



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102866505 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201210290755. 0

(22) 申请日 2004. 11. 08

(30) 优先权数据

2003-377226 2003. 11. 06 JP

(62) 分案原申请数据

200410088317. 1 2004. 11. 08

(73) 专利权人 NLT 科技股份有限公司

地址 日本神奈川县川崎市

(72) 发明人 上原伸一 池田直康 高梨伸彰

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 关兆辉 谢丽娜

(51) Int. Cl.

G02B 27/22 (2006. 01)

H04N 13/04 (2006. 01)

审查员 赵琳

权利要求书1页 说明书27页 附图33页

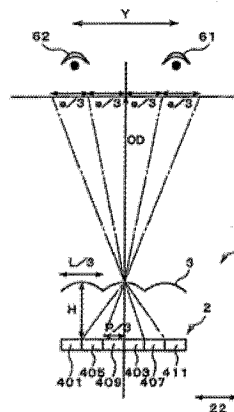
(54) 发明名称

三维图像显示设备

(57) 摘要

在用于显示彩色三维图像的三维图像显示设备中,从观察者侧按此顺序提供蝇眼透镜、显示面板和光源。显示面板具有按(2×2)矩阵排列、与蝇眼透镜的一个透镜元件相关的四个像素。在j为自然数的情况下,根据观察者的平均瞳距Y,将在第二方向中的像素放大投影宽度e设置在下述

表达式的范围内, $\frac{e}{3} \neq \frac{Y}{2 \times j}$ 。



1. 一种三维图像显示设备,包括:

显示面板,其上在第一方向以及垂直于该第一方向的第二方向中,以矩阵方式排列包括用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素的多个显示单元;

第一视差隔板,在其上形成多个狭缝,其纵向在所述第一方向中延伸;以及

第二视差隔板,位于与上述显示面板将上述第一视差隔板夹在之间的位置上,在其上形成其纵向在所述第二方向中延伸的多个狭缝,其中,

上述第一视差隔板,在上述第二方向上,将从用于显示右眼图像的像素发射的光分配到右眼,并将从用于显示左眼图像的像素发射的光分配到左眼,

上述第二视差隔板,在上述第一方向上,将从用于显示右眼图像的像素发射的光分配到右眼,并将从用于显示左眼图像的像素发射的光分配到左眼,以及

用 Z 种颜色使上述用于显示右眼图像的像素和上述用于显示左眼图像的像素着色, Z 表示自然数,沿上述第一方向连续地排列具有相同颜色的上述像素。

2. 如权利要求 1 所述的三维图像显示设备,其中,上述第二视差隔板的狭缝的排列间距是上述第一视差隔板的狭缝的排列间距的 Z 倍。

3. 如权利要求 1 所述的三维图像显示设备,其中上述颜色的数目 Z 是 3。

4. 如权利要求 1 所述的三维图像显示设备,进一步包括,位于上述第一视差隔板和上述第二视差隔板间的光学薄膜。

5. 如权利要求 1 至 4 的任何一个所述的三维图像显示设备,其中,在将上述第一方向安置成与从观察者的右眼到左眼的方向一致的情况下,在每个显示单元内,在上述第一方向中排列在其上分别显示右眼图像和左眼图像的像素对,以及在将上述第二方向安置成与从观察者的右眼到左眼的方向一致的情况下,在每个显示单元内,在上述第二方向中排列在其上分别显示右眼图像和左眼图像的像素对。

6. 一个便携终端设备,包括:

主体;以及

连接到上述主体上、根据权利要求 5 的三维图像显示设备。

7. 如权利要求 6 所述的便携终端设备,其中,上述三维图像显示设备连接到上述主体上以便旋转。

8. 如权利要求 6 所述的便携终端设备,进一步包括检测单元,用于检测对于上述主体的上述三维图像显示设备的位移方向,其中,上述三维图像显示设备基于上述检测单元的检测结果,在上述第一方向或上述第二方向中,转换用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素的排列方向。

9. 如权利要求 6 所述的便携终端设备,其中,上述便携终端设备是手持电话、PDA、游戏设备、数码相机、或数字录像机。

三维图像显示设备

[0001] 本申请是申请日为 2004 年 11 月 8 日、申请号为 201110198532.7、发明名称为“三维图像显示设备”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及能显示三维图像的彩色三维图像显示设备、安装三维图像显示设备的便携终端设备,以及内置在三维图像显示设备中的显示面板和蝇眼透镜,更具体地说,涉及即使在三维图像显示设备不仅仅位于一个方向中,而且位于垂直于这一方向的另一方向中的情况下,也能立体视图的三维图像显示设备、便携终端设备、显示面板和蝇眼透镜。

[0003] 应用本发明的应用的例子包括便携终端设备,诸如手持电话、PDA、游戏设备、数码相机和数字摄像机。

背景技术

[0004] 传统上,已经研究能显示三维图像的显示设备。在公元前 280 年,希腊数学家欧几里德评述过“深度感觉是通过每个眼接收每个眼的同时印象,相同物体的两个不同图像”(例如,见“Three-dimensional Display”(Chihiro Masuda, pub. Sangyo Tosho Publishing Co. Ltd.))。即,三维图像显示设备应具有将具有视差的图像独立地显示给观察者的每个眼的功能。

[0005] 关于用于实现这种方法的方法,具体地,尽管已经研究了用于显示三维图像的各种方法很长时间,这些方法大致能分成使用眼镜的方法和不使用眼镜的方法。在这些中,使用眼镜的方法的例子包括使用色差的彩色立体图方法以及使用偏振的偏振眼镜方法。然而,由于这些方法不能避免必须戴眼镜的麻烦,近年来,已经深入地研究不必戴眼镜的方法。不必戴眼镜的方法的例子包括双面透镜方法和视差隔板方法。

[0006] 首先,将描述有关双面透镜方法。如在上述“Three-dimensional Display”(Chihiro Masuda, pub. Sangyo Tosho Publishing Co. Ltd.)中所描述的,例如,1910 年左右 Ives 等人已经发明了双面透镜方法。图 1 是示例说明了双面透镜的透视图,以及图 2 是示例说明使用双面透镜的传统三维图像显示方法的光学模型图。如图 1 所示,双面透镜 121 具有扁平表面的一个面以及另一面,在其上形成均在一个方向中延伸的圆形背部的多个凸面部分(柱面透镜 122),以便其纵向彼此平行。

[0007] 随后,如图 2 所示,通过使用双面透镜方法的三维图像显示设备,从观察者侧,按顺序放置双面透镜 121、显示面板 106 以及光源 108,以及显示面板 106 的像素位于双面透镜 121 的焦平面上。在显示面板 106 上,交替地排列用于显示右眼 141 图像的像素 123 和用于显示左眼 142 图像的像素 124。此时,由彼此相邻的像素 123 和像素 124 所构成的组对应于双面透镜 121 的每个柱面透镜(凸面部分)。因此,从光源 108 发出的光透过每个像素,并通过双面透镜 121 的柱面透镜 122,分配在朝左眼的方向中和朝右眼的方向中。这允许左右眼识别彼此不同的图像,从而可使观察者识别三维图像。如上所述,用于显示左眼上的左眼图像和右眼上的右眼图像,以及使观察者识别三维图像的方法被称为用于形成两个

视点的双视点方法。

[0008] 接着,描述有关包括标准双面透镜和显示面板的三维图像显示设备的每个部件的大小。图 3 是示例说明使用标准双面透镜方法的双视点三维图像显示设备的光学模型的图,以及图 4 是示例说明这一双视点三维图像显示设备的立体视觉区的图。如图 3 所示,假定双面透镜 121 的顶点与显示面板 106 的像素之间的距离是 H ,双面透镜 121 的折射率是 n ,焦距是 f 以及透镜元件的排列周期,即透镜间距是 L 。将显示面板 106 的显示像素配置成每个左眼像素 124 和每个右眼像素 123 的一个组。假定此像素的间距是 P 。因此,由每个左眼像素 124 和每个右眼像素 123 组成的显示像素的排列间距为 $2P$ 。对应于由每个左眼像素 124 和每个右眼像素 123 的两个像素组成的显示像素,配置一个柱面透镜 122。

[0009] 同时,假定双面透镜 121 与观察者之间的距离是最佳的观察距离 OD ,以及在该距离 OD 中的一个像素的放大投影宽度,即,在相距透镜距离 OD 并平行于透镜的虚平面上的左眼像素 124 和右眼像素 123 的投影图像的宽度分别为 e 。另外,假定在水平方向 112 上位于双面透镜 121 中心部上的柱面透镜 122 的中心与位于双面透镜 121 端部上的柱面透镜 122 的中心之间的距离是 W_L ,以及在水平方向 112 上由位于显示面板 106 中心部上的左眼像素 124 和右眼像素 123 所组成的显示像素的中心与位于显示面板 106 端部上的显示像素的中心之间的距离是 W_p 。此外,假定位于双面透镜 121 中心部上的柱面透镜 122 中的光的入射角和出射角分别是 α 和 β ,以及在水平方向 112 中,位于双面透镜 121 端部上的凸面部分 122 中的光的入射角和出射角分别是 γ 和 δ 。此外,假定距离 W_L 与距离 W_p 之间的差值是 C ,并且包含在距离 W_p 中的像素数目是 $2m$ 。

[0010] 由于柱面透镜 122 的排列间距 L 和像素的排列间距 P 彼此相关,因此协调一个来确定另一个。然而,通常,经常通过协调显示面板设计双面透镜,因此,像素的排列间距 P 处理为常数。同时,选择双面透镜 121 的材料确定折射率 n 。另一方面,关于透镜和观察者间的观察距离 OD ,以及观察距离 OD 中的像素放大投影宽度 e ,设置期望值。将使用上述值来确定透镜的顶点和像素间的距离 H 以及透镜间距 L 。由于 Snell 定律和几何关系,建立下述表达式 1 至 6。还建立下述表达式 7 至 9。

[0011] (表达式 1)

$$[0012] \quad n \times \sin \alpha = \sin \beta$$

[0013] (表达式 2)

$$[0014] \quad OD \times \tan \beta = e$$

[0015] (表达式 3)

$$[0016] \quad H \times \tan \alpha = P$$

[0017] (表达式 4)

$$[0018] \quad n \times \sin \gamma = \sin \delta$$

[0019] (表达式 5)

$$[0020] \quad H \times \tan \gamma = C$$

[0021] (表达式 6)

$$[0022] \quad OD \times \tan \delta = W_L$$

[0023] (表达式 7)

$$[0024] \quad W_p \times W_L = C$$

[0025] (表达式 8)

[0026] $W_p=2 \times m \times P$

[0027] (表达式 9)

[0028] $W_l=m \times L$

[0029] 从上述表达式 1 至 3, 分别建立下述表达式 10 至 12。

[0030] (表达式 10)

[0031] $\beta = \arctan(e/OD)$

[0032] (表达式 11)

[0033] $\alpha = \arcsin(1/n \times \sin \beta)$

[0034] (表达式 12)

[0035] $H = P/\tan \alpha$

[0036] 同时, 由上述表达式 6 和 9 建立下述表达式 13。此外, 由上述表达式 8 和 9 建立下述表达式 14。此外, 由上述表达式 5 建立下述表达式 15。

[0037] (表达式 13)

[0038] $\delta = \arctan(mL/OD)$

[0039] (表达式 14)

[0040] $C=2 \times m \times P-m \times L$

[0041] (表达式 15)

[0042] $\gamma = \arctan(C/H)$

[0043] 由于双面透镜的顶点和像素间的距离 H 通常设置成等于双面透镜的焦距 f, 建立下述表达式 16。如果假定双面透镜的曲率半径为 r, 由下述表达式 17 获得曲率半径。

[0044] (表达式 16)

[0045] $f=H$

[0046] (表达式 27)

[0047] $r=H \times (n-1)/n$

[0048] 如图 4 所示, 假定来自所有右眼像素 123 的光所到达的区域是右眼区 171, 以及来自所有左眼像素 124 的光到达的区域是左眼区 172。观察者能通过将右眼 141 定位到右眼区 171, 以及将左眼 142 定位到左眼区 171 来识别三维图像。然而, 由于观察者瞳距是恒定的, 右眼 141 和左眼 142 不能分别定位在右眼区 171 和左眼区 172 的任意位置上, 因此, 位置限定到瞳距能保持常数的区域。换句话说, 仅在右眼 141 和左眼 142 的中点位于立体视觉区 107 的情况下, 才能获得立体视图。由于在立体视觉区 107, 沿水平方向 112 的长度在离显示面板 106 的距离等于最佳观察距离 OD 的位置处变得最长, 在观察者的位置偏向水平方向 112 的情况下的公差达到最大值。因此, 离显示面板 106 的距离是最佳观察距离 OD 的位置是最理想的观察位置。

[0049] 如下文所述, 尽管视差隔板方法是用于由隔板阻挡不需要光的方法, 双面透镜方法是用于改变光传播方向的方法, 因此, 采用双面透镜理论上不会降低显示屏的亮度。因此, 最可能将双面透镜方法应用于将高亮度显示器和低功耗性能看作重要指标的便携装置等等上。

[0050] 在 Nikkei Electronics No. 838, 2003 年 1 月 6 日, pp26-27 中描述了使用双面透

镜方法开发的三维图像显示设备的例子。组成三维图像显示设备的 7 英寸液晶面板包括 800×480 显示点。通过将双面透镜和液晶显示面板间的距离改变 0.6mm, 能转换三维图像显示和平面图像显示。横向视点的数目为 5, 因此, 通过改变水平方向中的视角, 能观察到 5 个不同图像。另一方面, 垂直视点数为 1, 因此, 即使在垂直方向中改变视角, 图像也不能改变。

[0051] 接着, 描述有关视差隔板方法。Berthier 在 1896 年构思了视差隔板方法并且 Ives 在 1903 年论证过。图 5 是示例说明使用视差隔板的传统三维图像显示方法的光学模型图。如图 5 所示, 视差隔板 105 是在其上形成多个狭缝 105a 的隔板(屏蔽板)。显示面板 106 靠近这一视差隔板 105 的一个表面。在显示面板 106 上, 在垂直于狭缝的纵向的方向中排列右眼像素 123 和左眼像素 124。另一方面, 光源 108 靠近视差隔板 105 的另一表面, 即显示面板 106 的相对面上。

[0052] 从光源 108 发出并透过视差隔板 105 的狭缝 105a 和右眼像素 123 的光是光通量 181。同样地, 从光源 108 发出并透过狭缝 105a 和左眼像素 124 的光是光通量 182。此时, 观察者能识别三维图像的位置由视差隔板 105 和像素间的位置关系确定。换句话说, 观察者 104 的右眼 141 应在对应于多个右眼像素 123 的所有光通量 181 的透射区内, 以及观察者的左眼 142 应在所有光通量 182 的透射区内。这是观察者的右眼 141 和左眼 142 的中点 143 位于图 5 所示的方形的立体视觉区 107 内的情况。

[0053] 在立体视觉区 107 的右眼像素 123 和左眼像素 124 的排列方向中延伸的线段中, 通过立体视觉区 107 中的对角线交叉点 107a 的段是最长线段。因此, 当中点 143 位于交叉点 107a, 观察者的位置在水平方向中偏离的情况下的公差达到最大值, 因此, 该位置是最适合作为观察位置。因此, 通过该三维图像显示方法, 建议观察者以最佳观察距离 OD, 即交叉点 107a 和显示面板 106 间的距离执行观察。注意, 在立体视觉区 107 中, 离显示面板 106 的距离是最佳观察距离 OD 的虚平面称为最佳观察面 107b。因此, 来自右眼像素 123 和左眼像素 124 的光分别到达观察者的右眼 141 和左眼 142。因此, 观察者能将在显示面板 106 上显示的图像识别为三维图像。

[0054] 接着, 更详细地描述有关在其上形成狭缝的视差隔板位于显示面板的前表面上的三维图像显示设备, 更具体地说, 有关每个部件大小。图 6 是示例说明在显示面板的观察者侧上具有狭缝状视差隔板的传统的双视点三维图像显示设备的光学模型的图。注意, 视差隔板的狭缝宽度很微小, 因此, 为简化说明, 能忽略它。如图 6 所示, 假定视差隔板 105 的狭缝 105a 的排列间距为 L, 显示面板 106 和视差隔板 105 间的距离为 H, 以及像素的排列间距为 P。如上所述, 对显示面板 106, 由于两个像素, 即每个右眼像素 123 和每个左眼像素 124 布置成显示面板 106 上的像素组, 像素组的排列间距为 $2P$ 。由于狭缝 105a 的排列间距 L 和像素组的排列间距 P 相互关联, 协调一个就能确定另一个。然而, 通常, 通过协调显示面板来设计视差隔板, 因此, 像素组的排列间距 P 处理为常数。

[0055] 同时, 假定来自所有右眼像素 123 的光到达的区域为右眼区 171, 以及来自所有左眼像素 124 的光到达的区域是左眼区 172。观察者能通过将右眼 141 定位到右眼区 171, 以及将左眼 142 到左眼区 172 来识别三维图像。然而, 由于观察者瞳距是恒定的, 右眼 141 和左眼 142 不能分别定位在右眼区 171 和左眼区 172 的任意位置上, 因此, 位置限定到瞳距能保持常数的区域。换句话说, 仅在右眼 141 和左眼 142 的中点位于立体视觉区 107 的情况

下,才能获得立体视图。由于在立体视觉区 107 沿水平方向 112 的长度在离显示面板 106 的距离等于最佳观察距离 OD 的位置处最长,在观察者的位置偏向水平方向 112 的情况下的公差达到最大值。因此,离显示面板 106 的距离是最佳观察距离 OD 的位置是最理想的观察位置。同时,假定在立体视觉区 107 中,离显示面板 106 的距离是最佳观察距离 OD 的虚平面是最佳观察面 107b,以及最佳观察面 107b 中的一个像素的放大投影宽度为 e。

[0056] 接着,将使用上述值,确定视差隔板 105 和显示面板 106 的显示像素间的距离 H。由于如图 6 所示的几何关系,建立下述表达式 18,因此,如下述表达式 19 中所示,获得距离 H。

[0057] (表达式 18)

[0058] $P:H=e:(OD-H)$

[0059] (表达式 19)

[0060] $H=OD \times P / (P+e)$

[0061] 此外,如果假定在水平方向 112 中,位于显示面板 108 的中心处的像素组的中心和水平方向 112 中,位于端部的像素组的中心间的距离为 W_p ,以及分别对应于这些像素组的狭缝 105a 的中心间的距离为 W_L ,通过下述表达式 20,获得距离 W_p 和距离 W_L 间的差值 C。同时,如果假定包括在显示面板 106 上的距离 W_p 中的像素的数目为 $2m$,建立下述表达式 21。另外,由于几何关系建立的下述表达式 22,通过下述表达式 23,获得视差隔板 105 的狭缝 105a 的间距 L。

[0062] (表达式 20)

[0063] $W_p - W_L = C$

[0064] (表达式 21)

[0065] $W_p = 2 \times m \times P_m \quad W_L = m \times L$

[0066] (表达式 22)

[0067] $W_p : OD = W_L : (OD - H)$

[0068] (表达式 23)

[0069] $L = 2 \times p \times (OD - H) / OD$

[0070] 接着,详细地描述有关视差隔板位于显示面板的后面的三维图像显示设备,更具体地说,有关其每个部件大小。图 7 是示例说明在显示面板的后面具有狭缝状视差隔板的传统双视点三维图像显示设备的光学模型的图。注意,视差隔板的狭缝宽度很微小,因此,为简化说明,能忽略它。关于上述视差隔板位于显示面板的前面的情形,假定视差隔板 105 的狭缝 105a 的排列间距为 L,显示面板 106 和视差隔板 105 间的距离为 H,以及显示像素的排列间距为 P。如上所述,对显示面板 106,由于两个像素,即每个右眼像素 123 和每个左眼像素 124 布置成显示面板 106 上的像素组,像素组的排列间距为 2P。由于狭缝 105a 的排列间距 L 和像素组的排列间距 P 相互关联,协调一个就能确定另一个,然而,通常,通过协调显示面板来设计视差隔板,因此,像素组的排列间距 P 处理为常数。

[0071] 同时,假定来自所有右眼像素 123 的光到达的区域为右眼区 171,以及来自所有左眼像素 124 的光到达的区域是左眼区 172。观察者能通过将右眼 141 定位到右眼区 171,以及将左眼 142 到左眼区 172 来识别三维图像。然而,由于观察者瞳距是恒定的,右眼 141 和左眼 142 不能分别定位在右眼区 171 和左眼区 172 的任意位置上,因此,位置限定到瞳距能

保持常数的区域。换句话说,仅在右眼 141 和左眼 142 的中点位于立体视觉区 107 的情况下,才能获得立体视图。由于在立体视觉区 107 沿水平方向 112 的长度在离显示面板 106 的距离等于最佳观察距离 OD 的位置处最长,在观察者的位置偏向水平方向 112 的情况下的公差达到最大值。因此,离显示面板 106 的距离是最佳观察距离 OD 的位置是最理想的观察位置。同时,假定在立体视觉区 107 中离显示面板 106 的距离是最佳观察距离 OD 的虚平面是最佳观察面 107b,以及最佳观察面 107b 中的一个像素的放大投影宽度为 e。

[0072] 接着,将使用上述值,确定视差隔板 105 和显示面板 106 的像素间的距离 H。由于如图 7 所示的几何关系,建立下述表达式 24,因此,如下述表达式 25 中所示获得距离 H。

[0073] (表达式 24)

[0074] $P:H=e:(OD+H)$

[0075] (表达式 25)

[0076] $H=OD \times P / (e-P)$

[0077] 此外,如果假定在水平方向 112 中,位于显示面板 106 的中心处的像素组的中心和水平方向 112 中,位于端部的像素组的中心间的距离为 W_p ,以及分别对应于这些像素组的狭缝 105a 的中心间的距离为 W_l ,通过下述表达式 26,获得距离 W_p 和距离 W_l 间的差值 C。同时,如果假定包括在显示面板 106 上的距离 W_p 中的像素的数目为 2m,建立下述表达式 27 和表达式 28。另外,由于几何关系建立的下述表达式 29,通过下述表达式 30,获得视差隔板 105 的狭缝 105a 的间距 L。

[0078] (表达式 26)

[0079] $W_l - W_p = C$

[0080] (表达式 27)

[0081] $W_p = 2 \times m \times P$

[0082] (表达式 28)

[0083] $W_l = m \times L$

[0084] (表达式 29)

[0085] $W_p : OD = W_l : (OD+H)$

[0086] (表达式 30)

[0087] $L = 2 \times P \times (OD+H) / OD$

[0088] 由于视差隔板方法最初具有位于像素和眼睛间的视差隔板,这产生视差隔板很突出以及可见性差的问题。然而,随着实现液晶显示面板,进行了能将视差隔板 105 放在显示面板 106 的后面的配置,如图 5 所示,从而提高可见性。因此,现在正在加紧研究使用视差隔板的三维图像显示设备。

[0089] 在上述 Nikkei Electronics No. 838, 2003 年 1 月 6 日, pp 26-27 的表 1 中描述了现实中使用视差隔板方法的实际产品的例子。这是安装对应于 3D 的液晶面板的便携电话,其中组成三维图像显示设备的液晶面板在对角线 2.2 英寸大小中包括 176×220 显示点。另外,提供用作用于接通 / 断开视差隔板的影响的开关的液晶面板,由此能转换和显示三维图像显示和平面图像显示。如上所述,能在显示三维图像时,显示左眼图像和右眼图像的两个图像。换句话说,这是双视点三维图像显示设备。

[0090] 另一方面,已经使用两个以上的图像来执行提高立体感的尝试。例如,如上所述,

不仅在水平方向而且在垂直方向中显示左眼图像和右眼图像对。视差隔板狭缝的形状为针孔形。因此,在观察者的位置在垂直方向中移动的情况下,能识别不同三维图像。位于垂直方向中的图像对是在垂直方向中观察将显示的内容的图像。因此,观察者能通过改变他/她在垂直方向中的位置,获得垂直方向中的立体感,导致提高立体感。

[0091] 在“3D Display”(光学和电光工程通讯, Vol. 41, No. 3, 2003年3月20日, pp. 21-32)中描述了为在垂直方向中二维地显示图像开发的三维图像显示设备的例子。这是使用水平方向中的7个视点、垂直方向中4个视点,总共28个视点的多视点三维图像显示设备,以及组成该三维图像显示设备的液晶显示设备在对角线22英寸大小中包括QUXGA-W(3840×2400)显示点。因此,在不仅在水平方向中,而且在垂直方向中改变观察位置的情况下,观察者能观察到连续改变的三维图像。

[0092] 然而,对于上述传统的三维图像显示设备,假定用于放置显示屏的方向对于观察者总是设定在一个方向中。因此,对于观察者,改变显示器的方向的情况下,观察者不可能识别出三维图像。例如,一旦在从正常方向的在任一方向中使上述显示设备旋转90°,观察者用两个眼睛观察到相同的图像,因此不能识别出三维图像。

[0093] 为解决这一问题,在日本未审专利申请公开号 No. 06-214323 中公开了一种技术,其中使两个双面透镜重叠以便透镜的纵向彼此垂直,以及每个透镜的焦点位于相同平面上,以及来自以矩阵形式排列的多个像素的光分配在屏幕的垂直方向和水平方向中。因此,日本未审专利申请公开号 No. 06-214323 陈述了即使在对于观察者的显示屏的方向旋转90°的情况下,例如在观察者躺下的情况下,观察者也能识别三维图像。

[0094] 然而,上述传统技术包括下述问题。根据研究这一技术的本发明人等等的结果,对于在日本专利公开号 No. Hei 06-214323 中公开的显示设备,在显示彩色图像以及对于观察者改变用于放置显示设备的方向的情况,很显然,在某些情况下,不能正确地进行三维显示。下面,将关于这一现象详细地描述。

[0095] 首先,描述有关采用透镜的情形。对于日本未审专利申请公开号 No. 06-214323,为使即使将显示设备放在垂直或水平方向中,也能观察到观察到三维图像,尽管采用放置成透镜的纵向彼此垂直的两个双面透镜,但也可以采用其透镜元件为二维排列的蝇眼透镜。图8是示例说明蝇眼透镜的透视图。

[0096] 关于将用在三维图像显示设备中的显示设备,使用当前最通用的、采用条状颜色的显示设备。为了说明,如下定义第一方向和第二方向。即,第一方向是连续布置每种颜色像素的相同颜色像素的方向,以及第二方向是交替重复地布置每种颜色像素的方向。在显示面上,第一方向和第二方向彼此垂直。一个显示单元包括三种颜色 RGB,以及按条状排列每种颜色像素。同时,彼此相等地设置第一方向中的分辨率和第二方向中的分辨率,因此,第二方向中的每种颜色像素间距是第一方向中的间距的1/3。

[0097] 为通过将左右像素不仅布置在第一方向中,而且布置在第二方向中来观察三维图像,能设想用于关于排列在第二方向中并且彼此相邻的两个相同的颜色像素,布置一个透镜的方法。在这种情况下,由于第二方向中的像素间距是第一方向中像素间距的1/3,用下述表达式31替代上述表达式3。

[0098] (表达式31)

[0099] $H \times \tan \alpha' = P/3$

[0100] 此时,为使用一个蝇眼透镜,透镜和像素间的距离 H 应当是与上述第一方向中的透镜和像素间的距离 H 相同的值。同样地,折射率 n 应当相同。同时,最好不改变观察距离 OD 。因此,用下述表达式 32 替代表达式 1。同时,用下述表达式 33 替代表达式 2。

[0101] (表达式 32)

$$[0102] \quad n \times \sin \alpha' = \sin \beta'$$

[0103] (表达式 33)

$$[0104] \quad OD \times \tan \beta' = e'$$

[0105] 注意,角 α 、 β 、 α' 和 β' 通常小,并且在近轴近似法成立的范围中,因此, e' 通常等于 $(e/3)$,以及像素放大投影宽度为 $(e/3)$ 。例如,在上述第一方向中像素放大投影宽度 e 为 97.5mm 的情况下,第二方向中的像素放大投影宽度 $e/3$ 为 32.5mm。换句话说,按 32.5mm 间距放大和投影左右图像。因此,瞳距是 65mm 的普通观察者仅能观察到图像的任何一个,因此,尽管显示设备显示三维图像,但观察者不能识别出三维图像。

[0106] 这种问题不仅出现在透镜方法中,而且出现在使用视差隔板方法的三维图像显示设备中。下面将描述有关当将使用视差隔板方法的三维图像显示设备的对于观察者的角度从正常观察位置旋转 90° 时出现的现象。

[0107] 图 5 所示的传统三维图像显示设备是使用在其上形成狭缝的视差隔板的三维图像显示设备。当从正常位置使该设备旋转 90° 时,观察者用双眼观察到相同的图像,因此,不能识别三维图像。为即使垂直或水平放置显示设备,也能观察三维图像,有必要采用在其上二维排列针孔狭缝的视差隔板。注意对于本设备,象使用蝇眼透镜的上述设备,用条纹图案定义每种颜色的排列,以及第一和第二方向定义为与上述定义相同。因此,第二方向中的颜色像素的间距是第一方向中的间距的 $1/3$ 。

[0108] 为通过不仅在第一方向中,而且在第二方向中放置左右图像,也能观察三维图像,能设想用于关于排列在第二方向中,并且彼此相邻的两个颜色像素,放置一个针孔的方法。在这种情况下,像素间距是第一方向中的 $1/3$,因此,用下述表达式 34 代替上述表达式 19。

[0109] (表达式 34)

$$[0110] \quad e' = ((OD-H)/H) \times P/3$$

[0111] 此时,为了使用一个视差隔板,隔板和像素间的距离 H 应当是与上述第一方向中的隔板和像素间的距离 H 相同的值。同时,最好不改变观察距离 OD 。因此,建立下述表达式 35。

[0112] (表达式 35)

$$[0113] \quad e' = e/3$$

[0114] 这表示像素放大投影宽度为 $(e/3)$ 。因此,与用蝇眼透镜相同,出现尽管显示设备显示三维图像,但观察者未能识别出三维图像的现象。

[0115] 另外,对于具有在显示面板的后面上的视差隔板的三维图像显示设备,出现相同的现象。同样在这种情况下,第二方向中的像素间距是第一方向中的 $1/3$,以及用下述表达式 36 代替上述表达式 25。

[0116] (表达式 36)

$$[0117] \quad e' = ((OD+H)/H) \times P/3$$

[0118] 此时,为了使用一个视差隔板,隔板和显示像素间的距离 H 应当是与上述第一方

向中的隔板和像素间的距离H相同的值。同时,最好不改变观察距离OD。因此,建立下述表达式 37。

[0119] (表达式 37)

[0120] $e' = e/3$

[0121] 这表示像素放大投影宽度为 $(e/3)$ 。与用蝇眼透镜相同,出现尽管显示设备显示三维图像,但观察者未能识别出三维图像的现象。

发明内容

[0122] 本发明的目的是提供即使在使三维图像显示设备从正常观察方向旋转 90° 的情况下,也允许观察者识别具有良好可见性的彩色三维图像的三维图像显示设备、安装三维图像显示设备的便携终端设备,以及内置到三维图像显示设备中的显示面板和蝇眼透镜。

[0123] 根据本发明的第一方面的三维图像显示设备包括:显示面板,其上在第一方向以及垂直于第一方向的第二方向中,以矩阵方式排列包括用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素的多个显示单元;以及光学单元,用于沿第一方向,将从排列在第一方向中的像素发出的光分配到相互不同的方向中,以及用于沿第二方向,将从排列在第二方向中的像素发出的光分配到相互不同的方向中。

[0124] 用 Z (Z 表示自然数)种颜色使用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素着色,以及沿第一方向连续地排列具有相同颜色的像素。以及,当 Y 表示观察者瞳距, e 表示在第一方向中的一个像素的放大投影宽度,以及 j 是自然数时,下述表达式 38 成立。

[0125] (表达式 38)

[0126]
$$\frac{e}{Z} \neq \frac{Y}{2 \times j}$$

[0127] 根据本发明的第一方面,显示面板显示右眼图像和左眼图像,以及光学单元将从显示面板发出的光分配到第一方向和第二方向中。接着,一个像素的放大投影宽度 e 与观察者瞳距 Y 有关,并如上述表达式 38 所示被选择。因此,在将连接观察者的双眼的线延伸的方向(在下文中,称为“双眼的方向”)假定为第一方向或第二方向的两种情况下,观察者能将右眼定位到右眼图像的投影区,以及将左眼定位到左眼图像的投影区,从而识别三维图像。

[0128] 同时,当假定 k 为自然数时,平均瞳距 Y 和放大投影宽度 e 优选地满足下述表达式 39,更优选地满足下述表达式 40。

[0129] (表达式 39)

[0130]
$$\frac{Y}{Z \times (2 \times k - 1) + \frac{1}{2}} < \frac{e}{Z} < \frac{Y}{Z \times (2 \times k - 1) - \frac{1}{2}}$$

[0131] (表达式 40)

[0132]
$$\frac{e}{Z} = \frac{Y}{Z \times (2 \times k - 1)}$$

[0133] 因此,当观察者随意将双眼定位到观察面上时,观察者识别出三维图像的概率上升,由此,观察者能搜索双眼的位置以便立即获得立体视图。

[0134] 同时,当假定 k 为自然数时,平均瞳距 Y 和放大投影宽度 e 可以满足下述表达式 41

或表达式 42。

[0135] (表达式 41)

$$[0136] \quad \frac{e}{Z} = \frac{Y}{Z \times (2 \times k - 1) - \frac{Z}{2}}$$

[0137] (表达式 42)

$$[0138] \quad \frac{e}{Z} = \frac{Y}{Z \times (2 \times k - 1) + \frac{Z}{2}}$$

[0139] 因此,即使在双眼的方向是第一方的情况下或双眼的方向是第二方向的情况下,观察者识别出三维图像的概率变为相同。

[0140] 另外,最好满足 $Y/6 < e/3$ 。因此,在观察者平均瞳距期间,用于转换左眼和右眼图像的次数减少,以及防止立体视觉区分段,由此观察者能容易获得立体视图。

[0141] 此外,颜色的数目 Z 可以是 3。因此,显示像素能由具有 RGB 三原色的像素组成。

[0142] 此外,平均瞳距可以在 62-65mm 范围内。

[0143] 根据本发明第二方面的三维图像显示设备,包括:显示面板,其上在第一方向以及垂直于第一方向的第二方向中,以矩阵方式排列多个显示单元,其包括用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素;以及蝇眼透镜,它的多个透镜元件以矩阵方式排列在第一和第二方向中,用于沿第一方向将从第一方向中排列的像素发射的光分配到相互不同的方向,并且也沿第二方向将从第二方向中排列的像素发射的光分配到相互不同的方向。

[0144] 并且,以 Z (Z 表示自然数) 种颜色将用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素着色,沿第一方向连续排列具有相同颜色的像素,在第一方向中的透镜元件的排列间距和在第二方向中的透镜的排列间距相互不同。

[0145] 根据本发明的第二方面,观察者能够将右眼和左眼分别定位到右眼图像的投影区和左眼图像的投影区,不论观察者的双眼在第一方向或第二方向中的哪个方向。因此,可以顺利地观察彩色三维图像。

[0146] 此外,在第一方向中的透镜元件的排列间距可以在第二方向中的透镜元件的排列间距的 Z 倍。此外,在显示面板上的像素的颜色的数目 Z 可以是 3。

[0147] 根据本发明的第三方面的三维图像显示设备包括:显示面板,其上在第一方向以及垂直于第一方向的第二方向中,以矩阵方式排列以多种颜色着色的多个像素;以及光学单元,用于沿第一方向,将从排列在第一方向中的像素发出的光分配到相互不同的方向中,以及用于沿第二方向,将从排列在第二方向中的像素发出的光分配到相互不同的方向中。在第一方向中的像素的排列间距和在第二方向中的像素的排列间距彼此相等,显示面板由多个像素矩阵组成,其中以矩阵方式相互排列具有相同颜色的多个像素,在第一方向和第二方向中,在其上重复排列具有相互不同颜色的像素矩阵,以及光学单元由对应于像素矩阵的多个光学元件组成。

[0148] 根据本发明的第三方面,由于第一方向和第二方向中的像素的排列间距彼此相等,第一方向中和第二方向中的像素的放大投影宽度能彼此相等。因此,即使在双眼的方向是第一方向的情况下或双眼的方向是第二方向的情况下,能改进三维图像的可见度。

[0149] 根据本发明的第四方面的三维图像显示设备包括:显示面板,其上在第一方向以

及垂直于第一方向的第二方向中,以矩阵方式排列包括用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素的多个显示单元;第一双面透镜,在其上在第二方向中排列多个柱面透镜,其纵向在第一方向中延伸;以及第二双面透镜,位于将第一双面透镜夹到显示面板的位置上,在其上以宽于第一方向中第一双面透镜的柱面透镜的排列间距的排列间距,排列其纵向在第二方向中延伸的多个柱面透镜。用 Z (Z 表示自然数)种颜色使用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素着色,沿第一方向连续地排列具有相同颜色的像素。

[0150] 根据本发明的第四方面,由于第一双面透镜中的柱面透镜的排列间距窄于第二双面透镜的,当第一双面透镜的焦点和第二双面透镜的焦点位于相同平面上时,将显示面板上第二方向中的像素的排列间距减少到窄于第一方向中的排列间距。因此,能在第二方向中排列三色像素。此时,第一双面透镜的透镜表面比第二双凸的透镜表面更接近显示面板,因此,增加第二方向中的一个像素的放大投影宽度使之宽于第一方向中的像素的放大投影宽度。因此,即使在双眼的方向是第一方向的情况下或双眼的方向是第二方向的情况下,能改进三维图像的可见度。

[0151] 同时,在此时,第一双面透镜的透镜面最好被放置成面对显示面板,以及第二双面透镜的透镜面的相对侧最好被放置成面对第一双面透镜。因此,能容易将第二方向中的像素的排列间距减少到窄于第一方向中的排列间距。

[0152] 根据本发明的第五方面的三维图像显示设备包括:显示面板,其上在第一方向以及垂直于第一方向的第二方向中,以矩阵方式排列包括用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素的多个显示单元;第一视差隔板,在其上形成多个狭缝,其纵向在第一方向中延伸;以及第二视差隔板,位于与前述显示面板将第一视差隔板夹在之间的位置上,在其上形成其纵向在第二方向中延伸的多个狭缝。用 Z (Z 表示自然数)种颜色使用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素着色,沿第一方向连续地排列具有相同颜色的像素。

[0153] 根据本发明的第五方面,第一视差隔板比第二视差隔板更接近显示面板,因此,增加第二方向中的一个像素的放大投影宽度使之宽于第一方向中的像素的放大投影宽度。因此,即使在双眼的方向是第一方向的情况下或双眼的方向是第二方向的情况下,能改进三维图像的可见度。

[0154] 对于上述各个三维图像显示设备,可以进行配置,其中,在将第一方向放置成与从观察者的右眼到左眼的方向一致的情况下,在每个显示单元内,在第一方向中排列在其上分别显示右眼图像和左眼图像的像素对,以及在每个显示单元内,在第二方向中排列在其上显示相互不同图像的多个像素,以及在将第二方向安置成与从观察者的右眼到左眼的方向一致的情况下,在每个显示单元内,在第二方向中排列在其上分别显示右眼图像和左眼图像的像素对,以及在每个显示单元内,在第一方向中排列在其上显示相互不同图像的多个像素。因此,观察者能通过对于三维图像显示设备的观察角简单地改变成垂直方向来观察不同图像。

[0155] 根据本发明的第六方面的便携终端设备,包括:主体;以及连接到主体上、根据第一至第五方面的任何一个的三维图像显示设备。

[0156] 同时,三维图像显示设备最好连接到主体上以便旋转,进一步包括检测单元,用于检测三维图像显示设备对于主体的位移方向。三维图像显示设备最好基于检测单元的检测

结果,在第一方向或第二方向中,转换用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素的排列方向。因此,观察者能转换用于显示图像的方向,而不旋转主体。同时,通过与三维图像显示设备的位移方向同步,也可以转换用于显示图像的方法。

[0157] 通过根据本发明的第七方面的显示面板,其上在第一方向和垂直于第一方向的第二方向中,排列以多种颜色着色的多个像素,在第一方向中的像素的排列间距与第二方向中的像素的排列间距彼此相同,以及显示面板由多个像素矩阵组成,在像素矩阵上,以矩阵方式排列用彼此相同颜色着色的多个像素,以及在第一和第二方向中,重复排列用相互不同颜色着色的像素矩阵。

[0158] 根据本发明的第七方面,第一和第二方向中的像素的排列间距彼此相等,因此,当分配通过光学单元,从像素发出的光时,第一和第二方向中的放大投影宽度彼此相等。因此,即使在双眼的方向是第一方向的情况下或双眼的方向是第二方向的情况下,能改进三维图像的可见度。

[0159] 对于根据本发明的第八方面的蝇眼透镜,在其上以矩阵方式布置多个透镜元件,在矩阵的一个方向中的透镜元件的排列间距与在垂直于一个方向的另一方向中的透镜元件的排列间距彼此不同。

[0160] 根据本发明,即使在双眼的方向是第一方向的情况下或双眼的方向是第二方向的情况下,观察者能通过将一个像素的放大投影宽度 e 与观察者的双眼的间隔 Y 关联,以及如表达式 38 所示设置宽度 e ,将右眼定位到右眼图像的投影区,并将左眼定位到左眼图像的投影区,由此,观察者能获得彩色三维图像的良好可见度。

附图说明

[0161] 图 1 是示例说明双面透镜的透视图;

[0162] 图 2 是示例说明使用双面透镜的传统三维图像显示方法的光学模型图;

[0163] 图 3 是使用双面透镜方法的传统双视点三维图像显示设备的光学模型图;

[0164] 图 4 是示例说明使用双面透镜方法的传统双视点三维图像显示设备的观察范围的光学模型图;

[0165] 图 5 是示例说明使用视差隔板的传统三维图像显示方法的光学模型图;

[0166] 图 6 是在显示面板的观察者侧上具有狭缝状视差隔板的传统双视点三维图像显示设备的光学模型图;

[0167] 图 7 是在显示面板的后面,具有狭缝状视差隔板的传统双视点三维图像显示设备的光学模型图;

[0168] 图 8 是示例说明蝇眼透镜的透视图;

[0169] 图 9 是示例说明根据本发明的第一实施例的三维图像显示设备中的一个显示像素的透视图;

[0170] 图 10 是示例说明沿图 9 中所示线 A-A' 的横截面的光学模型图;

[0171] 图 11 是示例说明沿图 9 所示的线 B-B' 的横截面的光学模型图;

[0172] 图 12 是示例说明根据本实施例的便携终端设备的透视图;

[0173] 图 13 是示例说明在将根据本实施例的三维图像显示设备布置成第一方向与双眼的方向相同的情形中的操作的截面图;

[0174] 图 14 是示例说明在将根据本实施例的三维图像显示设备布置成第二方向与双眼的方向相同的情形中的操作的截面图；

[0175] 图 15A 和 15B 是示例说明两端的位移的图,其中,当将双眼的方向设置成与第一方向 21 相同时,观察者能通过将左眼 61 定位到左眼放大投影区,以及将右眼 62 定义到右眼放大投影区来识别出三维图像,其中图 15A 示例说明 $(Y/3) \leq (e/3)$,即 $0 \leq Y \leq e$ 的情形,以及图 15B 示例说明 $(Y/6) \leq (e/3) \leq (Y/3)$,即 $e \leq Y \leq (2 \times e)$ 的情形；

[0176] 图 16 是示例说明在 $(e/3) = (Y/2)$,即 $y = (2/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图；

[0177] 图 17 是示例说明在 $(e/3) = (Y/4)$,即 $Y = (4/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图；

[0178] 图 18A 至 18F 是示例说明两端的位移的图,其中,当将双眼的方向设置成与第二方向 22 相同时,观察者能通过将左眼 61 定位到左眼放大投影区,以及将右眼 62 定义到右眼放大识别区来投影出三维图像,其中,图 18A 示例说明 $Y \leq (e/3)$,即 $0 \leq Y \leq (e/3)$ 的情形,图 18B 示例说明 $(Y/2) \leq (e/3) \leq Y$,即 $(e/3) \leq Y \leq (2/3) \times e$ 的情形,图 18C 示例说明 $(Y/3) \leq (e/3) \leq (Y/2)$,即 $(2/3) \times e \leq Y \leq e$ 的情形,图 18D 示例说明 $(Y/4) \leq (e/3) \leq (Y/3)$,即 $e \leq Y \leq (4/3) \times e$ 的情形,图 18E 示例说明 $(Y/5) \leq (e/3) \leq (Y/4)$,即 $(4/3) \times e \leq Y \leq (5/3) \times e$ 的情形,图 18F 示例说明 $(Y/6) \leq (e/3) \leq (Y/5)$,即 $(5/3) \times e \leq Y \leq 2 \times e$ 的情形；

[0179] 图 19 是示例说明在 $(e/3) = (Y/2)$,即 $Y = (2/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图；

[0180] 图 20 是示例说明在 $(e/3) = (Y/4)$,即 $Y = (4/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图；

[0181] 图 21 是示例说明表达式 48 至表达式 55 的图,其中水平轴表示 $(e/3)$ 和 Y 的值,以及垂直轴表示立体视图概率 PR ；

[0182] 图 22A 和 22B 是示例说明根据第一实施例的改进的手持电话的透视图,图 22A 示例说明将三维图像显示设备用在正常配置上的情形,以及图 22B 示例说明在使用前,使三维图像显示设备旋转 90° 的情形；

[0183] 图 23 是示例说明用于基于根据本改进的三维图像显示设备的配置方向,转换显示图像的操作的流程图；

[0184] 图 24 是在将根据本发明的第二实施例的三维图像显示设备放置成第一方向是观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图；

[0185] 图 25 是在将根据本发明的第二实施例的三维图像显示设备放置成第二方向是观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图；

[0186] 图 26 是在将根据本发明的第三实施例的三维图像显示设备放置成第一方向是观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图；

[0187] 图 27 是在将根据本发明的第三实施例的三维图像显示设备放置成第二方向是观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图；

[0188] 图 28 是示例说明根据本发明的第四实施例的三维图像显示设备的透视图；

[0189] 图 29 是示例说明沿图 28 所示的线 C-C' 的横截面的光学模型图；

[0190] 图 30 是示例说明沿图 28 所示的线 D-D' 的横截面的光学模型图；

[0191] 图 31 是示例说明根据本发明的第四实施例的改进的三维图像显示设备的透视图；

[0192] 图 32 是示例说明根据本发明的第五实施例的三维图像显示设备的透视图；

- [0193] 图 33 是示例说明根据本发明的第六实施例的三维图像显示设备的透视图；
- [0194] 图 34 是示例说明沿图 33 所示的线 E-E' 的横截面的光学模型图；
- [0195] 图 35 是示例说明沿图 33 所示的线 F-F' 的横截面的光学模型图；以及
- [0196] 图 36 是示例说明根据本发明的第七实施例的三维图像显示设备的透视图。

具体实施方式

[0197] 下面,将参考附图,详细地描述本发明的优选实施例。

[0198] (第一实施例)

[0199] 首先,将描述有关本发明的第一实施例。图 9 是示例说明在根据本发明的第一实施例的三维图像显示设备中的一个显示像素的透视图,图 10 是示例说明沿图 9 中所示的线 A-A' 的横截面的光学模型图,图 11 是示例说明沿图 9 所示的线 B-B' 的横截面的光学模型图,以及图 12 是示例说明根据本实施例的便携终端设备的透视图。

[0200] 如图 9 所示,对于根据本实施例的三维图像显示设备 1,从观察者侧,按顺序提供蝇眼透镜 3、显示面板 2 和光源(未示出)。显示面板 2 的例子包括透射液晶面板。显示面板 2 由多个显示像素构成,以及一个显示像素由具有三种原色即 RGB,以条形排列的像素 401 至 412 组成。即,红像素 A401 和红像素 B402 彼此相邻,以及红像素 A401 和绿像素 A405 彼此相邻。同样地,红像素 B402 和绿像素 B406 彼此相邻。另外,蓝像素 A409 与绿像素 A405 相邻,以及蓝像素 B410 与绿像素 B406 相邻。其他像素具有相同的颜色排列关系,如图 9 所示。

[0201] 随后,如图 9 所示,假定连续排列相同着色像素的方向是第一方向 21,以及重复排列相互不同着色像素的方向是第二方向 22。第二方向 22 中着色像素的间距是第一方向 21 中间距的三分之一(1/3)。对于蝇眼透镜 3,第一方向中的曲率与第二方向中的曲率相同,以及第二方向 22 中的透镜间距是第一方向 21 中的透镜间距的三分之一(1/3)。换句话说,沿第一方向 21 和第二方向 22,按 2×2 矩阵排列的总共四个像素(例如红像素 A401、红像素 B402、绿像素 A405 和绿像素 B406)对应于蝇眼透镜 3 中的一个透镜元件。其次,一个显示单元由 12 个像素 401 至 412 组成。在用于防止图像混色以及还隐藏用于将显示信号传送到像素的布线的各个像素间提供屏蔽单元 6。

[0202] 此时,在将显示面板放置成第一方向 21 平行于连接观察者双眼的线延伸的方向的情况下,在第一方向 21 中排列的两个像素基于关于对应的蝇眼透镜的位置关系,分别用作左眼像素和右眼像素。例如,红像素 A401 和绿像素 A405 用作左眼像素,以及红像素 B402 和绿像素 B406 用作右眼像素。

[0203] 同样地,在将显示面板放置成第二方向 22 与双眼的方向相同的情况下,在第二方向 22 中排列的两个像素基于关于对应的蝇眼透镜的位置关系,分别用作左眼像素和右眼像素。例如,红像素 A401 和红像素 B402 用作左眼像素,以及绿像素 A405 和绿像素 B406 用作右眼像素。对于蝇眼透镜的相邻透镜元件,同样地,蓝像素 A409 和蓝像素 B410 用作左眼像素,以及红像素 C403 和红像素 D404 用作右眼像素。对于蝇眼透镜邻近但一个透镜元件,同样地,绿像素 C407 和绿像素 D408 用作左眼像素,以及蓝像素 C411 和蓝像素 D412 用作右眼像素。

[0204] 如图 10 所示,第一方向 21 中的像素间距为 P,以及蝇眼透镜 3 和显示面板 2 间

的距离(在下文中称为“透镜像素距离”)为 H 。假定观察面设置在具有离透镜表面观察距离 OD 的位置上,一个像素的放大投影宽度为 e ,以及平均瞳距为(在一般观察者的眼间的间隔) Y 。顺便提及,成年男性的平均瞳距是 65mm ,标准偏差 $\pm 3.7\text{mm}$,成年女性的平均瞳距是 62mm ,标准偏差是 $\pm 3.6\text{mm}$ (Neil A. Dodgson, “Variation and deviations of human interpupillary distance”, Proc. SPIE vol. 5291)。因此,在为一般成年人设计根据本实施例的三维图像显示设备时,将平均瞳距 Y 适当地设置为 $62 - 65\text{mm}$ 的范围中是合适的。例如, $Y = 63\text{mm}$ 。当双眼的方向与第一方向 21 相同时,交替地排列用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素。例如,当红像素 A401 显示左眼图像时,红像素 B402 显示右眼图像。

[0205] 同时,如图 11 所示,第二方向 22 中的像素间距为 $(P/3)$,因此,一个像素的放大投影宽度为 $(e/3)$ 。对于本实施例,观察者的左眼 61 位于绿像素 A405 的放大投影区上,观察者的右眼 62 位于绿像素 C407 的放大投影区上,以及绿像素 A409 的放大投影区和红像素 C403 的放大投影区位于绿像素 A405 和绿像素 C407 的放大投影区之间。换句话说,从左眼 61 侧到右眼 62 侧按顺序在左眼 61 和右眼 62 间放置绿像素 A405 的放大投影区以及蓝像素 A409 的放大投影区,以及红像素 C403 和绿像素 C407 的放大投影区。当观察者双眼的方向与第二方向 22 相同时,交替地排列用于显示右眼图像的像素和用于显示左眼图像的像素。例如,当绿像素 A405、红像素 C403 和蓝像素 C411 显示左眼图像时,红像素 A401、蓝像素 A409 和绿像素 C407 显示右眼像素。即,在平均瞳距期间,改变左右眼图像三次。

[0206] 对于本实施例,当 j 和 k 是自然数时,在观察面中,在第一方向 21 中观察者的平均瞳距 Y 和放大投影宽度 e 间满足下述表达式 43,例如,满足下述表达式 44,以及例如,满足下述表达式 45。注意,下述表达式 45 是在下述表达式 44 中, $k = 1$ 的情形。

[0207] (表达式 43)

$$[0208] \quad \frac{e}{3} \neq \frac{Y}{2 \times j}$$

[0209] (表达式 44)

$$[0210] \quad \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1) + \frac{1}{2}} < \frac{e}{3} < \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1) - \frac{1}{2}}$$

[0211] (表达式 45)

$$[0212] \quad \frac{Y}{3.5} < \frac{e}{3} < \frac{Y}{2.5}$$

[0213] 注意,在观察者的平均瞳距期间,用于转换左右图像的次数为 N ,而且 N 是奇数,上述表达式 43 和 44 能分别表示为下述表达式 46 和 47。

[0214] (表达式 46)

$$[0215] \quad Y/(N+1) < e/3 < Y/(N-1)$$

[0216] (表达式 47)

$$[0217] \quad Y/(N+1/2) < e/3 < Y/(N-1/2)$$

[0218] 在图 11 中,在观察者平均瞳距期间,转换左和右图像的次数为 3,但根据观察者的双眼的位置,该次数变为 2。此时,在将奇数 3 用作值 N 的情况下,上述表达式 47 与上述表达式 45 相同。

[0219] 同时,如图 12 所示,能将根据本实施例的三维图像显示设备 1 安装在便携终端设备,例如象手持电话 9 中。

[0220] 接着,描述有关根据本实施例、具有上述结构的三维图像显示设备 1 的操作,即根据本实施例的三维图像显示方法。首先,将描述有关三维图像显示设备 1 放置成观察者的双眼的方向与第一方向 21 相同的情形。图 13 是在根据本实施例的三维图像显示设备放置成第一方向与双眼的方向相同的情形中的操作的光学模型图。如图 9 和图 13 所示,首先,接通光源 10。在接通光源 10 后,从光源 10 发出的光投射到显示面板 2 中。另一方面,控制设备(未示出)驱动显示面板 2,控制每个左眼像素和每个右眼像素分别显示左眼图像和右眼图像。此时,显示面板 2 在由像素 401、405、409、403、407 和 411 组成的像素组(在下文中称为“第一像素组”)和由像素 402、406、410、404、408 和 412 组成的像素组(在下文中,称为“第二像素组”)上显示相互不同的眼睛图像。例如,显示面板 2 在第一像素组上显示左眼图像,以及在第二像素组上显示右眼图像。

[0221] 接着,投射到显示面板 2 的左眼像素和右眼像素中的光透过这些像素,并进入蝇眼透镜 3。由蝇眼透镜 3 折射光,透过显示面板 2 的第一像素组的光进入区域 EL1,以及透过第二像素组的光进入区域 ER1。此时,在观察者将左眼 61 定位到区域 EL1,以及使右眼 62 定位到区域 ER1 后,将左眼图像输入到左眼 61,以及还将右眼图像输入到右眼 62。在用左眼和右眼观察的图像间存在视差的情况下,观察者能将由显示面板 2 显示的图像识别为三维图像。

[0222] 接着,将描述有关将三维图像显示设备 1 放置成双眼的方向与第二方向 22 相同的情形。图 14 是示例说明在将根据本实施例的三维图像显示设备放置成第二方向与双眼的方向相同的情形中的操作的光学模型图。如图 9 和 14 所示,控制设备(未示出)驱动显示面板 2 来在由像素 401、402、409、410、407 和 408 组成的像素组(在下文中称为“第三像素组”)和由像素 405、406、403、404、411 和 412 组成的像素组(在下文中,称为“第四像素组”)上显示相互不同的眼睛图像。例如,显示面板 2 在第三像素组上显示右眼图像,以及在第四像素组上显示左眼图像。

[0223] 其次,接通光源 10,从光源 10 发出的光透过显示面板 2 上的每个像素,并进入蝇眼透镜 3。由蝇眼透镜 3 折射光,以及透过显示面板 2 的第三像素组的光以及透过第四像素组的光在相互不同的方向中进入。更具体地说,从蓝像素 A409 发出的光和从红像素 C403 发出的光分别通过相应的透镜元件 3b 投射在区域 ER0 和区域 EL0 上。同样地,从红像素 A401 发出的光和从绿像素 A405 发出的光分别通过相应的透镜元件 3a 投射在区域 ER0 和区域 EL0 上,从蓝像素 C407 发出的光和从蓝像素 C411 发出的光分别通过相应的透镜元件 3c 投射在区域 ER0 和区域 EL0 上。同时,从红像素 A401 发出的光以及从绿像素 A405 发出的光透过与对应透镜元件 3a 相邻的透镜元件 3b,然后投射在区域 ER2 和区域 EL1 上。同样地,从绿像素 C407 发出的光和从蓝像素 C411 发出的光透过与对应的透镜元件 3c 相邻的透镜元件 3b,然后投射在区域 ER1 和区域 EL2 上。因此,从用于显示左眼图像的像素发出的光投射在区域 EL0、EL1 或 EL2 上,以及从用于显示右眼图像的像素发出的光投射在区域 ER0、ER1 或 ER2 上。

[0224] 此时,在观察者将左眼 61 定位到用于左眼的光投射的区域 EL0、EL1 或 EL2 上,以及将右眼 62 定位到用于右眼的光投射的区域 ER0、ER1 或 ER2 上后,使左眼图像输入左眼

61, 以及使右眼图像输入右眼 62。在左眼图像和右眼图像包括视差的情况下, 观察者能将由显示面板 2 显示的图像识别为三维图像。

[0225] 接着, 描述有关限制数值的原因。更具体地说, 将描述有关上述表达式 43 至 45 成立的原因。将描述有关当观察者随意将他 / 她自己的双眼放到三维图像显示设备的观察面上时, 允许立体视图的可能性(在下文中, 称为“立体视图概率”)。

[0226] 首先, 将描述将双眼的方向设置成与第一方向 21 相同的情形。图 15A 和 15B 是示例说明当将双眼的方向设置成与第一方向 21 相同时, 观察者能通过将左眼 61 定位到左眼放大投影区, 以及将右眼 62 定位到右眼放大投影区识别三维图像的两端的位移的图, 图 15A 示例说明 $(Y/3) \leq (e/3)$, 即 $0 \leq Y \leq e$ 的情形, 以及图 15B 示例说明 $(Y/6) \leq (e/3) \leq (Y/3)$, 即 $e \leq Y \leq (2 \times e)$ 的情形。在图 15A 和 15B 中, 在观察面上, 投影左眼图像的区域用粗线表示, 以及投影右眼图像的区域用细线表示。同时, 假定左眼放大投影区和右眼放大投影区间的边界点为原点 0。图 16 是示例说明在 $(e/3) = (Y/2)$, 即 $Y = (2/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图, 以及图 17 是示例说明在 $(e/3) = (Y/4)$, 即 $Y = (4/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图。如上所述, 在双眼的方向与第一方向 21 相同的情况下, 一个像素的放大投影区宽度为 e , 因此, 彼此相邻的左和右像素对的放大投影区宽度为 $(2 \times e)$ 。因此, 假定这一长度 $(2 \times e)$ 的区域为基本单元区域, 将描述有关左眼 61 和右眼 62 间的中点 63 的位置以便获得这一基本单元区内的立体视图。

[0227] (1-1) $(Y/3) \leq (e/3)$ ($0 \leq Y \leq e$) 的情形

[0228] 如图 15A 所示, 在左眼 61 和右眼 62 间的中点 63 与原点 0 间的距离 E 为 $(Y/2)$ 或更小的情况下, 观察者能识别三维图像。因此, 由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$, 当观察者随意将他 / 她自己的双眼定位到三维图像显示设备的观察面上时, 通过下述表达式 48, 获得允许立体视图的立体视图概率 PR 。

[0229] (表达式 48)

[0230] $PR = (2 \times E) / (2 \times e) = 2 \times (Y/2) / (2 \times e) = Y / (2 \times e)$

[0231] (1-2) $(Y/6) \leq (e/3) \leq (Y/3)$ ($e \leq Y \leq (2 \times e)$) 的情形

[0232] 如图 15B 所示, 在中点 63 和原点 0 间的距离 E 为 $(e - (Y/2))$ 或更小的情况下, 观察者能识别三维图像。因此, 由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$, 通过下述表达式 49, 获得立体视图概率 PR 。

[0233] (表达式 49)

[0234] $PR = 2 \times E / (2 \times e) = 2 \times (e - Y/2) / (2 \times e) = 1 - Y / (2 \times e)$

[0235] 如从表达式 48 和 49 能理解到, 当 $(e/3)$ 的值在上述 (1-1) 的范围内时, 立体视图概率 PR 简单增加, 当 $(e/3)$ 的值为 $(Y/3)$ 时, 达到最大值, 以及当 $(e/3)$ 的值在上述 (1-2) 的范围内时, 简单地减小。

[0236] 接着, 根据 $(e/3)$ 的几个值, 计算立体视图概率 PR 的值。从表达式 48 可知, 在 $(e/3)$ 为无穷大 (∞) , 即 $Y = 0$ 的情况下, PR 变为零。同时, 如图 16 所示, 在 $(e/3) = (Y/2)$, 即 $Y = (2/3) \times e$ 的情况下, PR 变为 $1/3$, 即约 0.33。此外, 在 $(e/3) = (Y/3)$, 即 $Y = e$ 的情况下, 从表达式 48 可知, PR 变为 $1/2$, 即 0.5。此外, 如图 17 所示, 在 $(e/3) = (Y/4)$, 即 $Y = (4/3) \times e$ 的情况下, 从表达式 49 可知, PR 变为 $1/3$, 即约 0.33。此外, 在 $(e/3) = (Y/6)$, 即 $Y = 2 \times e$ 的情况下, 从表达式 49 可知, PR 变为 0。

[0237] 接着,描述有关在将双眼的方向设置成与第二方向 22 相同的情况下的立体视图概率。图 18A 至 18F 是示例说明当将双眼的方向设置成与第二方向 22 相同时,观察者能通过将左眼 61 定位到左眼放大投影区,以及右眼 62 定位到右眼放大投影区来识别三维图像的两端的位移的图,图 18A 示例说明 $Y \leq (e/3)$, 即 $0 \leq Y \leq (e/3)$ 的情形,图 18B 示例说明 $(Y/2) \leq (e/3) \leq Y$, 即 $(e/3) \leq Y \leq (2/3) \times e$ 的情形,图 18C 示例说明 $(Y/3) \leq (e/3) \leq (Y/2)$, 即 $(2/3) \times e \leq Y \leq e$ 的情形,图 18D 示例说明 $(Y/4) \leq (e/3) \leq (Y/3)$, 即 $e \leq Y \leq (4/3) \times e$ 的情形,图 18E 示例说明 $(Y/5) \leq (e/3) \leq (Y/4)$, 即 $(4/3) \times e \leq Y \leq (5/3) \times e$ 的情形,图 18F 示例说明 $(Y/6) \leq (e/3) \leq (Y/5)$, 即 $(5/3) \times e \leq Y \leq 2 \times e$ 的情形。在图 18A 至 18F 中,在观察面中,投影左眼图像的区域用粗线表示,以及投影右眼图像的区域用细线表示。同时,假定左眼放大投影区和右眼放大投影区间的边界点为原点 0。

[0238] 同时,图 19 是示例说明在 $(e/3)=(Y/2)$, 即 $Y=(2/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图,以及图 20 是示例说明在 $(e/3)=(Y/4)$, 即 $Y=(4/3) \times e$ 的情况下的光学模型的图。如上所述,在双眼的方向与第二方向 22 相同的情况下,一个像素的放大投影区宽度为 $(e/3)$, 因此,彼此相邻的左和右像素对的放大投影区宽度为 $(2 \times e)$ 。因此,假定这一长度 $(2/3) \times e$ 的区域为基本单元区域,将描述有关左眼 61 和右眼 62 间的中点 63 的位置以便获得这一基本单元区内的立体视图。

[0239] (2-1) $Y \leq (e/3)$ ($0 \leq Y \leq (e/3)$) 的情形

[0240] 如图 18A 所示,在左眼 61 和右眼 62 间的中点 63 与原点 0 间的距离 E 为 $(Y/2)$ 或更小的情况下,观察者能识别三维图像。因此,由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$, 当观察者随意将他 / 她自己的双眼定位到三维图像显示设备的观察面上时,通过下述表达式 50, 获得允许立体视图的立体视图概率 PR。注意,在此时,用于在平均瞳距期间,转换左右图像的次数 N 为 0 或 1。

[0241] (表达式 50)

$$[0242] \quad PR = (2 \times E) / (2 \times e/3) = 2 \times (Y/2) / (2 \times e) = (3 \times Y) / (2 \times e)$$

[0243] (2-2) $(Y/2) \leq (e/3) \leq Y$ ($(e/3) \leq Y \leq (2/3) \times e$) 的情形

[0244] 如图 18B 所示,在中点 63 和原点 0 间的距离 E 为 $((e/3)-(Y/2))$ 或更小的情况下,观察者能识别三维图像。因此,由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$, 通过下述表达式 51, 获得立体视图概率 PR。

[0245] (表达式 51)

$$[0246] \quad PR = (2 \times E) / ((2/3) \times e) = 1 - (3 \times Y) / (2 \times e)$$

[0247] (2-3) $(Y/3) \leq (e/3) \leq (Y/2)$ ($(2/3) \times e \leq Y \leq e$) 的情形

[0248] 如图 18C 所示,在中点 63 和基本单元区的外边缘间的距离 E 为 $((Y/2)-(e/3))$ 或更大的情况下,观察者能识别三维图像。因此,由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$, 通过下述表达式 52, 获得立体视图概率 PR。注意,在此时,用于在平均瞳距期间,转换左右图像的次数 N 为 2 或 3。

[0249] (表达式 52)

$$[0250] \quad PR = (2 \times E) / ((2/3) \times e) = -1 + (3 \times Y) / e$$

[0251] (2-4) $(Y/4) \leq (e/3) \leq (Y/3)$ ($e \leq Y \leq (4/3) \times e$) 的情形

[0252] 如图 18D 所示,在中点 63 和基本单元区的外边缘间的距离 E 为 $((2/3) \times e - (Y/2))$ 或更大的情况下,观察者能识别三维图像。因此,由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$,通过下述表达式 53,获得立体视图概率 PR。注意,在此时,用于在平均瞳距期间,转换左右图像的次数 N 为 3 或 4。

[0253] (表达式 53)

[0254] $PR = (2 \times E) / ((2/3) \times e) = 2 - (3 \times Y) / (2 \times e)$

[0255] $(2-5) (Y/5) \leq (e/3) \leq (Y/4) ((4/3) \times e \leq Y \leq (5/3) \times e)$ 的情形

[0256] 如图 18E 所示,在中点 63 和原点 0 间的距离 E 为 $((Y/2) - (2/3) \times e)$ 或更小的情况下,观察者能识别三维图像。因此,由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$,通过下述表达式 54,获得立体视图概率 PR。注意,在此时,用于在平均瞳距期间,转换左右图像的次数 N 为 4 或 5。

[0257] (表达式 54)

[0258] $PR = (2 \times E) / ((2/3) \times e) = 2 + (3 \times Y) / (2 \times e)$

[0259] $(2-6) (Y/6) \leq (e/3) \leq (Y/5) ((5/3) \times e \leq Y \leq 2 \times e)$ 的情形

[0260] 如图 18F 所示,在中点 63 和原点 0 间的距离 E 为 $(e - (Y/2))$ 或更小的情况下,观察者能识别三维图像。因此,由于允许观察者识别三维图像的中点 63 的位移范围的长度为 $(2 \times E)$,通过下述表达式 55,获得立体视图概率 PR。注意,在此时,用于在平均瞳距期间,转换左右图像的次数 N 为 5 或 6。

[0261] (表达式 55)

[0262] $PR = (2 \times E) / ((2/3) \times e) = 3 - (3 \times Y) / (2 \times e)$

[0263] 表达式 50 至 55 是相互连续的函数,当 $(e/3)$ 的值处于上述(2-1)、(2-2)和(2-5)的范围内时,立体视图概率 PR 简单地增加,当 $(e/3)$ 的值位于上述(2-2)、(2-4)和(2-6)的范围中时,简单地减少,当 $(e/3)$ 的值为 $(Y/5)$ 、 $(Y/3)$ 和 Y 时,达到最大值,以及当 $(e/3)$ 的值为 $(Y/4)$ 和 $(Y/2)$ 时,达到最小值。在表 1 中概述了上述表达式 49 至 55。

[0264] 表 1

[0265]

$\frac{e}{3}$	Y	双眼的方向				
		第一方向 21		第二方向 22		
		E	PR	E	PR	N
$Y \leq \frac{e}{3}$	$0 \leq Y \leq \frac{1}{3} \times e$			$\frac{1}{2} \times Y$	$\frac{3}{2} \times \frac{Y}{e}$	0,1
$\frac{Y}{2} \leq \frac{e}{3} \leq Y$	$\frac{1}{3} \times e \leq Y \leq \frac{2}{3} \times e$	$\frac{1}{2} \times Y$	$\frac{1}{2} \times \frac{Y}{e}$	$\frac{1}{3} \times e - \frac{1}{2} \times Y$	$1 - \frac{3}{2} \times \frac{Y}{e}$	1,2
$\frac{Y}{3} \leq \frac{e}{3} \leq \frac{Y}{2}$	$\frac{2}{3} \times e \leq Y \leq e$			$\frac{1}{2} \times Y - \frac{1}{3} \times e$	$-1 + \frac{3}{2} \times \frac{Y}{e}$	2,3
$\frac{Y}{4} \leq \frac{e}{3} \leq \frac{Y}{3}$	$e \leq Y \leq \frac{4}{3} \times e$			$\frac{2}{3} \times e - \frac{1}{2} \times Y$	$2 - \frac{3}{2} \times \frac{Y}{e}$	3,4
$\frac{Y}{5} \leq \frac{e}{3} \leq \frac{Y}{4}$	$\frac{4}{3} \times e \leq Y \leq \frac{5}{3} \times e$	$e - \frac{1}{2} \times Y$	$1 - \frac{1}{2} \times \frac{Y}{e}$	$\frac{1}{2} \times Y - \frac{2}{3} \times e$	$-2 + \frac{3}{2} \times \frac{Y}{e}$	4,5
$\frac{Y}{6} \leq \frac{e}{3} \leq \frac{Y}{5}$	$\frac{5}{3} \times e \leq Y \leq 2 \times e$			$e - \frac{1}{2} \times Y$	$3 - \frac{3}{2} \times \frac{Y}{e}$	5,6

[0266] 接着,根据 $(e/3)$ 的几个值,计算立体视图概率 PR 的值。从表达式 50 可知,在 $(e/3)$ 为无穷大(∞),即 $Y=0$ 的情况下,PR 变为 0。同时,在 $(e/3)=Y$ 的情况下,PR 变为 $1/2$,即 0.5。此外,从表达式 51 和 52 可以看出,如图 19 所示,在 $(e/3)=(Y/2)$,即 $Y=(2/3) \times e$ 的情况下,PR 变为零。此外,在 $(e/3)=(Y/3)$,即 $Y=e$ 的情况下,从表达式 52 和 53 可以看出,PR 变为 $1/2$,即 0.5。此外,从表达式 53 和 54 可以看出,如图 20 所示,在 $(e/3)=(Y/4)$,即 $Y=(4/3) \times e$ 的情况下,PR 变为 0。此外,从表达式 54 和 55 可以看出,在 $(e/3)=(Y/5)$,即 $Y=(5/3) \times e$ 的情况下,PR 变为 $1/2$,即 0.5。此外,从表达式 55 可以看出,在 $(e/3)=(Y/6)$,即 $Y=(2 \times e)$ 的情况下,PR 变为零。

[0267] 图 21 是示例说明表达式 48 至 55 的图,其中水平轴表示 $(e/3)$ 和 Y 的值,以及垂直轴表示立体视图概率 PR。注意图 21 中的垂直轴按百分比(%).同时,将当双眼的方向是第一方向时的立体视图概率(表达式 48 和 49)用实线表示,将当双眼的方向是第二方向时的立体视图概率(表达式 50 至 55)用虚线表示。如从图 21 能理解到,将三维图像显示设备安置成第一方向 21 是观察者的双眼的方向时的立体视图概率的周期快于当三维图像显示设备安置成第二方向 22 变为双眼的方向时的立体视图概率三倍。注意,即使在除 $(Y/6) < (e/3)$ 外的范围中的情况下,能在立体视图概率和 $(e/3)$ 的值间识别出类似的周期性。

[0268] 换句话说,如图 21 所示,只要在第二方向 22 中的像素的放大投影区的周期 $(e/3)$ 满足下述表达式 56,即使双眼的方向是第一方向 21 或第二方向 22 的任一个,观察者能识别出具有大于零的概率的三维图像。注意下述表达式 56 是与表达式 43 相同表达式。

[0269] (表达式 56)

$$[0270] \quad e/3 \neq Y/(2 \times j)$$

[0271] 同时,如果 $(e/3)$ 的值满足下述表达式 57, $(e/3)$ 的值包括在图 21 所示的区域 31 中。注意下述表达式 57 是与表达式 44 相同的表达式。因此,即使将双眼的方向设置成第一方向 21 或第二方向 22 的任一个,能获得高的立体视图概率。即,从表达式 48 和表达式 49 可以看出,在将双眼的方向设置成第一方向 21 的情况下的立体视图概率 PR 变为 42 至 50%。另一方面,从表达式 52 和表达式 53 可以看出,在将双眼的方向设置成第二方向 22 的情况下的立体视图概率 PR 变为 25 至 50%。对于本实施例, $(e/3)$ 的值满足例如下述表达式 58。

[0272] (表达式 57)

$$[0273] \quad \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1) + \frac{1}{2}} < \frac{e}{3} < \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1) - \frac{1}{2}}$$

[0274] (表达式 58)

$$[0275] \quad \frac{Y}{3.5} < \frac{e}{3} < \frac{Y}{2.5}$$

[0276] 更优选地,如图 21 所示, $(e/3)$ 的值满足下述表达式 59。注意对于下述表达式 59,如果 $k=1$,那么 $(e/3)=(Y/3)$,即 Y 变为等于 e 。这等于图 21 所示的交叉点 32。在这种情况下,即使将双眼的方向设置成第一方向 21 或第二方向 22 的任一个,立体视图概率 PR 变为 50%,由此,观察者能获得三维图像的最大可见度。

[0277] (表达式 59)

$$[0278] \quad \frac{e}{3} = \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1)}$$

[0279] 注意,相对于平均瞳距 Y 的 $(e/3)$ 的值越小,在平均瞳距期间,用于转换左右图像的的次数越多。因此,即使有相同的立体视图概率,用于允许立体视图的范围和用于禁止立体的范围间的排列周期变短,导致观察者难以将他 / 她的双眼定位到用于允许立体视图的区域上。因此,满足 $Y/6 < e/3$ 是优选的。因此,在平均瞳距期间,转换左右图像的的次数 N 变为 6 或更小。注意这一范围等于图 21 中的范围 35 ($Y/6 < e/3 < Y/4$)、范围 30 ($Y/4 < e/3 < Y/2$) 以及范围 33 ($Y/2 < e/3$)。

[0280] 根据本实施例,由于将放大投影区的周期设置成满足表达式 56,即使双眼的方向是第一方向 21 或第二方向 22 中任一个,观察者能识别出三维图像。具体地说,如果将放大投影区的周期设置成满足表达式 57,更大地改进三维图像的可见度,如果周期设置成满足表达式 59,可见度进一步提高。

[0281] 同时,对于根据本实施例的三维图像显示设备,由于将蝇眼透镜用作光学单元,与采用视差隔板的情况相比,不会出现由隔板透镜引起的变黑的条纹,且光损耗小。

[0282] 另外,能将根据本实施例的三维图像显示设备适当地应用于便携装置,诸如手持电话,以及能显示良好的三维图像。在将根据本实施例的三维图像显示设备应用于便携装置的情况下,与将此应用于大型显示设备的情形不同,由于观察者能任意地调整他 / 她双眼和显示屏间的位置关系,能立即找出最适当的可见区。

[0283] 注意如表达式 16 和 17 所示,通常将透镜的顶点和一个像素间的距离 H 设置成与透镜的焦点 f 相同,但也可以设置不同值。在这种情况下,即使一个像素的放大投影宽度 e 由于模糊显示出大值,也应当将放大投影 e 的值处理为模拟图像的宽度以便应用本发明。通过使一个像素的图像模糊,也使非显示区的图像模糊,从而防止由于非显示区出现条纹。

[0284] 同时,对于本实施例,尽管将透射液晶显示面板用作显示面板,显示面板不限于此,也可以采用反射液晶显示面板,或其每个像素包括透射区和反射区的半透射液晶显示面板。同时,关于用于驱动液晶显示面板的方法,可以采用有源矩阵方法,诸如 TFT(薄膜晶体管)方法,以及 TFD(薄膜二极管)方法,或无源矩阵方法,诸如 STN(超扭曲向列液晶)方法。另外,关于显示面板,可以采用除液晶显示面板外的显示面板,诸如有机电致发光显示面板、等离子显示面板、CRT(阴极射线管)显示面板、LED(发光二极管)显示面板、场致发射显示面板,或 PALC(等离子寻址液晶)(plasma address liquid crystal)。

[0285] 此外,尽管上述描述是在使用双视点的情况下,本发明不将视点限制于此,以及也可以采用 3 或更多视点的多个视点。

[0286] 此外,前面描述针对显示像素由以条形排列的具有 RGB 三原色的像素组成的。但是,本发明并不限于此,而是可以相似地应用在颜色的数目不是 3 种,即,2 种或多于 4 种的任何颜色数目的情况。

[0287] 此外,根据本实施例的三维图像显示设备不仅能应用于手持电话,而且能应用于诸如便携终端、PDA、游戏设备、数码相机和数字录像机等便携终端设备。

[0288] (第一实施例的改进)

[0289] 接下来,描述关于第一实施例的改进。图 22A 和 22B 是示例说明根据第一实施例的改进的手持电话的透视图,其中图 22A 示例说明将三维图像显示设备用在正常排列上的

情形,以及图 22B 示例说明在使用前,使三维图像显示设备旋转 90° 的情形。如图 22A 和 22B 所示,对手持电话,使三维图像显示设备 1 安装成可旋转。三维图像显示设备 1 能安置在正常位置(在下文中,称为“垂直排列”),如图 22A 所示,以及还能安装在从正常位置旋转 90° 的位置上(在下文中,称为“水平排列”),如图 22B 所示。例如,通过能旋转同时保持电连接的旋转连接构件(未示出),将三维图像显示设备 1 连接到手持电话 9 的主体上。另外,根据本改进的手持电话包括检测单元(未示出),用于检测三维图像显示设备 1 的排列方向,以及基于排列方向检测转换显示图像以便观察者能可视地识别出三维图像。

[0290] 接着,将描述有关根据本改进的手持电话的操作。图 23 是示例说明用于基于根据本发明的三维图像显示设备的排列方向转换显示图像的操作的流程图。对于本改进,为了说明,假定在垂直放置三维图像显示设备的情况下,双眼的方向是第二方向 22,以及在水平放置三维图像显示设备的情况下,为第一方向 21。

[0291] 在初始状态下,用户(观察者)使手持电话的电源断电。接着,如图 23 的步骤 S 1 所示,在使手持电话通电后,手持电话检测三维图像显示设备 1 的排列方向。

[0292] 接着,在检测到垂直排列后,如步骤 S2 所示,手持电话在三维图像显示设备的每个显示单元的第二方向中排列的像素上,显示左右视差图像。因此,用户能识别出垂直排列上的三维图像,其后流程返回到步骤 S1。

[0293] 另一方面,在使三维图像显示设备旋转并设置成水平排列的情况下,在步骤 S1,手持电话检测到三维图像显示设备 1 设置成水平排列。在这种情况下,流程进入步骤 S3,三维图像显示设备 1 在每个显示单元的第一方向中排列的像素上,显示左右视差图像。因此,用户能识别出水平排列上的三维图像,其后流程返回到步骤 S1。

[0294] 如上所述,尽管垂直排列时三维图像显示设备在第二方向中排列的像素上显示视差图像,应当在第一方向中排列的像素上显示相同的信息。因此,即使在垂直方向中改变观察角的情况下,也能获得广视角。同时,可以在第一方向中排列的像素上显示不同信息。因此,通过简单地将用于观察三维图像显示设备的观察角改变成垂直方向,能获得不同信息。这在水平排列时是相同的。

[0295] 如上所述,通过本改进,通过仅旋转三维图像显示设备,而不旋转手持电话本身,也能转换用于显示图像的方向。同时,通过与三维图像显示设备的方向合作,检测三维图像显示设备的方向的检测单元,也能转换用于显示图像的方向。

[0296] (第二实施例)

[0297] 接着,将描述有关本发明的第二实施例。图 24 是在将根据本发明的第二实施例的三维图像显示设备放置成上述第一方向变为观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图。图 25 是在将根据本发明的第二实施例的三维图像显示设备放置成上述第二方向是观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图。本实施例是与第一实施例相比,像素的放大率增加,($e/3$)的值包括在图 21 的范围 33 中的情况。换句话说,($e/3$)的值满足下述表达式 60。在这种情况下,在将三维图像显示设备放置成第二方向 22 变为双眼的方向的情况下,根据双眼的位置,在平均瞳距期间,转换左右图像的次数 N 变为 0 或 1,在定位双眼以便识别三维图像的情况下, N 变为 1。

[0298] (表达式 60)

[0299] $(Y/2) < (e/3)$

[0300] 同时,如图 21 所示,如果 $(e/3)$ 的值设置成等于表达式 48 和表达式 51 间的交叉点 34,在将双眼的方向设置成第一方向 21 的情况下的立体视图概率 PR 等于在将双眼的方向设置成第二方向 22 的情况下的立体视图概率 PR,由此能在垂直排列和水平排列上获得相同的可见度。从表达式 48 和表达式 51,在交叉点 34 处 $(e/3)$ 的值变为如在下述表达式 61 中所示的值,以及在双眼的方向是第一方向 21 的情况下,或双眼的方向是第二方向 22 的情况下,那时的立体视图概率 PR 变为 25%。因此,最好将 $(e/3)$ 的值设置成如下述表达式 61 所示的值。通常,注意到能如表达式 62 中所示的那样,表示下述表达式 61。下述表达式 61 是下述表达式 62 中 $k=1$ 的情形。除上述结构、操作和优点外,本实施例与第一实施例相同。

[0301] (表达式 61)

[0302] $(e/3)=(Y/1.5)$

[0303] (表达式 62)

$$[0304] \quad \frac{e}{3} = \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1) - \frac{3}{2}}$$

[0305] (第三实施例)

[0306] 接下来,将描述有关本发明的第三实施例。图 26 是在将根据本发明的第三实施例的三维图像显示设备放置成上述第一方向变为观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图,图 27 是在将根据本发明的第三实施例的三维图像显示设备放置成上述第二方向是观察者的双眼的方向的情况下的光学模型图。本实施例是与第一实施例相比像素的放大率减少的情形,在第二方向 22 中的像素放大投影宽度 $e/3$ 对于平均瞳距满足下述表达式 63。这等于在图 21 中所示的范围 35。在这种情况下,在将三维图像显示设备放置成第二方向 22 变为双眼的方向的情况下,根据两眼的位置,在观察者平均瞳距期间转换左右图像的次数变为 4 至 6,在定位双眼以便识别三维图像的情况下,N 变为 5。

[0307] (表达式 63)

[0308] $(Y/6) < (e/3) < (Y/4)$

[0309] 同时,如图 21 所示,如果 $(e/3)$ 的值设置成等于表达式 49 和表达式 54 间的交叉点 36,在将双眼的方向设置成第一方向 21 的情况下的立体视图概率 PR 等于在将双眼的方向设置成第二方向 22 的情况下的立体视图概率 PR,由此能在垂直排列和水平排列上获得相同的可见度。从表达式 50 和表达式 55 可知,在交叉点 36 处 $(e/3)$ 的值变为如在下述表达式 64 中所示的值,以及在双眼的方向是第一方向 21 的情况下,或双眼的方向是第二方向 22 的情况下,那时的立体视图概率 PR 变为 25%。因此,最好将 $(e/3)$ 的值设置成如下述表达式 64 所示的值。通常,注意到诸如表达式 65 中所示那样,表示下述表达式 64。下述表达式 64 是下述表达式 65 中 $k=1$ 的情形。除上述结构、操作和优点外,本实施例与第一实施例相同。

[0310] (表达式 64)

[0311] $(e/3)=(Y/4.5)$

[0312] (表达式 65)

$$[0313] \quad \frac{e}{3} = \frac{Y}{3 \times (2 \times k - 1) + \frac{3}{2}}$$

[0314] (第四实施例)

[0315] 接着,将描述有关本发明的第四实施例。图 28 是示例说明根据本发明的第四实施例的三维图像显示设备的透视图,图 29 是示例说明沿图 28 所示的线 C-C' 的横截面的光学模型图,以及图 30 是示例说明沿图 28 所示的线 D-D' 的横截面的光学模型图。如图 28 所示,对于第四实施例,显示面板 2 上的像素按方形排列,其中第一方向 21 中的间距和第二方向 22 中的间距彼此相等。对每个显示单元,按 (2×2) 矩阵排列用于第一方向 21 中的左右双视点的像素以及用于第二方向 22 中的左右双视点的像素由此构成像素矩阵。像素的形状是方形,因此,像素矩阵的形状也是方形。此外,在显示面板 2 上的矩阵中排列多个像素矩阵。

[0316] 同时,对蝇眼透镜 3,将其一个透镜元件放置成对应于由 (2×2) 像素组成的一个像素矩阵。换句话说,按矩阵排列透镜元件。在所示的例子中,由红像素 A401、红像素 B402、红像素 C403 和红像素 D404 组成的像素矩阵对应于一个透镜元件。同样地,由绿像素 A405、绿像素 B406、绿像素 C407 和绿像素 D408 组成的像素矩阵对应于一个透镜元件,以及由蓝像素 A409、蓝像素 B410、蓝像素 C411 和蓝像素 D412 组成的像素矩阵对应于一个透镜元件,以及由青像素 A413、青像素 B414、青像素 C415 和青像素 D416 组成的像素矩阵对应于一个透镜元件。由于像素的形状为方形,第一方向中透镜间距与第二方向中的透镜间距相同。属于一个像素矩阵的四个像素是相同颜色的像素,像素的颜色在相邻像素矩阵之间彼此不同。

[0317] 以 (2×2) 矩阵排列的四个像素矩阵,即以 (4×4) 矩阵排列的 16 个像素组成一个显示单元。因此,对每个显示单元,提供四种颜色的像素。除三原色,红、蓝和绿外,还提供青色(具有与绿色不同的光谱)像素。

[0318] 同时,如图 29 和 30 所示,观察距离 OD 中的像素放大投影宽度 e、透镜的顶点和像素间的距离 H 以及第一方向中的像素间距 P 配置为便满足表达式 10 至 13。另外,在第二方向 22 中的像素间距 P 与在第一方向中的像素间距相同。除上述结构、操作和优点外,本实施例与第一实施例相同。

[0319] 对于本实施例,由于第一方向 21 中的像素间距与第二方向中的像素间距相同,也能将其他参数设置成相同值。因此,在第一和第二方向中,能将在相同观察面中的一个像素的放大投影宽度设置成相同值。因此,即使在将三维图像显示设备放置在任何一个方向中的情况下,能提高三维图像的可见度。同时,每个像素矩阵由具有相同颜色的多个像素组成。因此,能扩展显示面板 2 上的相同颜色连续区,由此有助于显示面板的制造。除上述优点外,本实施例与第一实施例相同。

[0320] 尽管前面的描述是针对具有四种颜色或红、蓝、绿、青的像素的结构,但是本发明并不限于此,而是可以相似地应用在除了这些颜色的任何四种颜色。此外,除了四种颜色之外的任何数目的颜色也可以应用。

[0321] (第四实施例的改进)

[0322] 接着,将描述有关第四实施例的改进。尽管在第四实施例中,对应于一个透镜元件的像素矩阵由具有相同颜色的像素组成,在该改进中,像素矩阵也可以用不同颜色的像素

组成。图 31 是示例说明根据本改进的三维图像显示设备的透视图。如图 31 所示,对于本改进,例如,一个像素矩阵由红像素 A401、绿像素 B406、蓝像素 C411 和青像素 D416 组成,其对应于一个透镜元件。同样地,一个像素矩阵由绿像素 A405、蓝像素 B410、青像素 C415 和红像素 D404 组成,其对应于一个透镜元件,一个像素矩阵由蓝像素 A409、青像素 B414、红像素 C403 和蓝像素 D408 组成,其对应于一个透镜元件,以及一个像素矩阵由青像素 A413、红像素 B402、绿像素 C407 和蓝像素 D412 组成,其对应于一个透镜元件。即,一个视点由不同颜色组成,因此,这一彩色排列是马赛克颜色排列。

[0323] 因此,根据本改进的三维图像显示设备适合于显示如风景画的图像。另一方面,如上所述,在一个像素矩阵由具有相同颜色的像素组成的情况下,能扩展相同颜色的连续区,存在能方便显示面板的制造的优点。

[0324] 对于本实施例及其改进,采用其色谱彼此不同的两种绿色像素来处理四色像素,从而提高三维图像显示设备的颜色可重复性。同时,可以采用标准绿和白像素来代替具有不同色谱的两种绿像素。在这种情况下,有能改进三维图像显示设备的亮度的优点。

[0325] (第五实施例)

[0326] 描述关于本发明的第五实施例。图 32 是示例说明根据第五实施例的三维图像显示设备的透视图。第五实施例和第四实施例的差别在于组成蝇眼透镜的透镜元件按 Δ 排列,以及组成一个显示单元的像素矩阵按 Δ 排列。用与第四实施相同的方式,按方形排列组成每个像素矩阵的 (2×2) 像素,以及一个像素矩阵由具有相同颜色的像素组成。更具体地说,一个像素矩阵由红像素 A401、红像素 B402、红像素 C403 和红像素 D404 组成,其对应于一个透镜元件。同样地,一个像素矩阵由绿像素 A405、绿像素 B406、绿像素 C407 和绿像素 D408 组成,其对应于一个透镜元件,以及一个像素矩阵由蓝像素 A409、蓝像素 B410、蓝像素 C411 和蓝像素 D412 组成,其对应于一个透镜元件。接着,上述像素 401 至 412 组成一个显示单元。

[0327] 对本实施例,透镜元件和像素矩阵按 Δ 排列,以及显示单元能由红、绿和蓝三原色组成。因此,能改进在第一和第二方向中的三维图像的可见度,同时与传统的彩色显示保持一致。同时,由于 Δ 排列,能适当地显示风景画等。

[0328] (第六实施例)

[0329] 接着,将描述有关本发明的第六实施例。图 33 是示例说明根据第六实施例的三维图像显示设备的透视图,图 34 是示例说明沿图 33 所示的线 E-E' 的横截面的光学模型图,以及图 35 是示例说明沿图 33 所示的线 F-F' 的横截面的光学模型图。尽管第一实施例将蝇眼透镜用作光学单元,本实施例将两个双面透镜用作光学单元。更具体地说,如图 33 所示,从观察者侧依次在三维图像显示设备 1 中提供双面透镜 51、双面透镜 52、显示面板 2 和光源(未示出)。

[0330] 沿第一方向 21 排列由其纵向与第二方向 22 相同的双面透镜 51 所组成的多个柱面透镜。同时,沿第二方向 22 排列由其纵向与第一方向 21 相同的双面透镜 52 所组成的多个柱面透镜。因此,双面透镜 51 和双面透镜 52 重叠以便柱面透镜的纵向彼此垂直。另外,放置双面透镜 51,其透镜面面对观察者(未示出),以及放置双面透镜 52,其透镜面面对显示面板 2。换句话说,透镜 51 的平面(透镜面的相对面)面对透镜 52,以及透镜 52 的透镜面面对显示面板。此外,双面透镜 51 的透镜间距是双面透镜 52 的透镜间距的三倍。

[0331] 如图 34 所示,对观察距离 OD、观察距离 OD 中的像素放大投影宽度 e、透镜 51 的顶点和像素间的距离 H 以及第一方向 21 中的像素间距 P,从表达式 1 和 2,建立下述表达式 66 至 68。

[0332] (表达式 66)

$$[0333] \quad n \times \sin \alpha = \sin \beta$$

[0334] (表达式 67)

$$[0335] \quad OD \times \tan \beta = e$$

[0336] (表达式 68)

$$[0337] \quad H \times \tan \alpha = P$$

[0338] 如图 35 所示,对观察距离 OD、观察距离 OD 中的像素放大投影宽度 e、透镜 52 的顶点和像素间的距离 H2 以及第二方向 22 中的像素间距 P/3,建立下述表达式 69 至 71。

[0339] (表达式 69)

$$[0340] \quad n \times \sin \alpha 2 = \sin \beta 2$$

[0341] (表达式 70)

$$[0342] \quad (OD+H-H2) \times \tan \beta 2 = e$$

[0343] (表达式 71)

$$[0344] \quad H2 \times \tan \alpha 2 = P/3$$

[0345] 通过由表达式 66 至 68 计算透镜 51 和像素间的距离 H,以及由表达式 69 至 71 计算透镜 52 和像素间的距离 H2,能获得双面透镜 51 和 52 的位置。

[0346] 由于根据本实施例的三维图像显示设备能独立地设置两个双面透镜的顶点和像素间的距离,能在第一方向和第二方向中独立地设置像素放大投影宽度。因此,在第一方向和第二方向中能将在相同观察面中的像素放大投影宽度设置成相同值。因此,即使双眼的方向设置成与第一方向 21 或第二方向 22 相同,也能提高三维图像的可见度。同时,在沿第二方向重复地排列三色像素的情况下,通过将双面透镜 51 的透镜间距设置成是双面透镜 52 的透镜间距的三倍,第一方向中图像的分辨率能与第二方向中的分辨率彼此相同。除上述结构、操作和优点外,该实施例与第一实施例相同。

[0347] 注意可以将双面透镜 52 的透镜面放置在观察者侧上,但对于本实施例,如果透镜 51 的平面以及透镜 52 的平面放置成彼此面对,能将透镜 52 和像素间的距离 H2 设置成透镜 51 的顶点和像素间的距离 H 的 1/3 的值,从而能够处理更小的距离 H2,因此,能将本发明应用于具有小像素间距 P 的高度精细面板。因此,根据本发明,将透镜 51 和透镜 52 放置成透镜 51 的平面和透镜 52 的平面彼此面对。

[0348] 同时,在双面透镜 51 和双面透镜 52 之间放置如偏振板的光学薄膜(未示出),能够处理更小距离 H2,因此,此配置对三维图像显示设备的精细度是有效的。此外,可以采用在其上形成狭缝的两个视差隔板,代替两个双面透镜 51 和 52。此时,两个视差隔板上的狭缝的纵向彼此垂直。接着,与另一视差隔板相比,最好在远离显示面板的位置上,放置狭缝的纵向是第二方向,以及狭缝的排列方向是第一方向的视差隔板中的一个,以及最好将上述视差隔板的一个中的狭缝的排列间距设置成是另一个视差隔板的三倍。

[0349] 此外,尽管前面的描述是针对具有三种颜色或红、蓝、和绿的像素的结构,但是本发明并不限于此,而是可以相似地应用在除了三种颜色的任何数目的颜色。如果给定颜色

的数目 Z , 前述双面透镜中的一个被给定透镜间距是另一个双面透镜的透镜间距的 Z 倍是优选地。对于视差隔板也同样成立。也就是说, 前述视差隔板中的一个的狭缝排列间距被给定为另一个视差隔板的狭缝排列间距的 Z 倍是优选地。

[0350] (第七实施例)

[0351] 接着, 描述有关本发明的第七实施例。图 36 是示例说明根据第七实施例的三维图像显示设备的透视图。如图 36 所示, 本实施例和第一实施例间的差别在于提供视差隔板 7 代替显示面板 2 的观察者侧上的蝇眼透镜 3。另外, 在视差隔板 7 上的矩阵中形成针孔 8。除上述结构外, 本实施例与第一实施例相同。

[0352] 对于本实施例, 提供隔板代替透镜, 从而防止由于透镜的表面反射而出现条纹, 以及进一步防止由于这一条纹而损害显示质量。除上述优点外, 本实施例与第一实施例相同。

[0353] 注意, 可以在显示面板 2 的后面侧上提供视差隔板 7。在这种情况下, 当者观察图像时, 隔板不突出, 从而提高可见度。另外, 对于第六实施例, 可以用在其上形成狭缝的视差隔板代替两个双面透镜的一个。另外, 在视差隔板上形成的针孔或狭缝具有有限大小, 因此, 使像素放大投影图像模糊并扩大到大的宽度。在这种情况下, 本发明通过将像素放大投影宽度 e 的值应用于这一模糊图像的宽度, 能应用于此图像。尽管扩大狭缝宽度增加左右图像间的串扰, 但仍能实现高亮度显示。此外, 第七实施例是采用视差隔板代替第一实施例中采用的蝇眼透镜的例子, 同样地, 对于第二至第五实施例, 也能采用在其上形成针孔狭缝的视差隔板, 代替蝇眼透镜。

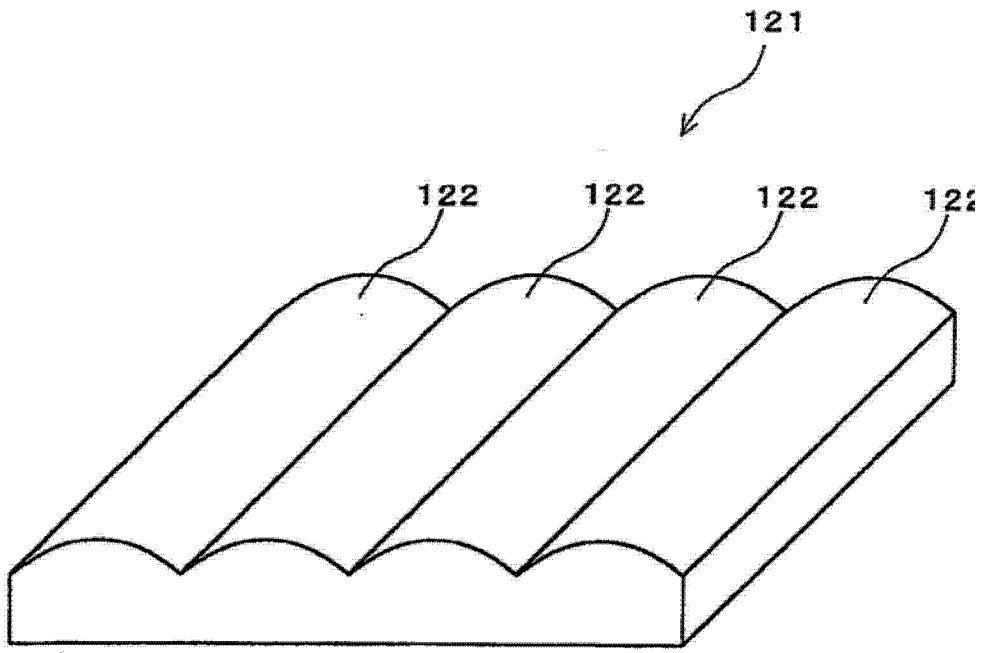


图 1 现有技术

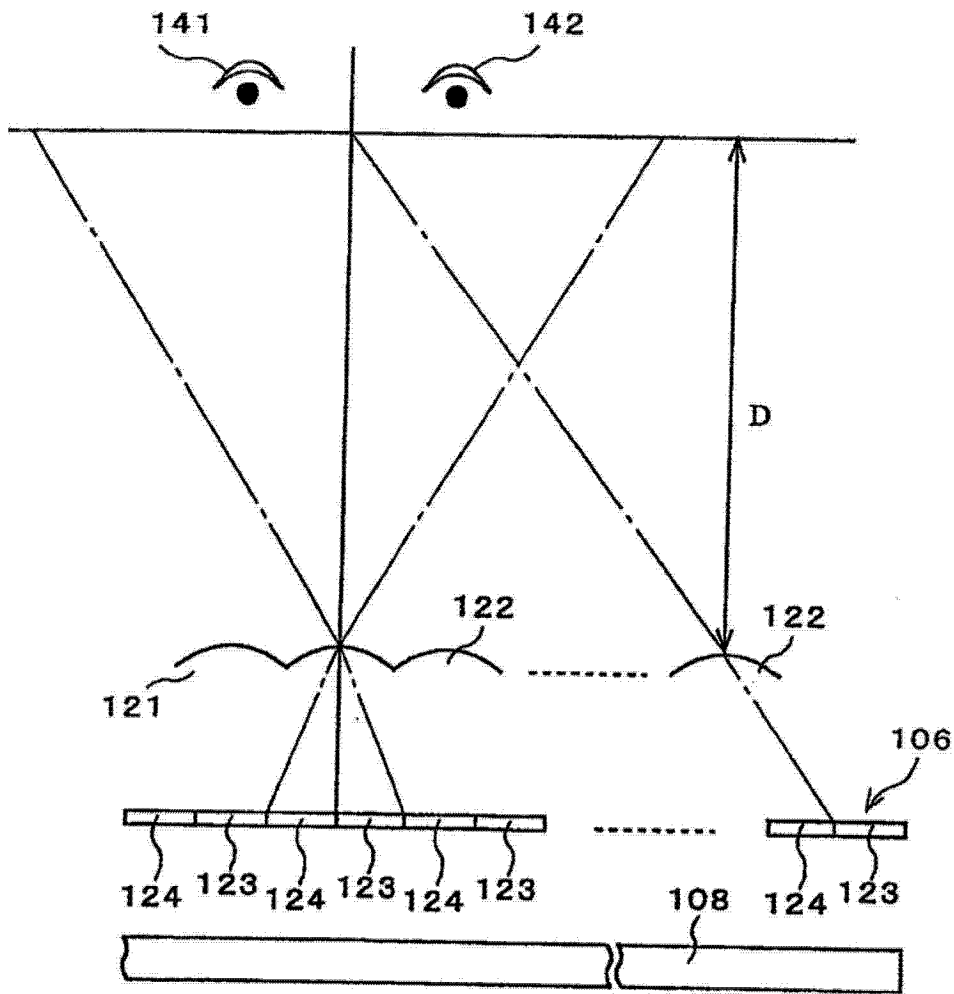


图 2 现有技术

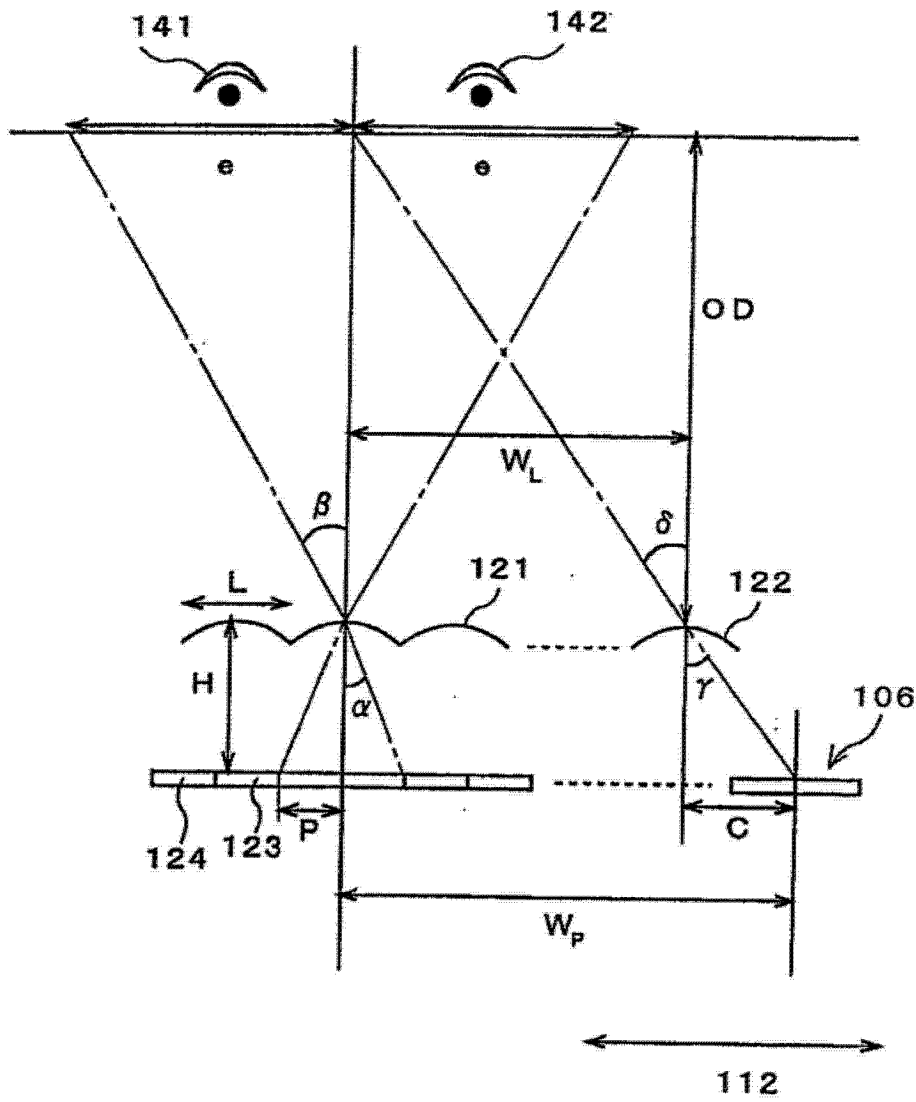


图3 现有技术

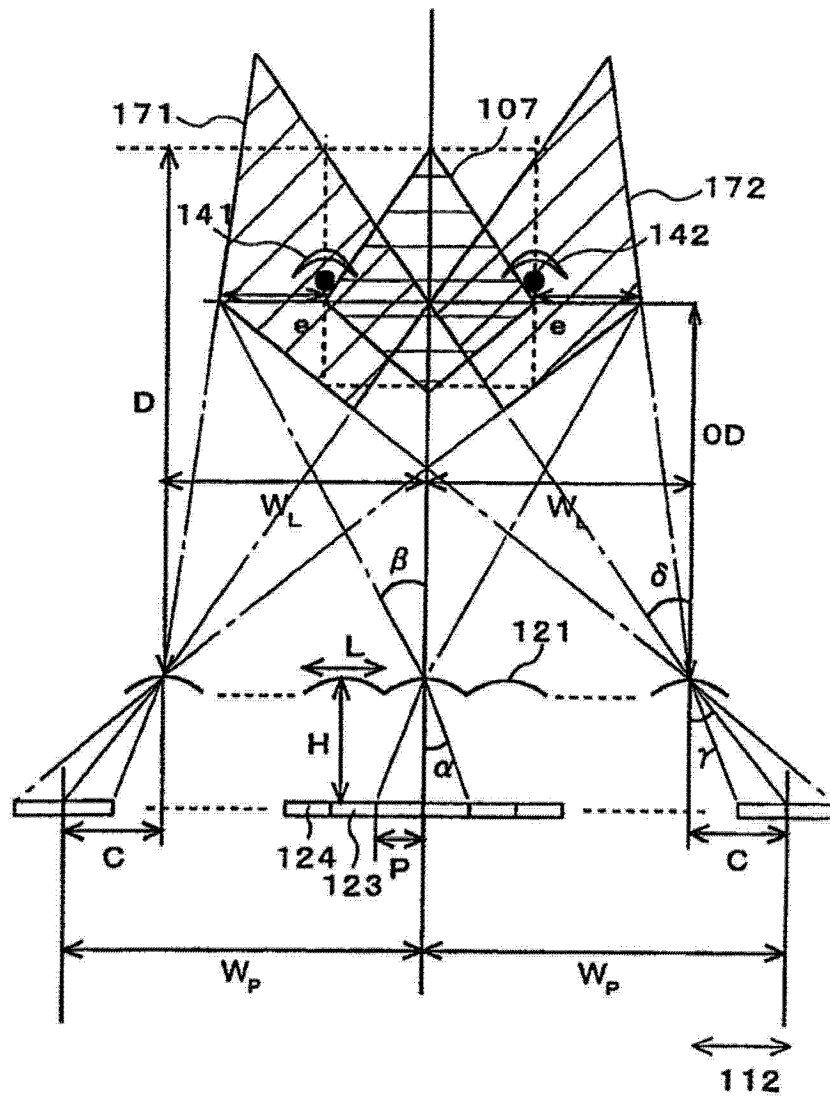


图 4 现有技术

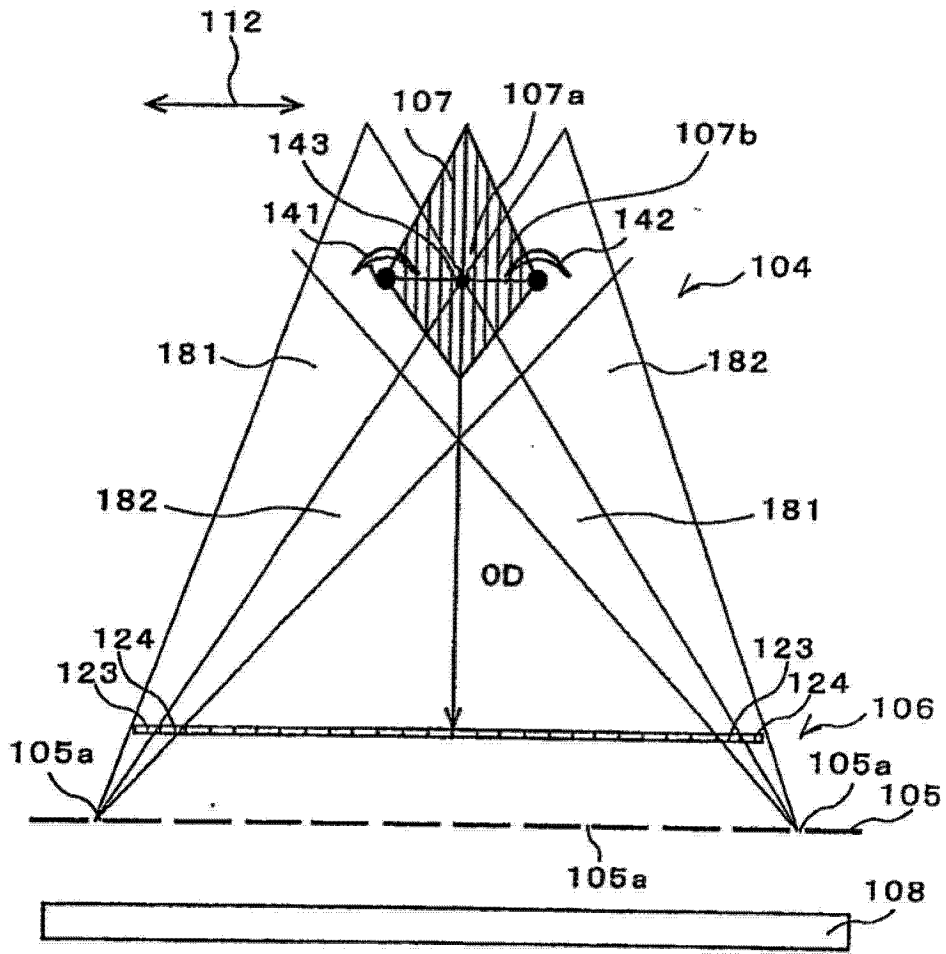


图5 现有技术

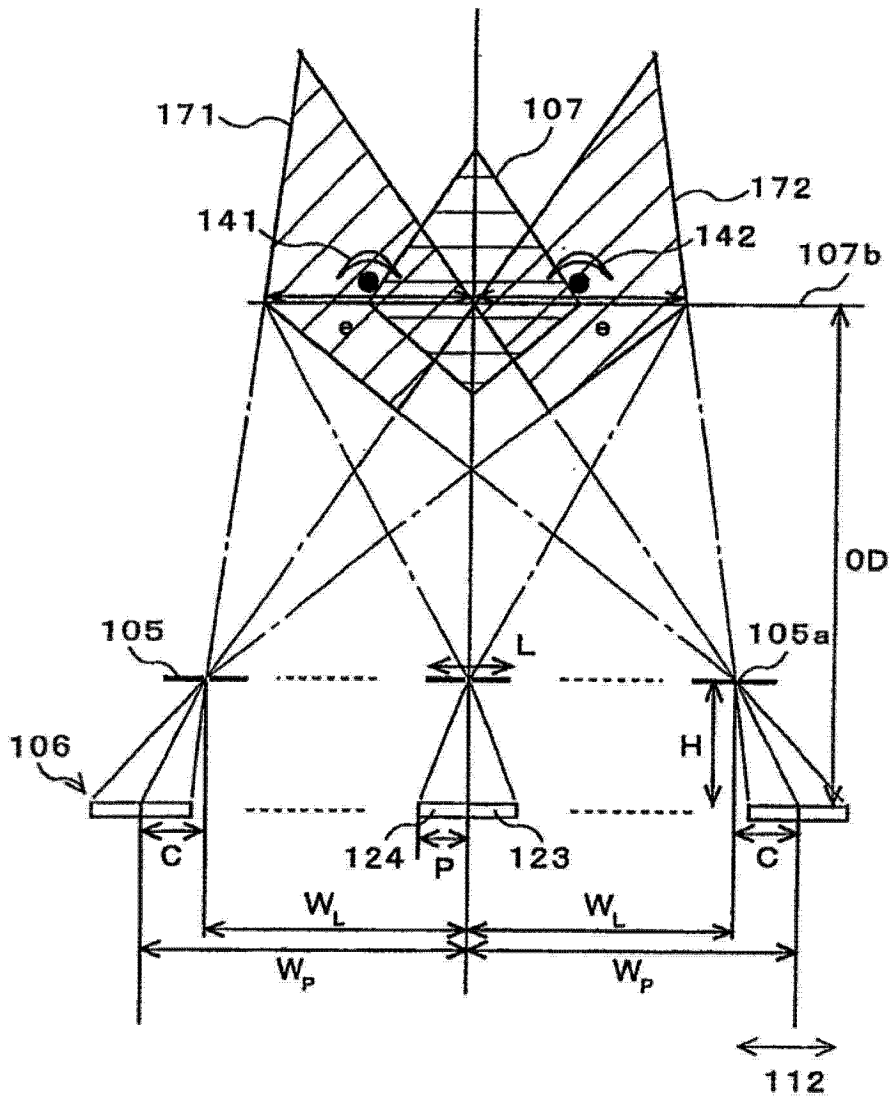


图6 现有技术

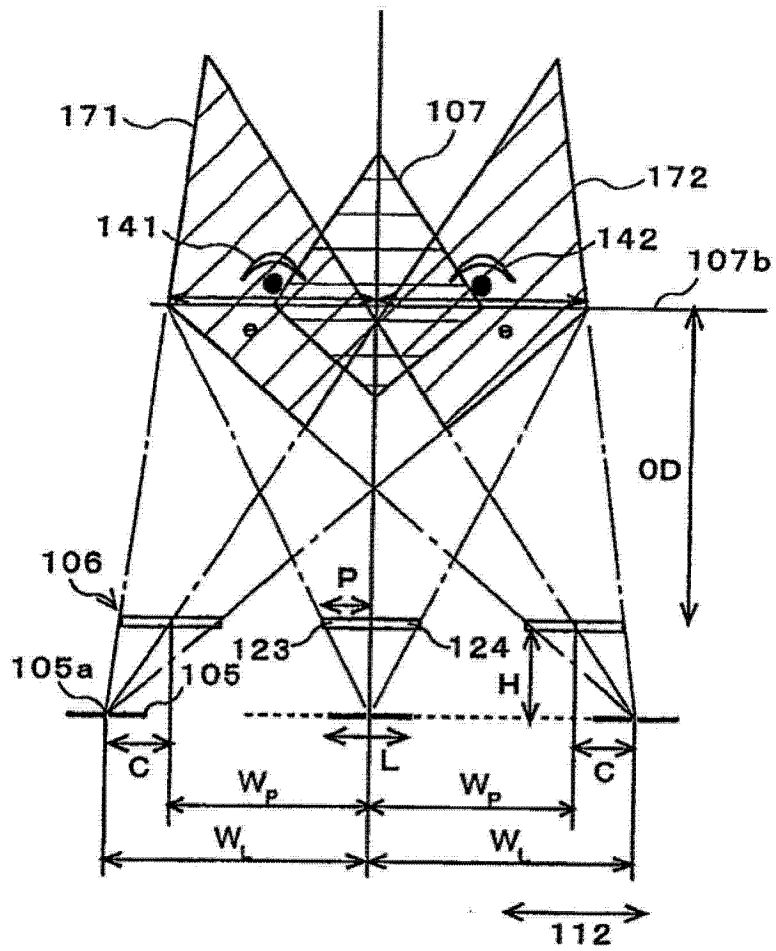


图7 现有技术

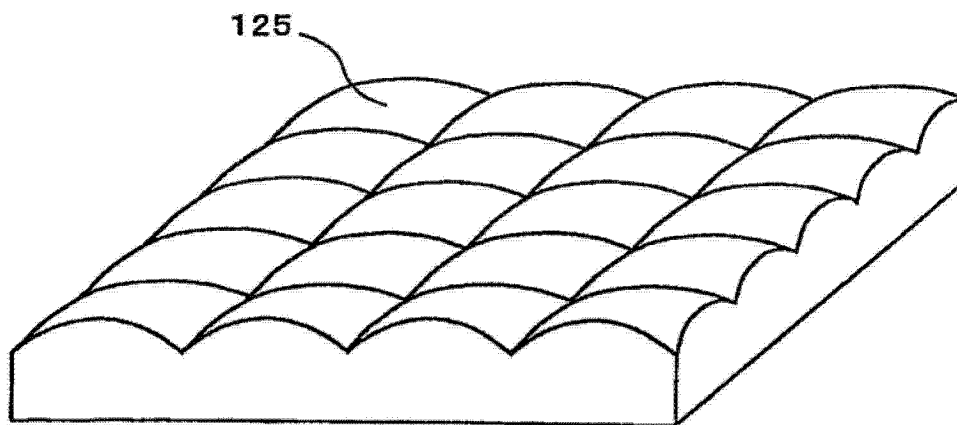


图8 现有技术

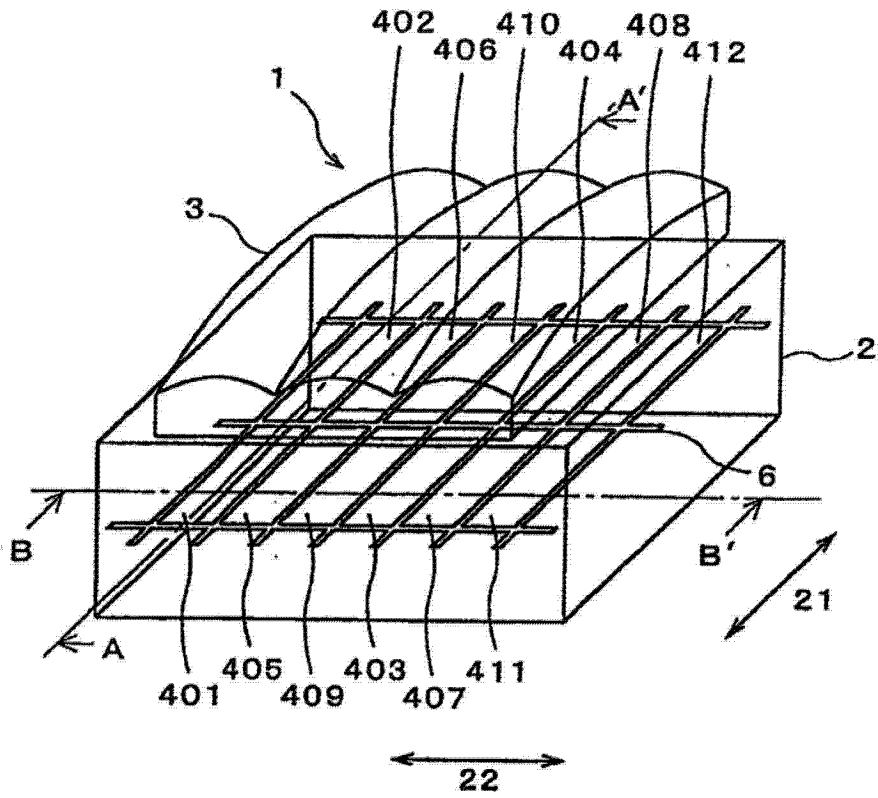


图 9

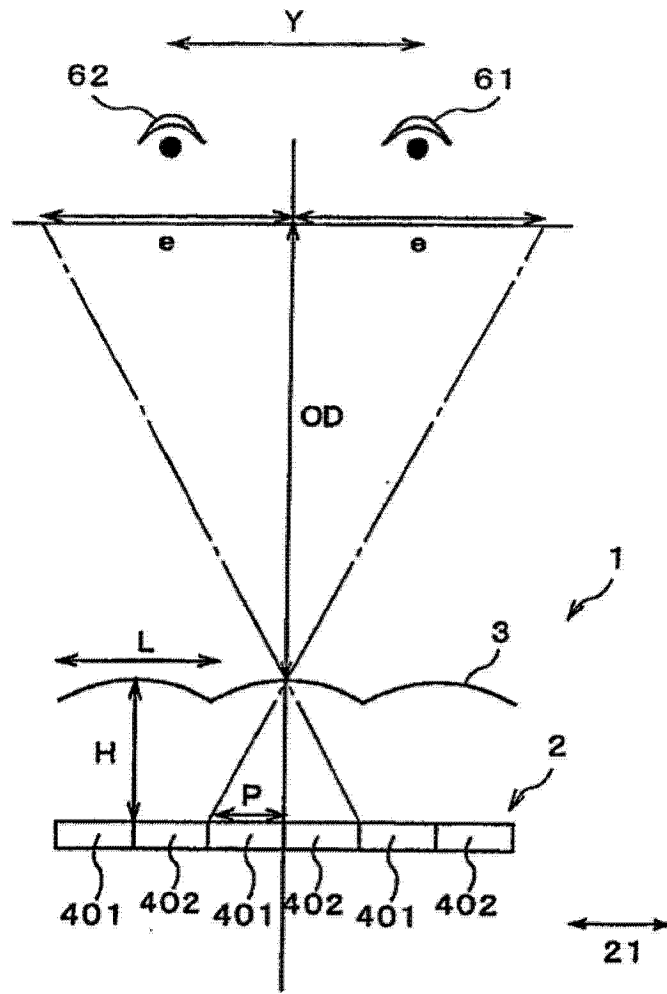


图 10

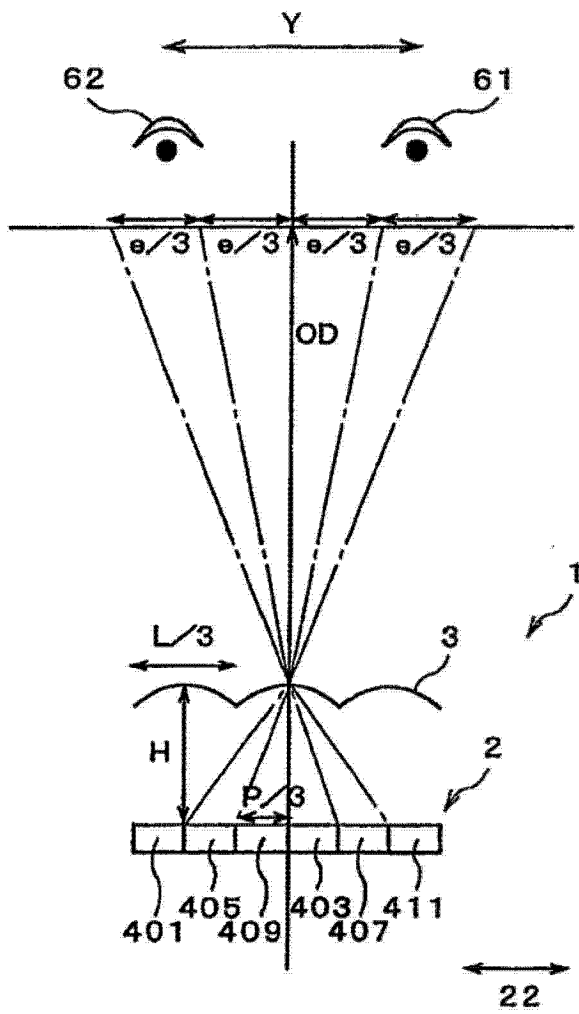


图 11

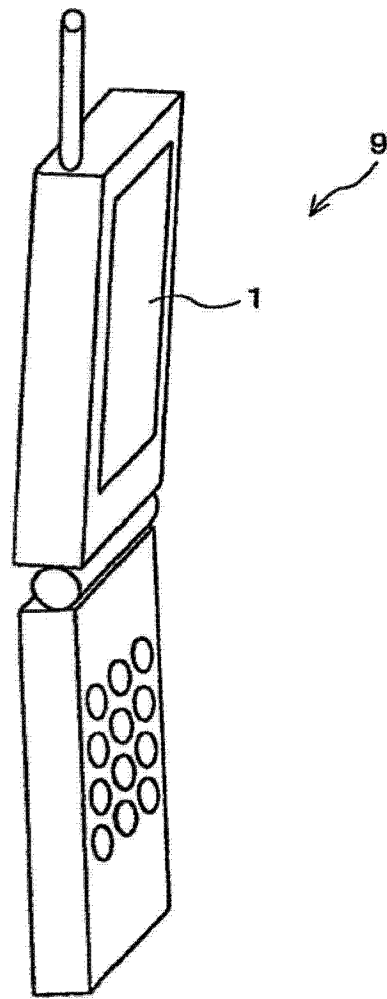


图 12

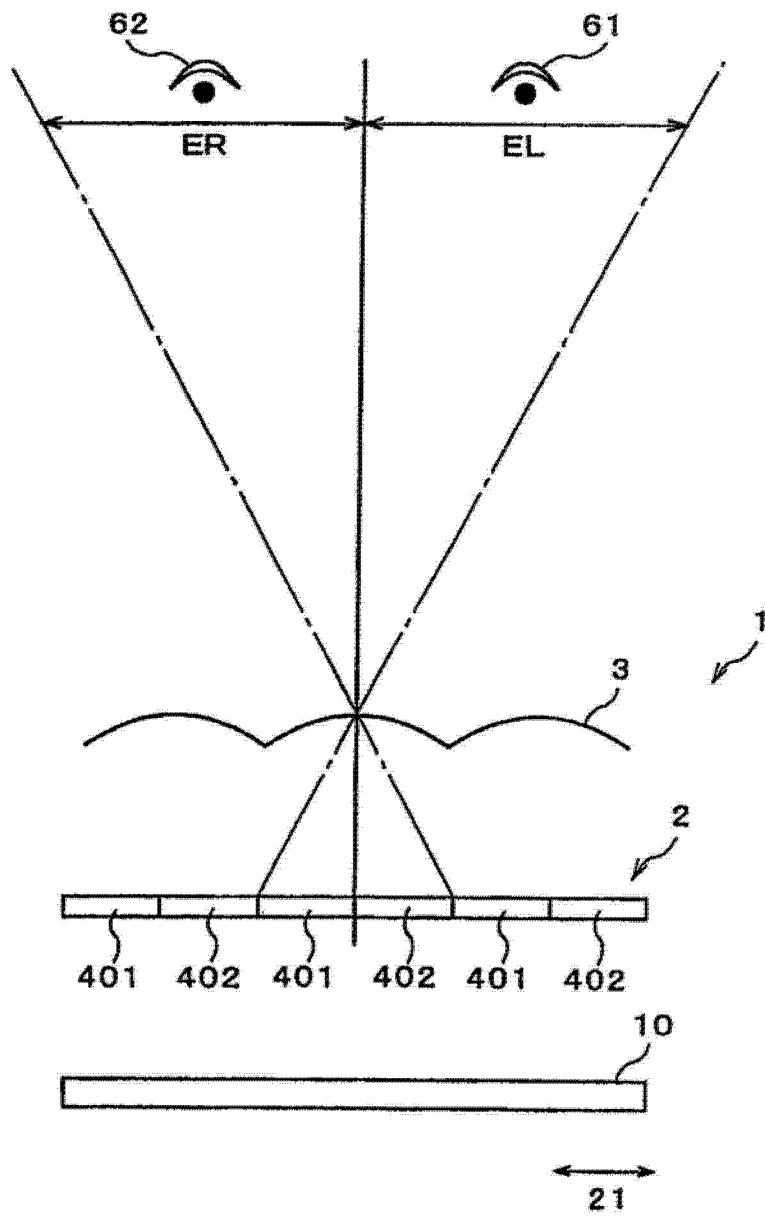


图 13

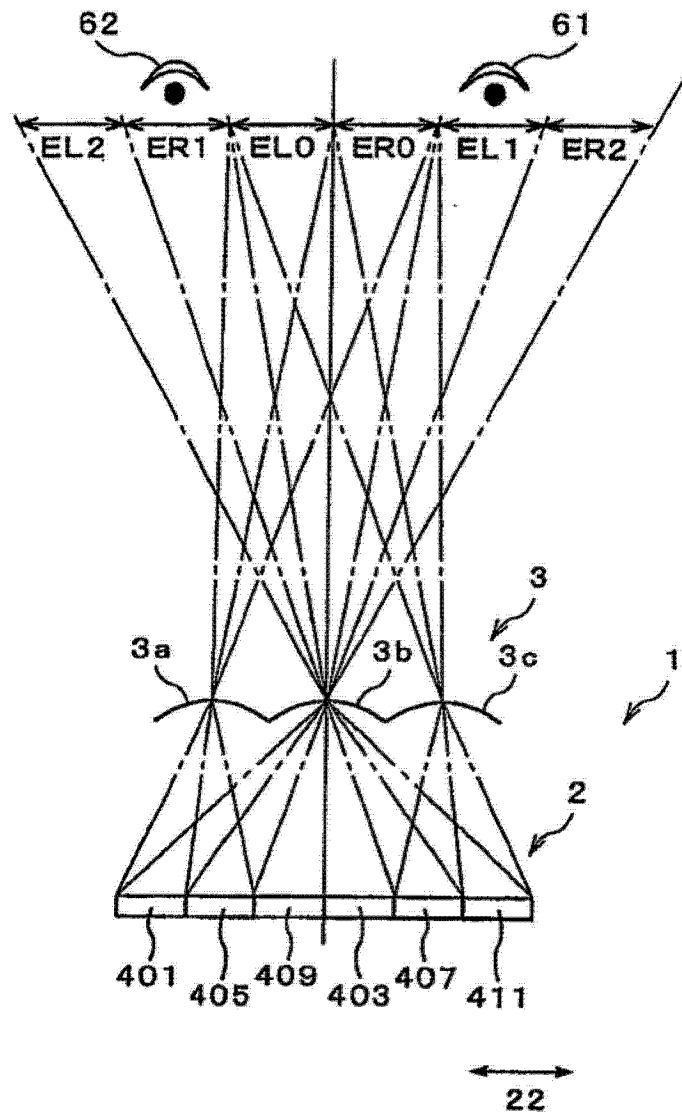
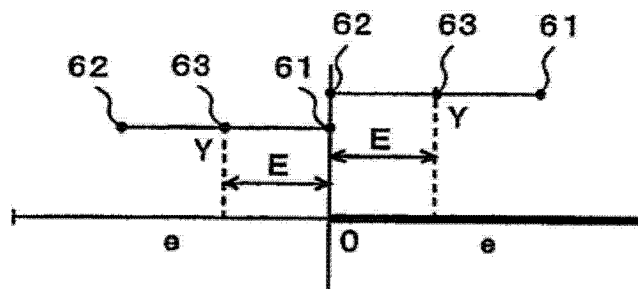
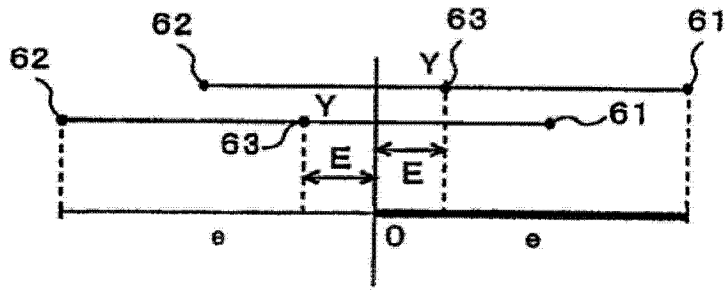


图 14



$$\frac{Y}{3} \leq \frac{e}{3} \quad (0 \leq Y \leq e)$$

图 15A



$$\frac{Y}{6} \cong \frac{e}{3} \cong \frac{Y}{3} \quad (e \cong Y \cong 2e)$$

图 15B

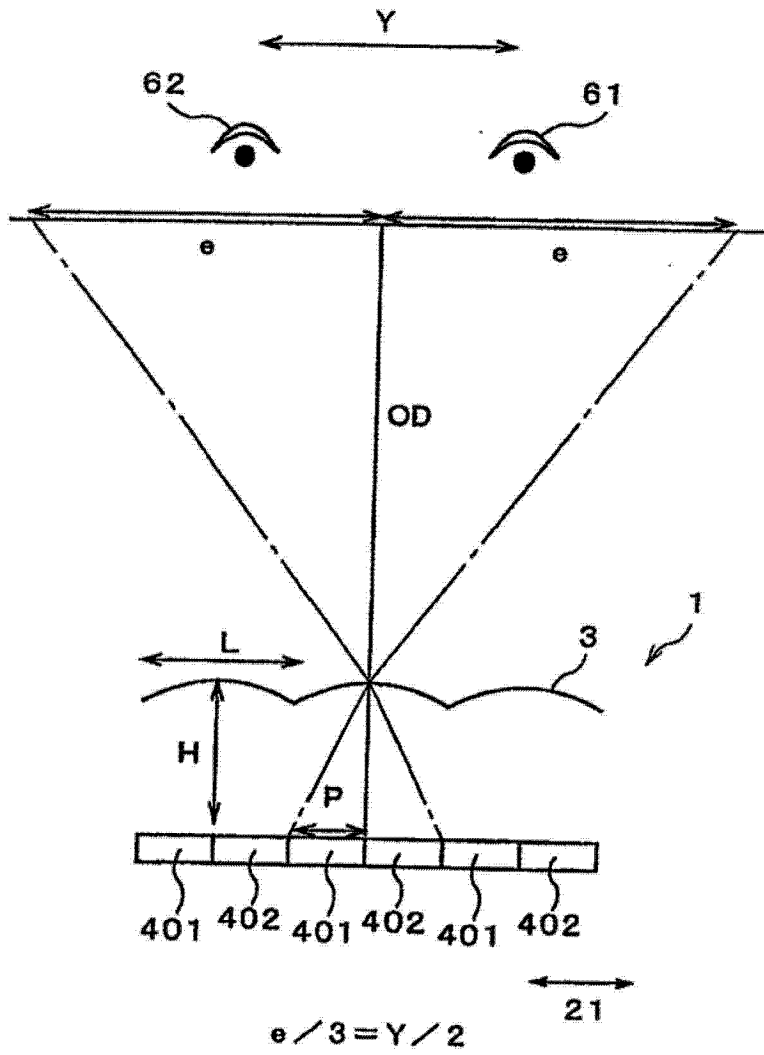


图 16

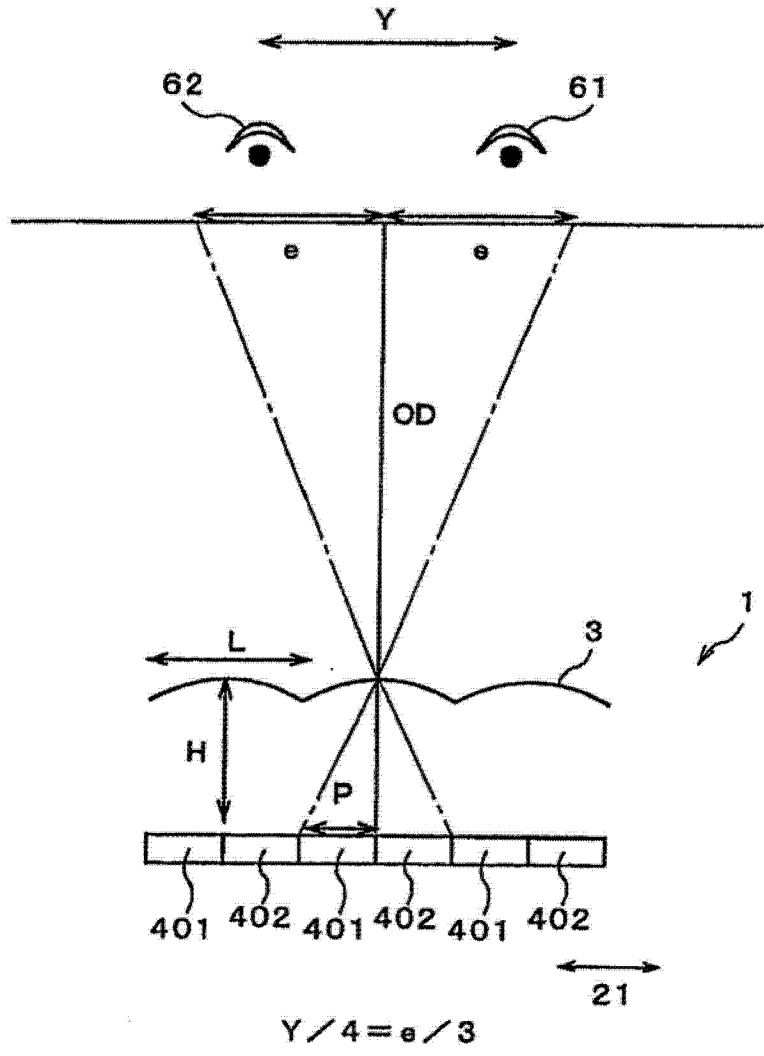


图 17

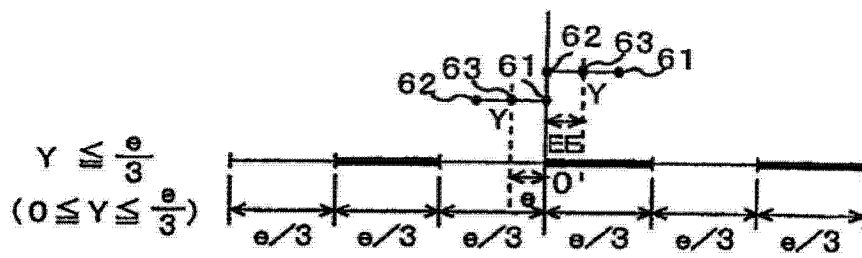


图 18A

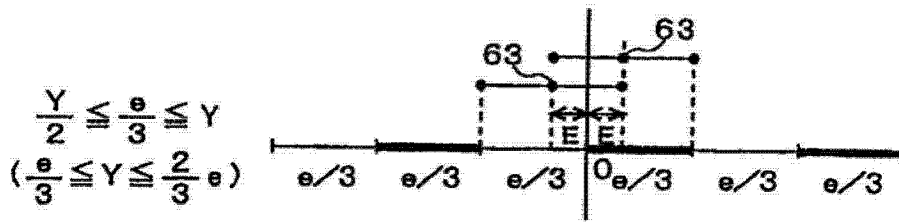


图 18B

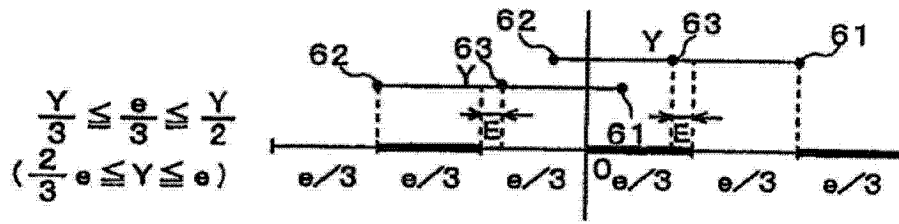


图 18C

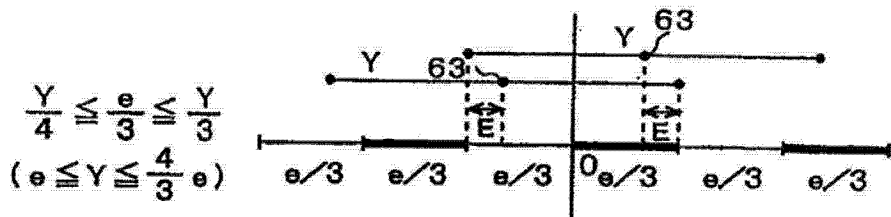


图 18D

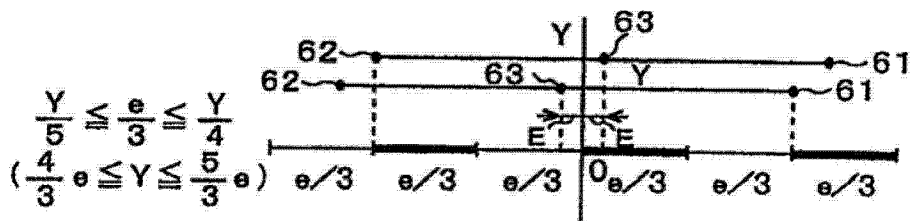


图 18E

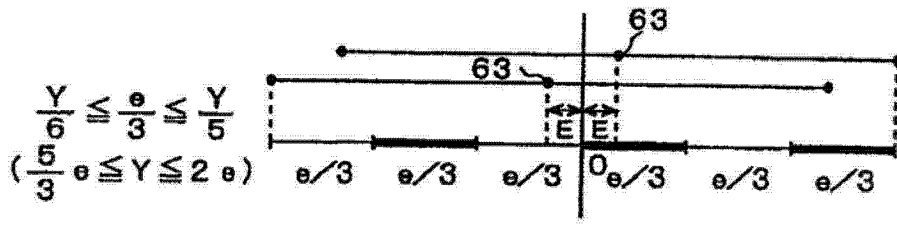


图 18F

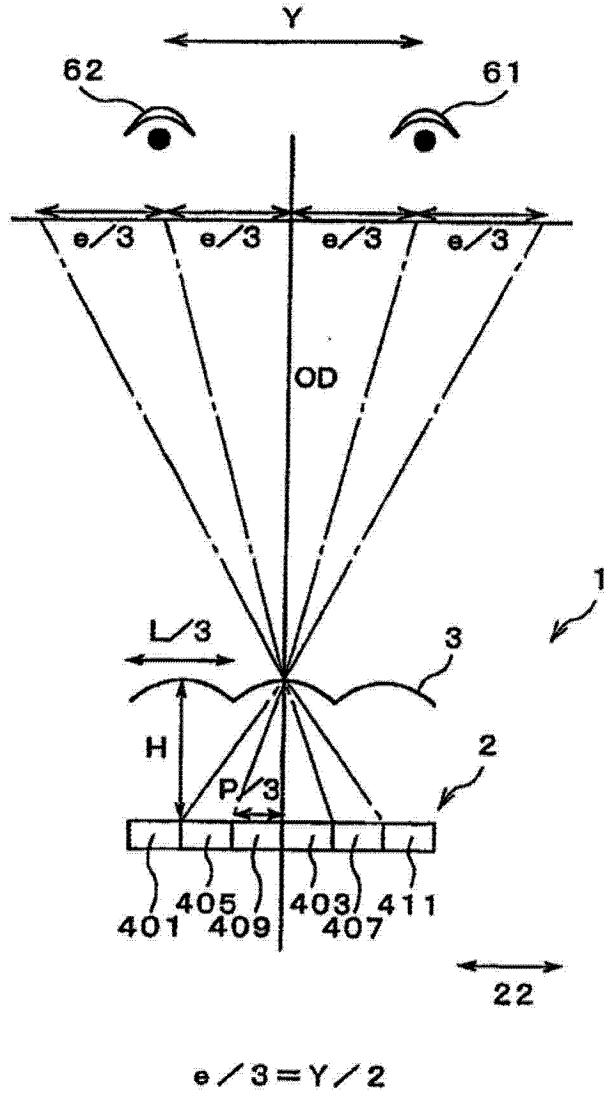


图 19

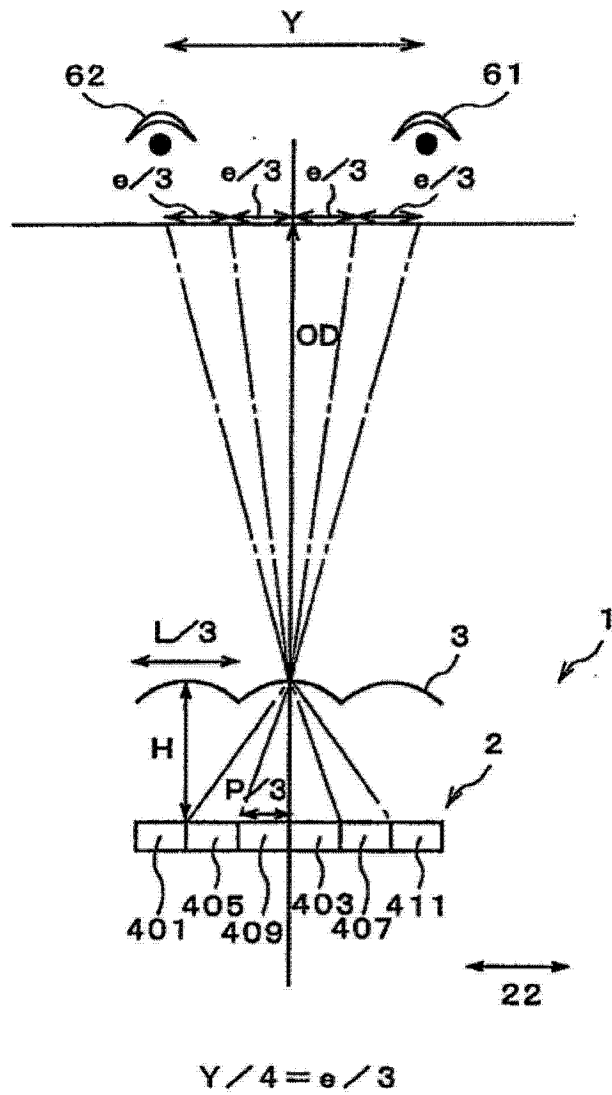


图 20

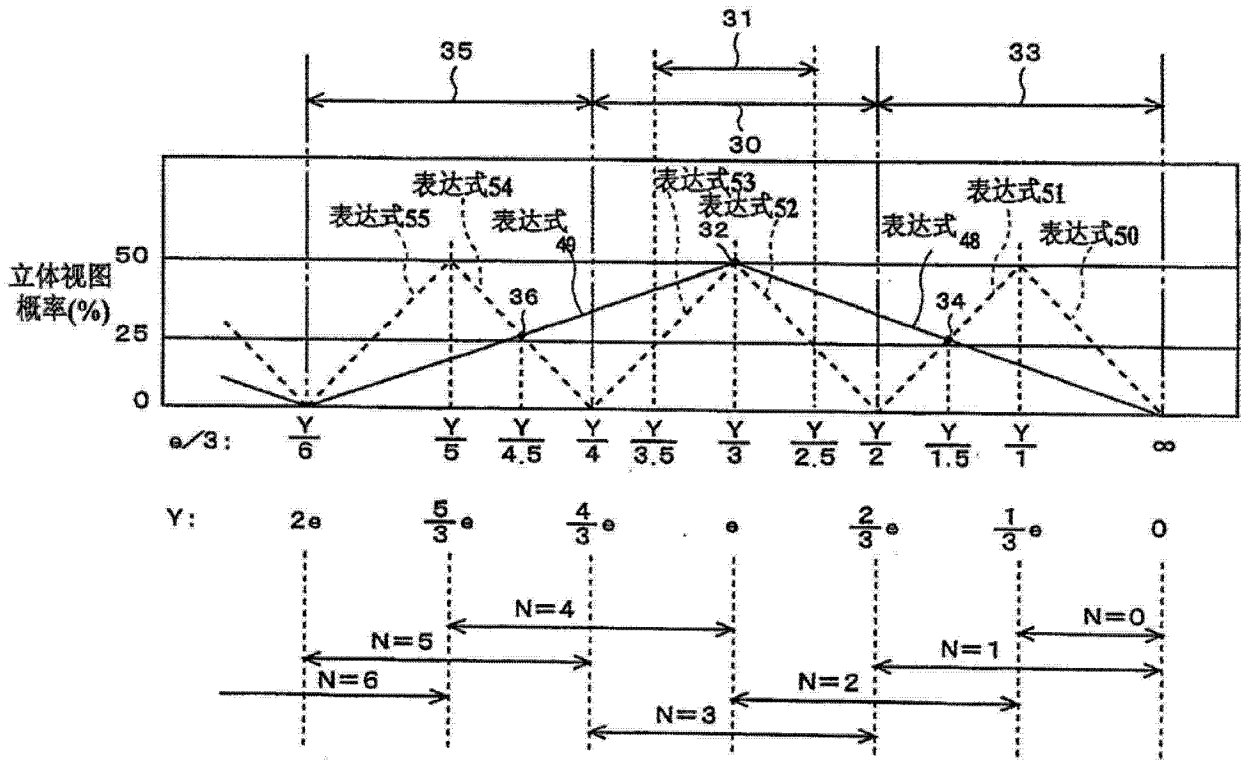
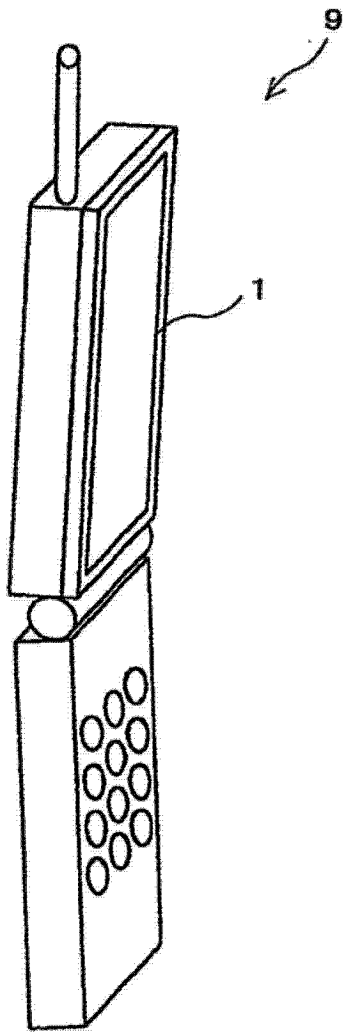
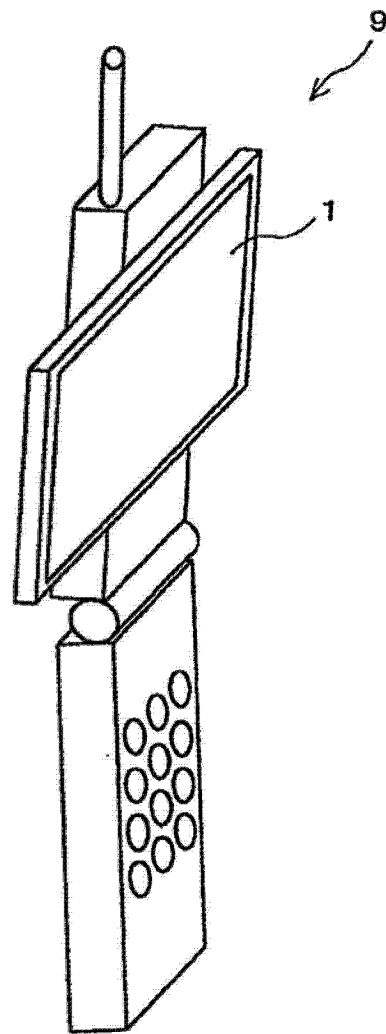


图 21



(a)

图 22A



(b)

图 22B

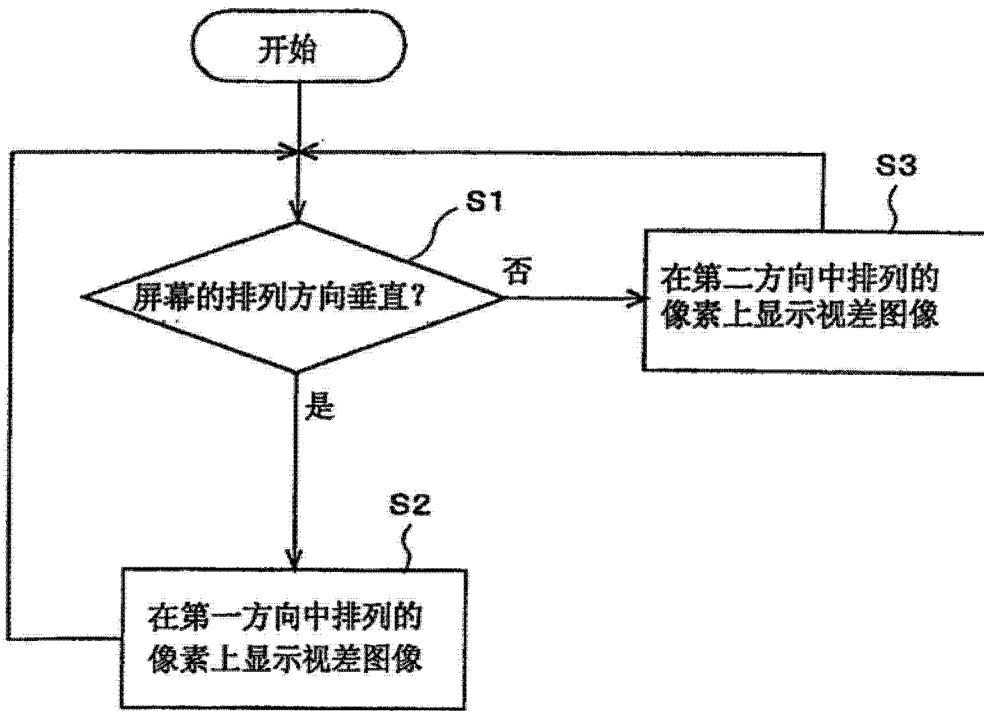


图 23

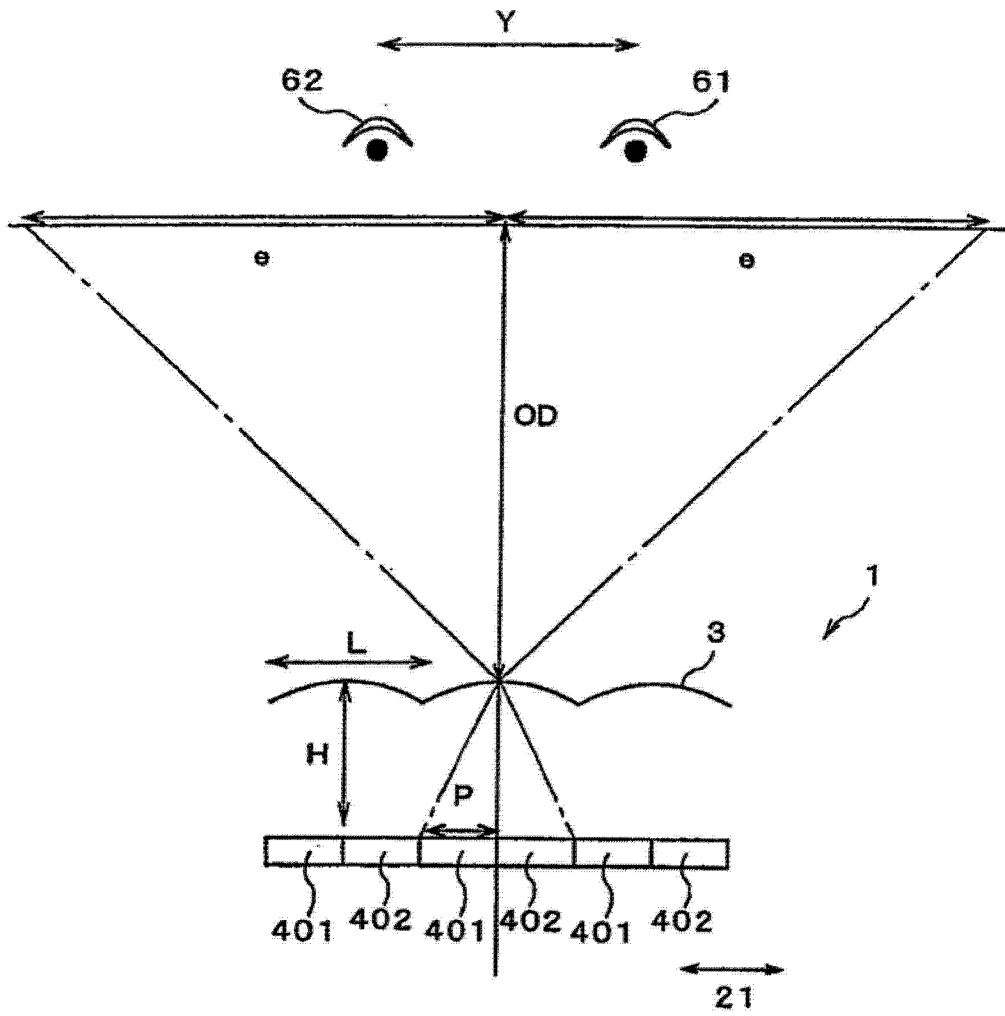


图 24

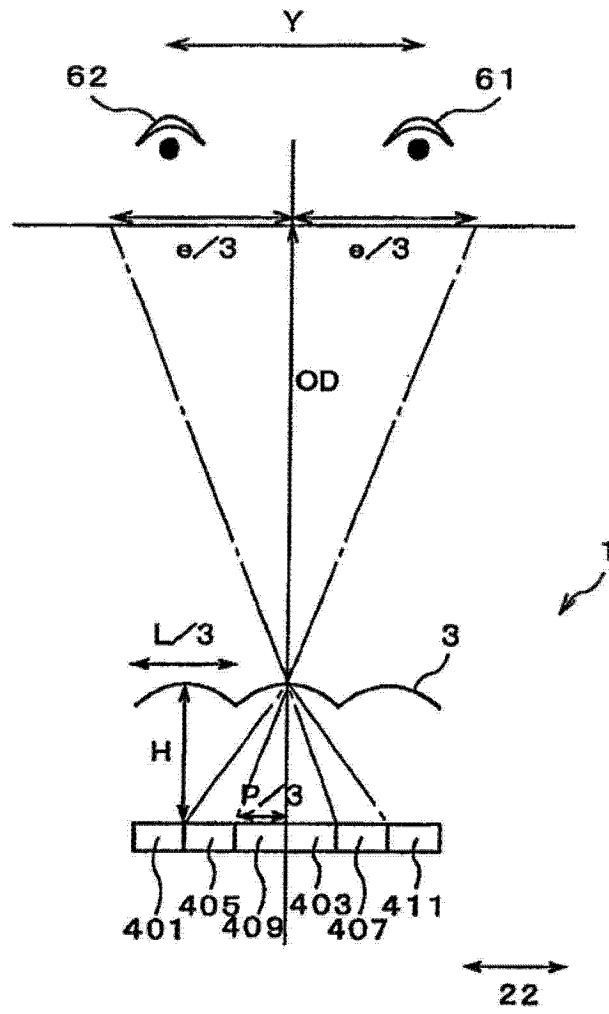


图 25

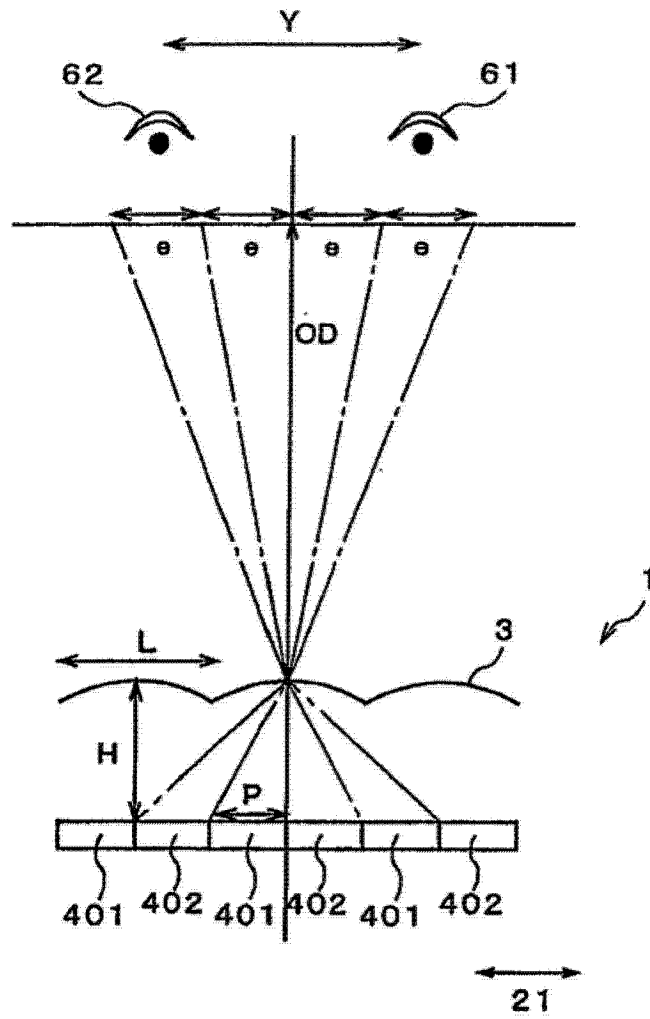


图 26

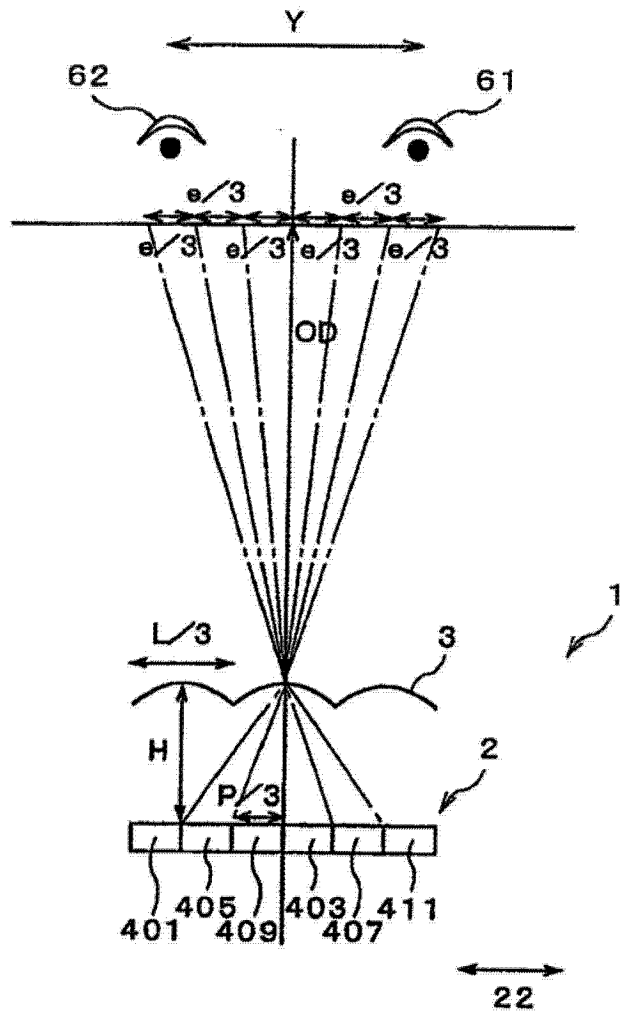


图 27

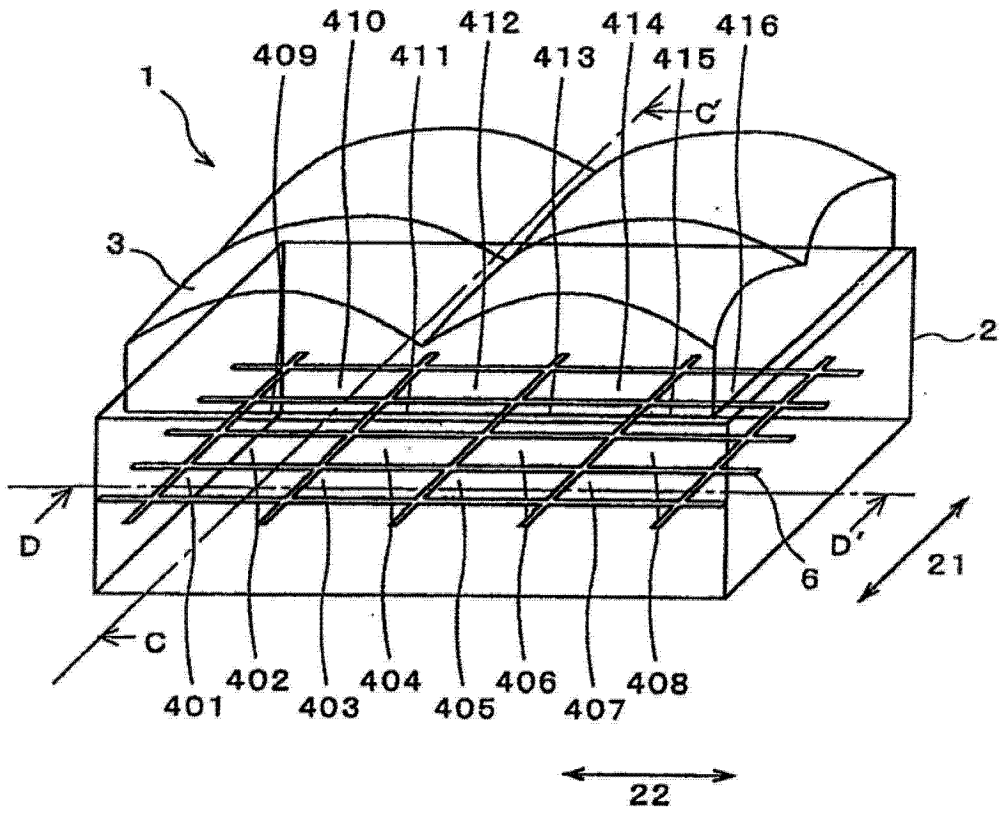


图 28

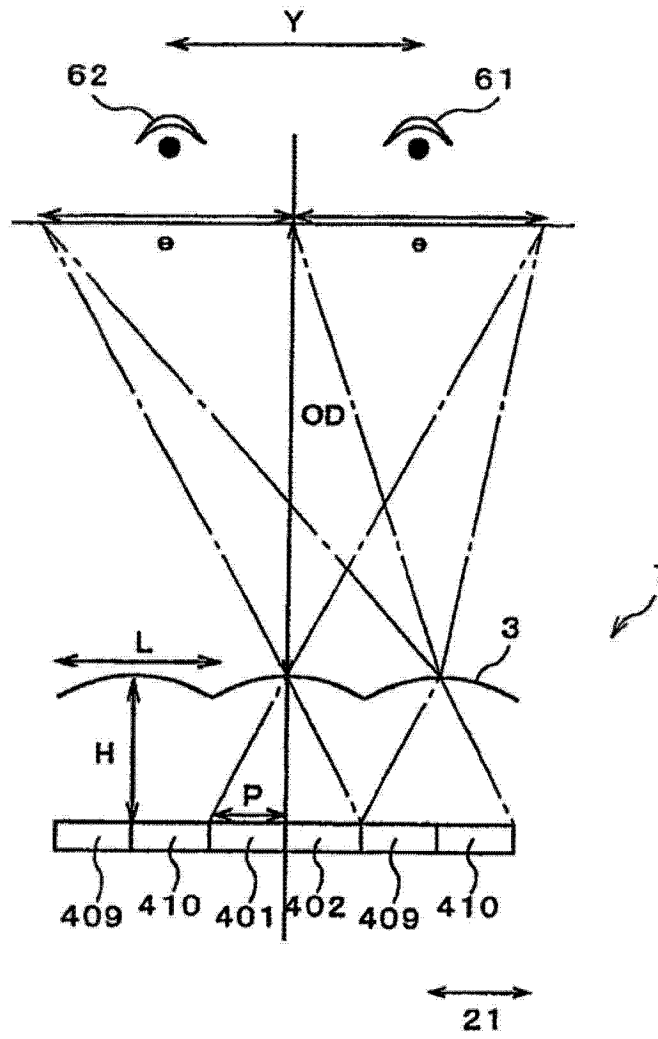


图 29

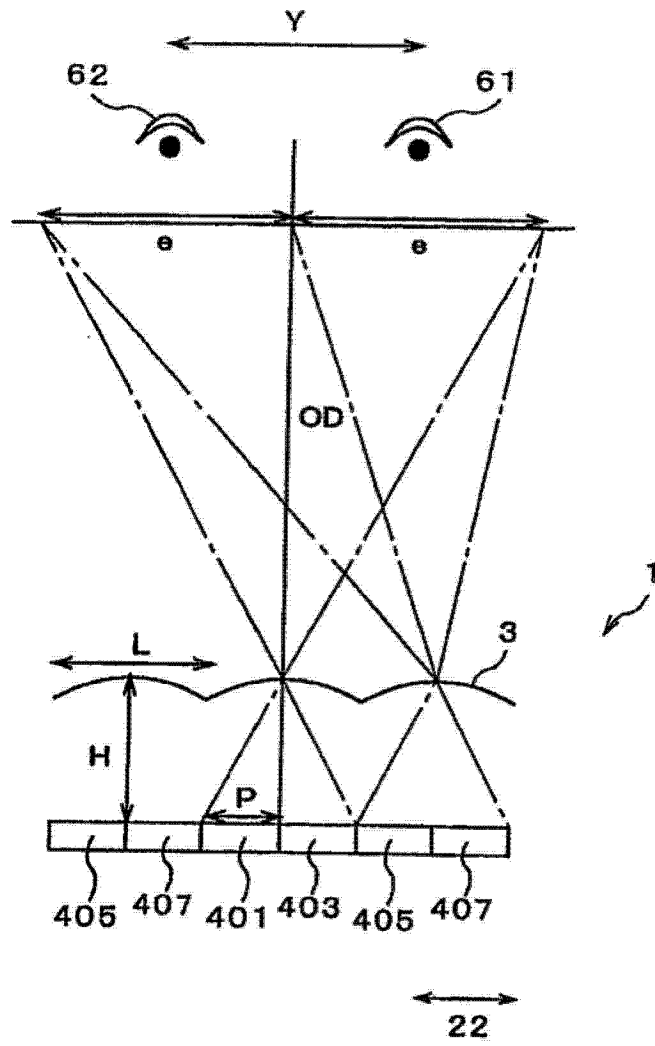


图 30

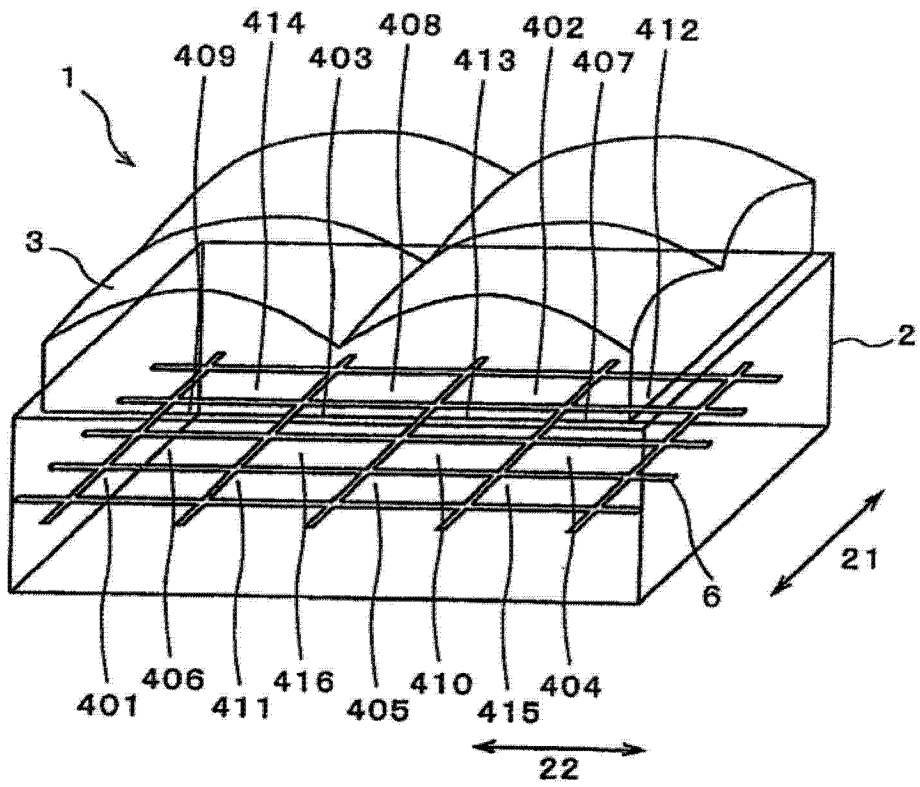


图 31

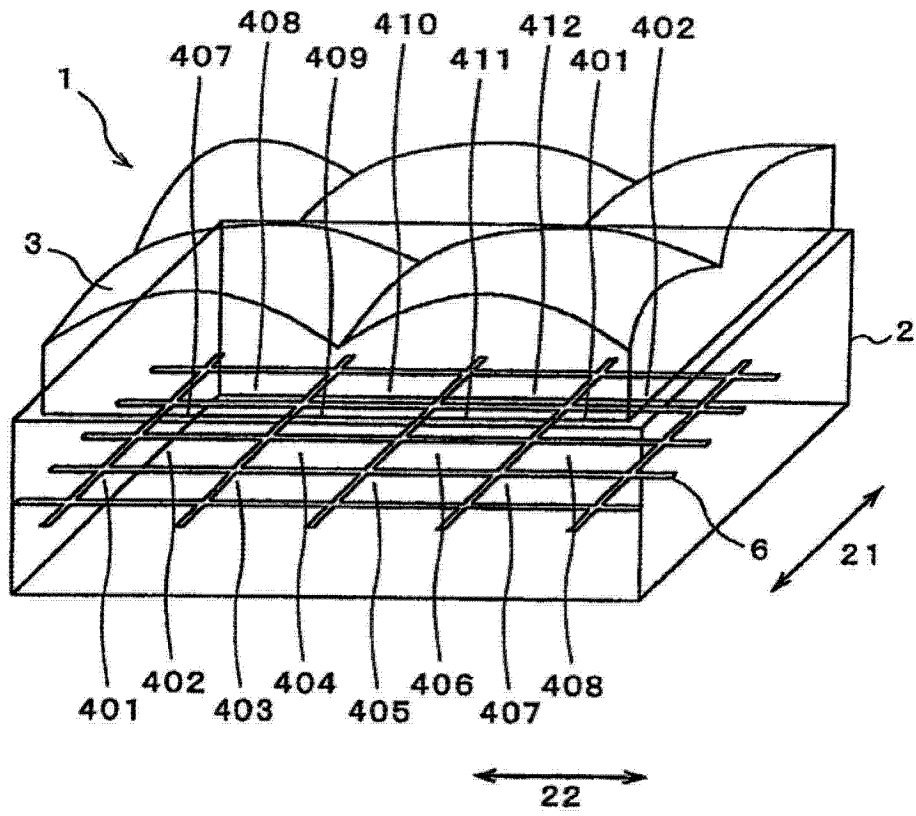


图 32

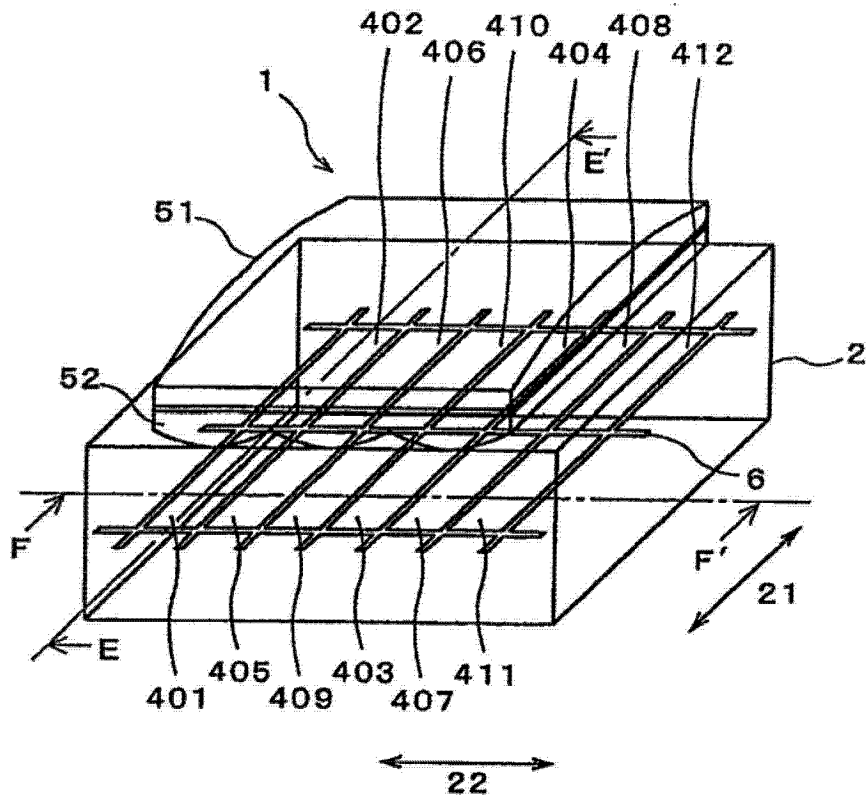


图 33

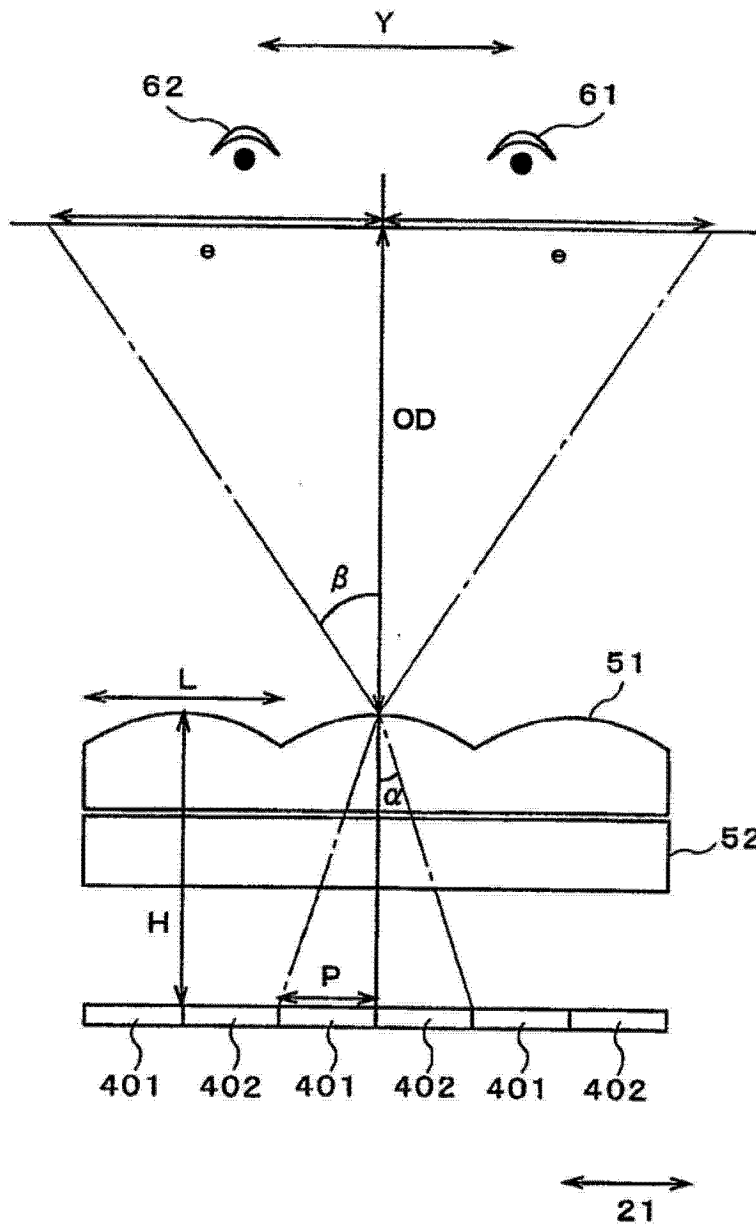


图 34

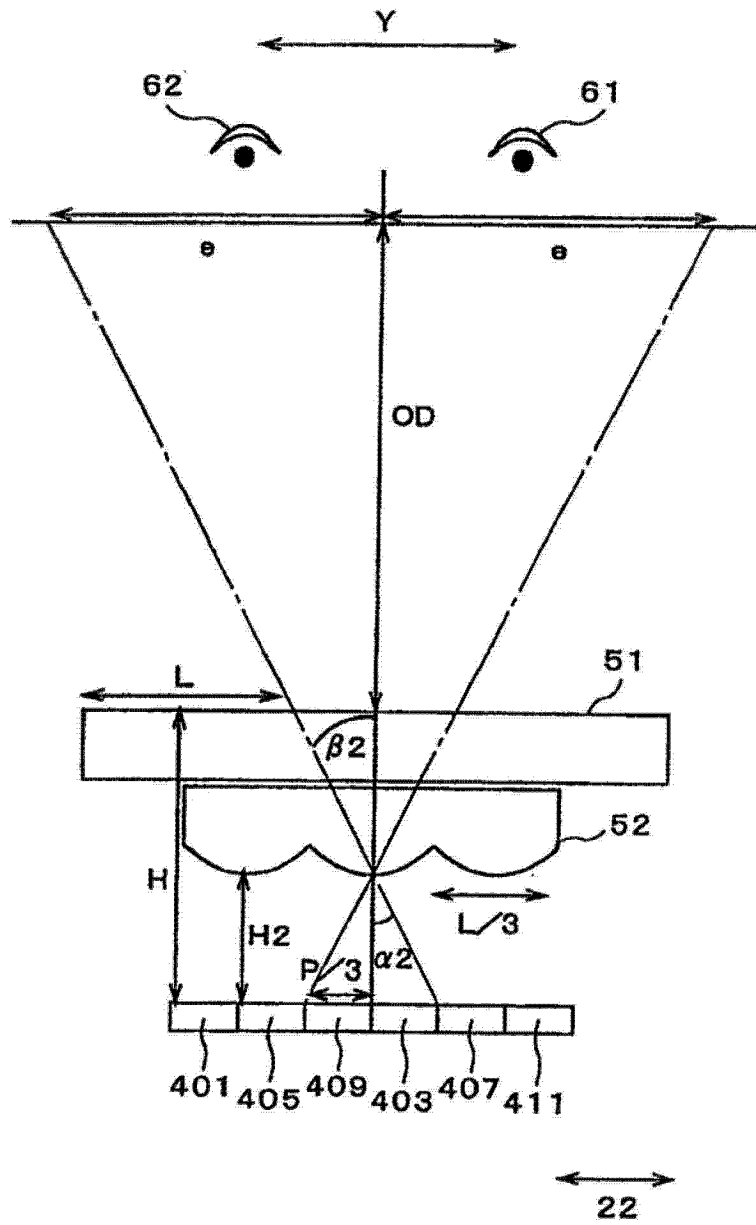


图 35

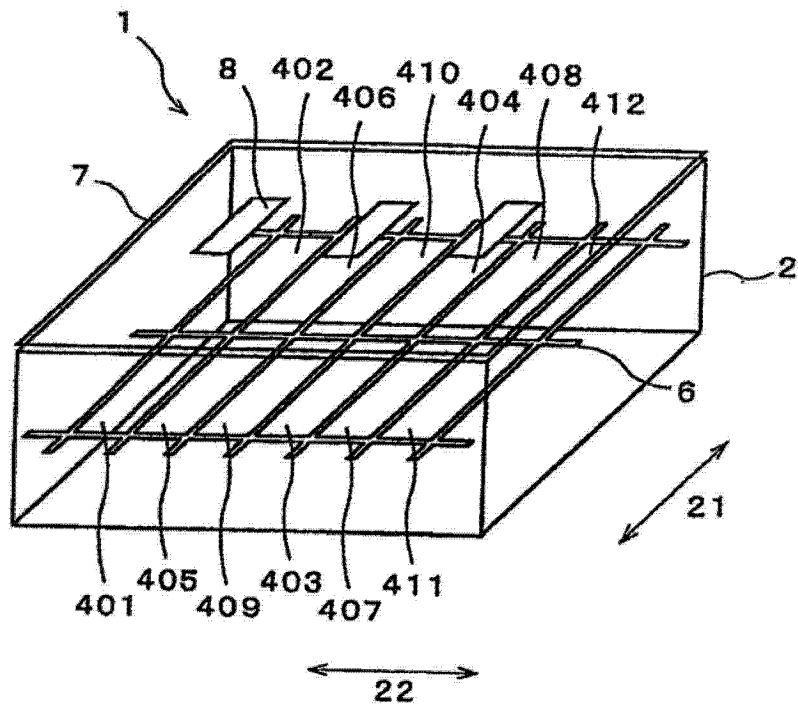


图 36