



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101859028 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 26

(21) 申请号 201010158573. 9

US 20080266387 A1, 2008. 10. 30, 全文.

(22) 申请日 2010. 04. 07

CN 101331776 A, 2008. 12. 24, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 刘汉承

097371/09 2009. 04. 13 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 坂本祥 高桥贤一 石冈宏治

秋田正义

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 彭久云

(51) Int. Cl.

G02B 27/22 (2006. 01)

H04N 13/00 (2006. 01)

G02F 1/29 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101218833 A, 2008. 07. 09, 全文.

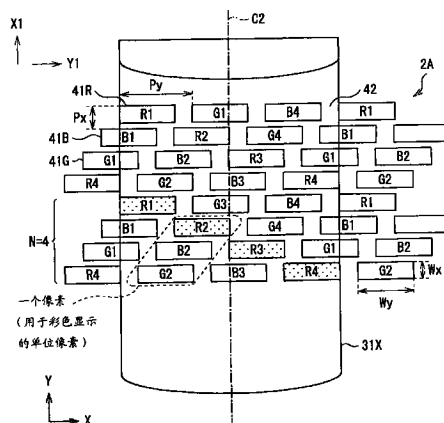
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 20 页

(54) 发明名称

立体显示器

(57) 摘要

本发明提供一种立体显示器, 包括: 显示面板, 构造为在两个或多个布置状态的任一个中显示图像, 该两个或多个布置状态包括彼此可转换的第一布置状态和第二布置状态; 以及透镜阵列装置, 布置为面对显示面板的显示表面。透镜阵列装置在一方向上产生透镜效果, 效果的该方向在第一布置状态和第二布置状态之间变化。显示面板包括多个子像素的阵列, 并且用作单位像素的子像素的结合在第一布置状态和第二布置状态之间变化。



1. 一种立体显示器,包括:

显示面板,构造为在可彼此转换的第一布置状态和第二布置状态中显示图像,所述第二布置状态定义为这样的状态:所述显示面板的布置方向在平行于所述显示面板的显示表面的平面中从所述显示面板在所述第一布置状态中的布置方向旋转 90° ;以及

透镜阵列装置,布置为面对所述显示面板的显示表面,并且包括多个柱面透镜,所述多个柱面透镜被构造为沿着根据所述显示面板的所述布置状态的方向平行布置,

其中当所述显示面板为所述第一布置状态时,所述多个柱面透镜沿着水平方向平行布置,使得所述柱面透镜的轴在平行于所述显示表面的平面中从垂直方向倾斜,并且当所述显示面板为所述第二布置状态时,所述多个柱面透镜沿着所述水平方向平行布置,使得所述柱面透镜的所述轴在平行于所述显示表面的平面中导向到垂直方向,并且

所述显示面板具有多个子像素二维地布置的像素构造,所述多个子像素的每个对应于彩色显示所需的多个颜色的每个,并且结合用于构造彩色显示的单位像素的每个子像素的位置在所述第一布置状态和所述第二布置状态之间改变,

其中所述透镜阵列装置是具有液晶层的可变液晶透镜阵列,所述可变液晶透镜阵列被构造为选择性地产生相当于所述多个柱面透镜的效果的柱面透镜效果,通过电改变所述液晶层中的折射系数分布而允许所述柱面透镜效果产生在两个不同方向的任一个方向上。

2. 根据权利要求1所述的立体显示器,其中

当所述显示面板为所述第一布置状态时,所述多个颜色的所述子像素沿着垂直线周期地布置,并且当所述显示面板为所述第二布置状态时,所述多个颜色的所述子像素沿着水平线周期地布置,而第一水平线上的一颜色的子像素和相邻于所述第一水平线的第二水平线上的相同颜色的子像素布置为在所述水平方向上没有间隔,而且

当所述显示面板为所述第二布置状态时,布置在相应不同水平线上的不同颜色的子像素的结合用作彩色显示的所述单位像素,并且当所述显示面板为所述第一布置状态时,布置在相应不同垂直线上的不同颜色的子像素的结合用作彩色显示的所述单位像素。

3. 根据权利要求2所述的立体显示器,其中

所述显示面板中的所述子像素具有矩形形状,

当所述显示面板为所述第一布置状态时,所述子像素的纵向方向与所述垂直方向一致,并且当所述显示面板为所述第二布置状态时,所述子像素的较短方向与所述垂直方向一致,

所述纵向方向上的像素宽度 W_y 满足下面的关系式:

$$W_y = P_y (1 - 1/N), \text{ 并且}$$

角度 θ 满足下面的表达式:

$$\theta = \tan^{-1}(P_x/P_y (1 + 1/N)),$$

其中 P_x 和 P_y 分别表示所述子像素的所述较短方向和所述纵向方向上的像素节距,

W_y 表示所述子像素在所述纵向方向上的像素宽度,

θ 表示在所述第一布置状态下所述柱面透镜的所述轴相对于所述显示面板的所述垂直方向的倾斜角,并且

N 表示在所述第二布置状态下子像素在所述垂直方向上的数量,所述子像素构造三维像素作为立体图像的单位像素。

4. 根据权利要求 1 所述的立体显示器, 其中

当所述显示面板为所述第二布置状态时, 构造彩色显示的所述单位像素的不同颜色的子像素的结合布置为形成三角形布置, 并且

当所述显示面板为所述第一布置状态时, 布置在相应不同垂直线上的不同颜色的子像素的结合用作彩色显示的所述单位像素。

5. 根据权利要求 4 所述的立体显示器, 其中

所述显示面板中的所述子像素具有四方形形状, 并且

角度 θ 满足下面的表达式:

$$\theta = \tan^{-1}(W_x / (2P_y + W_y / 2)),$$

其中 θ 表示在所述第一布置状态下所述柱面透镜的所述轴相对于所述显示面板的所述垂直方向的倾斜角,

P_y 表示所述子像素在垂直方向上的像素节距, 并且

W_x 和 W_y 分别表示在所述第一布置状态下所述子像素在水平方向和垂直方向上的像素宽度。

立体显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过双凸透镜系统 (lenticular system) 实现立体视觉的立体显示器。

背景技术

[0002] 在现有技术中, 允许用裸眼而不佩戴专用眼镜实现立体视觉的立体显示系统之一被称为采用双凸透镜 (lenticular lens) 的双凸透镜系统。如图 12 所示, 双凸透镜为柱面透镜阵列 302, 其中仅在一维方向上具有折射能力的被称为柱面透镜 303 的大量半柱状透镜布置在一维方向上。双凸透镜系统的构造为: 柱面透镜阵列 302 布置为面对由二维显示构造的显示面板 301 的显示表面。每个柱面透镜 303 都布置为延伸在显示面板 301 的显示表面的纵向方向上, 并且具有在横向方向上的折射能力。多个显示像素规律地二维布置在显示面板 301 的显示表面上。在双凸透镜系统中, 两个或多个像素布置在一个柱面透镜 303 的后表面上, 并且来自像素的光线通过透镜的折射能力发射在不同的水平方向上以满足双眼视差, 由此立体视觉是可实现的。在透镜的后表面上布置的像素的数量为 3 或更多的情况下, 获得运动视差, 并且当像素的数量增加时, 容许精确地再现从真实三维物体发射的光线。

[0003] 在图 12 所示的示例中, 显示面板 301 的显示表面上的两个相邻像素行 301R 和 301L 分配到每个柱面透镜 303, 并且右视差图像显示在一个像素行 301R 上, 而左视差图像显示在另一个像素行 301L 上。显示的视差图像分别通过每个柱面透镜 303 分布到右光程 402 和左光程 403。因此, 当观看者 400 在预定的方向上从预定的位置观看立体显示时, 右视差图像和左视差图像分别适当地到达观看者 400 的右眼 401R 和左眼 401L, 由此观看者 400 感觉到立体图像。

[0004] 而且, 在多观看系统的情况下, 在对应于三个或更多视点的位置和方向上获取的多个视差图像在柱面透镜 303 的横向方向上以透镜节距等分, 然后被分配而被显示。因此, 三个或更多个视差图像由柱面透镜阵列 302 以连续不同的角范围发射以形成图像。在此情况下, 通过改变观看者 400 的视点的位置和方向感知多个不同的视差图像。对应于视点的不同视差图像的数量增加的越多, 可获得的三维外观越逼真。

[0005] 作为柱面透镜阵列 302, 例如, 可应用形状和透镜效果固定的树脂模制透镜阵列, 但是在此情况下, 固定了透镜效果, 从而该显示器仅用于三维显示。而且, 作为柱面透镜阵列 302, 例如, 可应用由液晶透镜构造的可变透镜阵列。由液晶透镜构造的可变透镜阵列在产生透镜效果的状态和不产生透镜效果的状态之间可电转换, 从而在两种显示模式之间转换, 就是说, 通过结合可变透镜阵列和二维显示, 允许实施二维显示模式和三维显示模式。更具体地, 在二维显示模式中, 该透镜阵列变成不产生透镜效果的状态 (透镜阵列不具有折射能力的状态), 并且来自二维显示的显示图像的光原样通过透镜阵列。在三维显示模式中, 透镜阵列转换成产生透镜效果的状态, 并且来自二维显示的显示图像的光偏向在多个视角方向上以实现立体视觉。

[0006] 图 13A、13B、14 和 15 图解了由液晶透镜构造的可变透镜阵列的示例。如图 13A 和 13B 所示,透镜阵列包括由例如玻璃材料制作的第一透明基板 101 和第二透明基板 102,以及夹设在第一基板 101 和第二基板 102 之间的液晶层 103。第一基板 101 和第二基板 102 布置为以其间的距离 d 彼此面对。

[0007] 如图 14 和 15 所示,由诸如 ITO 膜的透明导电膜构造的第一透明电极 111 均匀地形成在第一基板 101 面对第二基板 102 的侧的基本整个表面上。而且,如图 14 和 15 所示,由诸如 ITO 膜的透明导电膜构造的第二透明电极 112 部分地形成在第二基板 102 面对第一基板 101 的侧上。如图 15 所示,第二透明电极 112 具有例如电极宽度 L ,并且延伸在纵向上。在产生透镜效果时,多个第二透明电极 112 以对应于透镜节距 p 的间隔平行布置。两个相邻第二透明电极 112 之间的空间是具有宽度 A 的开口。另外,在图 15 中,为了描述第二电极 112 的布置,图解了可变透镜阵列被倒置的状态,就是说,第一基板 101 定位在上侧,而第二基板 102 定位在下侧。

[0008] 另外,配向膜(未示出)形成在第一透明电极 111 和液晶层 103 之间。而且,配向膜以相同的方式形成在第二透明电极 112 和液晶层 103 之间。在液晶层 103 中,均匀地分布折射系数各向异性的液晶分子 104。

[0009] 如图 13A 所示,在透镜阵列中,在施加电压为 0V 的常态中,液晶分子 104 一致地取向在由配向膜确定的预定方向上。因此,透射光线的波阵面 201 是平面波,并且透镜阵列变成无透镜效果的状态。另一方面,在透镜阵列中,如图 14 和 15 所示,第二透明电极 112 在其间布置有宽度为 A 的开口,从而在图 14 所示的状态下施加预定的驱动电压时,偏置了液晶层 103 中的电场分布。更具体地,产生这样的电场,其电场强度根据与形成第二透明电极 112 的区域相对应的部分中的驱动电压而增加,并且随着到具有宽度 A 的开口的中心部分的距离的减少而逐渐降低。因此,如图 13B 所示,液晶分子 104 的取向根据电场强度分布而变化。因此,改变了透射光线的波阵面 202,使得通过改变液晶层 103 中的折射系数分布而透镜阵列转换成产生透镜效果的状态。

发明内容

[0010] 在采用双凸透镜系统的立体显示器中,诸如液晶显示器的平板显示器常用作显示装置。在典型的平板显示器中,与图 16 所示的显示面板 301 的情况一样,R、G 和 B 颜色的子像素 41R、41G 和 41B 布置成垂直条。换言之,颜色的子像素 41R、41G 和 41B 布置为使得相同颜色的子像素布置在纵向方向上,而不同颜色的子像素周期地布置在横向方向上。在图 16 中,图解了具有这样的像素构造的显示面板 301 和柱面透镜阵列 302 的最简单结合,并且柱面透镜 303 的柱面轴(中心轴)平行于显示面板 301 的纵向方向结合和布置。另外,在图 16 中,X、Y 和 Z 表示其中布置立体显示器的空间中的坐标轴。X1 和 Y1 表示显示面板 301 上的坐标轴。在图 16 中,构造空间中的 X 轴方向(横向方向)与显示面板 301 上的第一坐标轴方向(X1 轴方向)一致,并且构造空间中的 Y 轴方向(纵向方向)与显示面板 301 上的第二坐标轴方向(Y1 轴方向)一致。而且,在图 16 中, P_x 和 P_y 分别表示每个子像素 41R、41G 和 41B 的较短方向上的像素节距和纵向方向上的像素节距。在图 16 中,子像素 41R、41G 和 41B 的每一个都具有矩形形状,并且矩形形状的纵向方向与显示面板 301 上的 Y1 轴方向一致。

[0011] 在如图 16 所示的像素构造和柱面透镜阵列 302 的布置中,连续布置在水平方向上的三个子像素 41R、41G 和 41B 的结合用作彩色显示的单位像素(1 个像素)。在此情况下,子像素 41R、41G 和 41B 在一个像素中的水平位置彼此不同,从而颜色的子像素 41R、41G 和 41B 在柱面透镜 303 具有折射能力的水平方向上扩展。因此,存在这样的问题:光的颜色在水平方向上的位置之间的差异在该颜色到达观看者的眼睛时引起颜色不均匀的视觉。而且,遮光部分(黑矩阵)设置在子像素之间,从而不发光的部分被察觉为亮度不均匀。已知下面的三种方法作为这样问题的解决方案。

[0012] (1) 散焦,如 Makoto Okui、Masaki Kobayashi Jun Arai 和 Fumio Okano 发表的 " Moire fringe reduction by optical filters in integral three-dimensional imaging on a color flat-panel display ", APPLIED OPTICS, Vol. 44, No. 21, 2005, p4475-4483 中所述,

[0013] (2) 采用散射板,如 Makoto Okui、Masaki Kobayashi Jun Arai 和 Fumio Okano 发表的 " Moire fringe reduction by optical filters in integral three-dimensional imaging on a color flat-panel display ", APPLIED OPTICS, Vol. 44, No. 21, 2005, p4475-4483 中所述,

[0014] (3) 采用斜双凸透镜系统,如日本未审查专利申请公开 No. 2005-309374 中所述。

[0015] 方法(1)是其中柱面透镜阵列 302 的折射能力或光学距离改变以引起散焦的方法,由此混合了来自各颜色的子像素的颜色,以防止颜色不均匀和亮度不均匀。方法(2)是其中在显示面板 301 和柱面透镜阵列 302 之间布置散射板以减少颜色不均匀和亮度不均匀的方法。然而,在方法(1)和(2)中,通过散焦或散射光而破坏了被显示图像的清晰度,并且这样的被显示图像清晰度上的破坏会引起立体效果的降低。

[0016] 在方法(3)中,如图 18 所示,二维地利用构造彩色显示的单位像素的多个子像素 41R、41G 和 41B,并且每个单位像素都由倾斜方向上的子像素 41R、41G 和 41B 的结合而构造。而且,柱面透镜 303 沿着子像素结合的角度倾斜地布置。在图 18 中,在平行于显示面板 301 的显示表面的平面中,柱面透镜 303 的柱面轴(中心轴)C1 从构造空间中的 Y 轴方向(其与图 18 的布置中显示面板 301 的 Y1 轴方向一致)以角度 θ 倾斜。另外,在图 18 中,被分配相同数量的相邻子像素 41R、41G 和 41B (R_i 、 G_i 和 B_i , $i = 1, 2, 3, \dots$) 的结合形成彩色显示的单位像素。例如,在倾斜方向上彼此相邻的子像素 (R_2 、 G_2 和 B_2) 的结合形成了单位像素。在该方法中,构造 1 个像素的子像素 41R、41G 和 41B 布置在沿着柱面透镜 303 不具有折射能力的柱面轴 C1 的方向上,从而不发生颜色不均匀。而且,在柱面透镜 303 没有折射能力的方向上混合颜色,从而遮光部分 42 中的亮度变化太小而不被察觉,由此基本上消除了亮度不均匀。

[0017] 在典型的静止显示的情况下,一贯地固定屏幕的纵向方向和横向方向上的显示状态。例如,在屏幕横向取向的静止显示的情况下,显示状态一贯地固定到如图 16 所示的横向取向状态。然而,例如,在诸如近来的移动电话的移动装置中,已经开发了这样的显示器:其中显示部分的屏幕的显示状态可在纵向取向状态(在屏幕的高宽比中屏幕的高度较长的状态)和横向取向状态(在屏幕的高宽比中屏幕的宽度较长的状态)之间转换。例如,通过在平行于显示表面的平面中单独地旋转整个装置或者显示屏幕 90° 并且也旋转被显示图像 90° ,纵向取向显示状态和横向取向显示状态之间的如此转换是可实现的。现在,要

考虑的是在允许在纵向取向状态和横向取向状态之间转换的装置中执行三维显示。

[0018] 图 17 图解了立体显示器在第二布置状态下被构造的示例,该第二布置状态是显示面板 301 的布置方向在平行于显示表面的平面中从图 16 中的第一布置状态中的显示面板 301 的布置方向旋转 90° 的状态。在此情况下,显示面板 301 上的第二坐标轴方向(Y1 轴方向)与构造空间中的 X 轴方向(横向方向)一致,而显示面板 301 上的第一坐标轴方向(X1 轴方向)与构造空间中的 Y 轴方向(纵向方向)一致。因此,R、G 和 B 颜色的子像素 41R、41G 和 41B 布置成水平条。换言之,作为颜色的子像素 41R、41G 和 41B 的布置,同色的子像素布置在横向方向上,而不同颜色的子像素周期地布置在纵向方向上。在图 17 中,图解了具有这样的像素构造的显示面板 301 和柱面透镜阵列 302X 的最简单结合。显示面板 301 和柱面透镜阵列 302X 的结合布置为使得每个柱面透镜 303X 的柱面轴平行于显示面板 301 上的 X1 轴方向(其与图 17 中的布置的构造空间中的 Y 轴方向一致)。

[0019] 在如图 17 所示的水平条布置的情况下,在构造空间中的纵向方向(Y 轴方向)上连续布置的 R、G 和 B 颜色的三个子像素 41R、41G 和 41B 的结合用作彩色显示的单位像素(1 个像素)。在此情况下,1 个像素中的颜色的子像素 41R、41G 和 41B 的布置方向垂直于柱面透镜 303X 具有折射能力的方向,从而不产生颜色不均匀。然而,还是在此情况下,存在像素间的遮光部分 42,从而尚有亮度不均匀。

[0020] 在水平条布置中,如图 19 所示,采用斜双凸透镜系统以消除亮度不均匀性。在图 19 中,柱面透镜 303X 的柱面轴(中心轴)C2 以角度 θ 在平行于显示面板 301 的显示表面的平面中从构造空间中的 Y 轴方向(其与在图 19 的布置中的显示面板 301 上的 X1 轴方向一致)倾斜。当采用斜双凸透镜系统以消除亮度不均匀性时,在水平条布置的情况下,水平方向上的子像素节距大于垂直条布置情况中的子像素节距。换言之,当较短方向上的像素节距为 P_x ,并且纵向方向上的像素节距为 P_y ($P_y > P_x$) 时,在垂直条布置的情况下,水平方向上的子像素节距为 P_x ,但是在水平条布置的情况下,水平方向上的子像素节距为 P_y 。因此,增加了柱面透镜 303X 的倾斜角 θ ,因此难以分离水平方向上的视差图像。另外,在图 19 中,被分配相同数量的相邻子像素 41R、41G 和 41B (R_i 、 G_i 和 B_i , $i = 1, 2, 3, \dots$) 的结合形成彩色显示的单位像素。例如,在倾斜方向上彼此相邻的子像素 (R_2 、 G_2 和 B_2) 的结合形成单位像素。

[0021] 在图 19 中的构造示例中,构造 1 个像素的子像素 41R、41G 和 41B 以 1 行和 1 列的间隔布置。柱面透镜 303X 此时的倾斜角 θ 通过 $\theta = \tan^{-1}(P_y/P_x)$ 获得。在典型的显示面板中,1 个像素的高宽比为 1 : 1,从而建立了 $P_y = 3P_x$ 。因此,图 19 中的柱面透镜 303X 的倾斜角 θ 为 71.6° 。在此情况下,垂直方向(Y 方向)上的折射能力大于水平方向(X 方向)上的折射能力,从而垂直方向上的视差图像的分离程度大于水平方向。在立体视觉中,水平方向上的视差是重要的,因此需要倾斜角 θ 为 45° 或更小。因此,如图 20 中的构造示例所示,考虑通过增加构造 1 个像素的子像素 41R、41G 和 41B 之间在垂直方向上的距离而减小柱面透镜 303X 的倾斜角 θ 的方法。

[0022] 在图 20 中的构造示例中,构造 1 个像素的子像素 41R、41G 和 41B 以 4 行和 1 列的间隔布置。因此,柱面透镜 303X 的倾斜角 θ 通过 $\theta = \tan^{-1}(P_y/4P_x)$ 获得。在此情况下,倾斜角 θ 因 $P_y = 3P_x$ 而为 36.9° ,并且增加了视差图像在水平方向上的分离程度。然而,在此情况下,增加了子像素 41R、41G 和 41B 之间的距离,由此难以察觉子像素 41R、41G 和

41B 为 1 个像素,因此可能会察觉到与推想将被显示的图像不同的图像。

[0023] 因此,考虑到在垂直条布置和水平条布置作为像素构造二者的情况下,难以在不破坏立体图像的立体效果的前提下消除颜色不均匀和亮度不均匀。换言之,在采用双凸透镜系统的立体显示器中,产生下面的问题。作为第一个问题,在垂直条布置的情况下产生颜色不均匀和亮度不均匀。该第一个问题通过采用斜双凸透镜系统得到解决。作为第二个问题,在水平条布置的情况下,不适合采用斜双凸透镜系统,从而难以消除亮度不均匀。

[0024] 在现有技术中的双凸透镜系统用于实现容许在纵向取向状态和横向取向状态之间转换的立体图像显示的情况下,难以实现在显示为纵向取向和横向取向二者的情况下都不发生颜色不均匀和亮度不均匀的装置。

[0025] 另一方面,在立体显示中,为了消除颜色不均匀和亮度不均匀或者在水平方向上靠近地布置像素的目的,未必最期望采用用于通常的二维显示的显示面板。例如,使用如日本未审查专利申请公开 No. 2005-316372 中所描述的具有图 21 所示的特定像素构造的显示面板被认为是有效的。在图 21 所示的像素构造中,在水平方向上没有间隔地布置在第一水平线上的多个颜色的每个的子像素和相邻于第一水平线的第二水平线上的相同颜色的子像素。

[0026] 当采用图 21 所示的像素构造的显示面板时,获得与图 18 所示的斜双凸透镜系统相同的效果而不用倾斜地布置柱面透镜阵列 302 来消除颜色不均匀和亮度不均匀。然而,即使采用这样的显示面板,但在显示器旋转 90° 的情况下,遮光部分 42 仍连续地出现在垂直方向上,由此导致亮度不均匀。只要在显示面板中存在遮光部分 42,则在显示器纵向取向和横向取向的两种情况下就难以实现其中每个颜色的子像素连续布置的像素构造。而且,在显示器从图 21 所示的布置状态旋转 90° 的情况下,增加了水平方向的像素节距,从而难以在水平方向上靠近地布置像素。因此,斜双凸透镜系统不适合于布置状态,并且难以消除亮度不均匀。

[0027] 期望提供这样的立体显示器,其在布置方向彼此相差 90° 的第一布置状态和第二布置状态二者中允许实现具有较小的颜色不均匀和较小的亮度不均匀的优良的立体视觉。

[0028] 根据本发明的实施例,所提供的立体显示器包括:显示面板,构造为在彼此可转换的第一布置状态和第二布置状态中显示图像,该第二布置状态定义为其中显示面板的布置状态在平行于显示面板的显示表面的平面中从显示面板在第一布置中的布置方向旋转 90° 的状态;以及透镜阵列装置,布置为面对显示面板的显示表面,并且包括多个柱面透镜,该多个柱面透镜被构造为沿着根据显示面板的布置状态的方向平行布置。当显示面板为第一布置状态时,多个柱面透镜沿着水平方向平行布置,使得柱面透镜的轴在平行于显示表面的平面中从垂直方向倾斜,并且当显示面板为第二布置状态时,多个柱面透镜沿着水平方向平行布置,使得柱面透镜的轴导向到平行于显示表面的平面中的垂直方向。而且,显示面板具有多个子像素二维布置的像素构造,该多个子像素的每一个都对应于彩色显示所需的多个颜色的每一个,并且作为结合用于构造彩色显示的单位像素的每个子像素的位置在第一布置状态和第二布置状态之间改变。

[0029] 在根据本发明实施例的立体显示器中,在显示面板中,通过任意改变到显示面板的布置方向彼此相差 90° 的两种布置状态之一而显示二维图像。当显示面板为第一布置状态时,多个柱面透镜平行布置,使得柱面透镜的轴在平行于显示表面的平面中从垂直方向

倾斜。当显示面板为第二布置状态时,多个柱面透镜在平行于显示表面的平面中沿着水平方向平行布置。而且,用作彩色显示的单位像素的子像素的结合的位置在第一布置状态和第二布置状态之间改变。

[0030] 在根据本发明实施例的立体显示器中,作为透镜阵列装置,例如,具有液晶层的可变液晶透镜阵列是可适用的,该液晶层被构造为选择性地产生如同多个柱面透镜的效果的柱面透镜效果,通过电改变液晶层中的折射系数分布而允许该柱面透镜效果产生在两个不同方向的任何一个方向上。

[0031] 在根据本发明实施例的立体显示器中,柱面透镜的布置方向和用作彩色显示的单位像素的子像素的结合根据显示面板的布置状态而优化,从而可实现优良的立体视觉。换言之,在显示面板的布置方向彼此相差 90° 的第一布置状态和第二布置状态二者中,可实现具有较小的颜色不均匀和较小的亮度不均匀的优良的立体视觉。

[0032] 通过下面的描述,本发明的其它和进一步的目标、特征和优点将更加明显易懂。

附图说明

[0033] 图 1 是图解根据本发明第一实施例的立体显示器中第二布置状态中的像素布置和柱面透镜布置之间关系的示意图。

[0034] 图 2 是图解根据本发明第一实施例的立体显示器中第一布置状态中的像素布置和柱面透镜布置之间关系的示意图。

[0035] 图 3 是图解根据本发明第一实施例的立体显示器的构造示例的截面图。

[0036] 图 4 是图解根据本发明第一实施例的立体显示器的透镜阵列装置的电极部分的构造示例的透视图。

[0037] 图 5 是图解根据本发明第一实施例的透镜阵列装置中电压施加状态和所产生的透镜效果之间的对应关系的示意图。

[0038] 图 6(A) 到 (C) 是光学等效地图解在根据本发明第一实施例的透镜阵列装置中通过采用柱面透镜转换透镜效果的状态的示意图。

[0039] 图 7(A) 到 (D) 是图解根据本发明第一实施例的立体显示器中显示状态之间的转换示例的示意图。

[0040] 图 8(A) 到 (C) 是图解根据本发明第一实施例的透镜阵列装置中电极构造示例和所产生的透镜效果之间的对应关系的示意图。

[0041] 图 9(A) 到 (C) 是图解根据本发明第一实施例的透镜阵列装置中电极构造的另一个示例和所产生的透镜效果之间的对应关系的示意图。

[0042] 图 10 是图解根据本发明第二实施例的立体显示器中第二布置状态中的像素布置和柱面透镜布置之间关系的示意图。

[0043] 图 11 是图解根据本发明第二实施例的立体显示器中第一布置状态中的像素布置和柱面透镜布置之间关系的示意图。

[0044] 图 12 是通过双凸透镜系统图解立体显示器的概念的示意图。

[0045] 图 13A 和 13B 是分别图解在无透镜效果的状态中和产生透镜效果的状态中由液晶透镜构造的可变透镜阵列的构造示例的截面图。

[0046] 图 14 是图 13A 和 13B 所示的液晶透镜中电极部分的构造示例的截面图。

[0047] 图 15 是图解图 13A 和 13B 所示的液晶透镜中电极部分的构造示例的透视图。

[0048] 图 16 是通过双凸透镜系统图解立体显示器中第一布置示例的示意图。

[0049] 图 17 是通过双凸透镜系统图解立体显示器中第二布置示例的示意图。

[0050] 图 18 是图解在垂直条像素布置的情况中倾斜布置柱面透镜的状态下,现有技术中减少亮度不均匀和颜色不均匀的技术示例的示意图。

[0051] 图 19 是在水平条像素布置的情况中倾斜布置柱面透镜的状态下,现有技术中减少亮度不均匀和颜色不均匀的技术示例的示意图。

[0052] 图 20 是图解其中柱面透镜倾斜布置以使倾斜角小于图 19 中的布置的状态的示意图。

[0053] 图 21 是图解在为立体显示器适当布置像素的状态下,现有技术中减少亮度不均匀和颜色不均匀的技术示例的示意图。

具体实施方式

[0054] 下面,将参考附图详细描述优选实施例。

[0055] 第一实施例

[0056] 立体显示器的总体构造

[0057] 图 3 图解了根据本发明第一实施例的立体显示器的构造示例。根据该实施例的立体显示器包括显示面板 2 和透镜阵列装置 1,显示面板 2 允许显示二维图像,透镜阵列装置 1 总体上布置为面对显示面板 2 的显示表面 2A。立体显示器允许通过改变显示面板 2 到两种布置状态即第一布置状态和第二布置状态之一而实现立体显示。第二布置状态是显示面板 2 的布置方向在平行于显示表面 2A 的平面中从显示面板 2 在第一布置状态中的布置方向旋转 90° 的状态。而且,立体显示在两种显示模式即二维显示模式和三维显示模式之间可转换。

[0058] 另外,在该实施例中,X、Y 和 Z 表示其中布置立体显示器的空间的坐标轴,并且 X1 和 Y1 表示显示面板 2 上(显示表面 2A 上)的坐标轴。除非另有注明,否则“横向方向”或者“水平方向”是指在构造空间中平行于 X 轴方向的方向,并且“纵向方向”或者“垂直方向”是指构造空间中平行于 Y 轴方向的方向。而且,在该立体显示器中,在视差图像在构造空间中的 X 轴方向上分开并且观看者的双眼位于构造空间中的 X 轴方向上的情况下,可实现立体视觉。

[0059] 而且,在该实施例中,“第一布置状态”是指构造空间中的 X 轴方向与显示面板 2 上的第一坐标轴方向(X1 轴方向)一致,并且构造空间中的 Y 轴方向与显示面板 2 上的第二坐标轴方向(Y1 轴方向)一致。该状态对应于图 16 所示的现有技术的布置状态。此外,“第二布置状态”是指这样的状态,构造空间中的 X 轴方向与显示面板 2 上的第二坐标轴方向(Y1 轴方向)一致,并且构造空间中的 Y 轴方向与显示面板 2 上的第一坐标轴方向(X1 轴方向)一致。该状态对应于图 17 所示的现有技术的布置状态。

[0060] 显示面板 2 由例如液晶显示器或有机 EL(电致发光)显示器构造。显示面板 2 在实现二维显示的情况下根据二维图像数据显示图片,并且显示面板 2 在实现三维显示的情况下根据三维图像数据显示图片。另外,三维图像数据是包括多个视差图像的数据,该多个视差图像对应于三维显示中的多个视角方向。例如,在实现双眼三维显示的情况下,三维图

像数据是包括用于右眼显示和左眼显示的视差图像的数据。

[0061] 透镜阵列装置 1 是利用如将稍后描述的液晶透镜系统的可变透镜阵列,并且允许电控制透镜效果的开/关状态。透镜阵列装置 1 通过响应显示模式控制透镜效果而选择性地改变来自显示面板 2 的光线的透射状态。而且,透镜阵列装置 1 具有如稍后所描述的被构造为选择性地产生柱面透镜效果的液晶层,该柱面透镜效果允许通过电改变液晶层中的折射系数分布而在两个不同方向的任何一个上产生。

[0062] 另外,稍后将参考图 1 和 2 详细地描述显示面板 2 的优选像素构造和透镜阵列装置 1 的柱面透镜的优选布置方向。

[0063] 透镜阵列装置 1 的总体构造

[0064] 为了描述透镜阵列装置 1 的基本构造和效果,首先,作为示例,将描述这样的情况:产生透镜效果的方向(柱面透镜的布置方向)在彼此相差 90° 的纵向方向和横向方向之间转换。

[0065] 如图 3 所示,透镜阵列装置 1 包括:第一基板 10 和第二基板 20,以其间的距离 d 彼此面对;以及布置在第一基板 10 和第二基板 20 之间的液晶层 3。第一基板 10 和第二基板 20 是透明基板,例如,由玻璃材料或树脂材料制作。在第一基板 10 面对第二基板 20 的侧上形成第一电极组 14,延伸在第一方向上的多个透明电极在第一电极组 14 中以宽度方向上的间隔平行布置。配向膜 13 形成在第一基板 10 上,其间具有第一电极组 14。在第二基板 20 面对第一基板 10 的侧上形成第二电极组 24,在第二电极组 24 中延伸在与第一方向不同的第二方向上的多个透明电极以宽度方向上的间隔平行布置。配向膜 23 形成在第二基板 20 上,其间具有第二电极组 24。

[0066] 液晶层 3 包括液晶分子 5,通过响应于施加给第一电极组 14 和第二电极组 24 的电压改变液晶分子 5 的配向方向而控制透镜效果。液晶分子 5 具有折射系数各向异性,并且具有例如折射率椭球构造,其在纵向方向和较短方向上关于透射光线具有不同的折射系数。液晶层 3 响应于施加给第一电极组 14 和第二电极组 24 的电压状态电改变成三个状态即无透镜效果的状态、第一透镜状态和第二透镜状态之一。第一透镜状态是产生延伸在第一方向上的第一柱面透镜的透镜效果的状态。第二透镜状态是产生延伸在第二方向上的第二柱面透镜的透镜效果的状态。另外,在透镜阵列装置 1 中,产生透镜效果的基本原理与图 13A 和 13B 所示的液晶透镜相同,除了透镜阵列装置 1 通过在两个不同方向之间转换透镜效果的方向而产生透镜效果之外。

[0067] 透镜阵列装置 1 的电极构造

[0068] 图 4 图解了透镜阵列装置 1 的电极构造的构造示例。在图 4 中,为了易于识别与图 15 所示的现有技术的电极构造的区别,图解了图 3 中的透镜阵列装置 1 倒置的状态,就是说,第一基板 10 设置在上侧,并且第二基板 20 设置在下侧。

[0069] 第一电极组 14 的构造为,其中作为多个透明电极,具有不同电极宽度的两种电极交替地平行布置。换言之,第一电极组 14 的构造包括交替平行布置的多个 X 方向第一电极(第一电极 11X)和多个 X 方向第二电极(第二电极 12X)。第一电极 11X 的每一个都具有第一宽度 L_y ,并且延伸在第一方向(X_1 轴方向)上。第二电极 12X 的每一个都具有大于第一宽度 L_y 的第二宽度 S_y ,并且延伸在第一方向上。多个第一电极 11X 以对应于产生透镜效果的第二柱面透镜 31X 的透镜节距 p 的间隔平行布置。第一电极 11X 和第二电极 12X 以间

隔 a 布置。

[0070] 第二电极组 24 也有这样的构造,其中作为多个透明电极,具有不同电极宽度的两种电极交替地平行布置。换言之,第二电极组 24 的构造为:包括交替平行布置的多个 Y 方向第一电极(第一电极 21Y)和多个 Y 方向第二电极(第二电极 22Y)。第一电极 21Y 的每一个都具有第一宽度 L_x ,并且延伸在第二方向(Y1 轴方向)上。第二电极 22Y 的每一个都具有大于第一宽度 L_x 的第二宽度 S_x ,并且延伸在第二方向上。多个第一电极 21Y 以对应于作为透镜效果产生的第一柱面透镜 31Y 的透镜节距 p 的间隔平行布置。第一电极 21Y 和第二电极 22Y 以间隔 a 布置。

[0071] 制造透镜阵列装置

[0072] 在制造透镜阵列装置 1 时,首先,例如,诸如 ITO 膜的透明导电膜以预定图案形成在由例如玻璃材料或树脂材料制造的第一基板 10 和第二基板 20 上,以分别形成第一电极组 14 和第二电极组 24。配向膜 13 和 23 通过摩擦法或者 SiO 的斜向蒸发法等形成,在摩擦法中用布在一个方向上摩擦诸如聚酰亚胺的聚合物化合物。因此,液晶分子 5 的长轴取向在一个方向上。为了保持第一基板 10 和第二基板 20 之间的距离 d 均匀,在配向膜 13 和 23 上印刷密封材料,在该密封材料中分散有由玻璃材料或树脂材料制作的隔离物 4。然后,第一基板 10 和第二基板 20 接合在一起,并且固化包括隔离物 4 的密封材料。其后,从密封材料的开口在第一基板 10 和第二基板 20 之间注入已知的液晶材料,如 TN 液晶或 STN 液晶,然后将密封材料的开口密封。然后,液晶组合物加热到其各向同性相,然后慢慢冷却以完成透镜阵列装置 1。另外,在该实施例中,液晶分子 5 的折射系数各向异性 Δn 越大,获得的透镜效果越大,从而液晶材料优选具有这样的组分。另一方面,在液晶组合物具有大的折射系数各向异性 Δn 的情况下,由于破坏了液晶组合物的物理特性而增加了粘度,所以会难以将液晶组合物注入在基板之间,或者液晶组合物会变成在低温下接近晶体形式的状态,或者可能增加内部电场而导致增加用于液晶要素的驱动电压。因此,液晶材料优选具有基于可制造性和透镜效果二者的组分。

[0073] 透镜阵列装置的控制操作

[0074] 接下来,参考图 5 和图 6,将在下面描述透镜阵列装置 1 的控制操作(透镜效果的控制操作)。图 5 图解了在具有电极的连接关系的透镜阵列装置 1 中电压施加状态和产生的透镜效果之间的对应关系。图 6 光学等效地示出了透镜阵列装置 1 中产生的透镜效果。

[0075] 在透镜阵列装置 1 中,液晶层 3 根据给第一电极组 14 和第二电极组 24 施加电压的状态电改变成三种状态即无透镜效果的状态、第一透镜状态和第二透镜状态之一。第一透镜状态是产生延伸在第二方向(Y1 轴方向)上的第一柱面透镜的透镜效果的状态。第二透镜状态是产生延伸在第一方向(X1 轴方向)上的第二柱面透镜的透镜效果的状态。

[0076] 在透镜阵列装置 1 中,在液晶层 3 变成无透镜效果状态的情况下,电压变成第一电极组 14 的多个透明电极和第二电极组 24 的多个透明电极具有相同电势(0V)的电压状态(图 5 中中间部分图解的状态)。在此情况下,液晶分子 5 以预定方向一致地取向,该预定方向通过与图 13A 所示的情况相同的原理由配向膜 13 和 23 确定,从而液晶层 3 变成无透镜效果的状态。

[0077] 而且,在液晶层 3 变成第一透镜状态的情况下,在对应于第二电极组 24 的第一电极 21Y 的部分中产生在液晶层 3 上下的透明电极之间的预定电势差,该电势差容许改变液

晶分子 5 的取向。例如,公用电压施加给第一电极组 14 的所有多个透明电极。此时,预定的驱动电压仅选择性施加给第二电极组 24 的多个透明电极的第一电极 21Y(参见图 5 的顶部中图解的状态)。在此情况下,液晶层 3 中的电场分布通过与图 13B 中图解的情况相同的原理被偏置。更具体地,产生这样的电场,在该电场中电场强度根据对应于形成第一电极 21Y 的区域的部分上的驱动电压而增加,并且随着距第一电极 21Y 距离的增加而逐渐减少。换言之,电场分布改变为在第一方向(X1 轴方向)上产生透镜效果。如图 6(A)所示,透镜阵列装置 1 等效地变成这样的透镜状态,其中沿着 X1 轴方向平行地布置延伸在 Y1 轴方向且在 X1 轴方向上具有折射能力的多个第一柱面透镜(Y 方向柱面透镜)31Y。在此情况下,电压仅选择性施加给第二电极组 24 中对应于第一柱面透镜 31Y 的透镜节距 p 的位置的透明电极(第一电极 21Y)。

[0078] 而且,在液晶层 3 变成第二透镜状态的情况下,在对应于第一电极组 14 的第一电极 11X 的部分中产生在液晶层 3 上下的透明电极之间的预定电势差,该电势差允许液晶分子 5 的取向改变。例如,公用电压施加给第二电极组 24 的所有多个透明电极(第一电极 21Y 和第二电极 22Y)。此时,预定驱动电压仅选择性施加给第一电极组 14 的多个透明电极(第一电极 11X 和第二电极 12X)的第一电极 11X(参见图 5 的底部中所示的状态)。在此情况下,液晶层 3 中的电场分布通过与图 13B 所示情况相同的原理偏置。更具体地,所产生电场的电场强度根据对应于形成第一电极 11X 的区域的部分中的驱动电压而增加,并且随着距第一电极 11X 距离的增加而逐渐减小。换言之,电场分布改变以便在第二方向(Y 方向)上产生透镜效果。如图 6(B)所示,透镜阵列装置 1 等效地变成这样的透镜状态,其中沿着 Y1 轴方向平行地布置延伸在 X1 轴方向且在 Y1 轴方向上具有折射能力的多个第二柱面透镜(X 方向柱面透镜)31X。在此情况下,电压仅选择性施加给第一电极组 14 中对应于第二柱面透镜 31X 的透镜节距 p 的位置的透明电极(第一电极 11X)。

[0079] 在第一电极组 14 和第二电极组 24 中,当电极宽度(L_y 和 L_x 等)或电极之间的间隔 a 可以彼此相等(例如, $L_y = L_x$) 时,允许产生在不同方向上具有相等的透镜节距 p 和相等的折射能力的柱面透镜效果。另一方面,当第一电极组 14 和第二电极组 24 具有不同的电极宽度或者不同的电极间间隔 a 时,在第一透镜状态和第二透镜状态中允许产生具有不同透镜节距的柱面透镜效果。

[0080] 立体显示器的控制操作

[0081] 参考图 7,将在下面描述采用透镜阵列装置 1 的立体显示器的控制操作。图 7 图解了立体显示器中显示状态转换的示例。这里,作为示例,例如将在下面描述这样的情况,其中立体显示器应用于屏幕的显示状态可在纵向取向状态和横向取向状态之间转换的例如移动装置的装置。而且,作为示例,将在下面描述立体显示器可在二维显示模式和三维显示模式之间转换的情况。

[0082] 在立体显示器中,二维显示和三维显示之间的电转换通过在上述的无透镜效果状态、第一透镜状态和第二透镜状态中进行适当地转换而实现。例如,当透镜阵列装置 1 变成无透镜效果的状态时,来自显示面板 2 的显示图像光不偏转且原样透过,由此实现二维显示。图 7(C)图解了这样的屏幕示例,其中在屏幕的显示状态为横向取向的状态(第一布置状态)中实现二维显示,并且图 7(D)图解了这样的屏幕示例,其中在屏幕的显示状态为纵向取向的状态(第二布置状态)中实现二维显示。

[0083] 而且,当透镜阵列装置 1 变成第一透镜状态时,来自显示面板 2 的显示图像光偏转在垂直于第二方向(Y1 轴方向)的第一方向(X1 轴方向)上,由此获得三维显示,其中当观看者的双眼沿着第一方向定位时获得立体效果。这对应于这样的情况:其中在屏幕的显示状态为如图 7(A) 所示的横向取向的状态(第一布置状态)下实现三维显示。在此状态下,产生如图 6(A) 所示状态下的透镜效果,从而,在屏幕的显示状态为横向取向的状态下,当双眼沿着横向方向(构造空间中的 X 轴方向)定位时,获得立体效果。

[0084] 此外,当透镜阵列装置 1 变成第二透镜状态时,来自显示面板 2 的显示图像光偏转在垂直于第一方向(X1 轴方向)的第二方向(Y1 轴方向)上,由此实现当双眼沿第二方向定位时获得立体效果的三维显示。这对应于这样的情况:其中在屏幕的显示状态为如图 7(B) 所示的纵向取向的状态下实现的三维显示。在此状态下,产生了图 6(C) 所示状态(图 6(B) 所示状态在结构上旋转 90° 的状态)下的透镜效果,从而,在屏幕的显示状态为纵向取向的状态下,当双眼沿着横向方向(构造空间中的 X 轴方向)定位时,获得立体效果。

[0085] 在透镜阵列装置 1 中在倾斜方向上产生透镜效果的电极构造示例

[0086] 在图 4、5 和 6 中,描述了这样的情况:其中在透镜阵列装置 1 中产生透镜效果的方向从纵向方向到横向方向改变 90° ,或者反之亦然。然而,方向改变的角度不限于纵向方向和横向方向上的 90° ,而是该方向允许改变任意角度。换言之,第一柱面透镜 31Y 和第二柱面透镜 31X 的透镜效果之一或二者允许产生在倾斜方向上。

[0087] 图 8(A) 图解了这样的电极构造示例,其中与图 4 和 5 所示的电极构造相比,第二电极组 24(第一电极 21Y 和第二电极 22Y)在显示表面中从纵向方向(Y1 轴方向)倾斜角度 θ 。当第二电极组 24 以这样的方式倾斜时,如图 8(B) 所示,在第一透镜状态中,允许将柱面透镜效果产生为中心轴(柱面轴)C1 以角度 θ 从 Y1 轴方向倾斜的柱面透镜的效果。换言之,等效地,可构造这样的柱面透镜阵列,其中平行地布置中心轴(柱面轴)C1 从 Y1 轴方向以角度 θ 倾斜的多个第一柱面透镜 31Y。另外,在第二透镜状态中,与图 6(B) 的情况一样,透镜阵列装置 1 等效地变成这样的透镜状态:其中延伸在 X1 轴方向且在 Y1 轴方向上具有折射能力的多个第二柱面透镜 31X 平行地沿着 Y1 轴方向布置(参考图 8(C))。

[0088] 图 9(A) 图解了这样的电极构造示例,其中与图 4 和 5 所示的电极构造相反,第一电极组 14(第一电极 11X 和第二电极 12X)在显示表面中从横向方向(X1 轴方向)倾斜角度 θ 。当第一电极组 14 以这样的方式倾斜时,如图 9(C) 所示,作为第二透镜状态,允许将柱面透镜效果产生为中心轴(柱面轴)C2 从 X1 轴方向以角度 θ 倾斜的柱面透镜的效果。换言之,等效地,可构造这样的柱面透镜阵列,其中平行地布置中心轴(柱面轴)C2 从 X1 轴方向以角度 θ 倾斜的多个第二柱面透镜 31X。另外,在第一透镜状态中,与图 6(A) 的情况一样,透镜阵列装置 1 等效地变成这样的透镜状态,其中延伸在 Y1 轴方向且在 X1 轴方向上具有折射能力的多个第一柱面透镜 31Y 沿着 X1 轴方向平行布置(参见图 9(B))。

[0089] 显示面板 2 的像素构造和柱面透镜 31X 和 31Y 的布置方向

[0090] 接下来,将在下面描述该实施例中显示面板 2 的布置状态与用作彩色显示的单位像素的子像素结合之间的优选关系。同时,将在下面描述显示面板 2 的布置状态与柱面透镜 31X 和 31Y 在透镜阵列装置 1 中的布置方向之间的优选关系。

[0091] 图 1 图解了显示面板 2 第二布置状态中的像素布置和透镜阵列装置 1 中第二柱面透镜 31X 的布置之间的关系。图 2 图解了显示面板 2 第一布置状态中的像素布置和透镜阵

列装置 1 中第一柱面透镜 31Y 的布置之间的关系。在显示面板 2 在第一布置状态中的情况下,如图 2 所示,在透镜阵列装置 1 中,多个第一柱面透镜 31Y 平行设置,使得第一柱面透镜 31Y 的轴在平行于显示表面 2A 的平面中从垂直方向倾斜。而且,在显示面板 2 在第二布置状态中的情况下,如图 1 所示,多个第二柱面透镜 31X 沿着水平方向平行布置,使得第二柱面透镜 31X 的轴在平行于显示表面 2A 的平面中导向到垂直方向。另外,在透镜阵列装置 1 中,为了将透镜效果在这样两个方向之间转换,可以采用如图 8(A) 所示的电极构造。换言之,在第一布置状态中,产生图 8(B) 所示状态下的透镜效果。在第二布置状态下,产生图 8(C) 所示状态下的透镜效果,并且透镜阵列装置 1 与显示面板 2 一起在结构上旋转 90° ,由此第二柱面透镜 31X 沿着构造空间中的 X 轴方向平行布置。

[0092] 显示面板 2 具有其中二维布置彩色显示所需的多个颜色的多个子像素的像素构造。在显示面板 2 中,用作彩色显示的单位像素的子像素的结合位置在第一布置状态和第二布置状态之间改变。在图 1 和 2 中的构造示例中,三种颜色 R(红)、G(绿)和 B(蓝)的子像素 41R、41G 和 41B 结合为用于彩色显示的 1 个像素。作为显示面板 2 的像素,多个像素布置为对应于由透镜阵列装置 1 形成的柱面透镜 31X 或 31Y 的节距 p 。在三维显示模式中,等于对应于柱面透镜 31X 或 31Y 的节距 p 的像素数量的三维显示中光线数量(视线数量)被提供。

[0093] 在该实施例中,在第一布置状态中(参见图 2),在显示面板 2 中,形成沿着垂直线(在 Y 轴方向上)周期布置颜色的子像素 41R、41G 和 41B 的像素构造。而且,在第二布置状态中(参见图 1),形成在水平线上(在 X 轴方向上)周期布置子像素 41R、41G 和 41B 的像素构造。同时,在第二布置状态下,形成第一水平线上的一颜色的子像素和与该第一水平线相邻的第二水平线上相同颜色的子像素在水平方向上没有间隔地布置的像素布置。例如,在图 1 中,注意由附图标记 R1、R2、R3 和 R4 表示的阴影且突出显示的红子像素 41R。因此,很明显,每个颜色的子像素连续而没有间隔地布置在水平方向上。

[0094] 在图 1 和 2 中,被分配相同数量的子像素 41R、41G 和 41B(R_i 、 G_i 和 B_i , $i = 1, 2, 3, \dots$)的结合形成彩色显示的单位像素。在图 1 和 2 的每个中,例如,在倾斜方向上彼此相邻的子像素(R_2 、 G_2 和 B_2)的结合形成单位像素。

[0095] 换言之,在第二布置状态下,如图 1 所示,布置在相应不同水平线上的不同颜色的子像素 41R、41G 和 41B 的结合用作彩色显示的单位像素。在第一布置状态中,如图 2 所示,设置在相应不同垂直线上的不同颜色的子像素 41R、41G 和 41B 的结合用作彩色显示的单位像素。

[0096] 在这样的像素构造中,在第二布置状态下,各颜色的子像素 41R、41G 和 41B 被连接以便彼此部分交叠,并且遮光部分 42 不连续地出现在垂直方向上。因此,在第二布置状态下,消除了颜色不均匀和亮度不均匀而不用倾斜地布置第二柱面透镜 31X。因此,在第二布置状态下,与图 19 中构造示例不同,不发生由于第二柱面透镜 31X 的大倾斜角而斜双凸透镜系统难以分离视差图像的问题。

[0097] 另一方面,在第一布置状态中,倾斜第一柱面透镜 31Y 以利用斜双凸透镜系统,由此允许消除颜色不均匀和亮度不均匀。在此情况下,当第一柱面透镜 31Y 的倾斜角 θ 太大时,因为斜双凸透镜系统的缺点,发生难以分离视差图像的问题。因此,倾斜角 θ 优选满足下面的条件。

[0098] 在显示面板 2 中,颜色的子像素 41R、41G 和 41B 的每一个都具有相同大小的矩形形状。于是,显示面板 2 具有这样的像素布置:其中在第一布置状态下(参见图 2),每个子像素 41R、41G 和 41B 的纵向方向沿着垂直方向,并且在第二布置状态下(参见图 1),每个子像素 41R、41G 和 41B 的较短方向沿着垂直方向。此时,每个子像素 41R、41G 和 41B 的较短方向和纵向方向的像素节距分别定义为 P_x 和 P_y 。而且,较短方向和纵向方向上的像素宽度分别定义为 W_x 和 W_y 。此外,在第二布置中,作为用于立体图像的单位像素,构造“三维像素”的在垂直方向上的子像素 41R、41G 和 41B 的数量为 N 。“三维像素”由像素组构成,像素组的数量等于立体显示器中的视差数。在第二布置状态下,为了将相同颜色的子像素 41R、41G 或 41B 连续布置在水平方向上而没有间隔且不彼此交叠,纵向方向上的像素宽度 W_y 必须满足下面的关系式:

$$[0099] \quad W_y = P_y (1 - 1/N)$$

[0100] 在第一布置状态中,作为像素构造优选第一柱面透镜 31Y 的倾斜角 θ 为 45° 或更小且子像素之间的距离很小。在图 2 所示的像素布置中,当子像素 41R、41G 和 41B (R1、G2 和 B3) 的结合用作彩色显示的单位像素时,通过下面的关系式获得倾斜角 θ :

$$[0101] \quad \theta = \tan^{-1}((P_y - W_y)/P_x)$$

[0102] 在此情况下,如上所述,通过 $W_y = P_y (1 - 1/N)$ 获得纵向方向上的像素宽度 W_y ,以致于倾斜角 θ 为 53.1° ,该角度太大。因此,作为子像素 41R、41G 和 41B 的结合,优选在垂直方向上彼此不交叠且以距彼此很小的距离布置的子像素 (R1、G1 和 B1) 的结合。此时,通过下式获得第一柱面透镜 31Y 的倾斜角 θ :

$$[0103] \quad \theta = \tan^{-1}(P_x/P_y (1 + 1/N))$$

[0104] 此时,在 $P_y = 3P_x$ 的情况下,倾斜角 θ 为 14.9° ,这是可实现视差图像分开程度在水平方向上很大的状态的值。换言之,倾斜角 θ 具有在水平方向上实现立体视觉的足够的值。

[0105] 如上所述,在该实施例中,根据显示面板 2 的布置状态优化了柱面透镜的布置方向和用作彩色显示的单位像素的子像素的结合,从而可实现良好的立体视觉。换言之,在显示面板 2 的布置方向彼此相差 90° 的第一布置状态和第二布置状态二者的情况下,可实现较小颜色不均匀和较小亮度不均匀的自然立体视觉。因此,在根据该实施例的立体显示器应用于显示部分可在纵向取向状态和横向取向状态之间转换的装置,诸如,用于例如便携式电话、数字照相机等中的移动式显示器的情况下,可实现纵向方向和横向方向上没有不均匀性的立体视觉。

[0106] 第二实施例

[0107] 接下来,将在下面描述根据本发明第二实施例的立体显示器。与根据第一实施例的立体显示器相同的部件由相同的附图标记表示,且不再进一步描述。

[0108] 在根据该实施例的立体显示器中,显示面板 2 与根据第一实施例的立体显示器具有不同的像素构造。透镜阵列装置 1 的柱面透镜的布置角对应于该像素构造。根据第二实施例的立体显示器的其它基本构造与根据第一实施例的立体显示器相同。

[0109] 图 10 示出了根据该实施例的立体显示器中显示面板 2 第二布置状态中的像素布置和透镜阵列装置 1 的第二柱面透镜 31X 的布置之间的关系。图 11 图解了显示面板 2 第一布置状态中的像素布置和透镜阵列装置 1 的第一柱面透镜 31Y 的布置之间的关系。而且,

在该实施例中,在显示面板 2 在第一布置状态中的情况下,如图 11 所示,在透镜阵列装置 1 中,平行地布置多个第一柱面透镜 31Y,使得柱面透镜 31Y 的轴在平行于显示表面 2A 的平面中从垂直方向倾斜。而且,在显示面板 2 为第二布置状态下的情况下,如图 10 所示,多个第二柱面透镜 31X 沿着水平方向平行布置,使得第二柱面透镜 31X 的轴导向到平行于显示表面 2A 的平面中的垂直方向。另外,还是在该实施例中,为了在透镜阵列装置 1 中将透镜效果在这样两个方向之间转换,可以采用图 8(A) 所示的电极构造。换言之,在第一布置状态下产生图 8(B) 所示状态下的透镜效果。在第二布置状态下,产生图 8(C) 所示状态下的透镜效果,并且透镜阵列装置 1 与显示面板 2 一起在结构上旋转 90° ,由此第二柱面透镜 31X 沿着构造空间中的 X 轴方向平行设置。

[0110] 在该实施例中,在第二布置状态下(参见图 10)的情况下,显示面板 2 的像素构造为:其中构造彩色显示的单位像素的不同颜色的子像素 43R、43G 和 43B 的结合布置为形成三角形布置。而且,在第一布置状态下(参见图 11)的情况下,布置在相应不同垂直线上的不同颜色的子像素 43R、43G 和 43B 的结合用作彩色显示的单位像素。

[0111] 在图 10 和 11 中,被分配相同数量的相邻子像素 43R、43G 和 43B (R_i 、 G_i 和 B_i , $i = 1, 2, 3, \dots$) 的结合形成彩色显示的单位像素。在图 10 和 11 的每一个中,例如,由虚线围绕的子像素 43R、43G 和 43B (R_2 、 G_2 和 B_2) 的结合形成单位像素。

[0112] 在这样的像素构造中,在第二布置状态下,单位像素的构造为三角形布置,并且颜色的子像素 43R、43G 和 43B 二维地布置。因此,通过第二柱面透镜 31X 的扩散效果(diffusion effect)减少了颜色不均匀。而且,遮光部分 42 不连续地出现在垂直方向上,从而允许消除颜色不均匀和亮度不均匀而不用倾斜地布置第二柱面透镜 31X。因此,在第二布置状态的情况下,与图 19 中的构造示例不同,不发生斜双凸透镜系统由于第二柱面透镜 31X 的大倾斜角而难以分离视差图像的问题。

[0113] 另一方面,在第一布置状态中,倾斜第一柱面透镜 31Y 以利用斜双凸透镜系统,由此允许消除颜色不均匀和亮度不均匀。在此情况下,当第一柱面透镜 31Y 的倾斜角 θ 太大时,作为斜双凸透镜系统的缺点,产生难以分开视差图像的问题。因此,倾斜角 θ 优选满足下面的条件。

[0114] 在显示面板 2 中,颜色的子像素 43R、43G 和 43B 的每一个都具有相同大小的正方形形状。然后,在第一布置状态下(参见图 11),每个子像素 43R、43G 和 43B 的水平方向和垂直方向上的像素节距分别定义为 P_x 和 P_y 。而且,水平方向和垂直方向上的像素宽度分别定义为 W_x 和 W_y 。在第一布置状态的情况下,作为像素构造,优选第一柱面透镜 31Y 的倾斜角 θ 为 45° 或更小,并且子像素之间的距离是小的。在此情况下,在图 11 所示的像素布置中,当连续设置在斜方向上的子像素 43R、43G 和 43B (R_1 、 G_3 和 B_5) 的结合用作彩色显示的单位像素时,通过下式获得倾斜角 θ :

$$[0115] \quad \theta = \tan^{-1}(2P_x/W_y)$$

[0116] 在此情况下,在三角形布置中,当各颜色的子像素 43R、43G 和 43B 的每个的高宽比为 1 : 1 时,确定 $W_x = W_y$ 和 $P_x = P_y$,并且倾斜角 θ 因 $W_x < P_x$ 而大于 45° 。因此,作为子像素 43R、43G 和 43B 的结合,优选在垂直方向上彼此不交叠且彼此以小距离布置的子像素 (R_1 、 G_1 和 B_1) 的结合。此时,通过下式获得第一柱面透镜 31Y 的倾斜角 θ :

$$[0117] \quad \theta = \tan^{-1}(W_x/(2P_y+W_y/2))$$

[0118] 此时, W_x 和 W_y 的每一个都具有任意值, 但是在 W_y 约等于 P_y ($P_y \approx W_y$) 的情况下, 确定 $\theta = \tan^{-1}(2/5)$, 由此倾斜角 θ 为约 21.8° 。因此, 倾斜角 θ 具有这样的值: 在此值下可实现视差图像的分开程度在水平方向上很大的状态。换言之, 倾斜角 θ 具有在水平方向上获得立体视觉的足够的值。

[0119] 如上所述, 还是在该实施例, 柱面透镜的布置方向和用作彩色显示的单位像素的子像素的结合根据显示面板 2 的布置状态而优化, 从而可实现良好的立体视觉。换言之, 在显示面板 2 的布置方向彼此相差 90° 的第一布置状态和第二布置状态二者中, 可实现颜色不均匀较小且亮度不均匀较小的自然立体视觉。具体地, 在该实施例中, 作为显示面板 2 的像素构造, 采用典型的三角形布置, 从而易于获得与第一实施例相同的效果而不采用图 1 和 2 所示的特殊像素构造。

[0120] 本发明包含与于 2009 年 4 月 13 日提交到日本专利局的日本优先权专利申请 JP 2009-097371 中公开的相关的主题, 其全部内容通过引用结合于此。

[0121] 本领域的技术人员应当理解的是, 根据设计需要和其他因素, 可以进行各种修改、结合、部分结合和替换, 只要它们在所附权利要求或其等同方案的范围内。

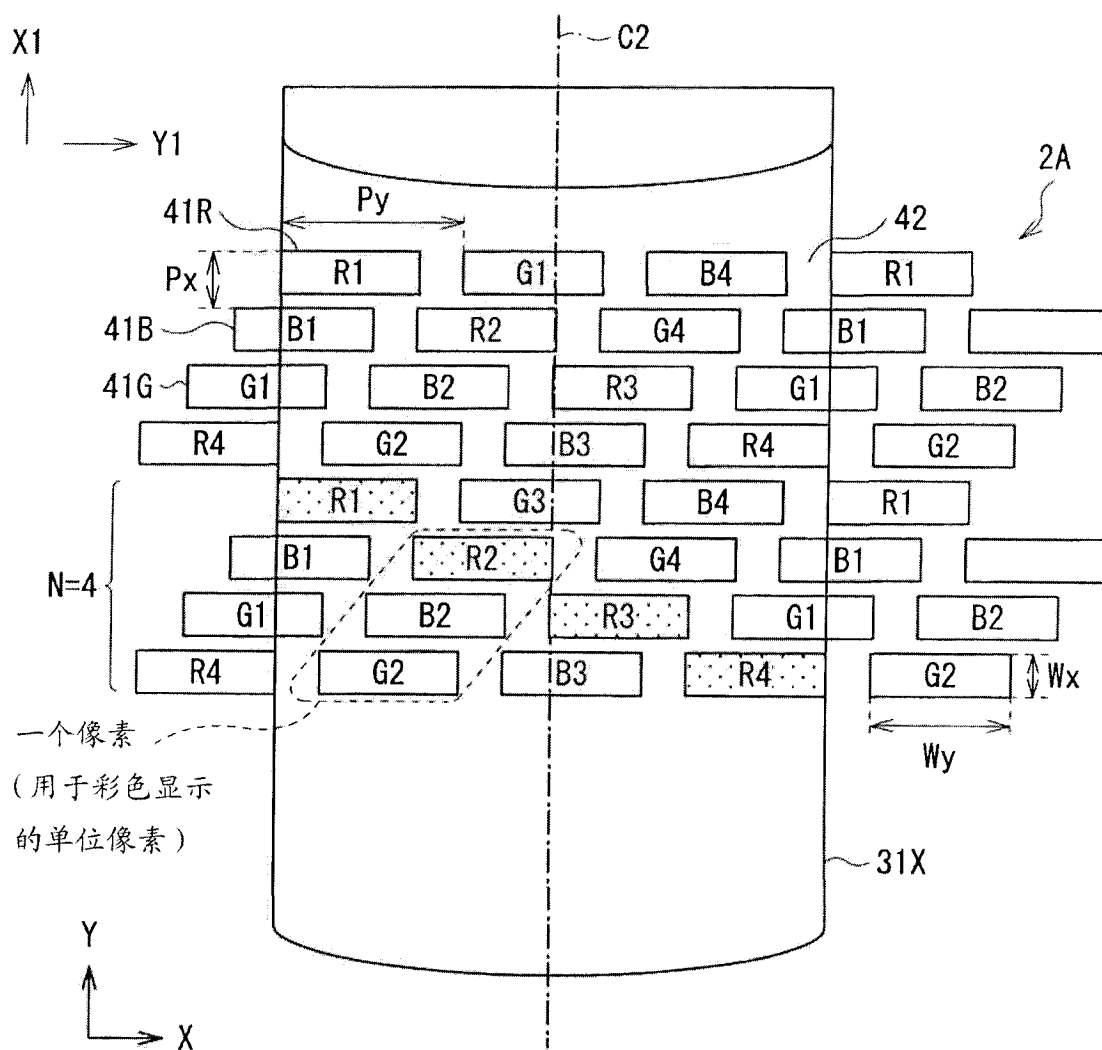


图 1

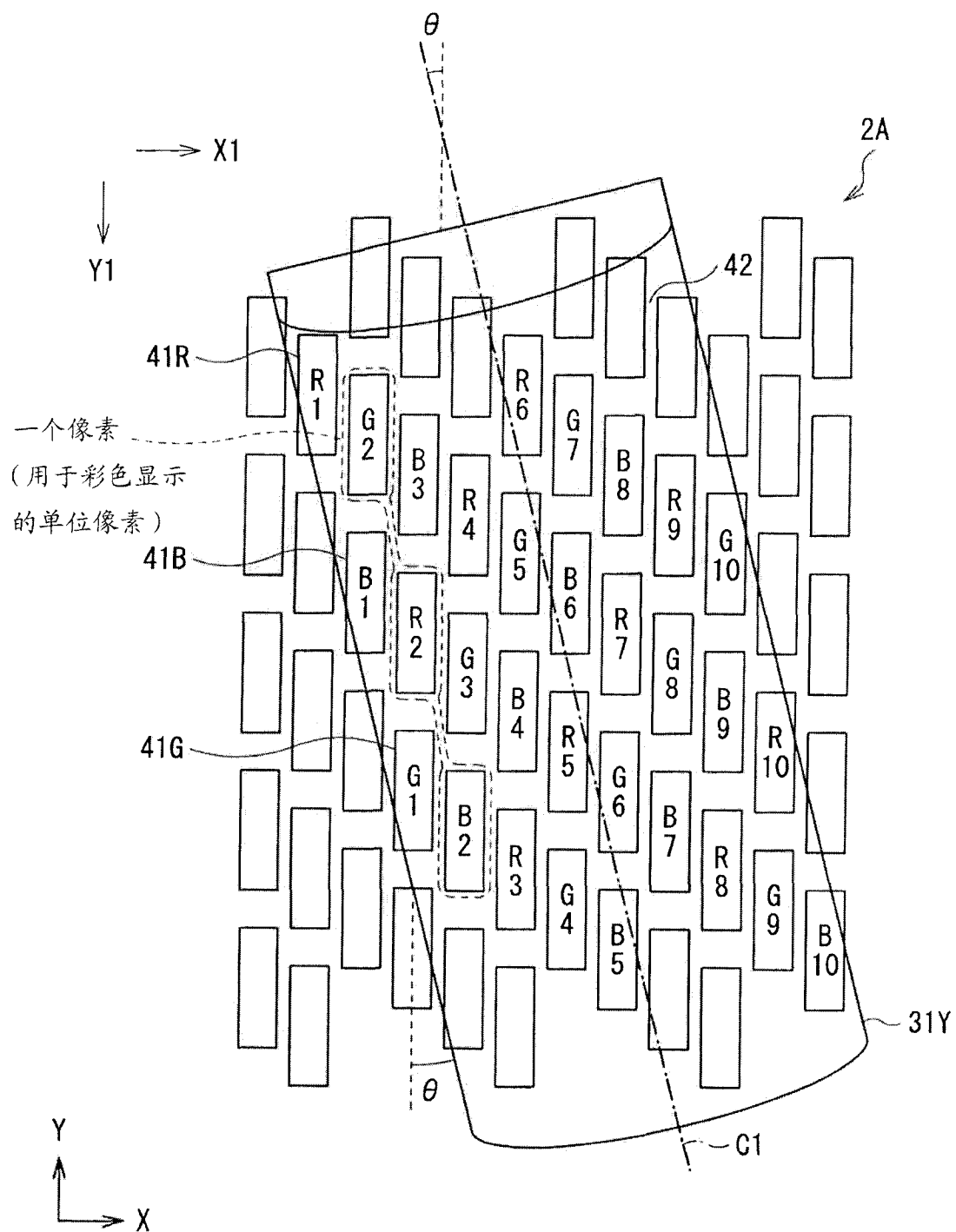


图 2

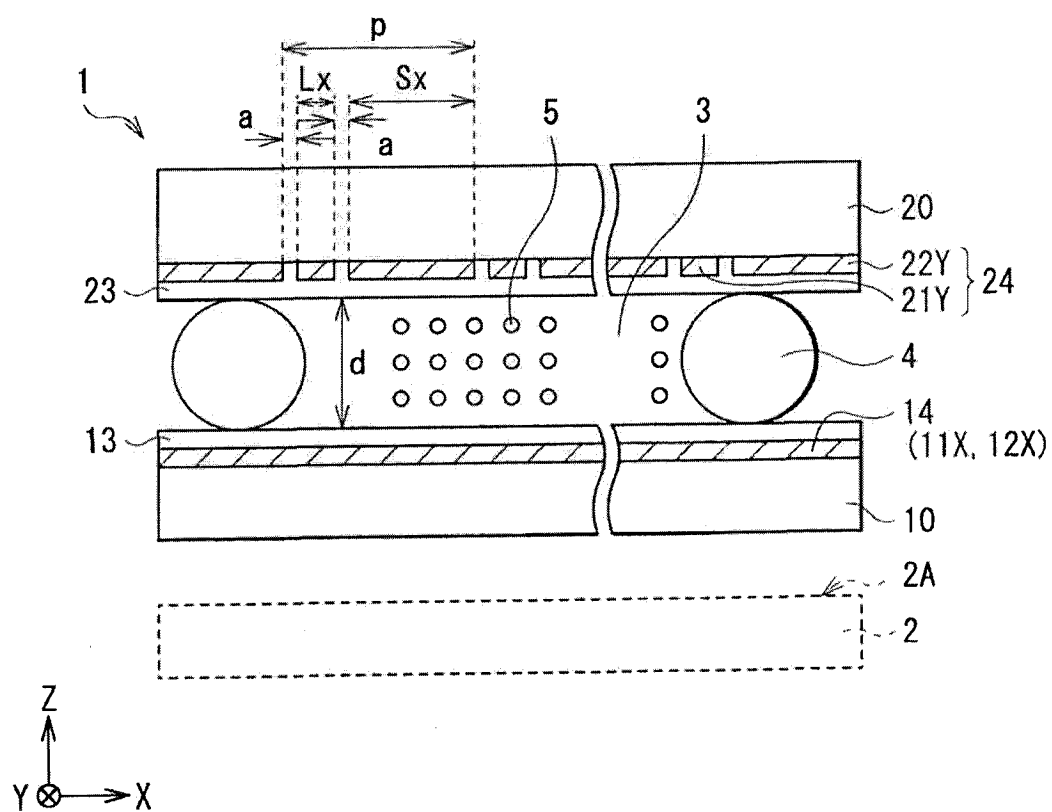


图 3

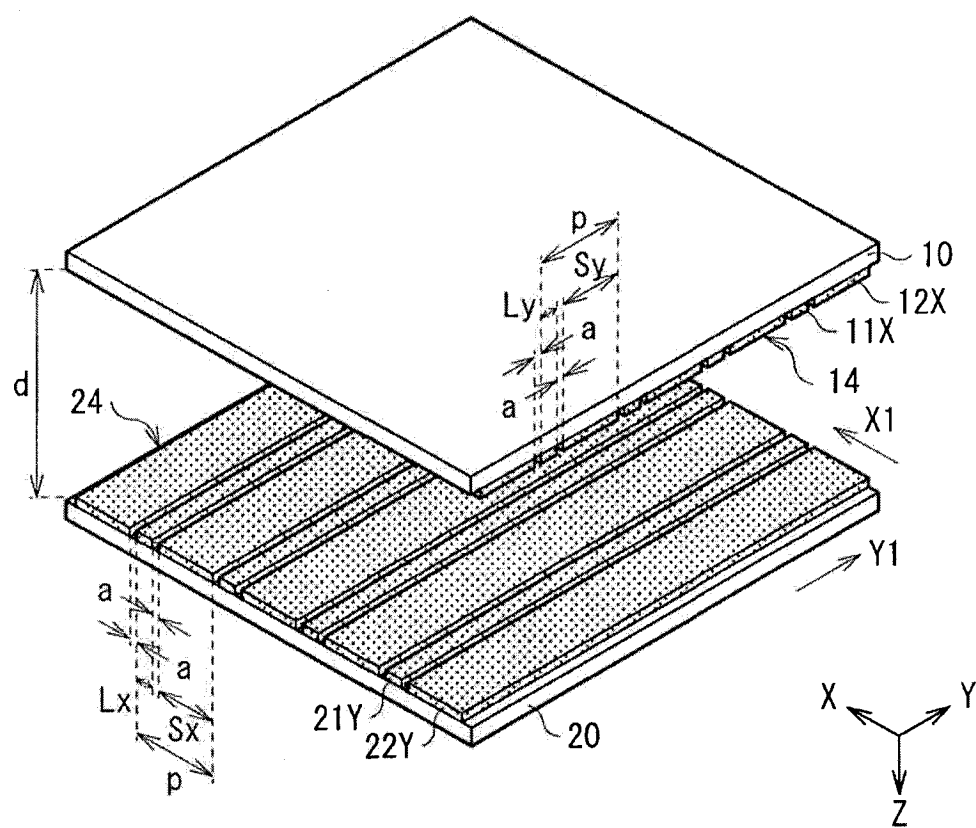


图 4

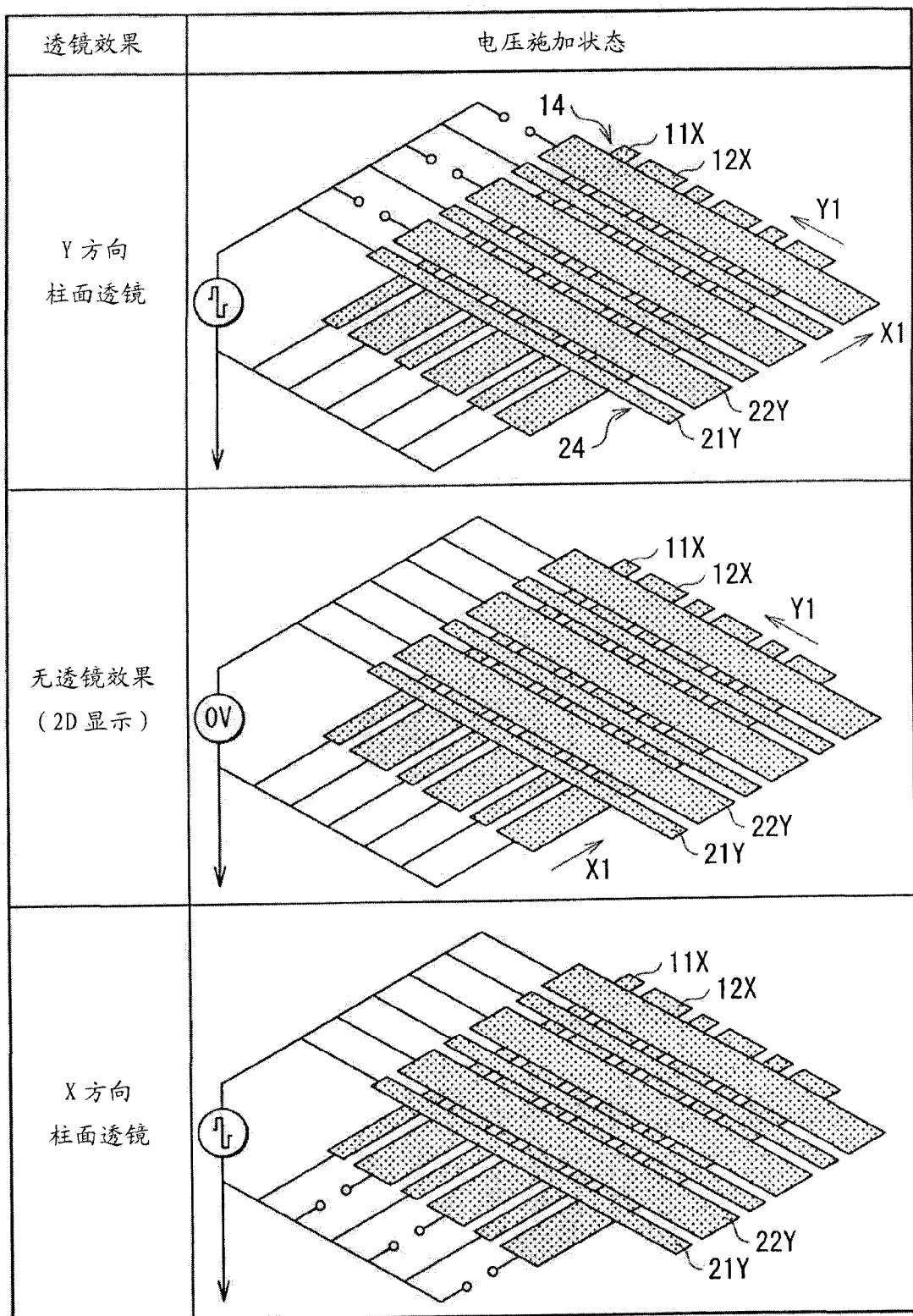


图 5

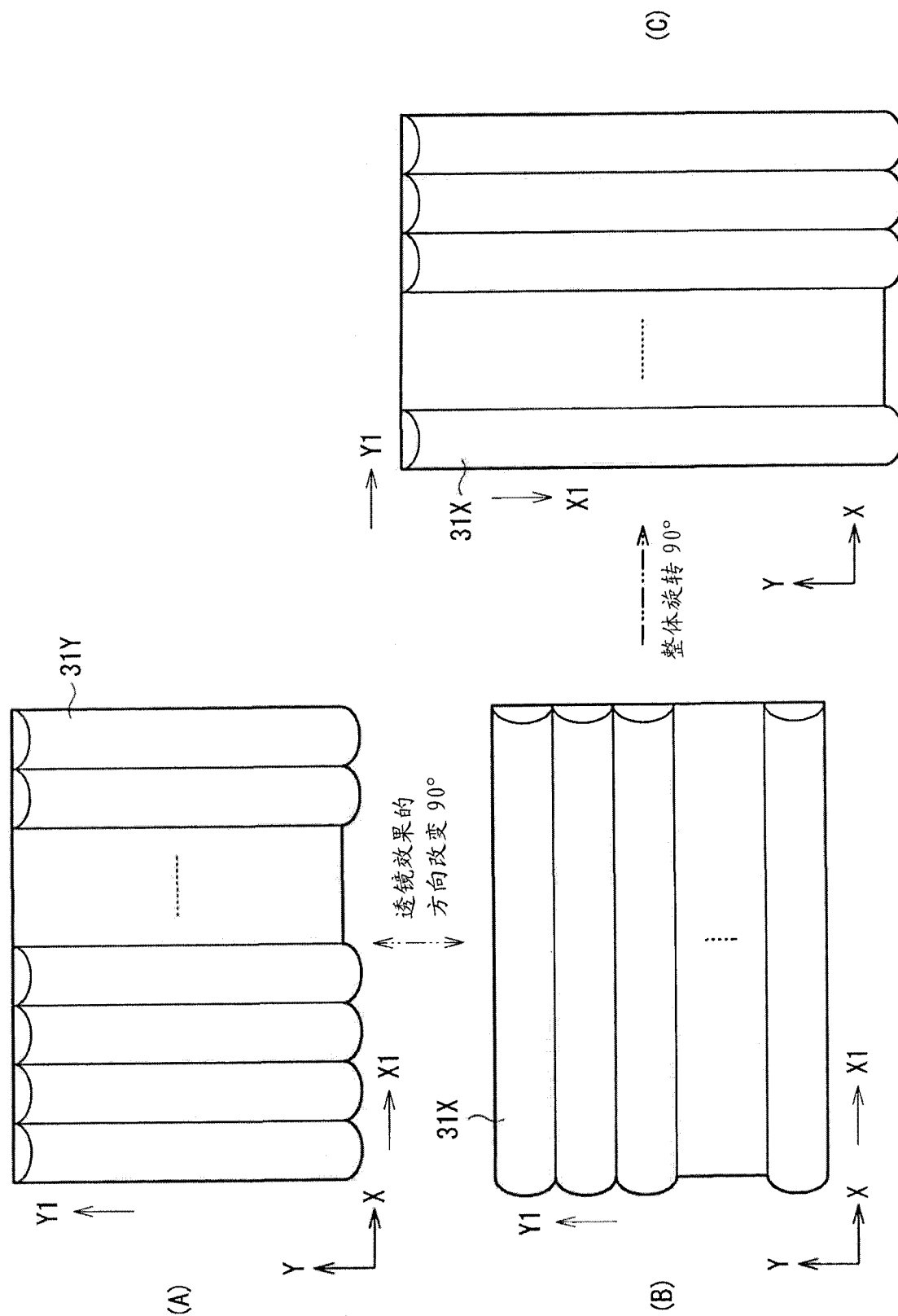


图 6

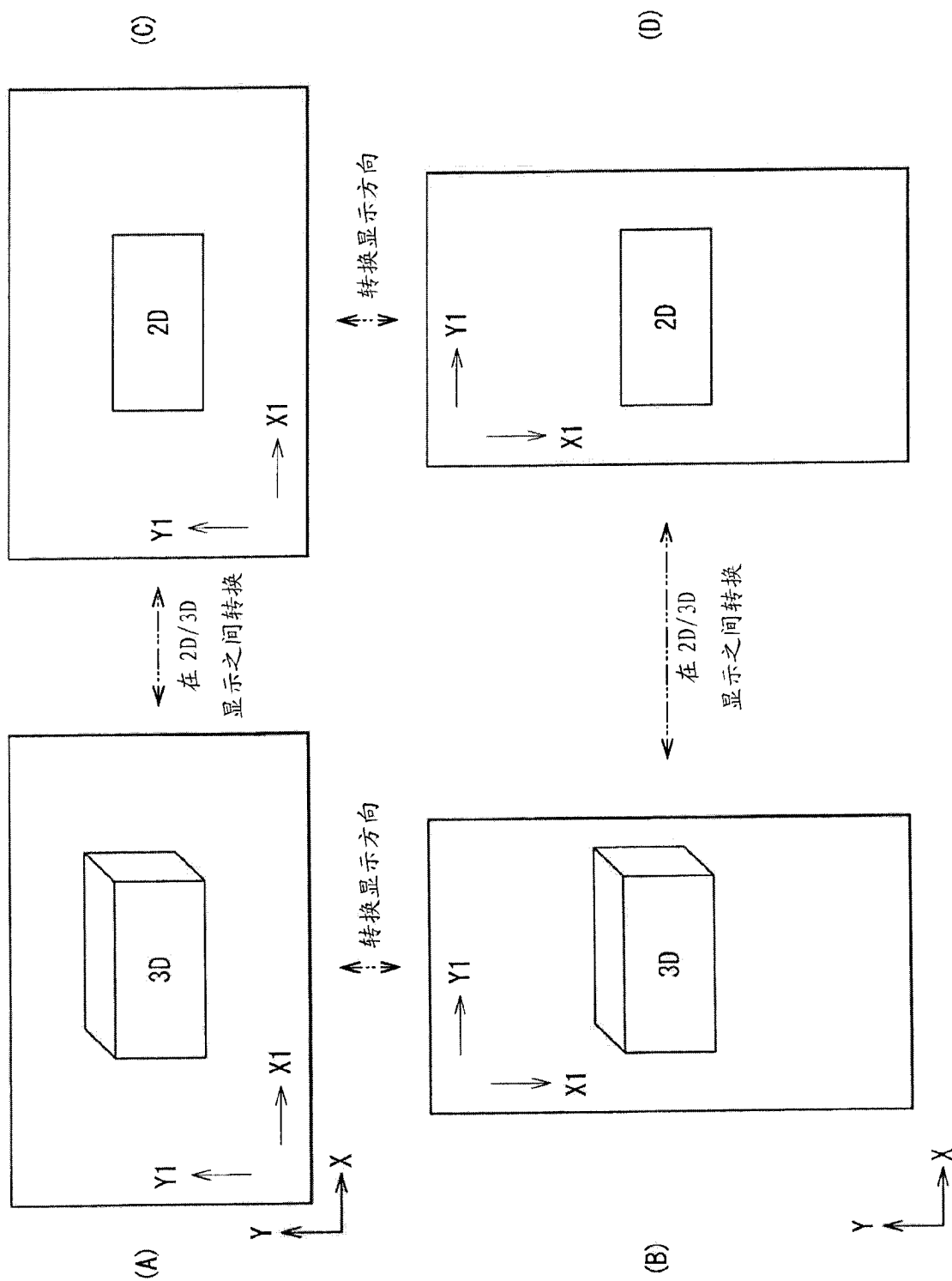


图 7

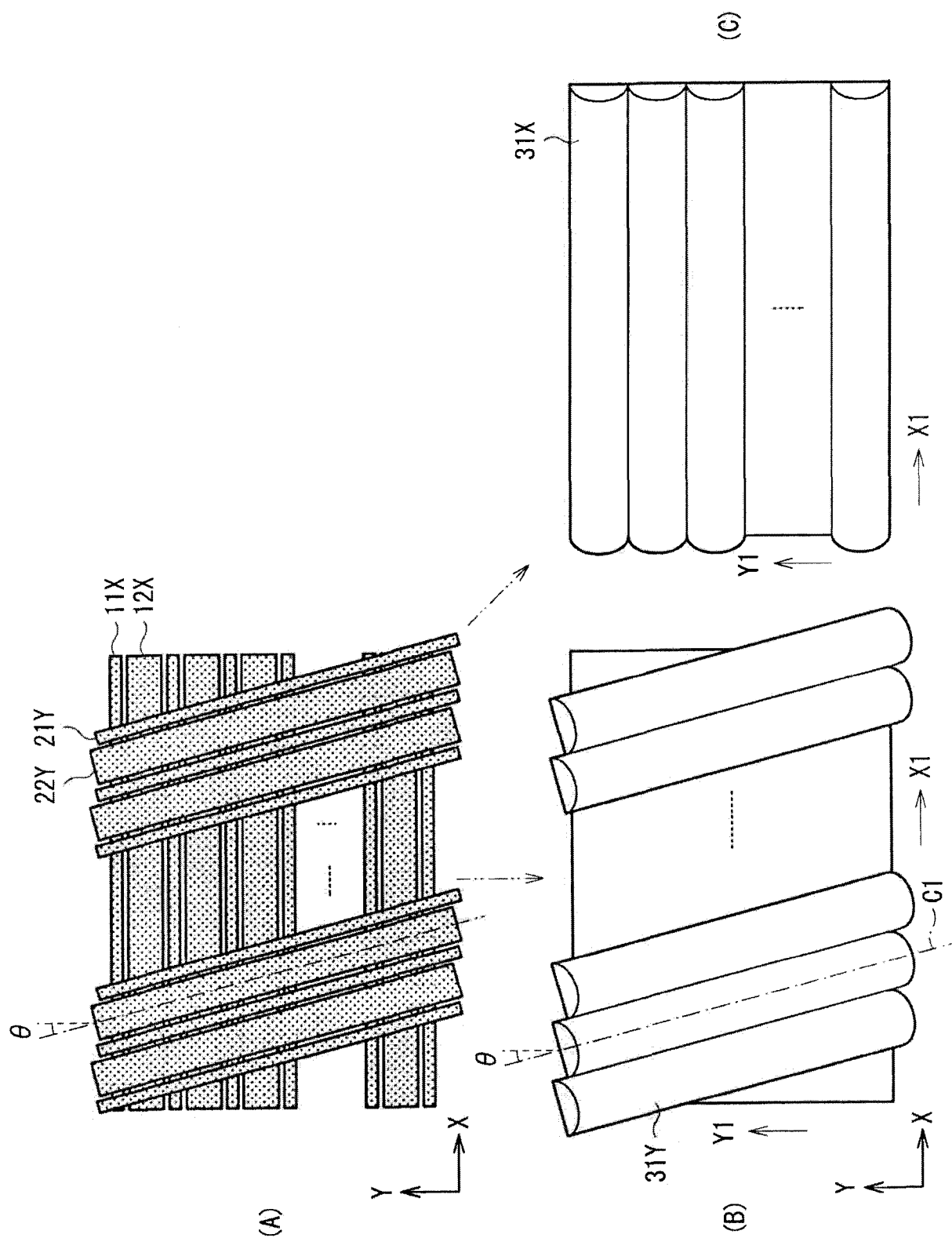


图 8

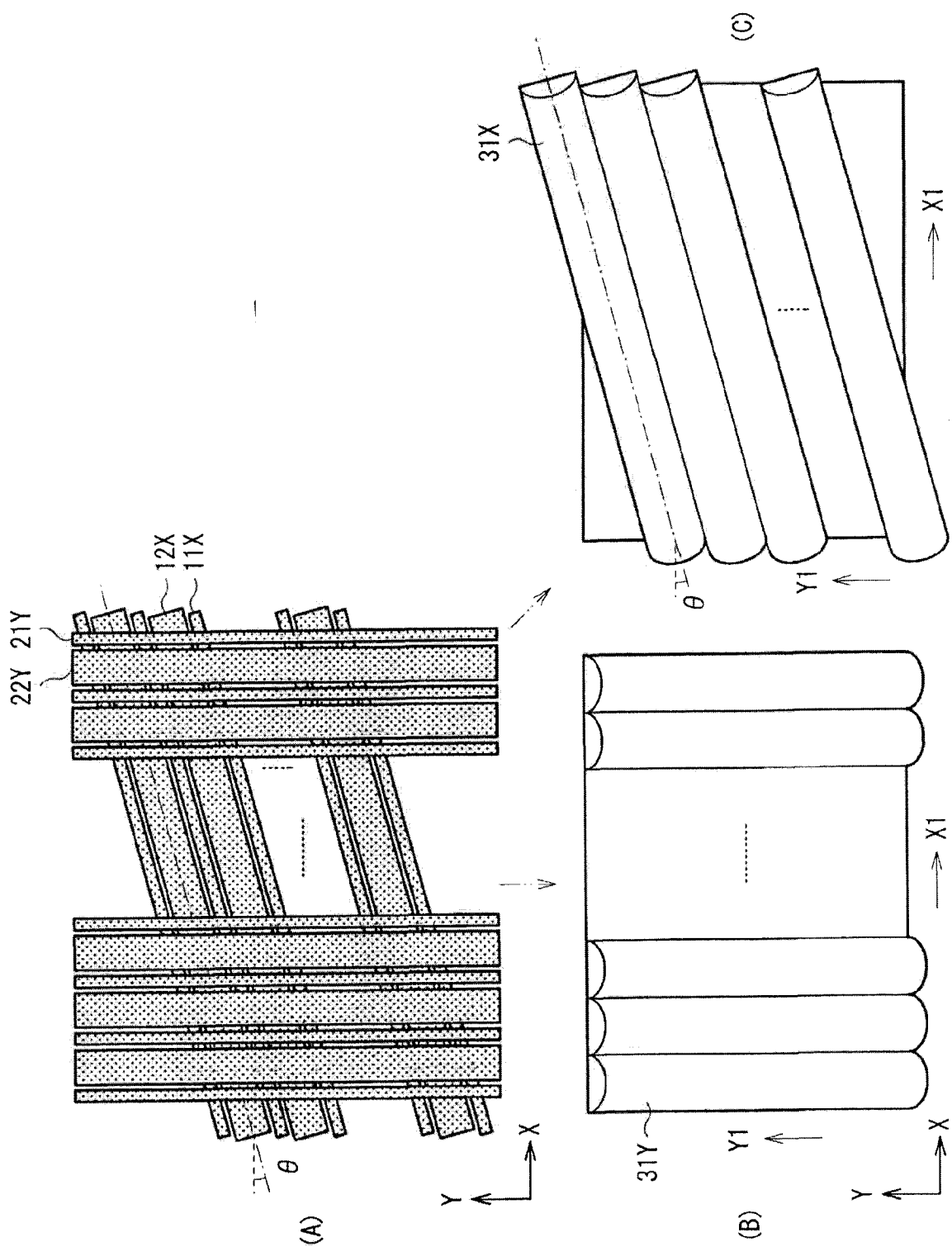


图 9

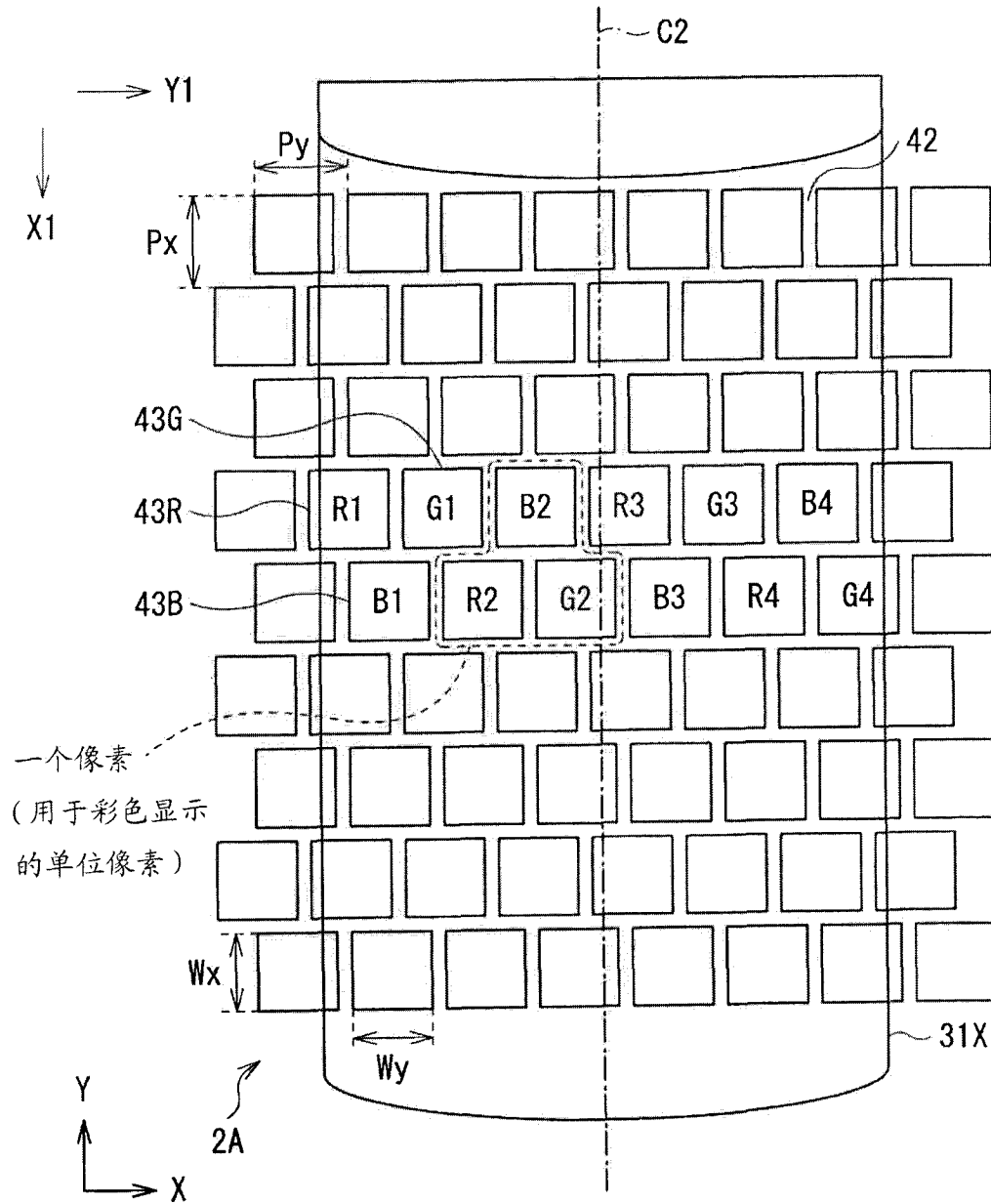


图 10

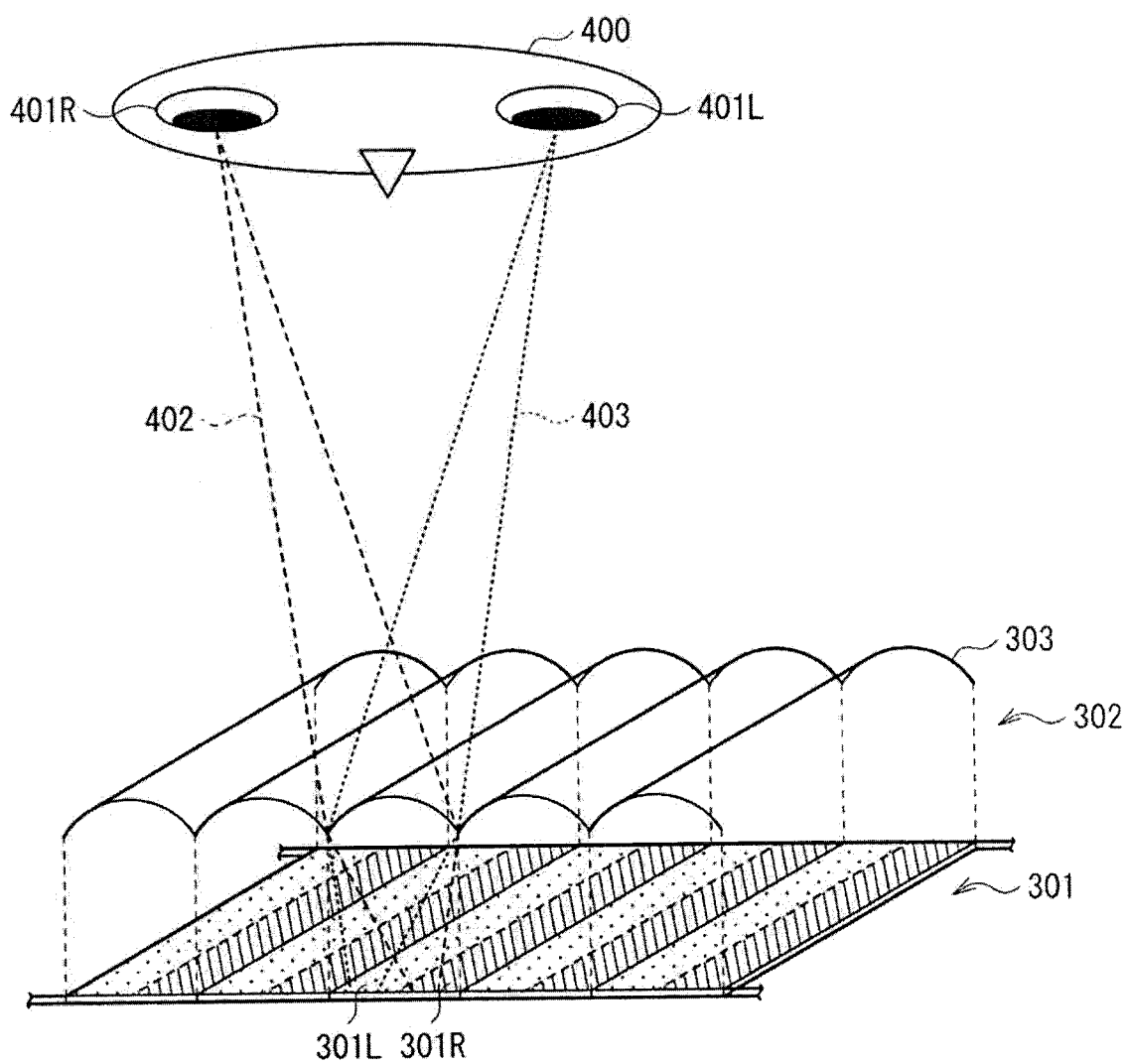


图 12

图 13A

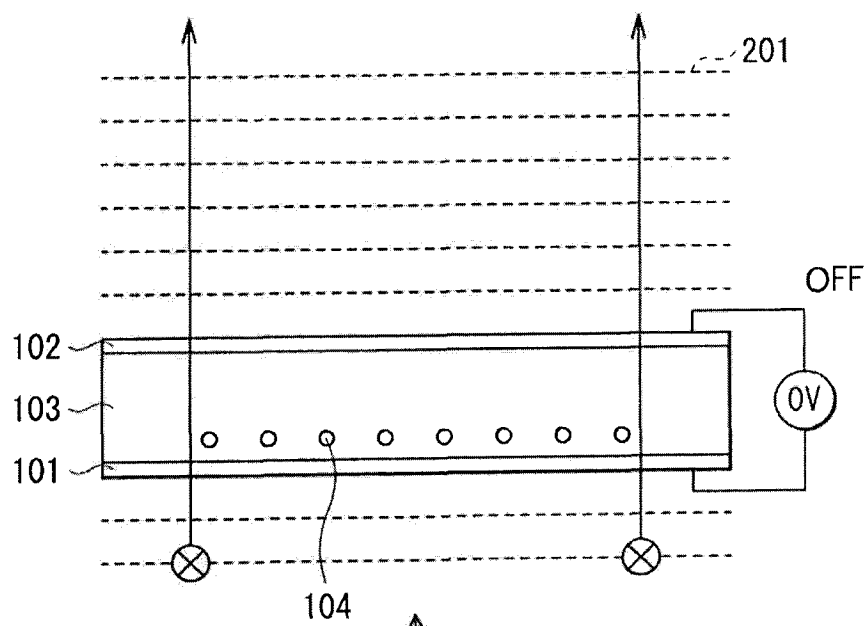
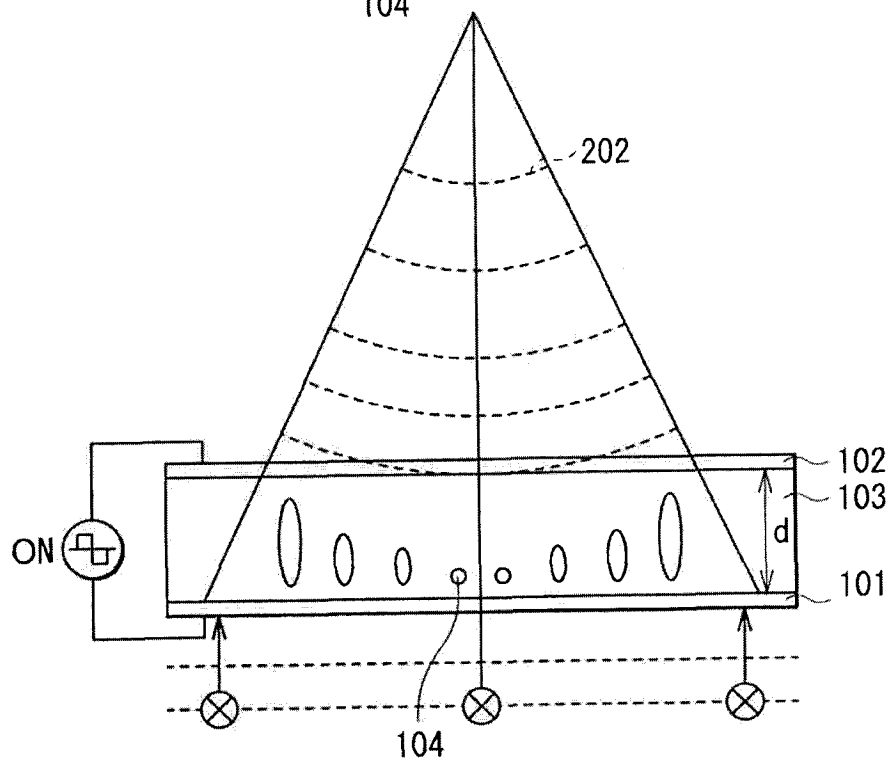


图 13B



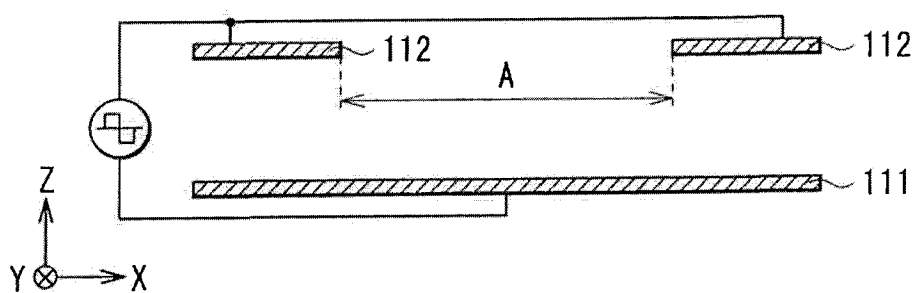


图 14

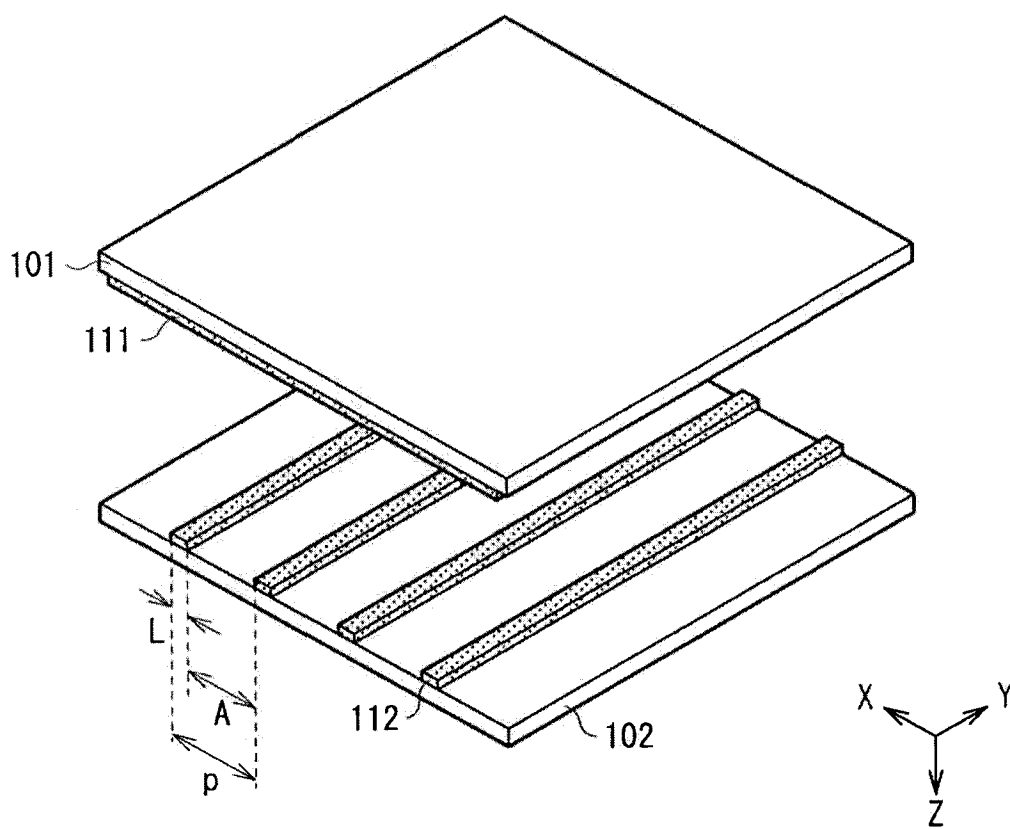


图 15

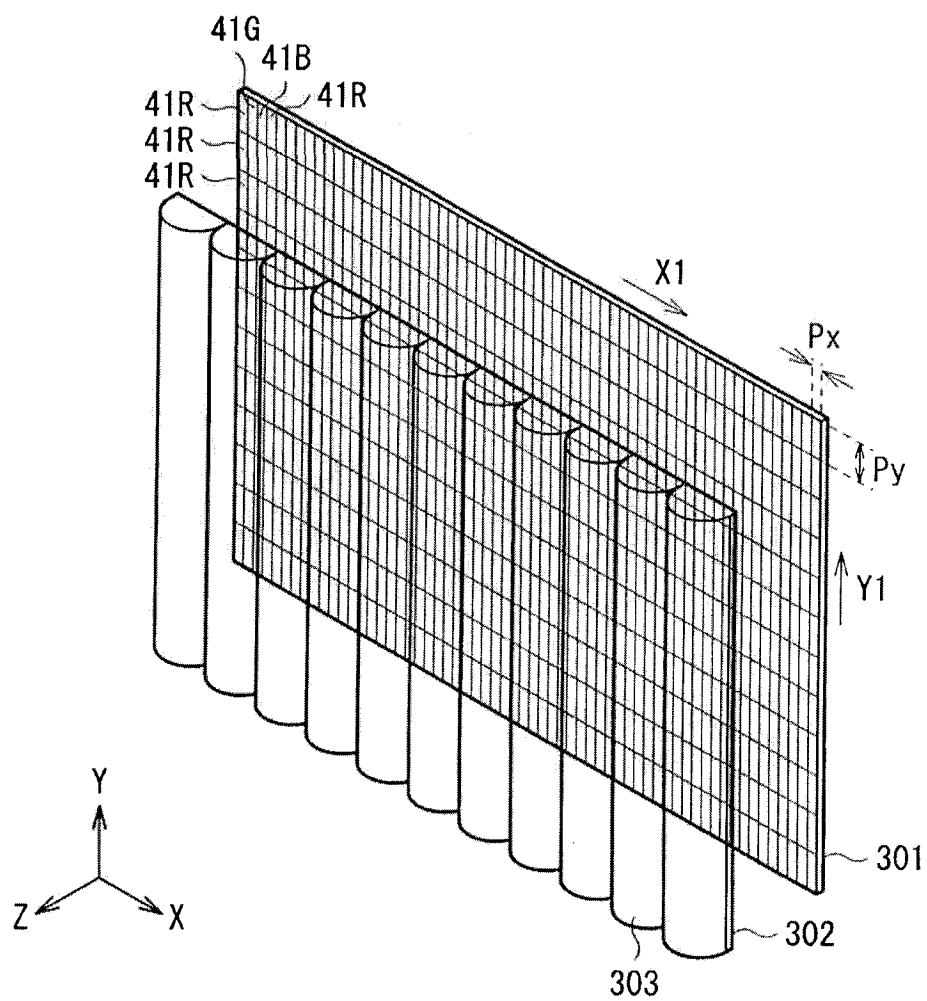


图 16

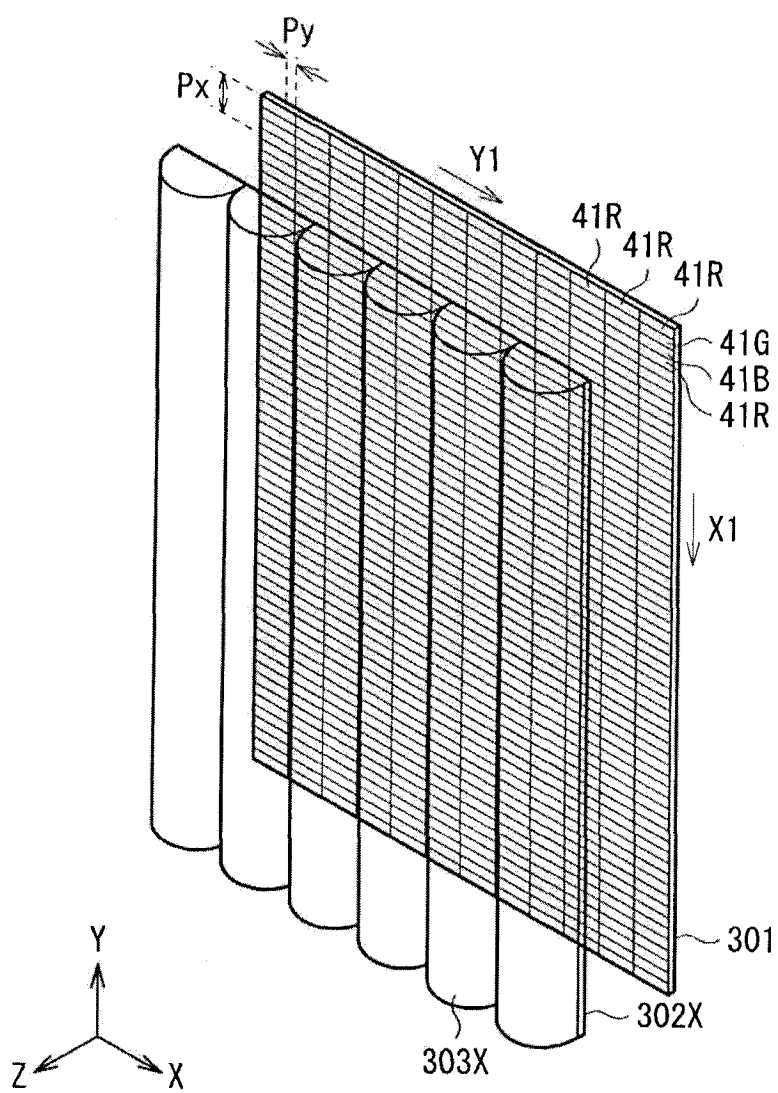


图 17

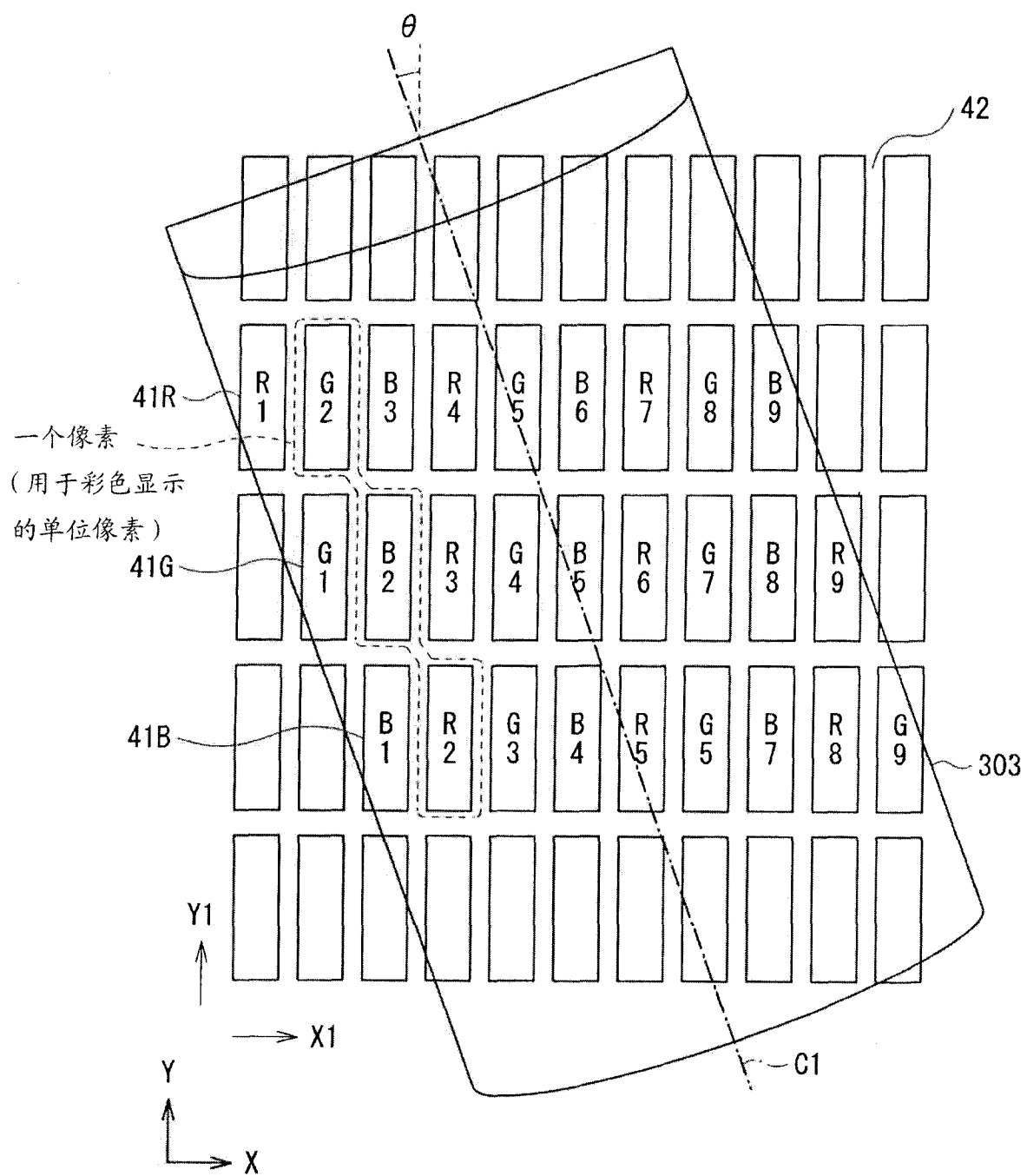


图 18

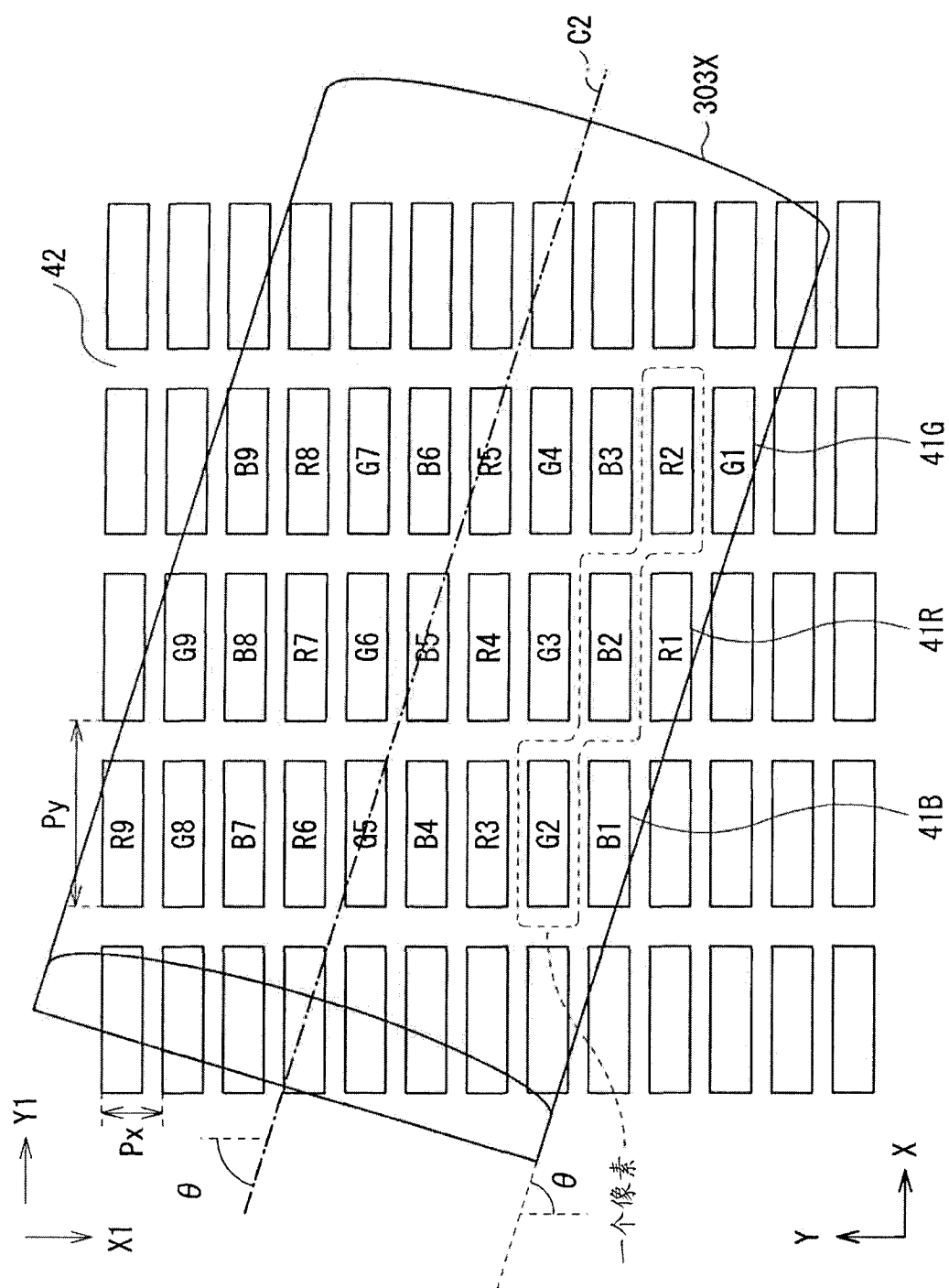


图 19

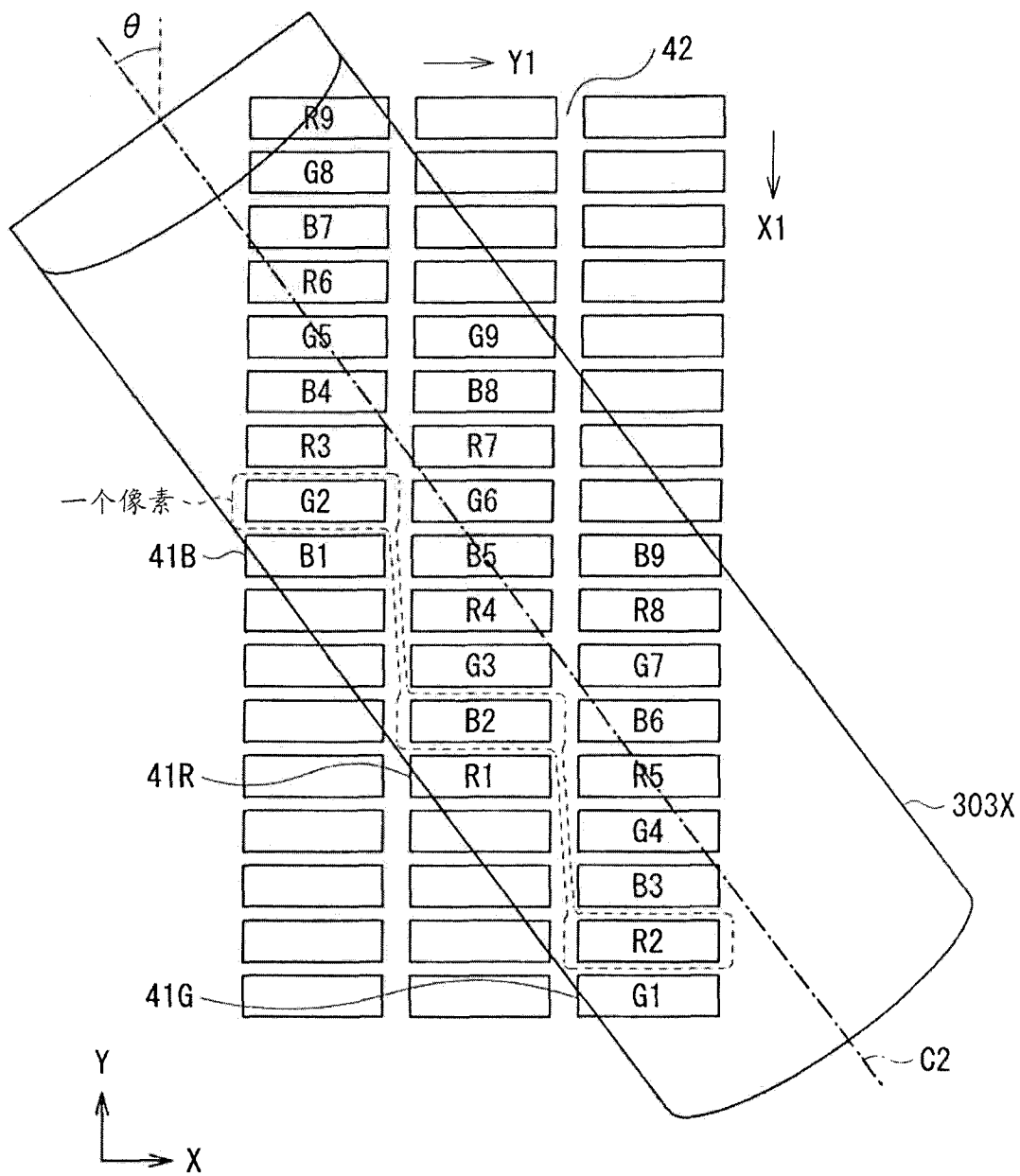


图 20

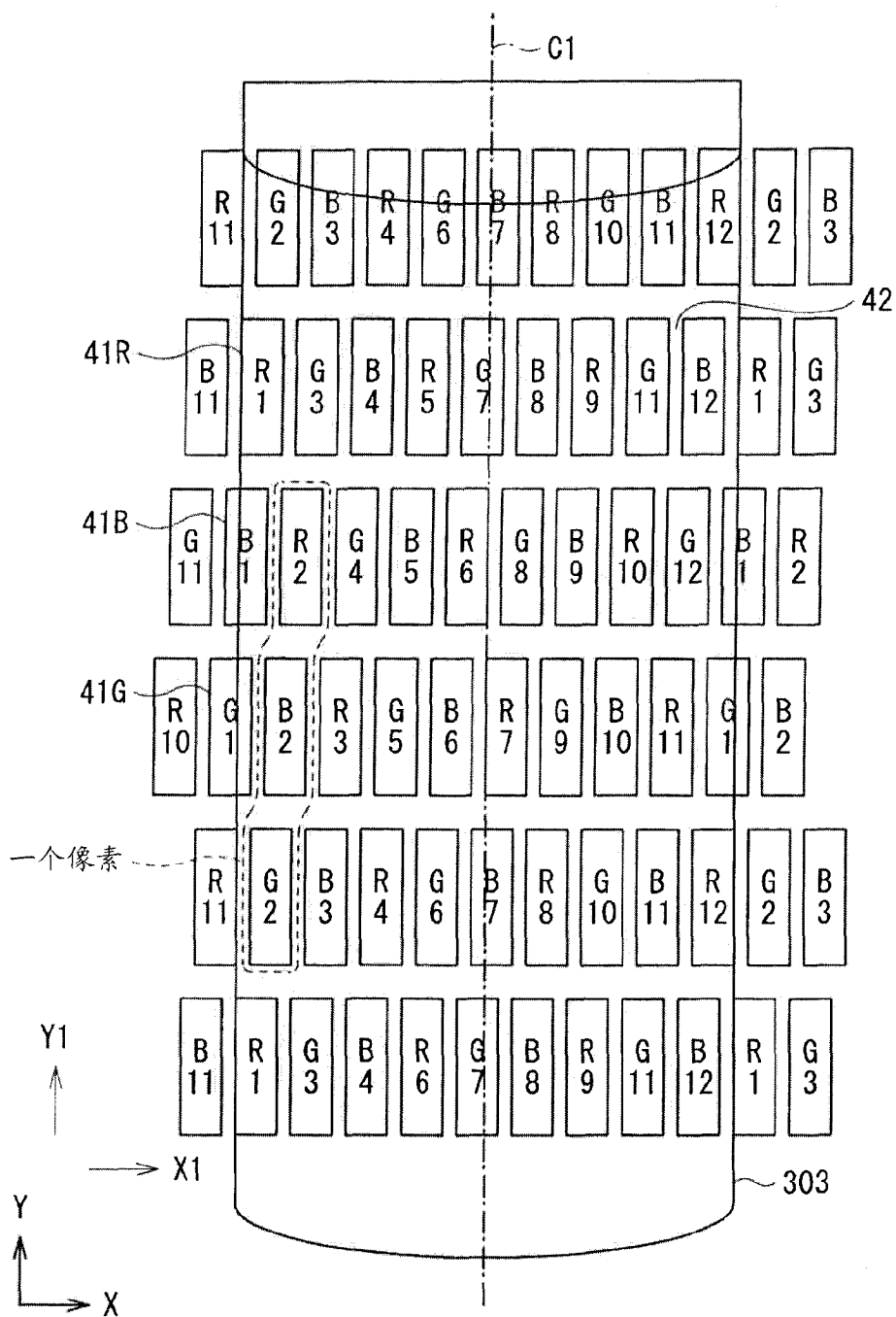


图 21