最靠近的背光“视图”的低重叠。

[0143] 为了使锥角最大化,针对给定的背光微柱间距 p_b ,应当使背光微柱52相距于发光条带 e_b 的距离(参考图5)最小化。

[0144] 为了创建低重叠,应当使背光发光条带定位成尽可能靠近背光微柱的焦点。

[0145] 将两条条件放在一起考虑,由此得到了使背光微柱的焦距 $f_b = n_{2b} * R_b / (n_{2b} - n_{1b})$ 最小化的目标。如果通过选取 $n_{1b} = 1$ (=空气) 并且 $n_{2b} = 1.53$ (如上文所公开的基于三羟甲基丙烷三丙烯酸酯(TMPTA)的材料) 或者更高(例如,针对聚碳酸酯 $n = 1.58$) 而使差 $n_{2b} - n_{1b}$ 最大化并且同时使曲率半径 R_b 最小化,那么将使 f_b 最小化。

[0146] 针对微柱元件的圆形截面,通过 $R_b = p_b / 2$ 给出了最小曲率半径。中等的欠焦 ($e_b / f_b \sim 85\%$) 有利于保持相邻背光视图的中等重叠 ($\sim 20\%$),从而能够在任何可能的位置处照射查看者的面部。

[0147] 以这种方式,相对背光尺寸 e_b 和 R_b 被确定为背光间距 p_b 的若干倍。

[0148] 通过发光条带的间距 p_s 和背光“视图”的数量 n_{vb} 确定绝对背光尺寸,因为 $p_b = p_s * n_{vb}$ 。

[0149] 视图的数量 n_{vb} 被计算为照射宽度 Δx_{ill} 与查看者的面部宽度的比值 $n_{vb} = \Delta x_{ill} / f_w$ 。存在一个剩余的自由度,即,光条带的间距 p_s 。

[0150] 该自由度能够被用于使源自于两个微柱阵列的组的摩尔波纹状角度强度波动最小化。通过使背光的水平透镜间距 p_b 与显示器的水平透镜间距 p_H 之间的比值为大于1并且小于6的整数倍 N_p ($p_b = N_p * p_H, 1 < N_p < 6$) 的方式对背光尺寸进行调节已经被证明是有利的。

[0151] 如果针对 N 的偶数值而言背光的透镜中心和显示器的透镜中心处在相同的横向位置处,但是对于 N 的奇数值而言则偏移 $p_H / 2$ (即,背光透镜中心和显示器透镜边缘处在相同的横向位置上),那么将使得发光条带之间的黑色矩阵所引起的带条效应最小化。

[0152] 图12示出了从整个背光41输出的背光锥角和照射宽度。其还示出了背光内的尺寸。假设采取具有显示器宽度 $d_w = 107\text{cm}$ 和显示器高度 $d_h = 60\text{cm}$ 的48” (122cm) 16:9显示器几何结构,那么标准的查看距离为 $v_d = 3 * d_h = 180\text{cm}$ 。使显示器边缘处的照射中心倾斜角度 $\beta = \tan^{-1}(d_w / (2 * v_d)) = 16.5^\circ$ 。背光的锥角 Φ_{0cb} 应当尽可能大(例如, 70°),从而获得大的照射宽度 Δx_{ill} 。

[0153] 因此, 70° 的背光锥角将对应于照射宽度:

$$[0154] \quad \Delta x_{ill} = 2 \cdot (v_d \cdot \tan(\Phi_{0cb} / 2 - \beta) + d_w / 2) = 229\text{cm}$$

[0155] 假设查看者的面部宽度为 $f_w = 15\text{cm}$,则必须提供 $n_{vb} = \Delta x_{ill} / f_w = 16$ 个具有 $70^\circ / 16 = 4.4^\circ$ 的角宽度的背光视图。如果发光条带具有 $100\mu\text{m}$ 的宽度并且被25%的黑色矩阵包围,那么光条带的间距为 $125\mu\text{m}$,并且背光微柱的间距为 $p_b = 125\mu\text{m} * n_{vb} = 2.00\text{mm}$ 。

[0156] 从背光锥角导出背光微柱52相距于光条带的距离为 $e_b = 2.455\text{mm}$ 。

[0157] 如在图12中所示的,背光条带与透镜之间的内锥角 $\Phi_{2cb} = 2 * \tan^{-1}(p_b / (2 * e_b)) = 44.3^\circ$ 。所述背光锥角由下式给出:

[0158] $\Phi_{0cb} = 2 * \sin^{-1}(n_2 b * \sin(\Phi_{2cb}/2)) = 70.5^\circ$ 。

[0159] 对于微柱元件的圆形截面而言,通过 $R_b = p_b/2 = 1.00\text{mm}$ 给出了最小曲率半径,并且焦距为 $f_b = 2.89\text{mm}$ 。

[0160] 在图13中示出了该具体的背光设计。如在图9中所示的,所有的度量都以mm为单位,并且在图9中对近轴焦点90、散焦面交线94、最小RMS焦点92使用相同的附图标记。图13示出了背光条带41和背光透镜52的位置(具有透镜中心53)。

[0161] 当执行针对背光的光线跟踪模拟时,视图具有如在图14中所示的良好角度分布图,其中,相邻视图具有中等的重叠($\sim 20\%$)。图14示出了背光的8个视图的角度分布图,并且图15示出了背光的相邻视图和次最靠近的视图的重叠。

[0162] 图16示出了所有光条带都开启的背光的角度强度,并且其示出了确实具有一定条带效应(即,如果所有光条带都开启,则角度强度振荡)的设计。

[0163] 如果希望的话,能够通过图5中所示的背光微柱的顶上添加漫射器薄板来抑制这种条带效应。假设漫射器采取高斯角度分布图与标准偏差 $w_d = 1.3^\circ$,则在图17中仅示出了背光的经平滑的角度强度分布图。

[0164] 当然,通过引入漫射器,使个体视图变宽,并且增大了重叠,但是其方式并未过度,因为所述视图已经非常宽了。

[0165] 图18示出了当使用 1.3° 漫射器薄板时的8幅视图的角度分布图(左图)以及视图重叠(右图),以供与图14和图15进行比较。

[0166] 可以通过考虑最坏情况而演示该背光原理的适用性。

[0167] 在图19中示出了这种情况。有两个并肩而坐的查看者190、192,即相隔50cm,处在相距于屏幕 $V_d = 180\text{cm}$ 的查看距离处。右侧查看者192位于照射宽度的右边缘处。两位查看者都在观测显示器的左边缘,因此,查看角分别为 25.3° 和 16.7° 。

[0168] 因此,相邻眼睛的角间距是 $25.3^\circ - 16.7^\circ = 8.6^\circ$,即,大约是2倍的背光视图宽度($= 4.4^\circ$)。这足以确保小的强度重叠。

[0169] 这在图20中被示出,其图示了照射左侧查看者的视图的强度(曲线图190a)和照射右侧查看者的视图的强度(曲线图192a)。重叠(在曲线图190a和192a的中央处评估的)是小的。

[0170] 如上文所提到的,所生成的3D场景的视图的数量以及如何对其进行处理以创建要显示给个体查看者的一对视图存在各种各样的选项。所述选项取决于通过显示面板和第二微柱透镜的组合生成了多少视图。

[0171] 如果第二微柱透镜阵列是2视图透镜,那么控制器必须使透镜移位,以便将所述视图导引给用户。

[0172] 如果第二微柱透镜阵列是多视图透镜(超过两幅视图),那么控制器必须将内容视图分配给显示面板的子像素,从而使左侧内容视图在左眼内可见,而右内容视图在右眼中可见。该操作通常被称为视图分配、交织或交错。

[0173] 图像内容具有视图,其中,包括针对左眼的至少一幅视图和针对右眼的至少一幅视图。例如,所述显示器可以被用于播放具有立体内容的蓝光3D盘。也可以将各视图绘制为考虑用户的角度,例如,就3D游戏而言(因此用户能够环顾拐角)。

[0174] 背光还提供了视图生成,但是这具有光束的形式,因为其未必是像素化的。在每个

子帧中,开启一些背光条带,从而针对一位查看者的眼睛创建光束,而不为其他查看者的眼睛创建光束。

[0175] 可以对背光条带进行分割,从而实现局部调暗功能,以改善动态对比率。局部调暗常常被用在高端2D LCD电视中。

[0176] 通过显示面板和第二微柱透镜组合的组合形成的子系统生成透射的视图。其可以是具有移位的两视图透镜或者可以是利用立体绘制的多视图(有可能倾斜的)部分透镜。

[0177] 图21在y轴上示出了作为视角(在x轴上以度为单位)的函数的两视图系统的强度(任意单位)。“两视图系统”意指单个立体视图对,即,2幅绘制的视图。

[0178] 位置零对应于相对于显示屏的法向位置。曲线图210是针对一幅视图的强度分布,并且曲线图212是针对另一视图的强度分布。这两幅视图存在一定程度的重叠,从而当使头部侧向移动时仅有中等的强度的变动。

[0179] 图22在y轴上示出了作为查看者面部相对于屏幕的横向位置(以cm为单位,在x轴上)的函数的两视图系统的强度(任意单位)。所观测的屏幕点被认为处在中央位置($x=0$)处。

[0180] 在图22中,有两幅视图,即,视图0和视图1。X轴上的面部位置表示查看者的鼻尖的x位置。每条曲线示出了进入每只眼睛的每幅视图的强度,因此有4条曲线。例如,曲线L0是进入左眼的视图0的强度。R1是进入右眼的视图1的强度。类似地,L1是进入左眼的视图1的强度,R0是进入右眼的视图0的强度。

[0181] 在最佳面部位置(例如,在面部位置0)处,L0在其最大值处,并且L1接近为零,使得能够将视图0呈现给左眼。在相同的面部位置处,R1在其最大值处,并且R0接近零,使得能够将视图1呈现给右眼。在大约6cm的面部位置处,L1在其最大值处,并且L0接近零,使得意在针对左眼的图像将被切换至视图1。在相同的面部位置处,R0在其最大值处,并且R1接近零,使得意在针对右眼的图像将被切换至视图0。

[0182] 在这些位置之间,例如,在大约3cm处,所有的强度都大约相等($L0=L1=R=R1$)。这意味着,对于切换图像的任何选择(左图像到视图0,右图像到视图1,或者反之)而言,每只眼睛将看到相同的内容,即,两幅图像,并且失去3D查看效果。

[0183] 所述强度分布是针对预期(设计)查看距离示出的。

[0184] 为了产生自动立体效果,对视图进行切换,从而对每只眼睛而言寻址到具有更高强度的视图。因此,根据针对查看者的左眼和右眼而估计的每个子像素的可见度,按照每个子像素分配输入视图(即,图像内容)。向由第二微柱成像给右眼的子像素分配一个像素的右眼图像内容,并且向由第二微柱成像给左眼的子像素分配一个像素的左眼图像。如参考图2所解释的,每个子像素在(第二)微柱透镜下的相对位置确定子像素被朝向哪一方向成像。可见度是在对查看者相对于显示器的位置的估计的基础上来估计的。

[0185] 将与非预期的(一幅或多幅)视图相比的预期视图的强度的相对强度能够被定义为视图参数:

$$[0186] \quad h_{3D} = \frac{I_{\text{良好}} - I_{\text{不良}}}{I_{\text{良好}} + I_{\text{不良}}}$$

[0187] 其中, $I_{\text{良好}}$ =意图针对该眼睛的强度,并且 $I_{\text{不良}}$ =意图针对另一只眼睛的强度。

[0188] 图23示出了对于两只眼睛而言如何使视图(视图编号在y轴上)在0与1之间切换。曲线图230是针对右眼的,而曲线图232是针对左眼的。

[0189] 图24示出了作为相距于中心的横向查看距离的函数的上文所定义的视图参数,其中,曲线图240是针对左眼的,而曲线图242是针对右眼的。其表明存在失去3D体验的等间隔位置。这对于仅借助两幅固定视图的情况而言是不可避免的作用结果。

[0190] 上文概述的选项之一是使用能操纵光学元件与眼睛跟踪,以跟踪面部。

[0191] 备选方案是使用固定光学元件,并且使用超过两幅的视图。

[0192] 图25对应于图22,但是其针对的是三幅视图。再次地,强度分布也被示为当观测在位置 $x=0$ 处的屏幕点时的查看者的面部的横向位置的函数。

[0193] L0是用于向左眼呈现视图0的强度分布。L1是用于向左眼呈现视图1的强度分布。L2是用于向左眼呈现视图2的强度分布。R0是用于向右眼呈现视图0的强度分布。R1是用于向右眼呈现视图1的强度分布。R2是用于向右眼呈现视图2的强度分布。

[0194] 图26示出了对于两只眼睛而言如何使视图(视图编号在y轴上)在0、1与2之间切换。重复曲线图260是针对右眼的,而重复曲线图262是针对左眼的。

[0195] 图27示出了对于两只眼睛而言的作为横向查看距离的函数的视图参数。

[0196] 图27示出了利用3幅固定视图能够取得改善的但不是最佳的3D体验。这是相邻视图的重叠的结果,并且事实是总是将相邻视图切换给左眼和右眼。

[0197] 已经发现了,使用至少4幅视图能够实现高质量自动立体查看体验。

[0198] 图28对应于图22,但是其针对的是四幅视图。再次地,强度分布被示为当观测位置 $x=0$ 处的屏幕点时的查看者的面部的横向位置的函数。

[0199] L0是用于向左眼呈现视图0的强度分布。L1是用于向左眼呈现视图1的强度分布。L2是用于向左眼呈现视图2的强度分布。L3是用于向左眼呈现视图3的强度分布。R0是用于向右眼呈现视图0的强度分布。R1是用于向右眼呈现视图1的强度分布。R2是用于向右眼呈现视图2的强度分布。R3是用于向右眼呈现视图3的强度分布。

[0200] 因此,能够将次相邻视图($R=L\pm 2$)切换至左眼和右眼。

[0201] 图29示出了对于两只眼睛而言如何使视图(视图编号在y轴上)在0、1、2与3之间切换。重复曲线图290是针对右眼的,而重复曲线图292是针对左眼的。

[0202] 图30示出了对于两只眼睛而言作为横向查看距离的函数的视图参数。其示出了具有至少4幅固定视图确实能够获得最佳3D体验。

[0203] 3. 其他设计考虑事项

[0204] 即使当显示器是针对特定看距离(例如,180cm)而设计的时,仍然由于背光的大视见锥的原因,显示器针对大的查看范围是完全可用的。当移得更靠近(移动到查看距离的大约2/3处)时,更多的背光视图处在各查看者之间,这增加了查看者之间的背光视图的数量,并且由此降低了查看者之间的串扰。所述限制是由该自动立体显示器确定的,因为当在查看者的两眼之间存在一个视见锥时(通常在预期查看距离的1/2处),左眼和右眼之间的串扰将增大,并且立体效果将显著降低。当实际查看距离大于预期距离时,那么在查看者之间将存在更少的背光视图和自动立体视图,因此就个人而言的以及人与人之间的串扰都将随着距离的增大而逐渐增大。

[0205] 上文的范例在预期距离的4/3处执行良好。其还取决于这一串扰是否可视的内容。

在一定程度上能够通过透镜参数进行调谐而在宽视角和大查看距离范围之间进行权衡。

[0206] 根据上文的描述显而易见的是,显示器光学器件一般是针对一个特定查看距离而设计的。然而,一个优点是使视图绘制适应于宽范围的查看距离的额外能力,因为是在时间上顺次地对不同查看者进行寻址的。当查看者更靠近显示器(例如,处在最佳距离的2/3处)时,其眼睛之间的角距离将增大(因子为3/2),因此,如果视图绘制将使两眼之间的视图索引差以相同的因子增大(从2至3),那么能够保持最佳3D体验。当查看者与显示器相距较大距离时(例如,处在最佳距离的4/3处),则能够实施相反的方案。通过使用对一组显示图像的不同绘制而生成要被呈现给被跟踪的查看者的各幅视图,可以实施这种调整。

[0207] 还可以使用所述查看距离(眼睛的位置)来确定哪些背光条带将进行照射。应当将光射束生成为汇聚于该查看距离处,使得显示对于该位置处的查看者而言是均匀可见的。这被称为查看距离校正。当物理透镜间距被表示为 p 时,那么根据下式导出绘制间距 p' :

$$[0208] \quad p'/p = (V+D)/V$$

[0209] 其中, V 是查看距离,并且 D 是光学厚度。光学厚度是物理厚度(的整体)除以折射率。所述校正是小的,但是很显著,例如, $V=1\text{m}$, $D=2\text{mm}$ 给出 $p'/p=1.002$ 。

[0210] 通常,所使用的透镜阵列是平凸的,因为其更易于制造,而且能够在精确对准的情况下将两个阵列层压到一起,以产生组合的凸透镜阵列。这允许产生更强的透镜,并且这继而允许减少在背光视图的强度分布中引起拖尾的像差,或者允许增大显示器的视角。其还允许使用更低的索引差,并且在减少了由于背光单元内的反射所引起的模糊。

[0211] 如上文所解释的,针对圆柱透镜的最大曲率半径是透镜间距的一半。能够使透镜的偏心率从0(圆形)提高到1(抛物线形)或者处在0与1之间(椭圆形)。提高透镜偏心率的效果是能够使用更小的曲率半径并且透镜不那么厚,但是其代价是增加了背光视图的强度分布图的拖尾。通过范例的方式,适当的值是处在0.3至0.5的范围内的偏心率,例如0.4。

[0212] 本发明可以被用在用于多用户设备的自动立体显示器中,例如,所述多用户设备诸如是计算机监视器、电视机和标牌应用。

[0213] 任选地,还有减少背光中的强度调制的其他措施,诸如以期盼图案延伸的背光条带(以隐藏黑色矩阵),其与全息漫射器相组合,所述全息漫射器将与透镜正交的方向上发生强烈的漫射,以隐藏所述背光结构。任选地,可以将多个漫射器组合成单个(全息)漫射器。

[0214] 上文的详细范例和模拟适用于一个具体的预期应用(122cm电视显示器)。具体设计值完全是示例性的,并且介绍这些细节仅仅是为了使设计问题得到理解。因此,能够将所述原理应用于其他设计。

[0215] 通过研究附图、说明书和随附的权利要求,本领域技术人员能够在对所要求保护的发明的实践中理解并实施针对所公开的实施例的其他变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,单数冠词“一”或“一个”不排除复数。在互不相同的从属权利要求中陈述某些措施不表示不能有利地采用这些措施的组合。

[0216] 不应当将权利要求中的附图标记推断为有限制范围的作用。

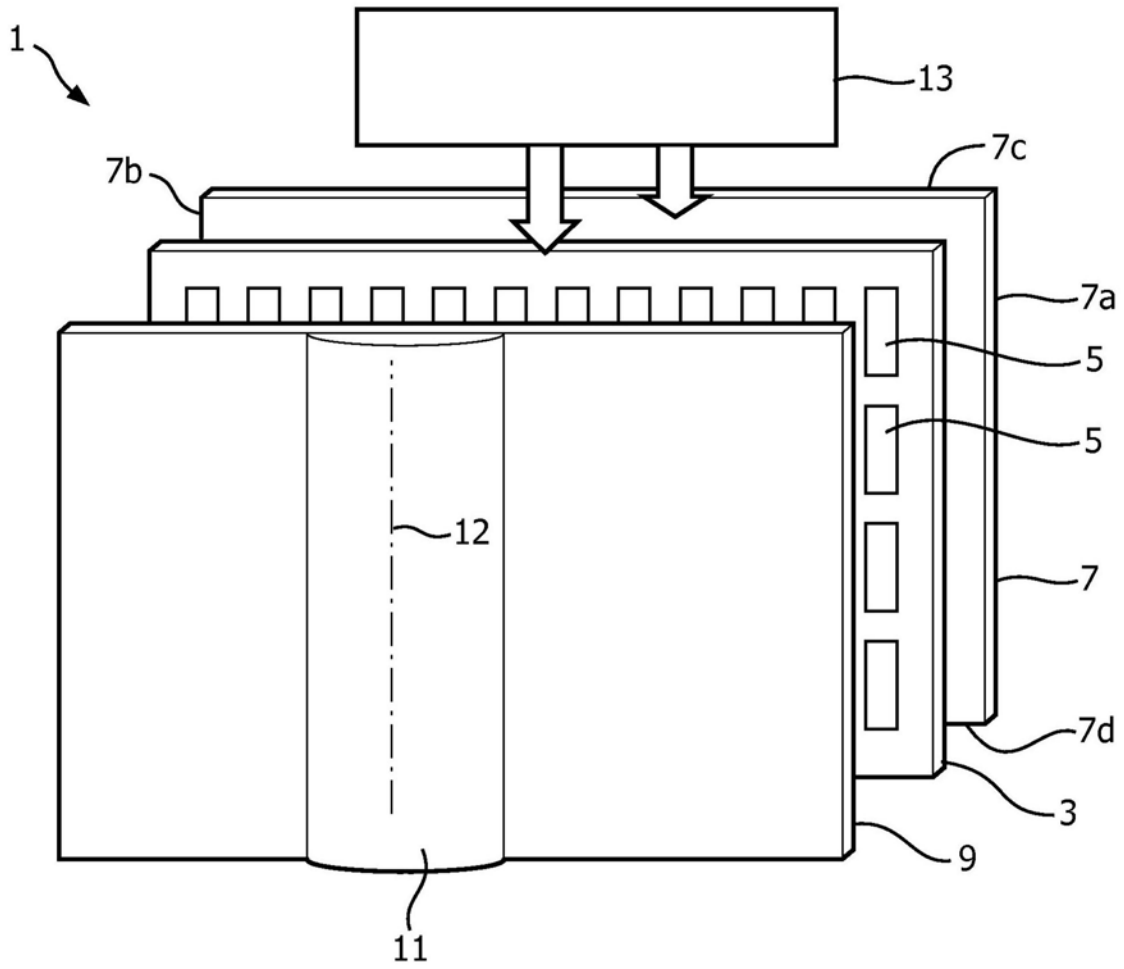


图1

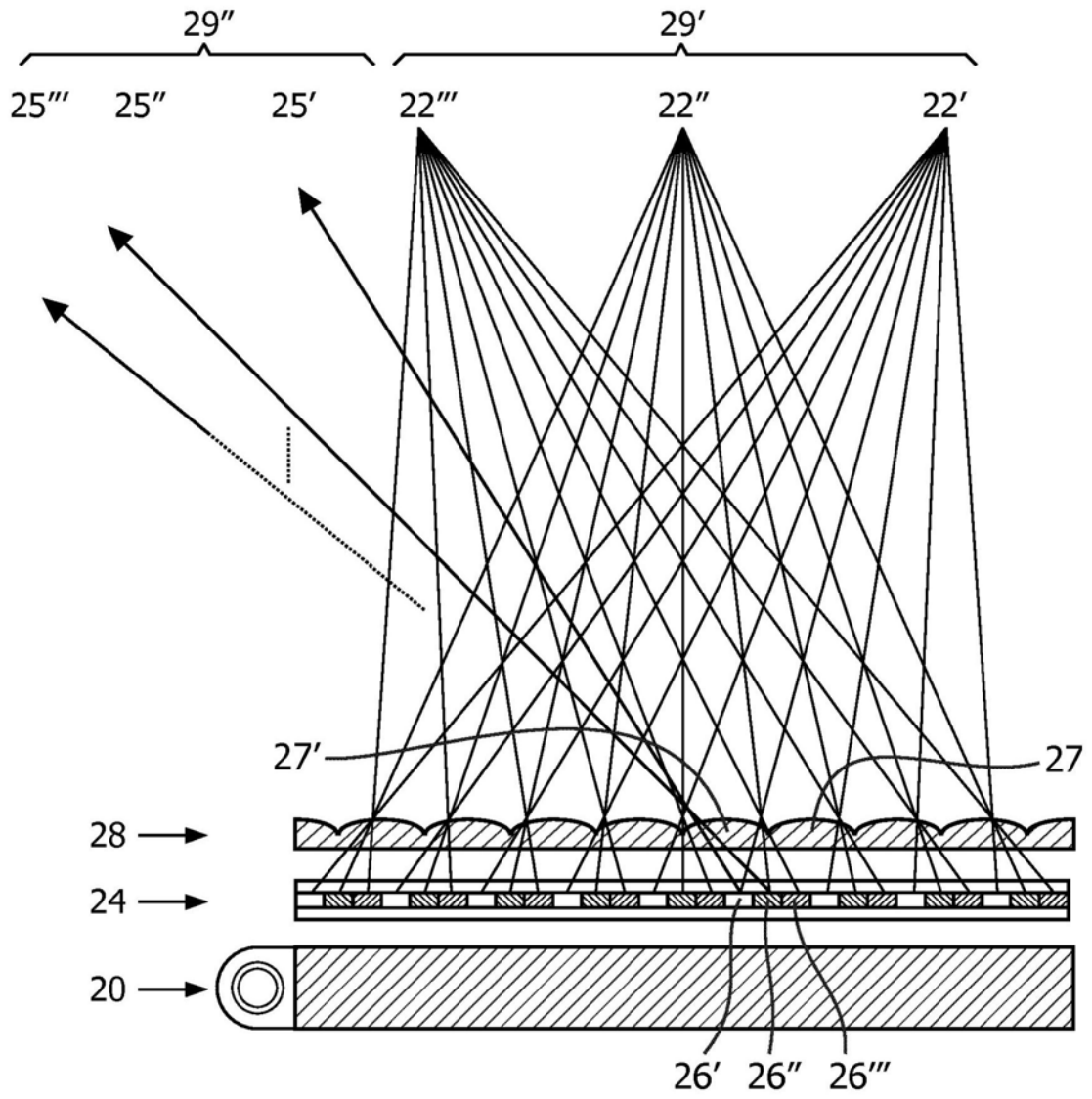


图2

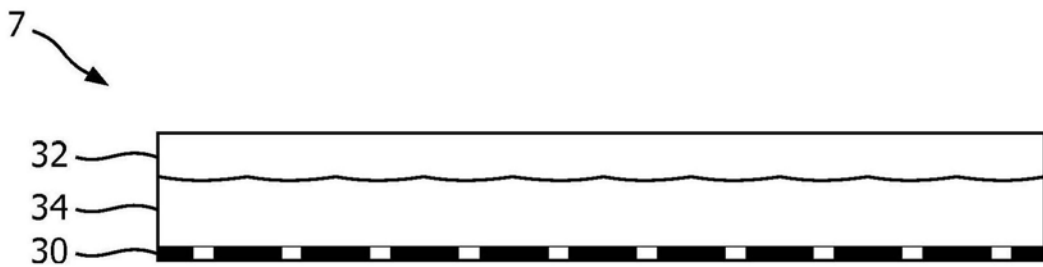


图3

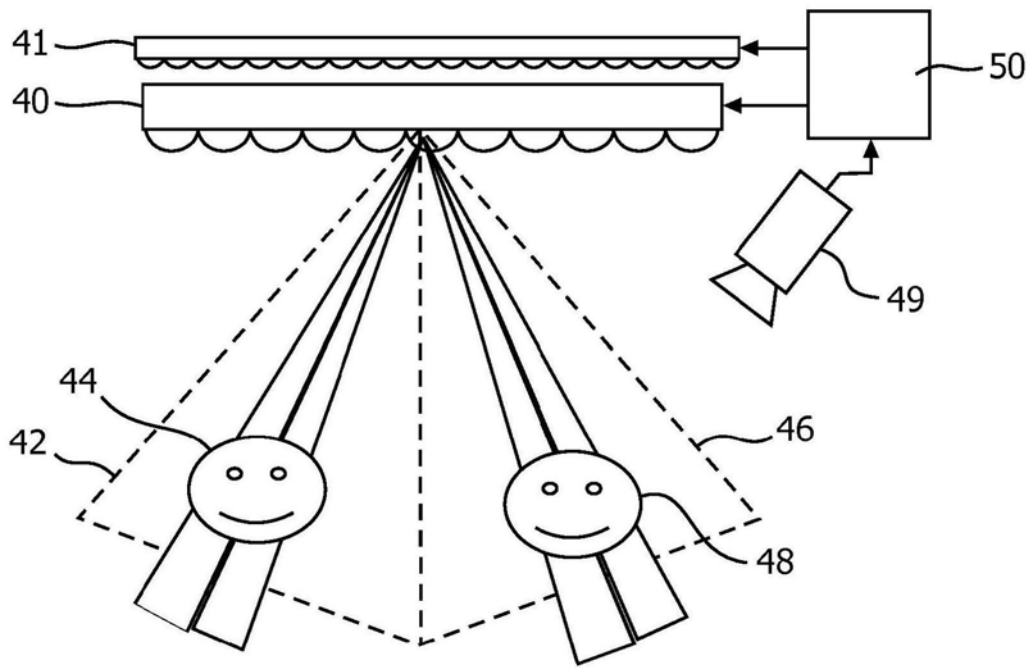


图4

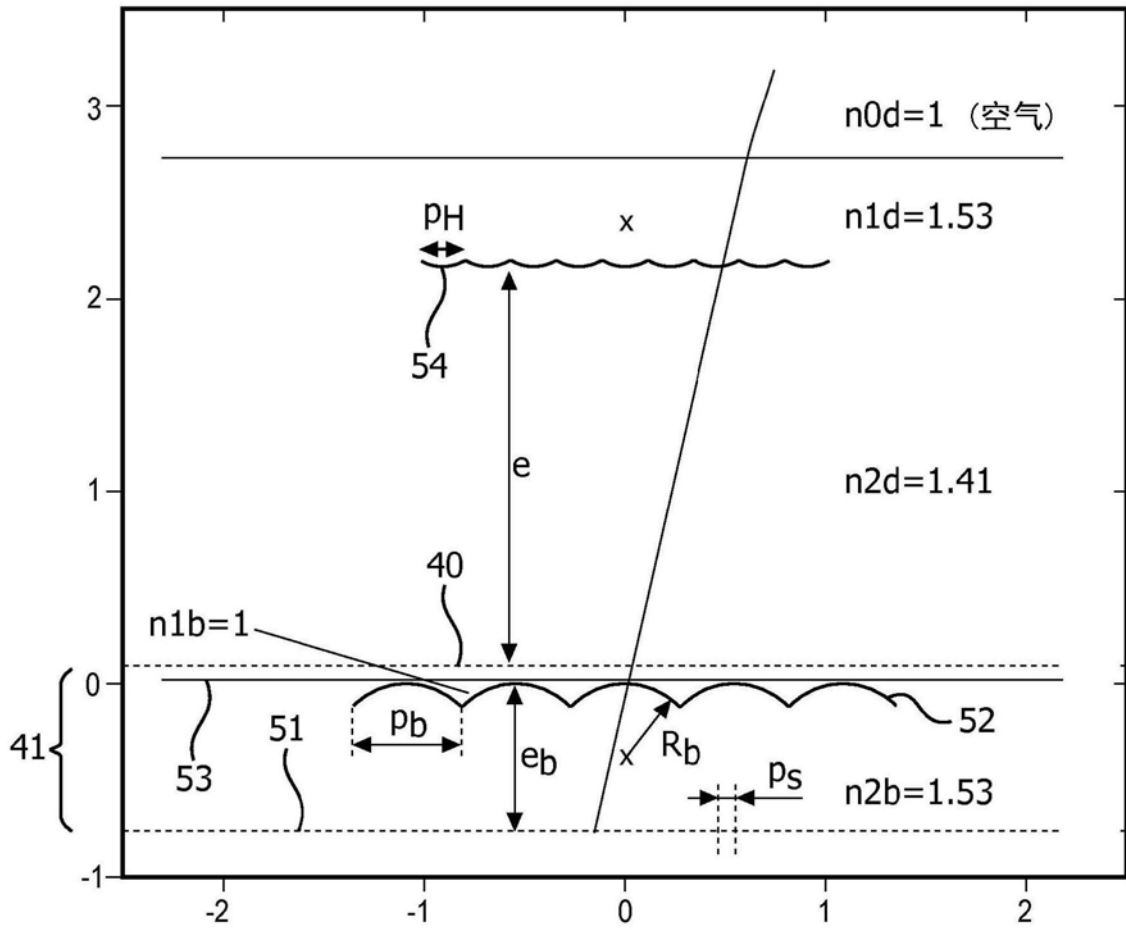


图5

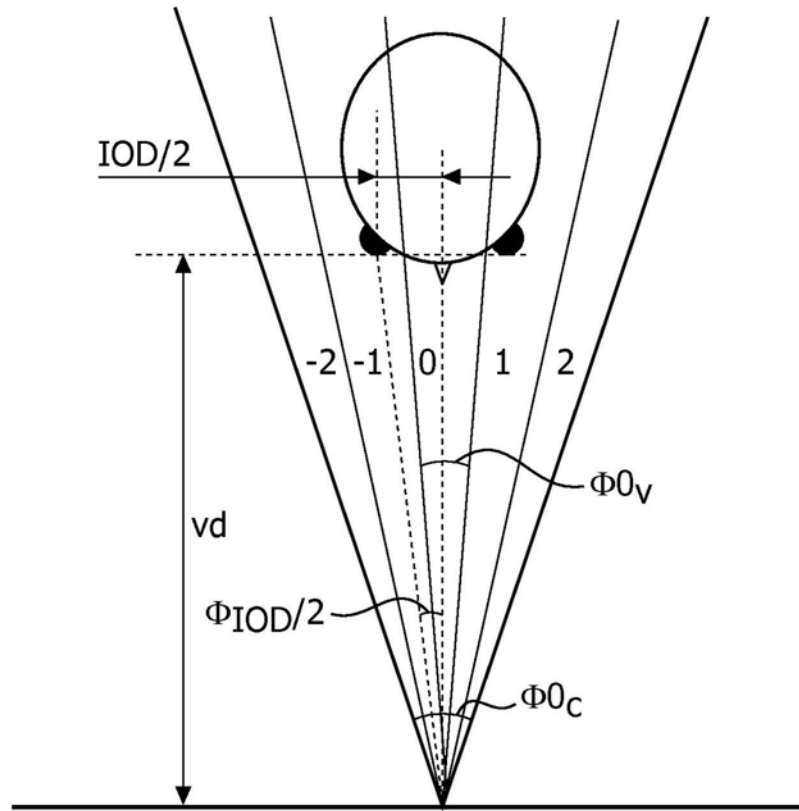


图6

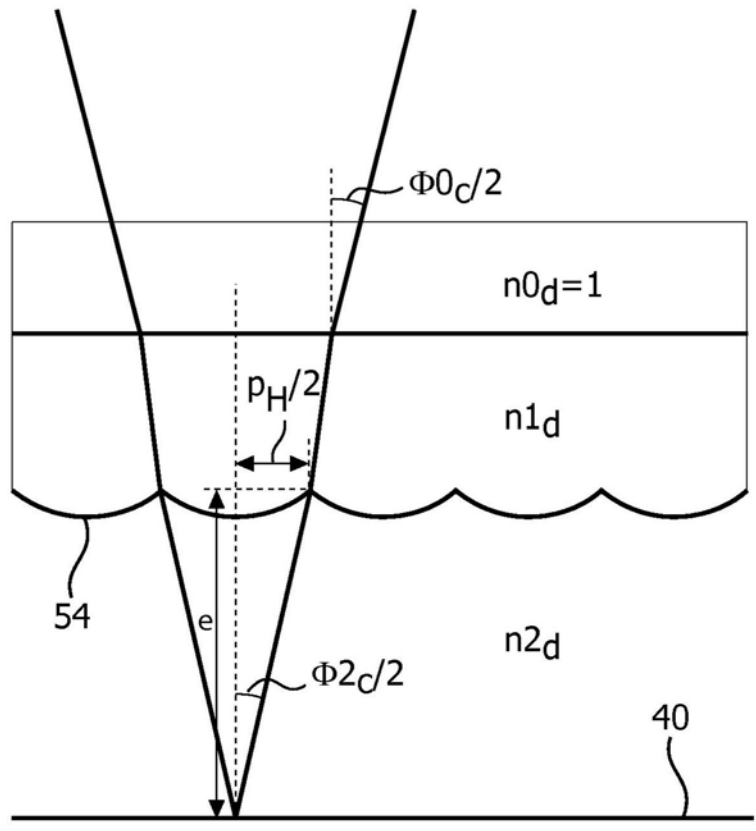


图7

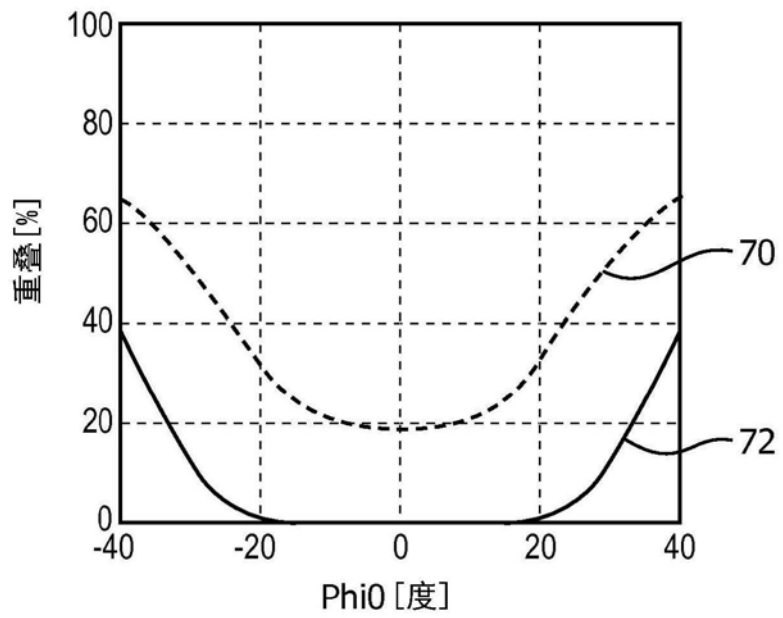


图8

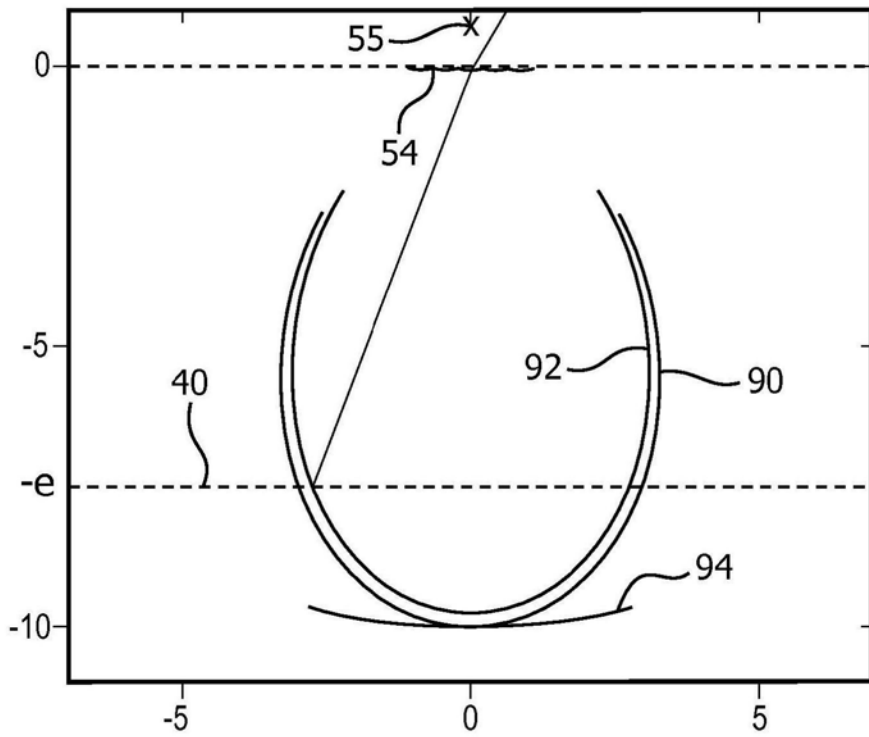


图9

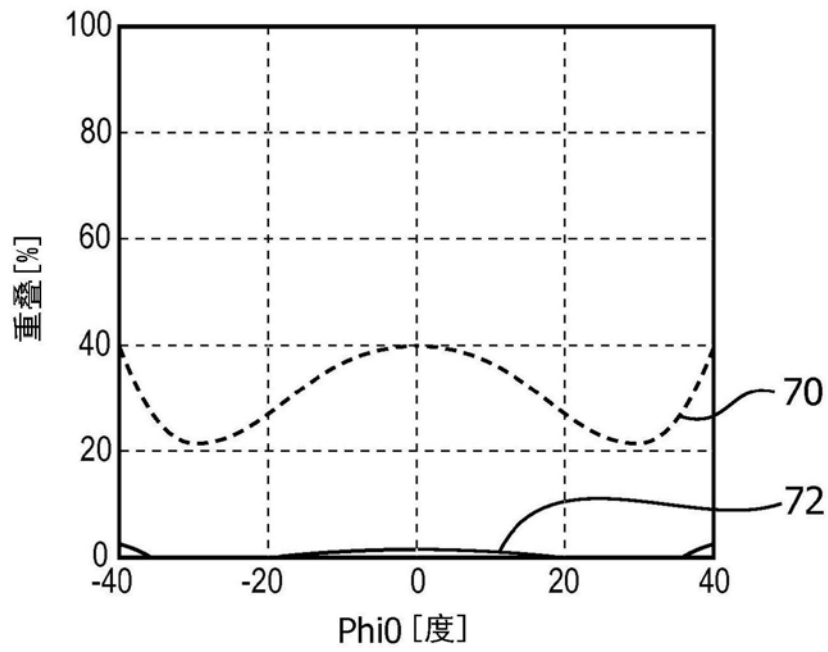


图10

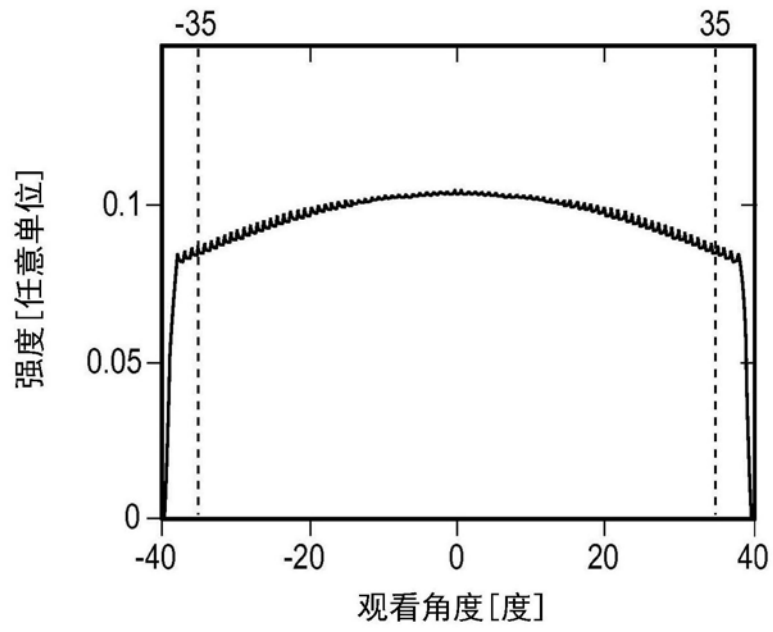


图11

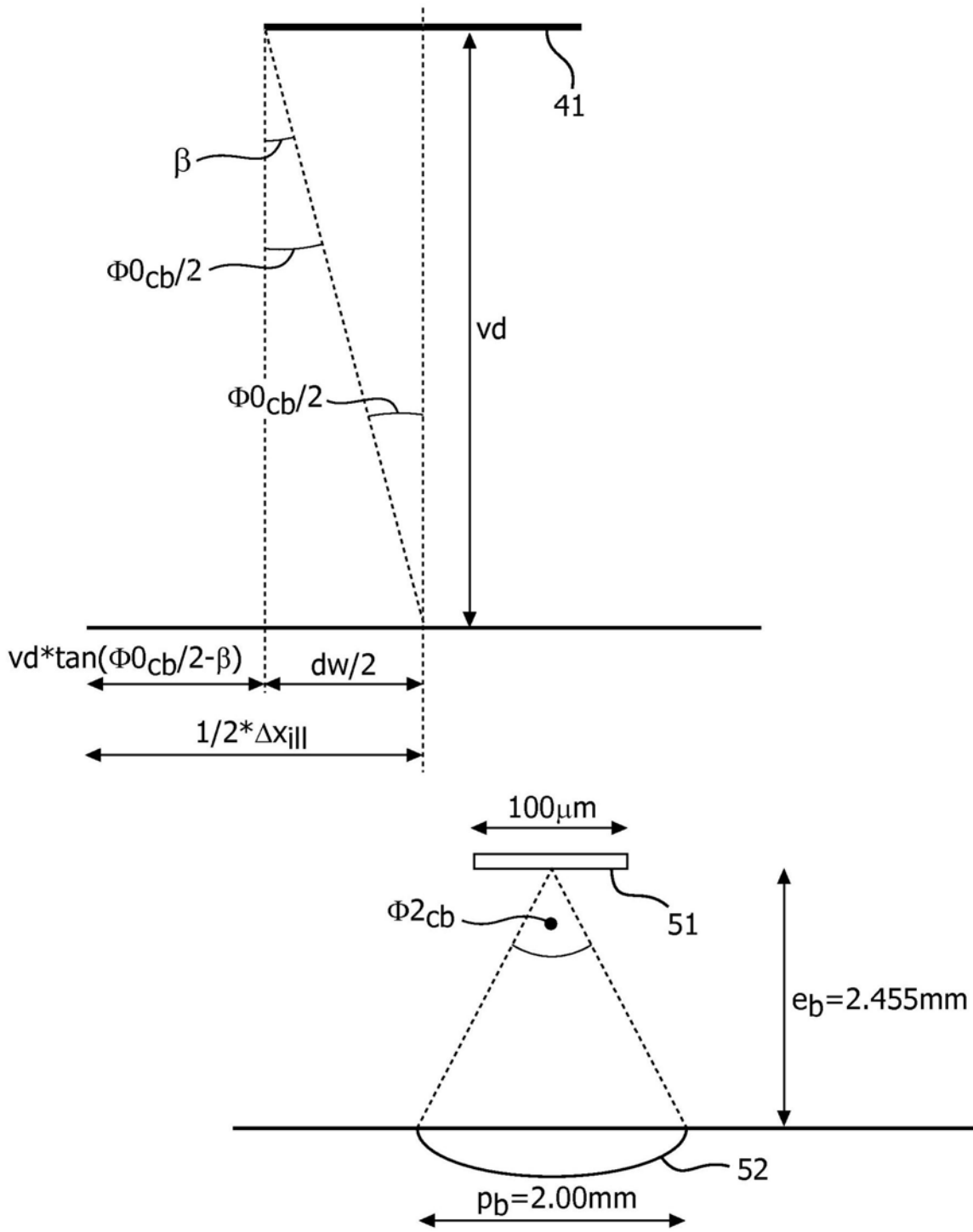


图12

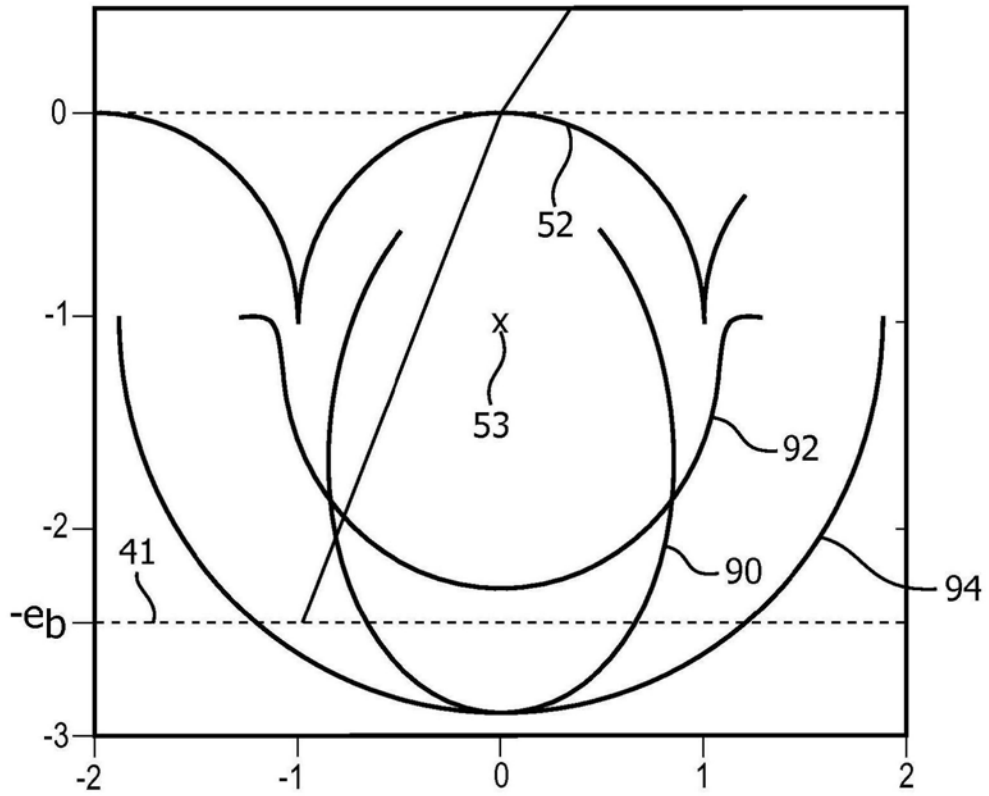


图13

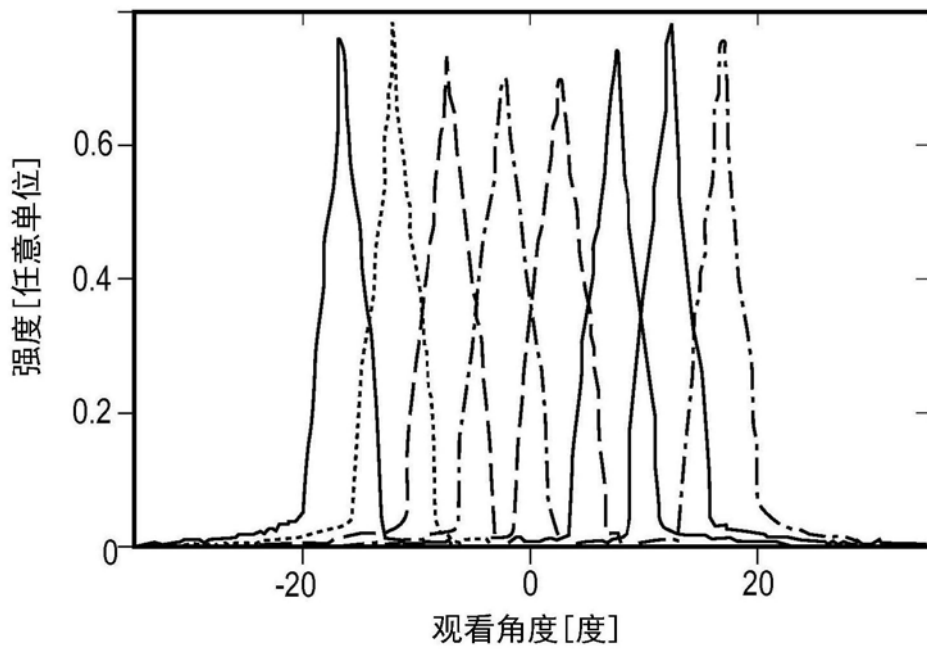


图14

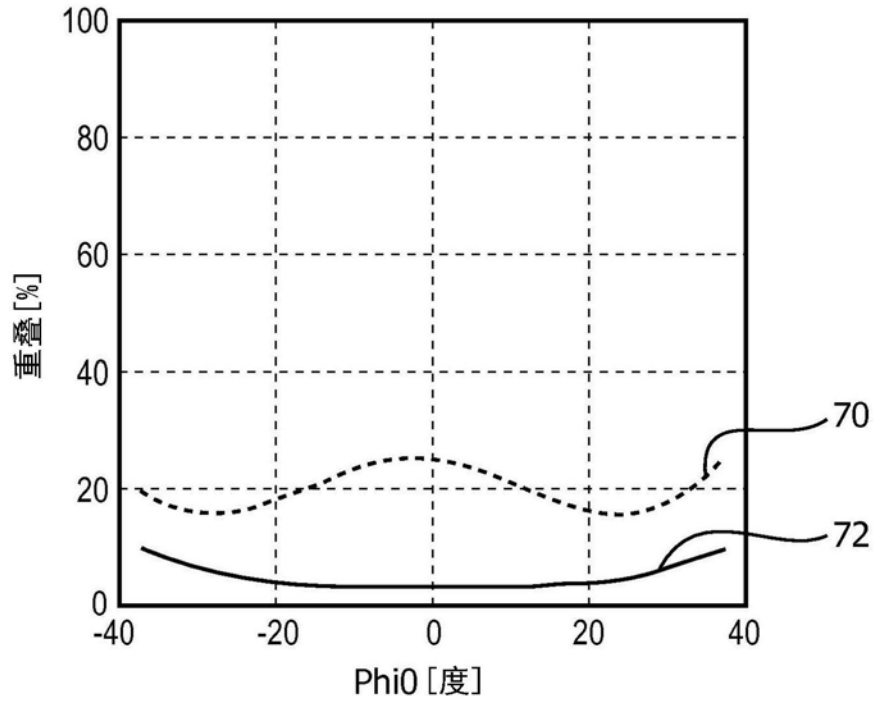


图15

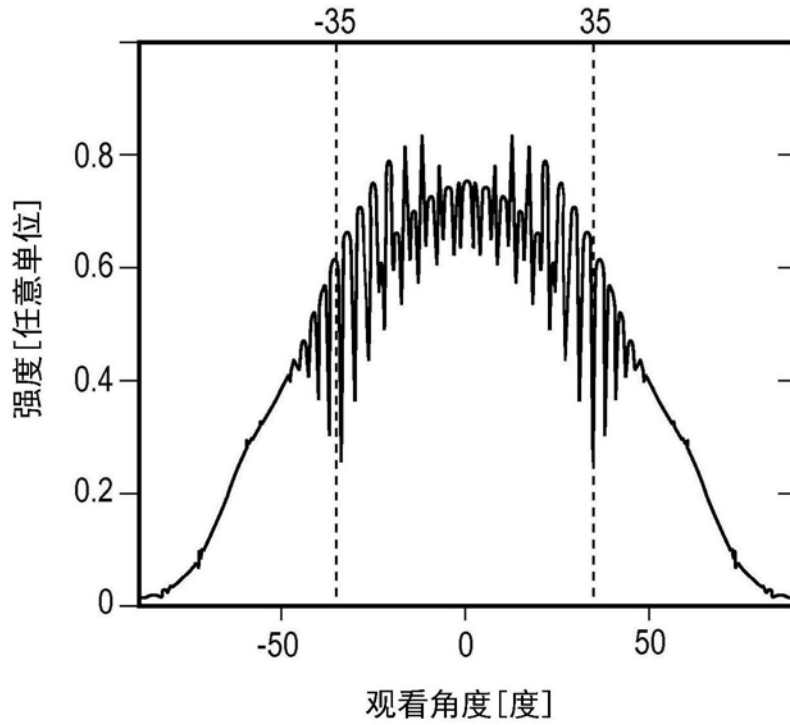


图16

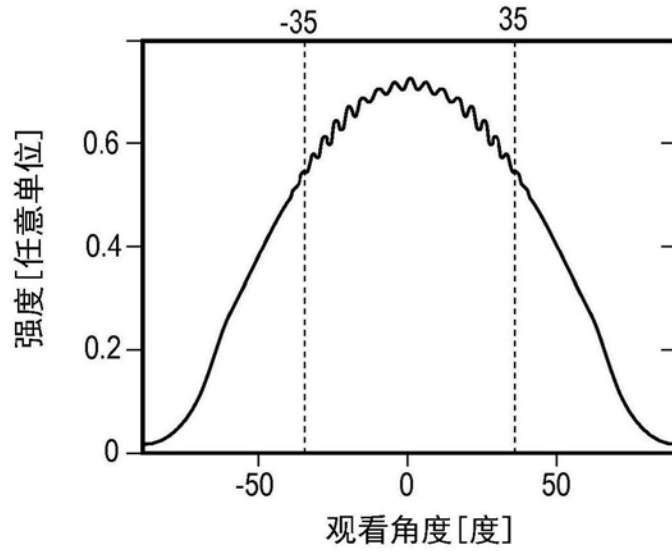


图17

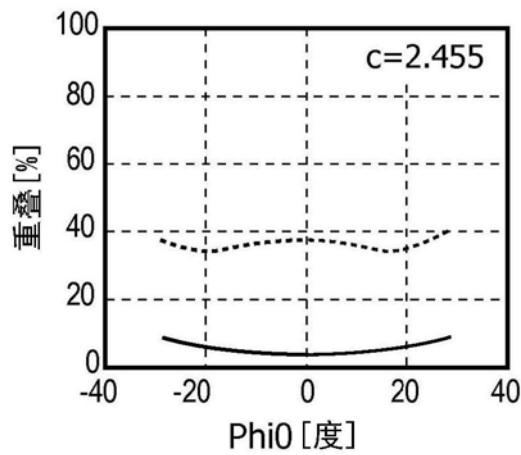
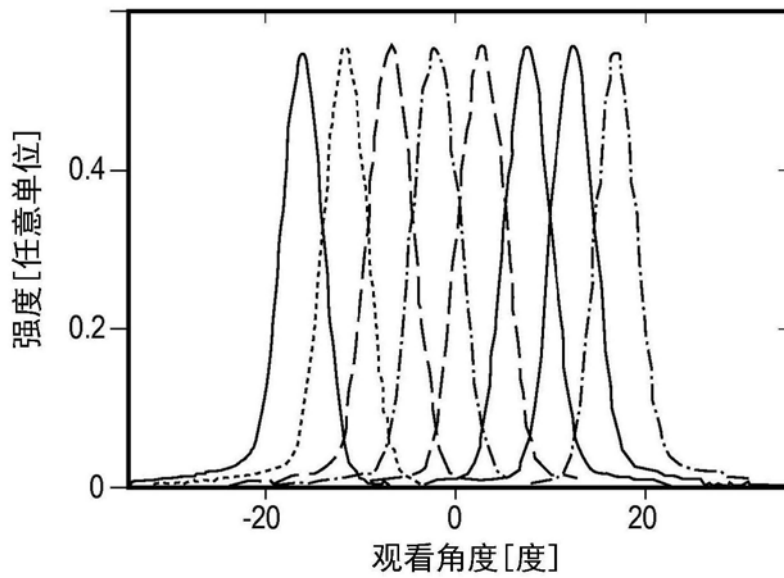


图18

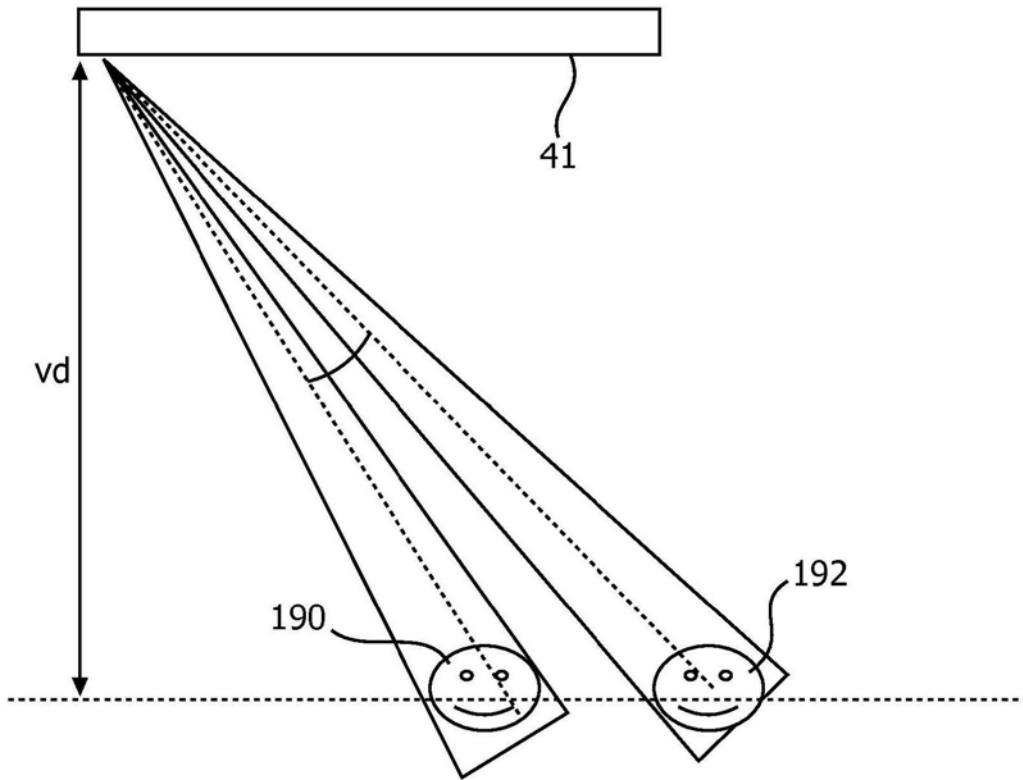


图19

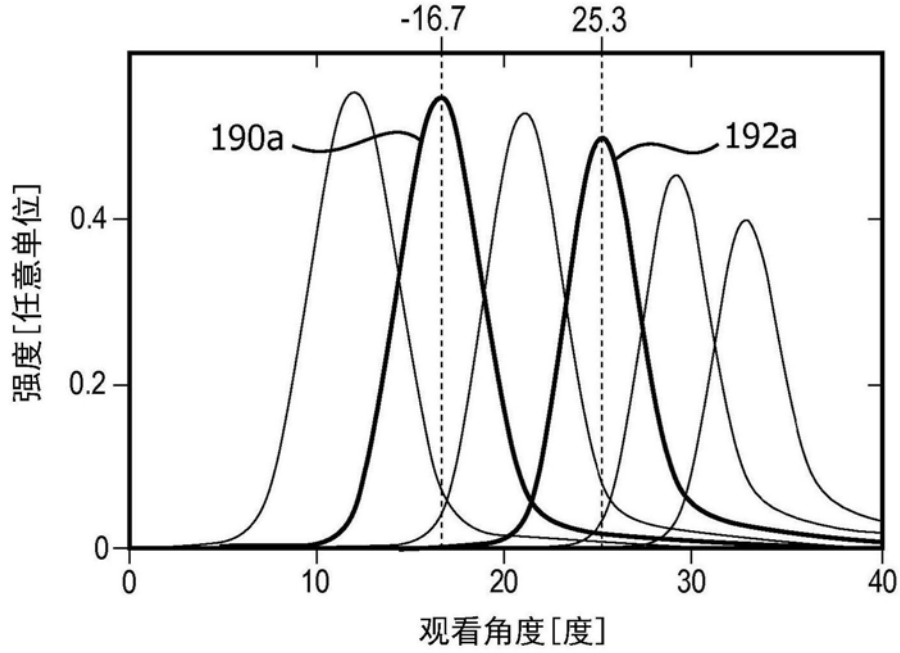


图20

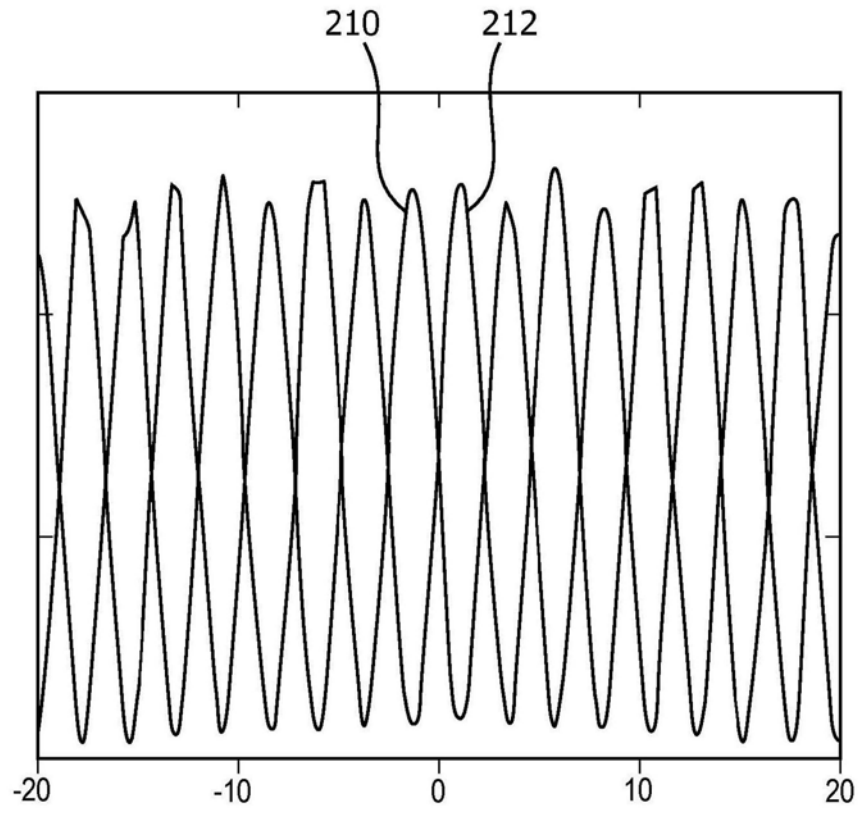


图21

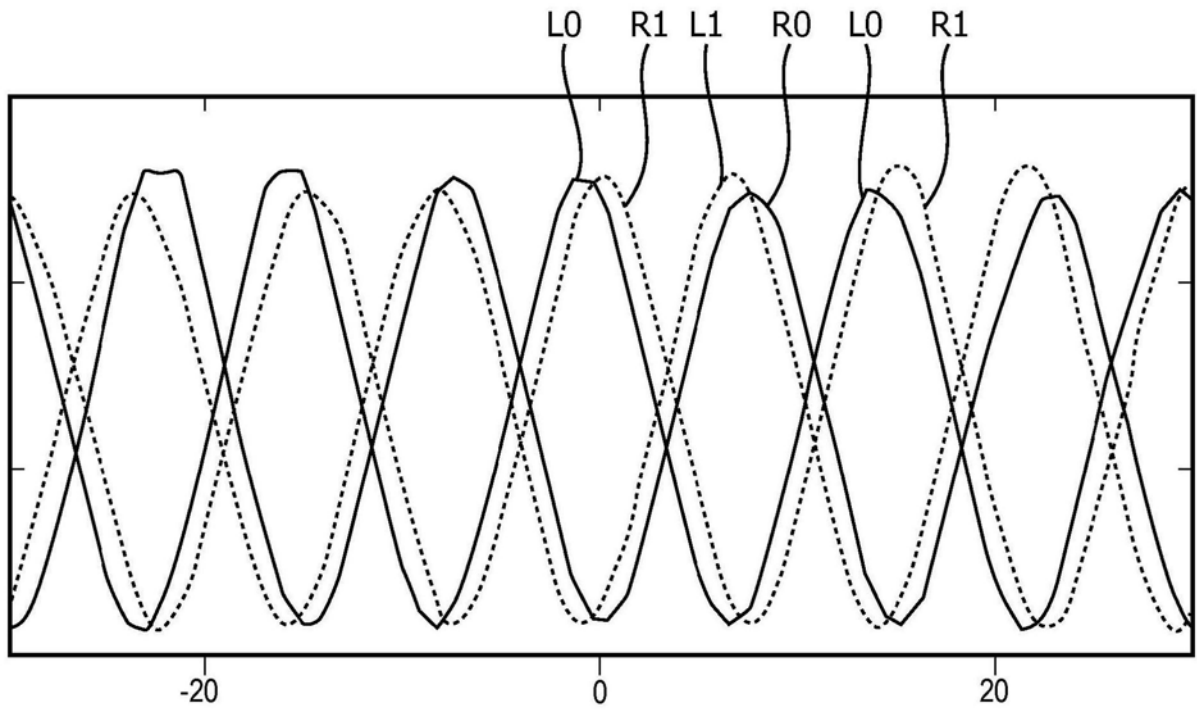


图22

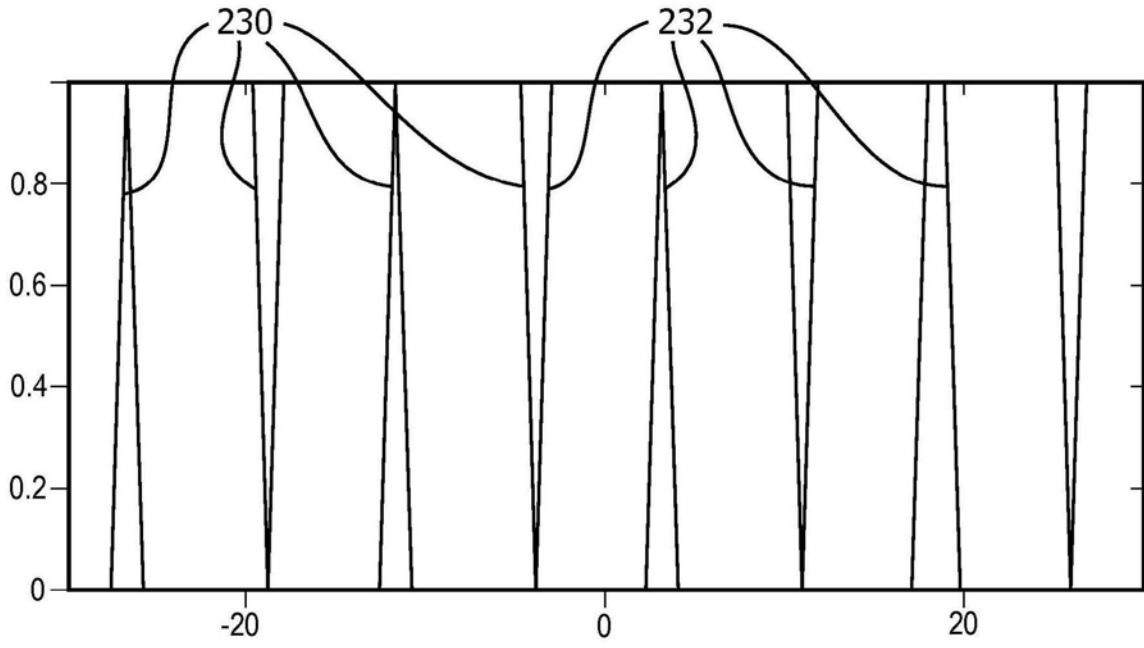


图23

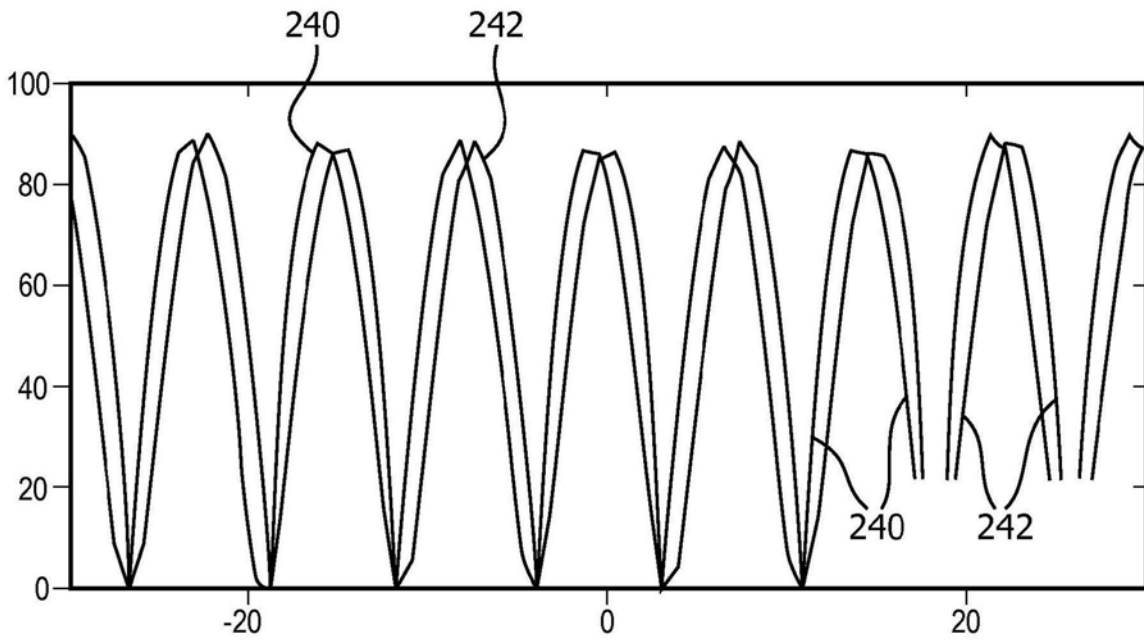


图24

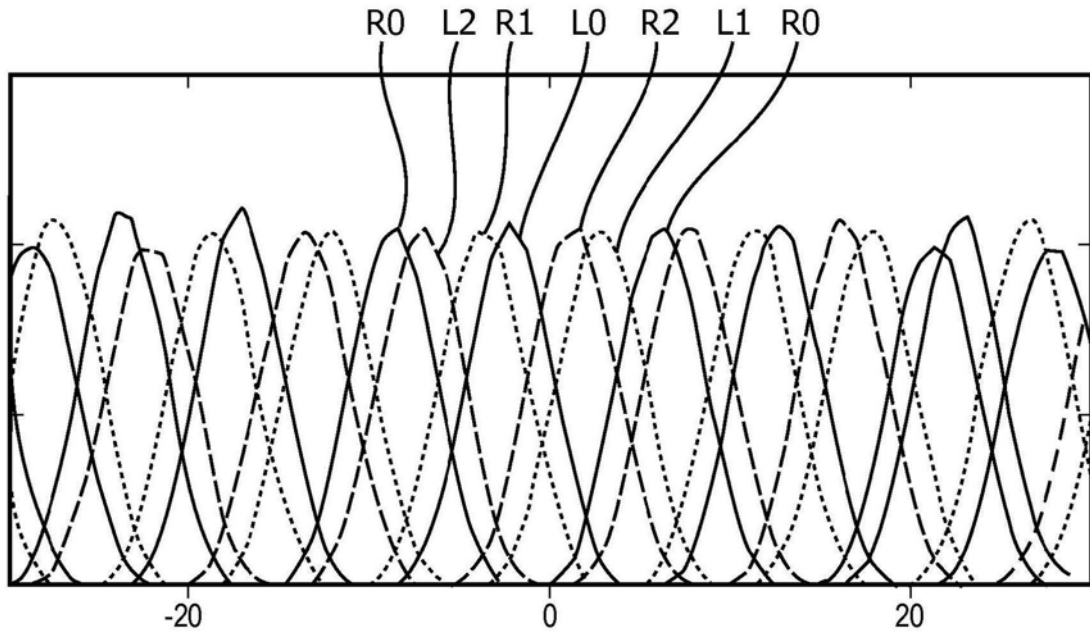


图25

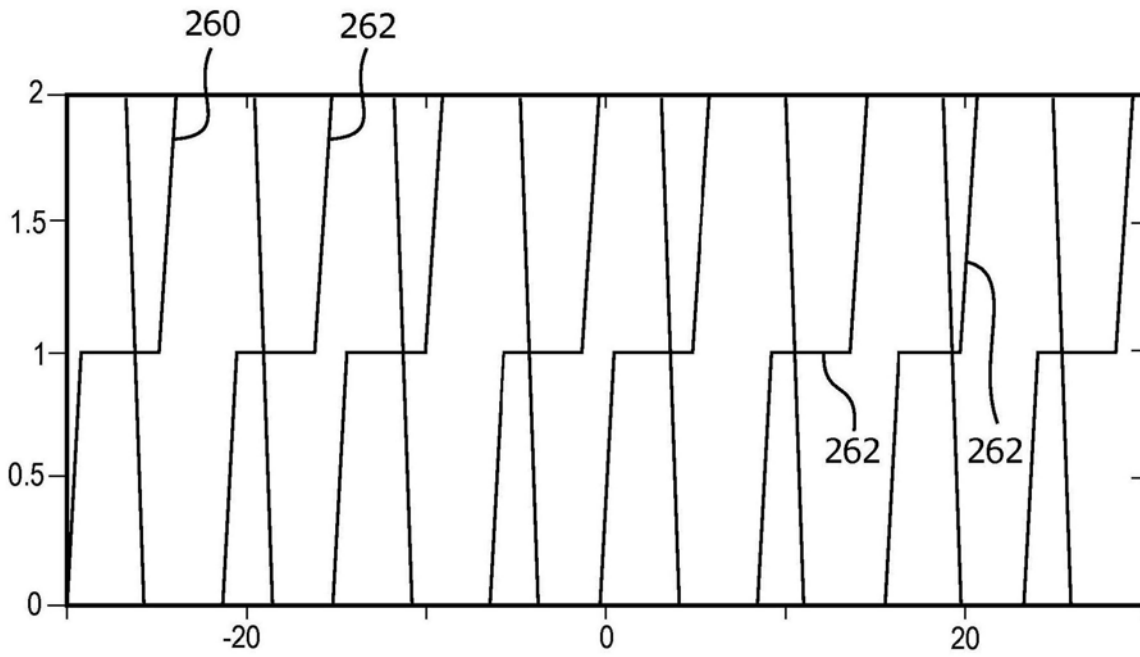


图26

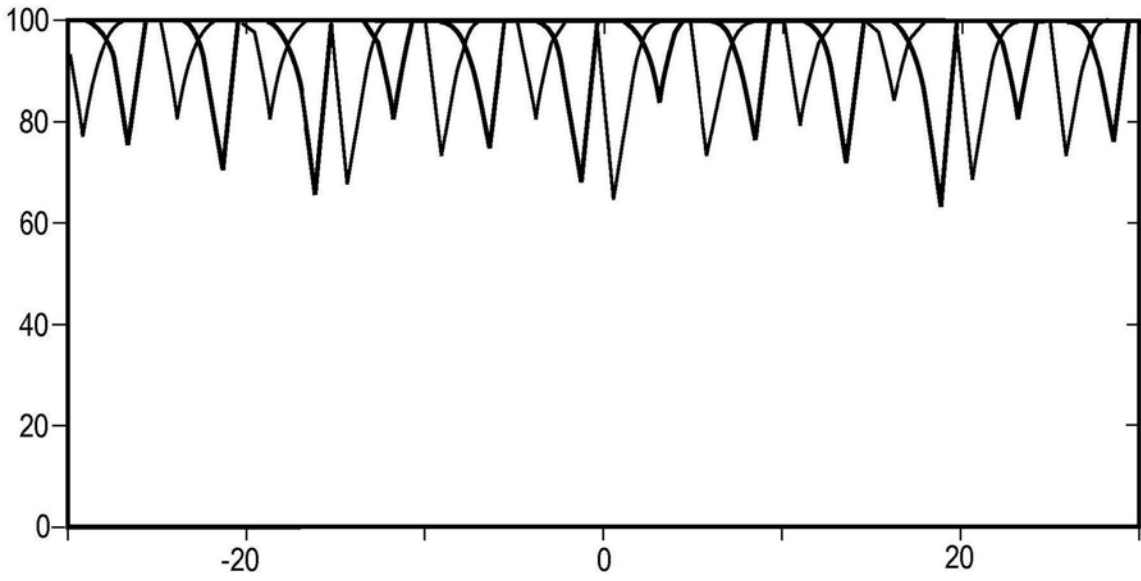


图27

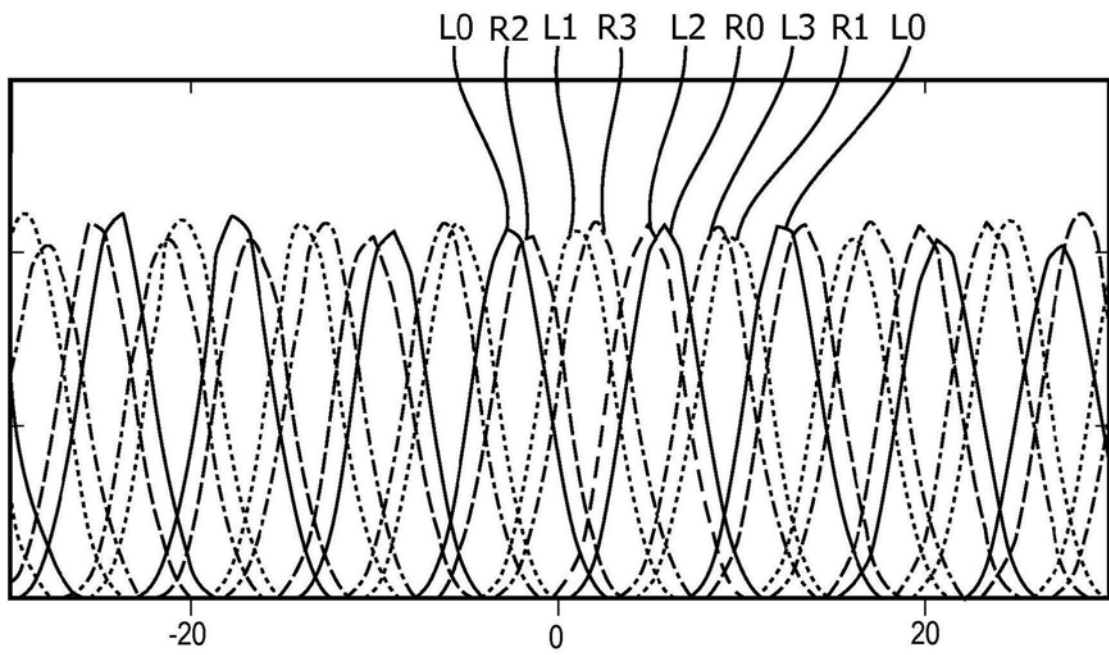


图28

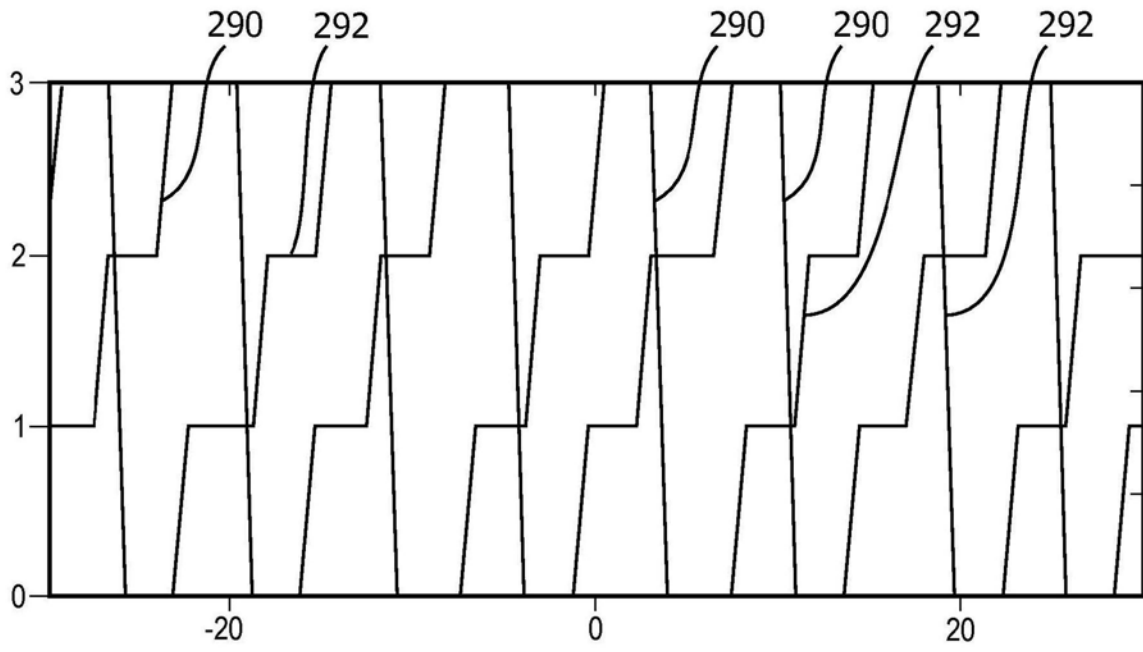


图29

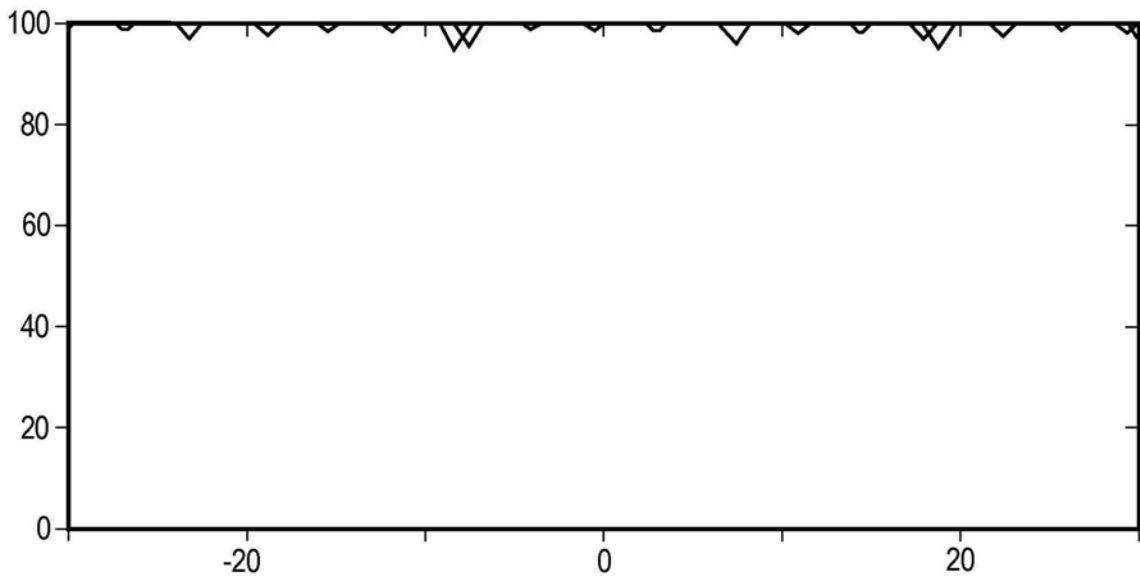


图30