



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113795776 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202080034535.4
 (22) 申请日 2020.04.24
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 113795776 A
 (43) 申请公布日 2021.12.14
 (30) 优先权数据
 2019-089097 2019.05.09 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2021.11.09
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2020/017754 2020.04.24
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02020/226078 JA 2020.11.12
 (73) 专利权人 富士胶片株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 佐藤宽 筱田克己 齐藤之人
 (74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
 72002
 专利代理师 徐殿军

(51) Int. Cl.
 G02B 5/18 (2006.01)
 G02B 5/30 (2006.01)
 G02B 27/01 (2006.01)
 G02B 27/02 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 103460083 A, 2013.12.18
 CN 104423042 A, 2015.03.18
 CN 105929535 A, 2016.09.07
 CN 108121069 A, 2018.06.05
 CN 108474958 A, 2018.08.31
 JP 2009539129 A, 2009.11.12
 JP 2010032997 A, 2010.02.12
 US 2010296163 A1, 2010.11.25
 US 2018113309 A1, 2018.04.26
 WO 2017180403 A1, 2017.10.19
 WO 2018202951 A1, 2018.11.08
 审查员 陈喜杰

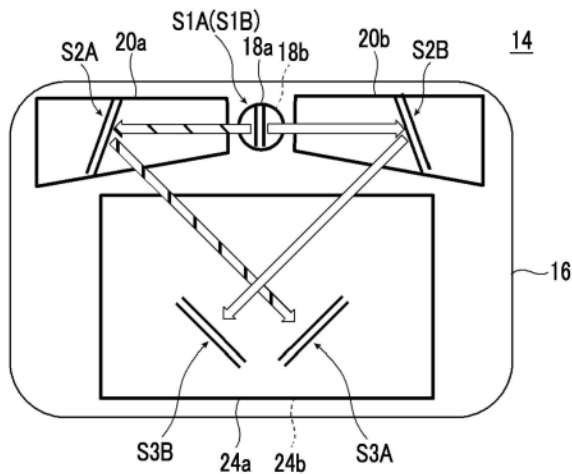
权利要求书3页 说明书37页 附图14页

(54) 发明名称
 导光元件及图像显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够抑制多重像的产生的导光元件及图像显示装置。导光元件具有导光板和设置于导光板上的第1入射衍射元件、第2入射衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件，第1入射衍射元件及第2入射衍射元件使所入射的光向彼此不同的方向衍射并入射到导光板上，第1出射衍射元件射出被第1入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光，第2出射衍射元件射出被第2入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光，第1入射衍射元件和第2入射衍射元件的衍射结构的周期不同，第1出射衍射元件和第2出射衍射元件的衍射结构的周期不同，第1出射衍射元件及第2出射衍射元件配置于导光板的主表面的

面方向上重叠的位置上，第1出射衍射元件和第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交。



1. 一种导光元件,其具有:

导光板;及设置于所述导光板上的第1入射衍射元件、第2入射衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件,

所述第1入射衍射元件及所述第2入射衍射元件使所入射的光向彼此不同的方向衍射并入射到所述导光板上,

所述第1出射衍射元件从所述导光板射出被所述第1入射衍射元件衍射且在所述导光板内传播的光,

所述第2出射衍射元件从所述导光板射出被所述第2入射衍射元件衍射且在所述导光板内传播的光,

所述第1入射衍射元件的衍射结构的周期与所述第2入射衍射元件的衍射结构的周期不同,

所述第1出射衍射元件的衍射结构的周期与所述第2射出衍射元件的衍射结构的周期不同,

所述第1出射衍射元件和所述第2出射衍射元件配置于所述导光板的主表面的面方向上重叠的位置上,

所述第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与所述第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交。

2. 根据权利要求1所述的导光元件,其还具有设置于所述导光板上的第1中间衍射元件及第2中间衍射元件,

所述第1中间衍射元件将被所述第1入射衍射元件衍射且在所述导光板内传播的光朝向所述第1出射衍射元件衍射,

所述第2中间衍射元件将被所述第2入射衍射元件衍射且在所述导光板内传播的光朝向所述第2出射衍射元件衍射,

所述第1中间衍射元件的衍射结构的周期与所述第2中间衍射元件的衍射结构的周期不同。

3. 根据权利要求2所述的导光元件,其中,

所述第1中间衍射元件及所述第2中间衍射元件分别为表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个。

4. 根据权利要求2或3所述的导光元件,其中,

若将所述第1入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i1} ,将所述第2入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i2} ,将所述第1中间衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{e1} ,将所述第2中间衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{e2} ,将所述第1出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o1} ,将所述第2出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o2} ,则满足

$$\Lambda_{e1} \leq \Lambda_{i1}$$

$$\Lambda_{e1} \leq \Lambda_{o1}$$

$$\Lambda_{e2} \leq \Lambda_{i2}$$

$$\Lambda_{e2} \leq \Lambda_{o2}。$$

5. 根据权利要求1或2所述的导光元件,其中,

所述第1入射衍射元件、所述第2入射衍射元件、所述第1出射衍射元件及所述第2出射

衍射元件分别为表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个。

6. 根据权利要求3所述的导光元件,其中,

所述偏振衍射元件为液晶衍射元件,所述液晶衍射元件使用包含液晶化合物的组合物而形成,并且具有来自所述液晶化合物的光学轴的朝向一边沿面内的至少一个方向连续旋转一边变化的液晶取向图案。

7. 根据权利要求6所述的导光元件,其中,

所述液晶衍射元件具有所述液晶化合物的光学轴的朝向在厚度方向上扭转旋转的区域。

8. 根据权利要求6所述的导光元件,其中,

所述液晶衍射元件具有将胆甾醇型液晶相固定而成的胆甾醇型液晶层。

9. 根据权利要求6所述的导光元件,其中,

所述液晶衍射元件具有所述液晶化合物的光学轴相对于所述液晶衍射元件的主表面倾斜的结构。

10. 根据权利要求6所述的导光元件,其中,

在所述液晶衍射元件中,当从所述液晶衍射元件的主表面的法线方向及相对于法线倾斜的方向测定面内延迟时,在慢轴面内及快轴面内中的任一个中,面内延迟成为最小的方向从所述法线方向倾斜。

11. 根据权利要求1或2所述的导光元件,其中,

所述第1入射衍射元件和所述第2入射衍射元件层叠。

12. 根据权利要求1或2所述的导光元件,其中,

所述第1入射衍射元件和所述第2入射衍射元件在所述导光板的面方向上的不同位置上排列。

13. 根据权利要求1或2所述的导光元件,其中,

所述第1出射衍射元件和所述第2出射衍射元件层叠。

14. 根据权利要求1或2所述的导光元件,其中,

所述第1入射衍射元件、所述第2入射衍射元件、所述第1出射衍射元件及所述第2出射衍射元件的衍射结构的周期为 $1\mu\text{m}$ 以下。

15. 根据权利要求1或2所述的导光元件,其具有设置于所述导光板上的第3入射衍射元件及第3出射衍射元件,

所述第3入射衍射元件和所述第1入射衍射元件使所入射的光向彼此不同的方向衍射并入射到所述导光板上,

所述第3出射衍射元件从所述导光板射出被所述第3入射衍射元件衍射且在所述导光板内传播的光,

所述第3入射衍射元件的衍射结构的周期与所述第1入射衍射元件及所述第2入射衍射元件的衍射结构的周期不同,

所述第3出射衍射元件的衍射结构的周期与所述第1出射衍射元件及所述第2出射衍射元件的衍射结构的周期不同,

所述第3出射衍射元件与所述第1出射衍射元件及所述第2出射衍射元件在所述导光板

的主表面的面方向上配置于重叠的位置上，

所述第3出射衍射元件的衍射结构的周期方向与所述第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交。

16. 根据权利要求15所述的导光元件，其中，

若将所述第1入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i1} ，将所述第2入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i2} ，将所述第3入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i3} ，则满足

$$\Lambda_{i3} \leq \Lambda_{i1} \leq \Lambda_{i2}。$$

17. 一种图像显示装置，其具有：

权利要求1至16中任一项所述的导光元件；及

显示元件，向所述导光元件的所述第1入射衍射元件及所述第2入射衍射元件照射图像。

18. 根据权利要求17所述的图像显示装置，其中，

所述显示元件照射圆偏振光。

19. 根据权利要求17或18所述的图像显示装置，其具有：

第1显示元件，向所述导光元件的所述第1入射衍射元件照射图像；及

第2显示元件，向所述导光元件的所述第2入射衍射元件照射图像，

由所述第1显示元件照射的光的中心波长与由所述第2显示元件照射的光的中心波长彼此不同。

导光元件及图像显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种传播光的导光元件及使用该导光元件的图像显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,如非专利文献1中所记载的实际观察到的场景中叠加显示虚拟的影像及各种信息等的AR(Augmented Reality(增强现实))玻璃被实用化。AR玻璃也称为智能玻璃、头戴式显示器(HMD(Head Mounted Display))及AR眼镜等。

[0003] 如非专利文献1所示,作为一例,AR玻璃将由显示器(光学引擎)显示的影像入射到导光板的一端进行传送并从另一端射出,从而在使用人员实际观察到的场景中叠加显示虚拟的影像。

[0004] 在AR玻璃中,使用衍射元件使来自显示器的光(投影光)衍射(折射)而入射到导光板的一个端部。由此,以一定角度向导光板导入光,并且使光在导光板内全反射而传播。在导光板传播的光在导光板的另一端部同样被衍射元件衍射,并从导光板射出到由使用人员观察的位置上。

[0005] 在AR玻璃中,例如从显示器照射由R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)这三种颜色的光的波长的光形成的影像,使各自的光衍射并引导到导光板内,通过衍射元件从导光板射出到由使用人员观察的位置上以重叠显示三种颜色的光的图像,从而能够显示彩色图像(参考专利文献1)。

[0006] 以往技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:国际公开第2017/180403号

[0009] 非专利文献

[0010] 非专利文献1:Bernard C.Kress et al.,Towards the Ultimate Mixed Reality Experience(走向终极混合现实体验):HoloLens Display Architecture Choices,SID 2017DIGEST,pp.127-131

发明内容

[0011] 发明要解决的技术课题

[0012] 根据本发明人等的研究,可知在为了显示彩色图像而叠加配置对应于各颜色的射出侧的衍射元件的情况下,出现产生多重像等问题。

[0013] 具体而言,在AR玻璃中,例如在将由RGB各自的光形成的影像重叠而显示彩色的情况下,例如,G光被用于衍射G光的G衍射元件衍射,并且也被用于衍射R光的R衍射元件和/或用于衍射B光的B衍射元件衍射一部分。此时,G衍射元件和R衍射元件及B衍射元件的衍射结构的周期不同。其中,众所周知,基于衍射元件的衍射角度取决于衍射元件的衍射结构的周期及光的波长。

[0014] 因此,被G衍射元件衍射的G光和被R衍射元件衍射的G光和被B衍射元件衍射的G光

分别以不同的角度进行衍射。相同地,关于R光及B光,也被除了相对应的衍射元件以外的衍射元件以不同的角度衍射一部分。由此,多重像被视觉辨认。

[0015] 本发明的课题在于解决这种现有技术的问题点,并且提供一种能够抑制多重像的产生的导光元件及使用该导光元件的图像显示装置。

[0016] 用于解决技术课题的手段

[0017] 为了解决该课题,本发明具有以下结构。

[0018] [1]一种导光元件,其具有:导光板;及设置于导光板上的第1入射衍射元件、第2入射衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件,

[0019] 第1入射衍射元件及第2入射衍射元件使所入射的光向彼此不同的方向衍射并入射到导光板上,

[0020] 第1出射衍射元件从导光板射出被第1入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光,

[0021] 第2出射衍射元件从导光板射出被第2入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光,

[0022] 第1入射衍射元件的衍射结构的周期与第2入射衍射元件的衍射结构的周期不同,

[0023] 第1出射衍射元件的衍射结构的周期与第2出射衍射元件的衍射结构的周期不同,

[0024] 第1出射衍射元件和第2出射衍射元件配置于导光板的主表面的面方向上重叠的位置上,

[0025] 第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交。

[0026] [2]根据[1]所述的导光元件,其还具有设置于导光板上的第1中间衍射元件及第2中间衍射元件,

[0027] 第1中间衍射元件将被第1入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光朝向第1出射衍射元件衍射,

[0028] 第2中间衍射元件将被第2入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光朝向第2出射衍射元件衍射,

[0029] 第1中间衍射元件的衍射结构的周期与第2中间衍射元件的衍射结构的周期不同。

[0030] [3]根据[2]所述的导光元件,其中,第1中间衍射元件及第2中间衍射元件分别为表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个。

[0031] [4]根据[2]或[3]所述的导光元件,其中,若将第1入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i1} ,将第2入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i2} ,将第1中间衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{e1} ,将第2中间衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{e2} ,将第1出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o1} ,将第2出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o2} ,则满足

$$[0032] \quad \Lambda_{e1} \leq \Lambda_{i1}$$

$$[0033] \quad \Lambda_{e1} \leq \Lambda_{o1}$$

$$[0034] \quad \Lambda_{e2} \leq \Lambda_{i2}$$

$$[0035] \quad \Lambda_{e2} \leq \Lambda_{o2}$$

[0036] [5]根据[1]至[4]中任一项所述的导光元件,其中,第1入射衍射元件、第2入射衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件分别为表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个。

[0037] [6]根据[3]或[5]所述的导光元件,其中,偏振衍射元件为液晶衍射元件,所述液

晶衍射元件使用包含液晶化合物的组合物而形成,并且具有来自液晶化合物的光学轴的朝向沿面内的至少一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。

[0038] [7]根据[6]所述的导光元件,其中,液晶衍射元件具有液晶化合物的光学轴的朝向在厚度方向上扭转旋转的区域。

[0039] [8]根据[6]或[7]所述的导光元件,其中,液晶衍射元件具有将胆甾醇型液晶相固定而成的胆甾醇型液晶层。

[0040] [9]根据[6]至[8]中任一项所述的导光元件,其中,液晶衍射元件具有液晶化合物的光学轴相对于液晶衍射元件的主表面倾斜的结构。

[0041] [10]根据[6]至[9]中任一项所述的导光元件,其中,在液晶衍射元件中,当从液晶衍射元件的主表面的法线方向及相对于法线倾斜的方向测定面内延迟时,在慢轴面内及快轴面内中的任一个中,面内延迟成为最小的方向从法线方向倾斜。

[0042] [11]根据[1]至[10]中任一项所述的导光元件,其中,第1入射衍射元件和第2入射衍射元件层叠。

[0043] [12]根据[1]至[10]中任一项所述的导光元件,其中,第1入射衍射元件和第2入射衍射元件在导光板的表面方向上的不同位置上排列。

[0044] [13]根据[1]至[12]中任一项所述的导光元件,其中,第1出射衍射元件和第2出射衍射元件层叠。

[0045] [14]根据[1]至[13]中任一项所述的导光元件,其中,第1入射衍射元件、第2入射衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件的衍射结构的周期为 $1\mu\text{m}$ 以下。

[0046] [15]根据[1]至[14]中任一项所述的导光元件,其具有设置于导光板上的第3入射衍射元件及第3出射衍射元件,

[0047] 第3入射衍射元件和第1入射衍射元件使所入射的光向彼此不同的方向衍射并入射到导光板上,

[0048] 第3出射衍射元件从导光板射出被第3入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光,

[0049] 第3入射衍射元件的衍射结构的周期与第1入射衍射元件及第2入射衍射元件的衍射结构的周期不同,

[0050] 第3出射衍射元件的衍射结构的周期与第1出射衍射元件及第2出射衍射元件的衍射结构的周期不同,

[0051] 第3出射衍射元件与第1出射衍射元件及第2出射衍射元件配置于导光板的主表面的面方向上重叠的位置上,

[0052] 第3出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交。

[0053] [16]根据[15]所述的导光元件,其中,若将第1入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i1} ,将第2入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i2} ,将第3入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i3} ,则满足

[0054] $\Lambda_{i3} \leq \Lambda_{i1} \leq \Lambda_{i2}$ 。

[0055] [17]一种图像显示装置,其具有:[1]至[16]中任一项所述的导光元件;及

[0056] 显示元件,向导光元件的第1入射衍射元件及第2入射衍射元件照射图像。

[0057] [18]根据[17]所述的图像显示装置,其中,显示元件照射圆偏振光。

[0058] [19]根据[17]或[18]所述的图像显示装置,其具有:第1显示元件,向导光元件的第1入射衍射元件照射图像;及

[0059] 第2显示元件,向导光元件的第2入射衍射元件照射图像,

[0060] 由第1显示元件照射的光的中心波长与由第2显示元件照射的光的中心波长彼此不同。

[0061] 发明效果

[0062] 根据本发明,能够提供一种能够抑制多重像的产生的导光元件及使用该导光元件的图像显示装置。

附图说明

[0063] 图1是概念性地示出使用本发明的导光元件的图像显示装置的一例的主视图。

[0064] 图2是概念性地示出图1所示的图像显示装置的仰视图。

[0065] 图3是概念性地示出图1所示的图像显示装置的侧视图。

[0066] 图4是用于说明衍射元件的配置的一例的图。

[0067] 图5是用于说明衍射元件的配置的另一例的图。

[0068] 图6是概念性地示出本发明的导光元件的另一例的主视图。

[0069] 图7是概念性地示出本发明的导光元件的另一例的主视图。

[0070] 图8是概念性地示出本发明的导光元件的另一例的主视图。

[0071] 图9是用于说明本发明的导光元件的另一例的图。

[0072] 图10是概念性地示出本发明的导光元件的另一例的主视图。

[0073] 图11是概念性地示出本发明的导光元件的另一例的主视图。

[0074] 图12是概念性地示出本发明的导光元件的另一例的主视图。

[0075] 图13是概念性地示出表面浮雕型衍射元件的剖视图。

[0076] 图14是概念性地示出体积全息图型衍射元件的主视图。

[0077] 图15是用于说明液晶衍射元件的概念图。

[0078] 图16是图15所示的液晶衍射元件的俯视图。

[0079] 图17是用于说明图15所示的液晶衍射元件的作用的概念图。

[0080] 图18是概念性地示出液晶衍射元件的另一例的图。

[0081] 图19是图18所示的液晶衍射元件的俯视图。

[0082] 图20是用于说明图18所示的液晶衍射元件的作用的概念图。

[0083] 图21是用于说明图18所示的液晶衍射元件的作用的概念图。

[0084] 图22是曝光图15所示的液晶衍射元件的取向膜的曝光装置的一例的概念图。

[0085] 图23是用于说明多重像的产生的图。

[0086] 图24是用于说明液晶衍射元件的另一例的概念图。

[0087] 图25是用于说明液晶衍射元件的另一例的概念图。

具体实施方式

[0088] 以下,根据附图所示的优选实施例对本发明的导光元件及图像显示装置进行详细说明。

[0089] 在本说明书中,用“~”表示的数值范围是指将在“~”的前后记载的数值作为下限值以及上限值包含的范围。

[0090] 在本说明书中,“(甲基)丙烯酸酯”以“丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯中的一者或两者”的含义而使用。

[0091] 在本说明书中,可见光为电磁波中以肉眼观察的波长的光,表示380~780nm的波长区域的光。非可见光为小于380nm的波长区域及超过780nm的波长区域的光。

[0092] 并且,并不限于此,在可见光中,420~490nm的波长区域的光为蓝色光,495~570nm的波长区域的光为绿色光,620~750nm的波长区域的光为红色光。

[0093] [导光元件及图像显示装置]

[0094] 本发明的导光元件为如下导光元件,其具有:导光板;及设置于导光板上的第1入射衍射元件、第2入射衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件,

[0095] 第1入射衍射元件及第2入射衍射元件使所入射的光向彼此不同的方向衍射并入射到导光板上,

[0096] 第1出射衍射元件从导光板射出被第1入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光,

[0097] 第2出射衍射元件从导光板射出被第2入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光,

[0098] 第1入射衍射元件的衍射结构的周期与第2入射衍射元件的衍射结构的周期不同,

[0099] 第1出射衍射元件的衍射结构的周期与第2出射衍射元件的衍射结构的周期不同,

[0100] 第1出射衍射元件和第2出射衍射元件配置于导光板的主表面的面方向上重叠的位置上,

[0101] 第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交。

[0102] 本发明的导光元件优选为如下导光元件,其还具有设置于导光板上的第1中间衍射元件及第2中间衍射元件,

[0103] 第1中间衍射元件将被第1入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光朝向第1出射衍射元件衍射,

[0104] 第2中间衍射元件将被第2入射衍射元件衍射且在导光板内传播的光朝向第2出射衍射元件衍射,

[0105] 第1中间衍射元件的衍射结构的周期与第2中间衍射元件的衍射结构的周期不同。

[0106] 本发明的图像显示装置为如下图像显示装置,其具有:上述导光元件;及显示元件,向导光元件的第1入射衍射元件及第2入射衍射元件照射图像。

[0107] 本发明的图像显示装置显示两种颜色以上的图像。

[0108] 在图1~图3中概念性地示出使用本发明的导光元件的本发明的图像显示装置的一例。另外,图1为主视图,并且为从与由使用人员U观察侧相反的一侧的面观察图像显示装置10的图。图2为仰视图,并且为从图1的纸面的下方观察图像显示装置10的图。图3为侧视图,并且为从图1的纸面右手侧观察图像显示装置10的图。

[0109] 作为优选的一例,图1所示的图像显示装置10用作AR玻璃。另外,本发明的导光元件除了AR玻璃以外,也能够用于透明屏幕、照明装置(包括液晶显示器的背光等)及传感器等光学元件中。并且,本发明的图像显示装置也能够用于使用这些光学元件的图像显示装置中。

[0110] 图1~图3所示的图像显示装置10具有显示元件12和导光元件14,所述导光元件14具有导光板16、设置于导光板16上的、第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b。另外,在图1中,省略显示元件12的图示。

[0111] 图像显示装置10通过第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b使由显示元件12显示的图像(对应于图像的光)按规定的波长区域分别向彼此不同的方向衍射并入射到导光板16上。基于第1入射衍射元件18a的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第1中间衍射元件20a上。入射到第1中间衍射元件20a上的光朝向第1出射衍射元件24a衍射,在导光板16内全反射而传播,并入射到第1出射衍射元件24a上,被第1出射衍射元件24a衍射,并从导光板16射出。并且,基于第2入射衍射元件18b的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第2中间衍射元件20b上。入射到第2中间衍射元件20b上的光朝向第2出射衍射元件24b衍射,在导光板16内全反射而传播,并入射到第2出射衍射元件24b上,被第2出射衍射元件24b衍射,并从导光板16射出。

[0112] 第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b在导光板16的主表面的面方向(以下,简称为“面方向”)上重叠配置,因此被第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b衍射并射出的光在相同位置从导光板16射出以供于由使用人员U进行的观察。由此,能够进行两种颜色的彩色显示。

[0113] 在通过第1中间衍射元件20a及第2中间衍射元件20b以及第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b衍射光时,本发明的导光元件通过设为在衍射元件的多个地方衍射光的一部分的结构,能够扩大(射出光瞳扩大)视野。

[0114] [显示元件]

[0115] 显示元件12显示由使用人员U观察的图像(影像),并将图像照射到第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b上。因此,显示元件12配置成使所照射的图像入射到第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b上。在图1~图3所示的例中,显示元件12与第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b对置而配置。

[0116] 在本发明的图像显示装置10中,显示元件12并无限制,能够利用各种AR玻璃等中所使用的公知的显示元件(显示装置、投影仪)。作为显示元件12,作为一例,可以例示出具有显示器和投影透镜的显示元件。

[0117] 在本发明的图像显示装置10中,显示器并无限制,例如能够利用各种AR玻璃等中所使用的公知的显示器。

[0118] 作为显示器,作为一例,可以例示出液晶显示器(包含LCOS:Liquid Crystal On Silicon,硅基液晶等)、有机电致发光显示器及使用了DLP(Digital Light Processing,数字光处理)、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微机电系统)反射镜的扫面方式显示器等。

[0119] 另外,,如图1~图3所示,在第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b配置于导光板的面上重叠的位置上的情况下,显示器可以使用利用由第1入射衍射元件18a衍射的波长的光和由第2入射衍射元件18b衍射的波长的光来显示双色图像的显示器。

[0120] 并且,如后述图6所示,在第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b配置于面上不重叠的位置上的情况下,可以使用向第1入射衍射元件18a照射单色图像的显示器

(第1显示元件)和向第2入射衍射元件18b照射单色图像的显示器(第2显示元件)这两种显示器。由两个显示器照射的图像的颜色(光的中心波长)彼此不同。

[0121] 关于这一点,其他结构的情况也相同,在面方向上重叠配置多个入射衍射元件的情况下,可以使用显示使用了与各入射衍射元件相对应的多个波长的光的多色图像的显示器。并且,在面方向上不重叠的位置上配置多个入射衍射元件的情况下,可以使用显示与各自的入射衍射元件对应的波长的光的图像的多个显示器。

[0122] 并且,在面方向上不重叠的位置上配置多个入射衍射元件的情况下,可以设为使从显示多色图像的显示器照射的光按各波长进行分光而入射到各自的入射衍射元件上的结构。

[0123] 在本发明的图像显示装置10中所使用的显示元件12中,投影透镜也为AR玻璃等中所使用的公知的投影透镜(准直透镜)。

[0124] 其中,在本发明的图像显示装置10中,基于显示元件12的显示图像即由显示元件12照射的光并无限制,但是优选为无偏振光(自然光)或圆偏振光。

[0125] 当显示元件12照射圆偏振光时,在显示器照射无偏振光的图像的情况下,显示元件12优选具有例如由线性起偏器和 $\lambda/4$ 板形成的圆偏振片。并且,在显示器照射直线偏振光的图像的情况下,显示元件12优选具有例如 $\lambda/4$ 板。

[0126] 另外,由显示元件12照射的光可以为其他偏振光(例如,直线偏振光等)。

[0127] [导光板]

[0128] 在导光元件14中,导光板16为反射入射到内部的光并引导(传播)的公知的导光板。

[0129] 导光板16并无限制,能够利用各种AR玻璃及液晶显示器的背光单元等中所使用的公知的导光板。

[0130] [衍射元件]

[0131] 导光元件14在导光板16的主表面上具有第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a及第2中间衍射元件20b以及第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b。主表面为片状物(板状物、膜等)的最大面。另外,在图示例中,第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b设置于导光板16的同一主表面上,但是只要为导光板16的主表面,则各衍射元件可以设置于不同的主表面上。

[0132] 作为第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b,能够使用各种衍射元件。另外,在以下说明中,在不需要区分第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b的情况下,统称为衍射元件。

[0133] 作为这些衍射元件,优选为表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个。

[0134] 作为偏振衍射元件,优选为使用包含液晶化合物的组合物而形成的液晶衍射元件。并且,作为液晶衍射元件,也优选具有将胆甾醇型液晶相固定而成的胆甾醇型液晶层。

[0135] 对各衍射元件将在后面进行详细叙述。

[0136] 例如,在衍射元件为表面浮雕型衍射元件的情况下,通过具有直线状的凹凸交替排列的重复图案的衍射结构来衍射光。此时的衍射角度通过光的波长及衍射结构的图案的周期等来决定。因此,需要使用衍射结构的周期按光的波长而不同的衍射元件。

[0137] 例如,在显示元件照射R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)这三种颜色的光的情况下,若使用具有相同的衍射结构周期的衍射元件进行衍射,则出现如下问题:R、G、B各自的波长的光的衍射角度不同,因此入射到导光板16上且在导光板16内引导(全反射)的光的入射角度范围按R、G、B分别不同,R、G、B在导光板16内全反射的共用的入射角度范围变窄,因此在被出射衍射元件衍射并射出时,RGB这三种颜色的图像重叠而可见范围变窄等。

[0138] 因此,为了适当重叠RGB这三种颜色的图像而作为彩色图像进行观察,在图像显示装置中,在从显示元件12照射波长不同的光而显示多色图像(彩色图像)时,需要与RGB的各光对应地改变衍射元件的衍射结构的周期,以使RGB的各光以大致相同的角度进行衍射。

[0139] (入射衍射元件)

[0140] 第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b衍射由显示元件12照射的光并入射到导光板16内。另外,在以下说明中,在不需要区分第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b的情况下,统称为入射衍射元件。

[0141] 在图1所示的例中,第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b配置于导光板16的主表面的、图1中的上方、左右方向的大致中央位置上。第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b在面方向上重叠配置。另外,在面方向上重叠配置第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b的情况下,如图4所示,可以层叠配置第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b,如图5所示,也可以将第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b分别配置于导光板16的不同的主表面上。

[0142] 第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b分别衍射不同波长的光。因此,第1入射衍射元件18a的衍射结构的周期与第2入射衍射元件18b的衍射结构的周期彼此不同。

[0143] 第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b向不同的方向衍射由显示元件12照射的光的彼此不同波长。在图1所示的例中,第1入射衍射元件18a向配置有第1中间衍射元件20a的左方向衍射所入射的光。因此,如图1中的S1A所示,第1入射衍射元件18a的衍射结构具有图案沿左右方向排列的结构。

[0144] 另一方面,第2入射衍射元件18b向配置有第2中间衍射元件20b的右方向衍射所入射的光。因此,如图1中的S1B所示,第2入射衍射元件18b的衍射结构具有图案沿左右方向排列的结构。

[0145] 另外,在图1所示的例中,分别示出第1入射衍射元件18a所具有的衍射结构的图案(S1A)及第2入射衍射元件18b所具有的衍射结构的图案(S1B)的一部分,实际上,衍射结构的图案形成于入射衍射元件的整个表面上。关于这一点,对中间衍射元件及出射衍射元件也相同。

[0146] 另外,如图1所示的例,在将第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b配置于面方向上重叠的位置上的情况下,第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b优选具有仅衍射特定的波长的波长选择性。第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b可以不具有波长选择性。

[0147] (中间衍射元件)

[0148] 第1中间衍射元件20a将被第1入射衍射元件18a衍射且在导光板16内传播的光朝向第1出射衍射元件24a衍射。

[0149] 第2中间衍射元件20b将被第2入射衍射元件18b衍射且在导光板16内传播的光朝向第2出射衍射元件24b衍射。

[0150] 另外,在以下说明中,在不需要区分第1中间衍射元件20a和第2中间衍射元件20b的情况下,统称为中间衍射元件。

[0151] 在图1所示的例中,第1中间衍射元件20a配置于导光板16的主表面的、第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b在图1中的左侧的位置上。并且,第2中间衍射元件20b配置于导光板16的主表面的、第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b在图1中的右侧的位置上。

[0152] 第1中间衍射元件20a和第2中间衍射元件20b分别衍射不同波长的光。因此,第1中间衍射元件20a的衍射结构的周期与第2中间衍射元件20b的衍射结构的周期彼此不同。

[0153] 在图1所示的例中,第1中间衍射元件20a向配置有第1出射衍射元件24a的右下方向衍射被第1入射衍射元件18a衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图1中的S2A所示,第1中间衍射元件20a的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为右下方向)排列的结构。

[0154] 第2中间衍射元件20b向配置有第2出射衍射元件24b的左下方向衍射被第2入射衍射元件18b衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图1中的S2B所示,第2中间衍射元件20b的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为左下方向)排列的结构。

[0155] (出射衍射元件)

[0156] 第1出射衍射元件24a使被第1入射衍射元件18a及第1中间衍射元件20a衍射且在导光板16内传播的光从导光板16射出。

[0157] 第2出射衍射元件24b使被第2入射衍射元件18b及第2中间衍射元件20b衍射且在导光板16内传播的光从导光板16射出。

[0158] 另外,在以下说明中,在不需要区分第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b的情况下,统称为出射衍射元件。

[0159] 在图1所示的例中,第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b配置于导光板16的主表面的、第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b在图1中的下侧的位置上。第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b在面方向上重叠配置。另外,在面方向上重叠配置第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b的情况下,与前述入射衍射元件的情况相同地,可以层叠配置第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b,也可以将第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b分别配置于导光板16的不同的主表面上。

[0160] 第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b分别衍射不同波长的光。因此,第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期彼此不同。

[0161] 在图1所示的例中,第1出射衍射元件24a向与图1的纸面垂直的方向衍射由第1中间衍射元件20a衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图1中的S3A所示,第1出射衍射元件24a的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为右下方向)排列的结构。

[0162] 第2出射衍射元件24b向与图1的纸面垂直的方向衍射由第2中间衍射元件20b衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图1中的S3B所示,第2出射衍射元件24b的衍射结构具有

图案沿倾斜方向(图案的排列方向为左下方向)排列的结构。

[0163] 其中,如图1所示,在本发明的导光元件14中,第1出射衍射元件24a的衍射结构中的图案的排列方向(以下,也称为周期方向)与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向相交。由此,能够抑制多重像的产生。

[0164] 关于这一点,以下进行说明。

[0165] 在AR玻璃等中所使用的导光元件中,例如,在从显示器照射RGB三种颜色的影像,使各自的光衍射且在导光板内引导,通过衍射元件从导光板射出到由使用人员观察的位置上而重叠显示三种颜色的图像以显示彩色图像时,在叠加配置对应于RGB各颜色的射出侧的衍射元件的情况下,如图23所示,例如,G光被用于衍射G光的G衍射元件204衍射,并且也被用于衍射R光的R衍射元件206和/或用于衍射B光的B衍射元件208衍射一部分。此时,G衍射元件204、R衍射元件206及B衍射元件208的衍射结构的周期分别不同。因此,被G衍射元件204衍射的G光和被R衍射元件206衍射的G光和被B衍射元件208衍射的G光分别以不同的角度进行衍射。由此,多重像被视觉辨认。

[0166] 相对于此,在本发明的导光元件中,将第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向相交配置,因此例如被第1出射衍射元件24a衍射的波长的光从相对于第2出射衍射元件24b的衍射结构难以被衍射的方向入射。因此,能够抑制被第1出射衍射元件24a衍射的波长的光被第2出射衍射元件24b衍射,从而能够抑制产生多重像。相同地,被第2出射衍射元件24b衍射的波长的光从相对于第1出射衍射元件24a的衍射结构难以被衍射的方向入射。因此,能够抑制被第2出射衍射元件24b衍射的波长的光被第1出射衍射元件24a衍射,从而能够抑制产生多重像。

[0167] 另外,从能够更优选地抑制多重像的产生的观点考虑,第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向所形成的角度(交叉角)优选为 $30^{\circ}\sim 180^{\circ}$,更优选为 $60^{\circ}\sim 180^{\circ}$,进一步优选为 $80^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 。

[0168] 其中,关于出射衍射元件的衍射结构的周期方向,在将出射衍射元件配置于导光板上并从出射衍射元件的法线方向入射光时,将在导光板内衍射的光的衍射光强度大的出射衍射元件的衍射结构的周期方向设为 0° 周期方向,将衍射强度小的出射衍射元件的衍射结构的周期方向设为 180° 周期方向。衍射结构的周期方向彼此所形成的角设为第1出射衍射元件24a的衍射结构的 0° 周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的 0° 周期方向所形成的角。

[0169] 另外,省略图示,但是第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b通过贴合层贴合于导光板上。

[0170] 在本发明中,只要为贴合成为贴合对象的物体彼此的层,则贴合层能够利用由公知的各种材料形成的层。作为贴合层,可以为贴合时具有流动性而之后成为固体的由粘结剂形成的层,也可以为贴合时为凝胶状(橡胶状)的柔软的固体而之后凝胶状的状态没有变化的由粘合剂形成的层,还可以为由具有粘结剂和粘合剂这两个特征的材料形成的层。因此,贴合层使用光学透明粘结剂(OCA(Optical Clear Adhesive))、光学透明双面胶带及紫外线固化型树脂等在光学装置及光学元件等中用于贴合片状物的公知的层即可。

[0171] 或者,可以层叠第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件

20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b和导光板16并用框体或夹具等保持而不是由贴合层贴合来构成本发明的导光元件。

[0172] 而且,可以在导光板16上直接形成第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b。

[0173] 并且,若将第1入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i1} ,将所述第2入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i2} ,将所述第1中间衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{e1} ,将所述第2中间衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{e2} ,将所述第1出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o1} ,将所述第2出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o2} ,则优选满足 $\Lambda_{e1} \leq \Lambda_{i1}$ 、 $\Lambda_{e1} \leq \Lambda_{o1}$ 、 $\Lambda_{e2} \leq \Lambda_{i2}$ 、 $\Lambda_{e2} \leq \Lambda_{o2}$ 。即,中间衍射元件的衍射结构的周期优选小于入射衍射元件及出射衍射元件。

[0174] 通过使中间衍射元件的衍射结构的周期小于入射衍射元件及出射衍射元件,能够优选地将光从入射衍射元件经由中间衍射元件传播至出射衍射元件,并且能够从导光板向使用人员适当地射出光。

[0175] 另外,入射衍射元件的衍射结构的周期、中间衍射元件的衍射结构的周期及出射衍射元件的衍射结构的周期并无限制,根据各衍射元件的位置关系等适当设定即可。

[0176] 第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期优选为 $1\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.8\mu\text{m}$ 以下,从在导光板16内以全反射传播的观点考虑,进一步优选为入射光的波长 λ 以下。

[0177] 其中,在图1所示的例中,设为第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b在面方向上重叠配置的结构,但是并不限于此。例如,如图6所示的例,可以设为第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b配置于面方向上不重叠的位置上的结构。

[0178] 在图6所示的例中,第1入射衍射元件18a配置于导光板16的主表面的、图1中的上方、左右方向的大致中央的左侧的位置上。第2入射衍射元件18b配置于导光板16的主表面的、图1中的上方、左右方向的大致中央的右侧的位置上。

[0179] 第1中间衍射元件20a和第2中间衍射元件20b及第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b的配置基本上与图1相同。

[0180] 在图6所示的结构的情况下,如上所述,优选设为图像显示装置具有向第1入射衍射元件18a照射由被第1入射衍射元件18a衍射的波长的光形成的单色图像的显示元件和向第2入射衍射元件18b照射由被第2入射衍射元件18b衍射的波长的光形成的单色图像的显示元件这两种显示元件的结构。

[0181] 并且,如图6所示,在第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b配置于面方向上不重叠的位置上的结构的情况下,作为第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b,也能够优选使用不具有波长选择性的衍射元件。

[0182] 并且,在图1所示的例中,设为分别具有两种入射衍射元件、中间衍射元件及出射衍射元件的结构,但是并不限于此,也可以设为分别具有三种以上的衍射元件的结构。

[0183] 例如,在图7所示的例中,导光元件14b在导光板16的主表面上具有第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b及第3中间衍射元件20c以及第1出射衍射元件24a、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c。

[0184] 在图7中,第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1中间衍射元件20a、第2中间衍射元件20b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b为与图1的结构及配置相同的结构。

[0185] 在图7中,第3入射衍射元件18c与第2入射衍射元件18b配置于面方向上的相同位置上。并且,第3中间衍射元件20c与第2中间衍射元件20b配置于面方向上的相同位置上。并且,第3出射衍射元件24c与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b配置于面方向上的相同位置上。

[0186] 第3入射衍射元件18c衍射与第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b不同波长的光。因此,第3入射衍射元件18c的衍射结构的周期与第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b的衍射结构的周期不同。

[0187] 并且,第3入射衍射元件18c在面方向上的配置位置与第2入射衍射元件18b重叠,并向与第2入射衍射元件18b相同的方向(第3中间衍射元件20c的方向)衍射光。即,第3入射衍射元件18c向与第1入射衍射元件18a不同的方向衍射光。

[0188] 在图7所示的例中,第3入射衍射元件18c向配置有第3中间衍射元件20c的右方向衍射所入射的光。因此,如图7中的S1C所示,第3入射衍射元件18c的衍射结构具有图案沿左右方向排列的结构。

[0189] 第3中间衍射元件20c衍射与第1中间衍射元件20a及第2中间衍射元件20b不同波长的光。因此,第3中间衍射元件20c的衍射结构的周期与第1中间衍射元件20a及第2中间衍射元件20b的衍射结构的周期不同。

[0190] 并且,第3中间衍射元件20c在面方向上的配置位置与第2中间衍射元件20b重叠,并向与第2中间衍射元件20b相同的方向(第3出射衍射元件24c的方向)衍射光。

[0191] 在图7所示的例中,第3中间衍射元件20c向配置有第3出射衍射元件24c的左下方向衍射被第3入射衍射元件18c衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图7中的S2C所示,第3中间衍射元件20c的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为左下方向)排列的结构。

[0192] 第3出射衍射元件24c衍射与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b不同波长的光。因此,第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期不同。

[0193] 并且,第3出射衍射元件24c在面方向上的配置位置与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b重叠。

[0194] 在图7所示的例中,第3出射衍射元件24c向与图7的纸面垂直的方向衍射由第3中间衍射元件20c衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图7中的S3C所示,第3出射衍射元件24c的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为左下方向)排列的结构。

[0195] 具有图7所示的导光元件14b的图像显示装置通过第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c使由显示元件显示的图像(对应于图像的光)按规定的波长区域分别进行衍射并入射到导光板16上。基于第1入射衍射元件18a的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第1中间衍射元件20a上。入射到第1中间衍射元件20a上的光朝向第1出射衍射元件24a衍射,在导光板16内全反射而传播,并入射到第1出射衍射元件24a上,被第1出射衍射元件24a衍射,并从导光板16射出。并且,基于第2入射衍射元件18b

的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第2中间衍射元件20b上。入射到第2中间衍射元件20b上的光朝向第2出射衍射元件24b衍射,在导光板16内全反射而传播,并入射到第2出射衍射元件24b上,被第2出射衍射元件24b衍射,并从导光板16射出。并且,基于第3入射衍射元件18c的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第3中间衍射元件20c上。入射到第3中间衍射元件20c上的光朝向第3出射衍射元件24c衍射,在导光板16内全反射而传播,并入射到第3出射衍射元件24c上,被第3出射衍射元件24c衍射,并从导光板16射出。

[0196] 第1出射衍射元件24a、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c在面方向上重叠配置,因此被第1出射衍射元件24a、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c衍射并射出的光在相同位置从导光板16射出以供于由使用人员U进行的观察。由此,能够进行三种颜色的彩色显示。

[0197] 即使在这种结构的情况下,第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期方向与第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期方向也交叉,因此能够抑制被第1出射衍射元件24a衍射的波长的光被第3出射衍射元件24c衍射,并且能够抑制被第3出射衍射元件24c衍射的波长的光被第1出射衍射元件24a衍射,从而能够抑制产生多重像。

[0198] 其中,在图7所示的例中,第2入射衍射元件18b和第3入射衍射元件18c以及第2中间衍射元件20b和第3中间衍射元件20c在面方向上的配置位置重叠,因此第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向大致一致。因此,有可能被第2出射衍射元件24b衍射的波长的光被第3出射衍射元件24c衍射而产生多重像。并且,有可能被第3出射衍射元件24c衍射的波长的光被第2出射衍射元件24b衍射而产生多重像。

[0199] 在图7所示的结构中,从抑制多重像的产生的观点考虑,优选被第2出射衍射元件24b衍射的光的波长与被第3出射衍射元件24c衍射的光的波长之差大。因此,在显示三种颜色的图像的情况下,优选设为由第1出射衍射元件24a衍射中间的波长的光,并且由第2出射衍射元件24b或第3出射衍射元件24c分别衍射短波长侧及长波长侧的光的结构。

[0200] 从以上观点考虑,若将第1出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o1} ,将第2出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o2} ,将第3出射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{o3} ,则优选满足 $\Lambda_{o3} \leq \Lambda_{o1} \leq \Lambda_{o2}$ 。因此,若将第1入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i1} ,将第2入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i2} ,将第3入射衍射元件的衍射结构的周期设为 Λ_{i3} ,则优选满足 $\Lambda_{i3} \leq \Lambda_{i1} \leq \Lambda_{i2}$ 。

[0201] 并且,在图7所示的结构中,从抑制多重像的产生的观点考虑,也优选设为第2入射衍射元件18b、第3入射衍射元件18c、第2中间衍射元件20b、第3中间衍射元件20c、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c分别具有波长选择性的结构。

[0202] 并且,在图7所示的例中,设为第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c在面方向上重叠配置的结构,但是并不限于此。例如,如图8所示的例,可以设为第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c配置于面方向上不重叠的位置上的结构。即,可以设为仅第2入射衍射元件18b和第3入射衍射元件18c在面方向上重叠的结构。

[0203] 在图8所示的例中,第1入射衍射元件18a配置于导光板16的主表面的、图8中的上

方、左右方向的大致中央的左侧的位置上。第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c配置于导光板16的主表面的、图8中的上方、左右方向的大致中央的右侧的位置上。除了入射衍射元件的配置不同以外,图8的结构为与图7相同的结构。

[0204] 并且,在图8所示的例中,设为第2入射衍射元件18b和第3入射衍射元件18c以及第2中间衍射元件20b和第3中间衍射元件20c在面方向上重叠配置的结构,但是并不限于于此。例如,如图9所示,可以设为第2入射衍射元件18b和第3入射衍射元件18c以及第2中间衍射元件20b和第3中间衍射元件20c配置于图9中的上下方向的不同位置上以使其不重叠的结构。

[0205] 即使在该结构的情况下,从第2中间衍射元件20b朝向出射衍射元件的方向与从第3中间衍射元件20c朝向出射衍射元件的方向也大致一致,因此第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向大致一致。因此,与上述相同地,优选设为由第2出射衍射元件24b或第3出射衍射元件24c分别衍射短波长侧及长波长侧的光的结构。或者,也优选设为第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c分别具有波长选择性的结构。

[0206] 或者,如图10所示的例,可以设为将第3入射衍射元件18c及第3中间衍射元件20c配置于出射衍射元件在图10中的下方的结构。在图10中,第3入射衍射元件18c配置于导光板16的主表面的、图10中的下方、左右方向的大致中央位置上。第3中间衍射元件20c配置于导光板16的主表面的、第3入射衍射元件18c在图10中的左侧的位置上。

[0207] 在该结构的情况下,从第2中间衍射元件20b朝向出射衍射元件的方向与从第3中间衍射元件20c朝向出射衍射元件的方向相反,但是衍射图像的周期方向大致一致。因此,与上述相同地,优选设为由第2出射衍射元件24b或第3出射衍射元件24c分别衍射短波长侧及长波长侧的光的结构。或者,也优选设为第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c分别具有波长选择性的结构。

[0208] 并且,在图1等所示的例中,设为具有中间衍射元件的结构,但是本发明的导光元件并不限于于此。可以设为导光元件不具有中间衍射元件而由出射衍射元件衍射由入射衍射元件衍射且在导光板内引导的光并从导光板射出光的结构。

[0209] 图11所示的导光元件具有导光板16、设置于导光板16上的、第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b。

[0210] 第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b衍射由显示元件照射的光并入射到导光板16内。

[0211] 第1入射衍射元件18a配置于导光板16的主表面的、图11中的上方、左侧。第2入射衍射元件18b配置于导光板16的主表面的、图11中的上方、右侧。即,第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b配置于面方向上的不同位置上。

[0212] 第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b向不同的方向衍射由显示元件照射的光的彼此不同波长。在图11所示的例中,第1入射衍射元件18a向配置有出射衍射元件的右下方向衍射所入射的光。因此,如图11中的S1A所示,第1入射衍射元件18a的衍射结构具有图案沿右下方向排列的结构。第2入射衍射元件18b向配置有出射衍射元件的左下方向衍射所入射的光。因此,如图11中的S1B所示,第2入射衍射元件18b的衍射结构具有图案沿左下方向排列的结构。

[0213] 第1出射衍射元件24a从导光板16射出被第1入射衍射元件18a衍射且在导光板16内传播的光。

[0214] 第2出射衍射元件24b从导光板16射出被第2入射衍射元件18b衍射且在导光板16内传播的光。

[0215] 第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b配置于导光板16的主表面的、第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b在图11中的下侧的位置上。第1出射衍射元件24a和第2出射衍射元件24b在面方向上重叠配置。

[0216] 图11所示的例中,第1出射衍射元件24a向与图11的纸面垂直的方向衍射由第1入射衍射元件18a衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图11中的S3A所示,第1出射衍射元件24a的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为右下方向)排列的结构。

[0217] 第2出射衍射元件24b向与图11的纸面垂直的方向衍射由第2入射衍射元件18b衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图11中的S3B所示,第2出射衍射元件24b的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为左下方向)排列的结构。

[0218] 即,第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向相交。由此,与具有图1等所示的中间衍射元件的情况相同地,能够抑制多重像的产生。

[0219] 在使第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向相交配置时,需要从不同的方向向配置于面方向上的相同位置上的第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b入射光。因此,在不具有中间衍射元件而直接从入射衍射元件的位置朝向出射衍射元件引导光的结构的情况下,将第1入射衍射元件18a和第2入射衍射元件18b配置于面方向上的不同位置上。

[0220] 其中,在图11所示的例中,设为分别具有两种入射衍射元件及出射衍射元件的结构,但是并不限于此,也可以设为分别具有三种以上的衍射元件的结构。

[0221] 例如,在图12所示的例中,导光元件在导光板16的主表面上具有第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c以及第1出射衍射元件24a、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c。

[0222] 在图12中,第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b、第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b为与图11的结构及配置相同的结构。

[0223] 在图12中,第3入射衍射元件18c与第2入射衍射元件18b配置于面方向上的相同位置上。并且,第3出射衍射元件24c与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b配置于面方向上的相同位置上。

[0224] 第3入射衍射元件18c衍射与第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b不同波长的光。因此,第3入射衍射元件18c的衍射结构的周期与第1入射衍射元件18a及第2入射衍射元件18b的衍射结构的周期不同。

[0225] 并且,第3入射衍射元件18c在面方向上的配置位置与第2入射衍射元件18b重叠,并向与第2入射衍射元件18b相同的方向衍射光。即,第3入射衍射元件1c向与第1入射衍射元件18a不同的方向衍射光。

[0226] 第3出射衍射元件24c衍射与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b不同波长的光。因此,第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射

射元件24b的衍射结构的周期不同。

[0227] 并且,第3出射衍射元件24c在面方向上的配置位置与第1出射衍射元件24a及第2出射衍射元件24b重叠。

[0228] 在图12所示的例中,第3出射衍射元件24c向与图12的纸面垂直的方向衍射由第3入射衍射元件18c衍射且在导光板16内引导的光。因此,如图12中的S3C所示,第3出射衍射元件24c的衍射结构具有图案沿倾斜方向(图案的排列方向为左下方向)排列的结构。

[0229] 具有图12所示的导光元件的图像显示装置通过第1入射衍射元件18a、第2入射衍射元件18b及第3入射衍射元件18c使由显示元件显示的图像(对应于图像的光)按规定的波长区域分别进行衍射并入射到导光板16上。基于第1入射衍射元件18a的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第1出射衍射元件24a上。入射到第1出射衍射元件24a上的光被第1出射衍射元件24a衍射,并从导光板16射出。并且,基于第2入射衍射元件18b的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第2出射衍射元件24b上。入射到第2出射衍射元件24b上的光被第2出射衍射元件24b衍射,并从导光板16射出。并且,基于第3入射衍射元件18c的衍射光在导光板16内全反射而传播,衍射光入射到第3出射衍射元件24c上。入射到第3出射衍射元件24c上的光被第3出射衍射元件24c衍射,并从导光板16射出。

[0230] 第1出射衍射元件24a、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c在面方向上重叠配置,因此被第1出射衍射元件24a、第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c衍射并射出的光在相同位置从导光板16射出以供于由使用人员U进行的观察。由此,能够进行三种颜色的彩色显示。

[0231] 即使在这种结构的情况下,第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期方向与第1出射衍射元件24a的衍射结构的周期方向也交叉,因此能够抑制被第1出射衍射元件24a衍射的波长的光被第3出射衍射元件24c衍射,并且能够抑制被第3出射衍射元件24c衍射的波长的光被第1出射衍射元件24a衍射,从而能够抑制产生多重像。

[0232] 另外,在该结构的情况下,从第2入射衍射元件18b朝向出射衍射元件的方向与从第3入射衍射元件18c朝向出射衍射元件的方向大致一致,因此第3出射衍射元件24c的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件24b的衍射结构的周期方向大致一致。因此,与上述相同地,优选为由第2出射衍射元件24b或第3出射衍射元件24c分别衍射短波长侧及长波长侧的光的结构。或者,也优选设为第2出射衍射元件24b及第3出射衍射元件24c分别具有波长选择性的结构。

[0233] [衍射元件]

[0234] 如上所述,作为衍射元件,优选为表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个。并且,作为衍射元件,可以为透射型衍射元件,也可以为反射型衍射元件。

[0235] 以下,对各衍射元件的结构进行说明。

[0236] (表面浮雕型衍射元件)

[0237] 作为表面浮雕型衍射元件,能够使用公知的表面浮雕型衍射元件。如图13所例示的D1,表面浮雕型衍射元件构成为在表面上直线状的细微的凹凸以规定的周期交替平行地排列。衍射结构的周期、材质及凸部的高度等根据衍射波长区域适当设定即可。

[0238] 并且,表面浮雕型衍射元件可以在由树脂等形成的膜状物的表面上形成衍射结构

(凹凸结构),也可以在导光板的表面上直接形成衍射结构(凹凸结构)。

[0239] 在表面浮雕型衍射元件中,形成于表面上的凹凸结构为衍射结构,凹凸结构的周期为衍射结构的周期,在图13中,由箭头X表示的凹凸结构的排列方向为衍射结构的周期方向。

[0240] (体积全息图型衍射元件)

[0241] 作为体积全息图型衍射元件,能够使用公知的体积全息图型衍射元件。如图14所例示的D2,体积全息图型衍射元件构成为折射率高的直线状的区域110和折射率低的直线状的区域112以规定的周期交替平行地排列。衍射结构的周期、材质及各区域的折射率等根据衍射波长区域适当设定即可。

[0242] 在体积全息图型衍射元件中,折射率高的直线状的区域110和折射率低的直线状的区域112交替形成的结构为衍射结构,区域110和区域112的排列的周期为衍射结构的周期,在图14中,由箭头X表示的区域110和区域112的排列方向为衍射结构的周期方向。

[0243] (偏振衍射元件)

[0244] 作为偏振衍射元件,能够使用公知的偏振衍射元件。偏振衍射元件为如下衍射元件,通过在细微区域控制偏振状态来根据入射光的偏振状态控制射出光的衍射方向或偏振状态、衍射光强度。作为偏振衍射元件,例如可以例示出使用“Erez Hasman et al., Polarization dependent focusing lens by use of quantized Pancharatnam-Berry phase diffractive optics, Applied Physics Letters, Volume 82, Number 3 pp. 328-330”中所记载的结构双折射而形成衍射结构的偏振衍射元件、使用日本专利第5276847号中所记载的双折射材料而形成衍射结构的偏振衍射元件等。

[0245] 作为偏振衍射元件,可以例示出液晶衍射元件,所述液晶衍射元件使用包含液晶化合物的组合物而形成,并且具有来自液晶化合物的光学轴的朝向沿面内的至少一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。

[0246] (液晶衍射元件A)

[0247] 使用图15及图16对液晶衍射元件的一例进行说明。

[0248] 图15及图16所示的液晶衍射元件29为图案胆甾醇型液晶层,所述图案胆甾醇型液晶层将胆甾醇型液晶相固定而成,并且具有来自液晶化合物的光学轴的朝向沿面内的至少一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。

[0249] 在图15所示的例中,液晶衍射元件29具有支撑体30、取向膜32及图案胆甾醇型液晶层34。

[0250] 另外,图15所示的例的液晶衍射元件29具有支撑体30、取向膜32及图案胆甾醇型液晶层34,但是本发明并不限制于此。液晶衍射元件例如可以为贴合于导光板16上之后剥离了支撑体30的仅具有取向膜32及图案胆甾醇型液晶层34的液晶衍射元件。或、液晶衍射元件例如可以为贴合于导光板16上之后剥离了支撑体30及取向膜32的仅具有图案胆甾醇型液晶层34的液晶衍射元件。

[0251] <支撑体>

[0252] 支撑体30支撑取向膜32及图案胆甾醇型液晶层34。

[0253] 只要能够支撑取向膜32及图案胆甾醇型液晶层34,则支撑体30能够利用各种片状物(膜、板状物)。

[0254] 另外,支撑体30优选相对于相对应的光的透射率为50%以上,更优选为70%以上,进一步优选为85%以上。

[0255] 支撑体30的厚度并无限制,根据液晶衍射元件的用途及支撑体30的形成材料等适当设定能够保持取向膜32及图案胆甾醇型液晶层34的厚度即可。

[0256] 支撑体30的厚度优选为1~2000 μm ,更优选为3~500 μm ,进一步优选为5~250 μm 。

[0257] 支撑体30可以为单层,也可以为多层。

[0258] 作为单层时的支撑体30,可以例示出由玻璃、三乙酰纤维素(TAC)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚碳酸酯、聚氯乙烯、丙烯酸及聚烯烃等形成的支撑体30。作为多层时的支撑体30的例,可以例示出包括前述单层的支撑体中的任一个等作为基板,并且在该基板的表面上设置有其他层的支撑体等。

[0259] <取向膜>

[0260] 在液晶衍射元件29中,在支撑体30的表面上形成取向膜32。

[0261] 取向膜32为形成图案胆甾醇型液晶层34时用于将液晶化合物40取向为规定的液晶取向图案的取向膜。

[0262] 虽进行后述,但是在本发明中,图案胆甾醇型液晶层34具有来自于液晶化合物40的光学轴40A(参考图16)的朝向沿面内的一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。因此,取向膜32形成为图案胆甾醇型液晶层34能够形成该液晶取向图案。

[0263] 在以下说明中,也将“光学轴40A的朝向旋转”简称为“光学轴40A旋转”。

[0264] 取向膜32能够利用公知的各种取向膜。

[0265] 例如,可以例示出由聚合物等有机化合物形成的摩擦处理膜、无机化合物的倾斜蒸镀膜、具有微槽的膜以及使 ω -二十三烷酸、双十八烷基甲基氯化铵及硬脂酸甲酯等有机化合物的基于朗缪尔-布洛杰特法的LB(Langmuir-Blodgett:朗缪尔-布洛杰特)膜累积而成的膜等。

[0266] 基于摩擦处理的取向膜32能够通过用纸或布向规定方向摩擦多次聚合物层的表面而形成。

[0267] 作为取向膜32中所使用的材料,优选聚酰亚胺、聚乙烯醇、日本特开平9-152509号公报中所记载的具有聚合性基团的聚合物、日本特开2005-97377号公报、日本特开2005-99228号公报及日本特开2005-128503号公报中所记载的取向膜32等的形成中所使用的材料。

[0268] 在液晶衍射元件29中,取向膜32优选利用向光取向性的原材料照射偏振光或非偏振光而成为取向膜32的所谓的光取向膜。即,在液晶衍射元件29中,作为取向膜,优选利用在支撑体30上涂布光取向材料而形成的光取向膜32。

[0269] 关于偏振光的照射,能够从相对于光取向膜的垂直方向或倾斜方向进行,关于非偏振光的照射,能够从相对于光取向膜的倾斜方向进行。

[0270] 作为能够用于本发明的取向膜中所使用的光取向材料,例如可以例示出日本特开2006-285197号公报、日本特开2007-76839号公报、日本特开2007-138138号公报、日本特开2007-94071号公报、日本特开2007-121721号公报、日本特开2007-140465号公报、日本特开2007-156439号公报、日本特开2007-133184号公报、日本特开2009-109831号公报、日本专利第3883848号公报及日本专利第4151746号公报中所记载的偶氮化合物、日本特开2002-

229039号公报中所记载的芳香族酯化合物、日本特开2002-265541号公报及日本特开2002-317013号公报中所记载的具有光取向性单元的马来酰亚胺和/或经烯基取代的纳迪克酰亚胺化合物、日本专利第4205195号及日本专利第4205198号中所记载的光交联性硅烷衍生物、日本特表2003-520878号公报、日本特表2004-529220号公报及日本专利第4162850号中所记载的光交联性聚酰亚胺、光交联性聚酰胺及光交联性聚酯以及日本特开平9-118717号公报、日本特表平10-506420号公报、日本特表2003-505561号公报、国际公开第2010/150748号、日本特开2013-177561号公报及日本特开2014-12823号公报中所记载能够光二聚化的化合物、尤其肉桂酸酯化合物、查耳酮化合物及香豆素化合物等作为优选例。

[0271] 其中,可优选利用偶氮化合物、光交联性聚酰亚胺、光交联性聚酰胺、光交联性聚酯、肉桂酸酯化合物及查耳酮化合物。

[0272] 取向膜32的厚度并无限制,根据取向膜32的形成材料适当设定可以获得所需的取向功能的厚度即可。

[0273] 取向膜32的厚度优选为 $0.01\sim 5\mu\text{m}$,更优选为 $0.05\sim 2\mu\text{m}$ 。

[0274] 取向膜32的形成方法并无限制,能够利用各种与取向膜32的形成材料相对应的公知的方法。作为一例,可以例示出将取向膜32涂布于支撑体30的表面上并使其干燥之后,通过激光束曝光取向膜32而形成取向图案的方法。

[0275] 在图22中概念性地示出曝光取向膜32而形成取向图案的曝光装置的一例。

[0276] 图22所示的曝光装置60具备:具备了激光器62的光源64;改变由激光器62射出的激光束M的偏振方向的 $\lambda/2$ 板65;将由激光器62射出的激光束M分离成光线MA及MB这两个的偏振光束分离器68;分别配置于所分离的两个光线MA及MB的光路上的反射镜70A及70B;及 $\lambda/4$ 板72A及72B。

[0277] 另外,光源64射出直线偏振光 P_0 。 $\lambda/4$ 板72A将直线偏振光 P_0 (光线MA)转换成右旋圆偏振光 P_R , $\lambda/4$ 板72B将直线偏振光 P_0 (光线MB)转换成左旋圆偏振光 P_L 。

[0278] 具有形成取向图案之前的取向膜32的支撑体30配置于曝光部,使两个光线MA及光线MB在取向膜32上交叉并使其干涉,将其干涉光照射到取向膜32上来进行曝光。

[0279] 通过此时的干涉,照射到取向膜32上的光的偏振状态以干涉条纹状周期性地发生变化。由此,可以获得具有取向状态周期性地发生变化的取向图案的取向膜(以下,也称为图案取向膜)。

[0280] 在曝光装置60中,能够通过使两个光线MA及MB的交叉角 α 发生变化来调节取向图案的周期。即,在曝光装置60中,通过调节交叉角 α ,在来自于液晶化合物40的光学轴40A沿一个方向连续旋转的取向图案中,能够调节将光学轴40A所旋转的一个方向上的光学轴40A旋转 180° 的一个周期的长度。

[0281] 通过在具有这种取向状态周期性地发生变化的取向图案的取向膜32上形成胆甾醇型液晶层,如后述,能够形成具有来自于液晶化合物40的光学轴40A沿一个方向连续旋转的液晶取向图案的图案胆甾醇型液晶层34。

[0282] 并且,能够通过将 $\lambda/4$ 板72A及72B的光学轴分别旋转 90° 来使光学轴40A的旋转方向反转。

[0283] 如上所述,图案取向膜具有取向图案,所述取向图案使液晶化合物取向,以成为形成于图案取向膜上的图案胆甾醇型液晶层中的液晶化合物的光学轴的朝向沿面内的至少

一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。若将图案取向膜沿使液晶化合物取向的朝向的轴设为取向轴,则可以说图案取向膜具有取向轴的朝向沿面内的至少一个方向连续旋转的同时发生变化的取向图案。图案取向膜的取向轴能够通过测定吸收各向异性来检测。例如,在使直线偏振光旋转的同时照射到图案取向膜上并测定了透射图案取向膜的光的光量时,光量成为最大或最小的朝向沿面内的一个方向逐渐变化并被观察。

[0284] 另外,在本发明中,取向膜32以优选的方式设置,而不是必须的构成要件。

[0285] 例如,能够通过对支撑体30进行摩擦处理的方法、用激光束等对支撑体30进行加工的方法等在支撑体30上形成取向图案,从而也能够设为图案胆甾醇型液晶层具有来自于液晶化合物40的光学轴40A的朝向沿面内的至少一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案的结构。即,在本发明中,也可以使支撑体30作为取向膜而发挥作用。

[0286] <图案胆甾醇型液晶层>

[0287] 在液晶衍射元件29中,在取向膜32的表面上形成图案胆甾醇型液晶层34。

[0288] 如上所述,图案胆甾醇型液晶层均为将胆甾醇型液晶相固定而成的胆甾醇型液晶层,并且为具有来自液晶化合物的光学轴的朝向沿面内的至少一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案的胆甾醇型液晶层。

[0289] 如图15中概念性地所示,与将通常的胆甾醇型液晶相固定而成的胆甾醇型液晶层相同地,图案胆甾醇型液晶层34具有液晶化合物40以螺旋状回转并堆叠而成的螺旋结构,将液晶化合物40以螺旋状旋转(360°旋转)一次并堆叠而成的结构设为螺旋1节距,以螺旋状回转的液晶化合物40具有多个节距层叠而成的结构。

[0290] 众所周知,将胆甾醇型液晶相固定而成的胆甾醇型液晶层具有波长选择反射性。

[0291] 虽在后面进行详细叙述,但是胆甾醇型液晶层的选择性的反射波长区域取决于上述螺旋1节距的厚度方向的长度(图15所示的节距P)。

[0292] 因此,在设为使液晶衍射元件具有波长选择性且按衍射元件衍射不同波长的光的情况下,按各液晶衍射元件调整图案胆甾醇型液晶层的螺旋节距P,从而适当设定胆甾醇型液晶层的选择性的反射波长区域即可。

[0293] <<胆甾醇型液晶相>>

[0294] 已知胆甾醇型液晶相在特定的波长下显示选择反射性。

[0295] 在通常的胆甾醇型液晶相中,选择反射中心波长(选择反射中心波长) λ 取决于胆甾醇型液晶相中的螺旋的节距P,并遵循胆甾醇型液晶相的平均折射率n与 $\lambda=n \times P$ 的关系。因此,通过调节该螺旋节距,能够调节选择反射中心波长。

[0296] 关于胆甾醇型液晶相的选择反射中心波长,节距P越长,波长越长。

[0297] 另外,如上所述,螺旋的节距P为胆甾醇型液晶相的螺旋结构1节距量(螺旋的周期),换言之,螺旋的节距P为螺旋的绕数1次量,即,构成胆甾醇型液晶相的液晶化合物的指向矢(若为棒状液晶,则为长轴方向)旋转360°的螺旋轴方向的长度。

[0298] 在形成胆甾醇型液晶层时,胆甾醇型液晶相的螺旋节距取决于与液晶化合物一起使用的手性试剂的种类及手性试剂的添加浓度。因此,通过调节这些,能够获得所期望的螺旋节距。

[0299] 另外,关于节距的调节,在FUJIFILM研究报告No.50(2005年)p.60-63中有详细的记载。关于螺旋的旋向及节距的测定法,能够使用液晶化学实验入门”日本液晶学会编西格

玛(Sigma)出版2007年出版、46页及“液晶便览”液晶便览编辑委员会丸善196页中所记载的方法。

[0300] 胆甾醇型液晶相在特定的波长下对左右中的任一个圆偏振光显示选择反射性。反射光为右旋圆偏振光还是为左旋圆偏振光取决于胆甾醇型液晶相的螺旋的扭曲方向(旋向)。在基于胆甾醇型液晶相的圆偏振光的选择反射中,胆甾醇型液晶层的螺旋的扭曲方向为右方向时反射右旋圆偏振光,螺旋的扭曲方向为左方向时反射左旋圆偏振光。

[0301] 另外,胆甾醇型液晶相的回转的方向能够通过形成胆甾醇型液晶层的液晶化合物的种类和/或所添加的手性试剂的种类来调节。

[0302] 并且,表示选择反射的选择反射波长区域(圆偏振反射波长区域)的半峰宽度 $\Delta\lambda$ (nm)取决于胆甾醇型液晶相的 Δn 与螺旋的节距P,并且遵循 $\Delta\lambda = \Delta n \times P$ 的关系。因此,关于选择反射波长区域(选择性的反射波长区域)的宽度的控制,能够调节 Δn 来进行。关于 Δn ,能够根据形成胆甾醇型液晶层的液晶化合物的种类及其混合比率以及取向固定时的温度来调节。

[0303] 反射波长区域的半峰宽度根据衍射元件的用途调节,例如只要为10~500nm即可,优选为20~300nm,更优选为30~100nm。

[0304] <<图案胆甾醇型液晶层的形成方法>>

[0305] 图案胆甾醇型液晶层能够将胆甾醇型液晶相固定成层状而形成。

[0306] 将胆甾醇型液晶相固定而成的结构只要为保持成为胆甾醇型液晶相的液晶化合物的取向的结构即可,典型地优选如下结构:在将聚合性液晶化合物设为胆甾醇型液晶相的取向状态的基础上,通过紫外线照射、加热等进行聚合、固化而形成不具有流动性的层,同时改变成不会因外场或外力而使取向形态发生变化的状态。

[0307] 另外,在将胆甾醇型液晶相固定而成的结构中,只要保持胆甾醇型液晶相的光学性质就很充分,在图案胆甾醇型液晶层中,液晶化合物40可以不显示液晶性。例如,聚合性液晶化合物可以通过固化反应进行高分子量化而失去液晶性。

[0308] 作为将胆甾醇型液晶相固定而成的图案胆甾醇型液晶层的形成中所使用的材料,作为一例,可以举出包含液晶化合物的液晶组合物。液晶化合物优选为聚合性液晶化合物。

[0309] 并且,图案胆甾醇型液晶层的形成中所使用的液晶组合物还可以包含表面活性剂及手性试剂。

[0310] --聚合性液晶化合物--

[0311] 聚合性液晶化合物可以为棒状液晶化合物,也可以为圆盘状液晶化合物。

[0312] 作为形成胆甾醇型液晶相的棒状聚合性液晶化合物的例,可以举出棒状向列相液晶化合物。作为棒状向列相液晶化合物,优选使用甲亚胺类、氧化偶氮类、氰基联苯类、氰基苯酯类、苯甲酸酯类、环己烷羧酸苯酯类、氰基苯基环己烷类、氰基取代苯基嘧啶类、烷氧基取代苯基嘧啶类、苯基二噁烷类、二苯乙炔类及链烯基环己基苯甲腈类等。不仅能够使用低分子液晶化合物,而且也能够使用高分子液晶化合物。

[0313] 关于聚合性液晶化合物,通过将聚合性基团导入到液晶化合物而获得。在聚合性基团的例中,包含不饱和聚合性基团、环氧基及吡丙啶基,优选为不饱和聚合性基团,更优选为烯键式不饱和聚合性基团。能够通过各种方法将聚合性基团导入到液晶化合物的分子中。聚合性液晶化合物所具有的聚合性基团的个数优选为1~6个、更优选为1~3个。

[0314] 聚合性液晶化合物的例包含Makromol.Chem.,190卷、2255页(1989年)、Advanced Materials 5卷、107页(1993年)、美国专利第4683327号说明书、美国专利第5622648号说明书、美国专利第5770107号说明书、国际公开第95/22586号、国际公开第95/24455号、国际公开第97/00600号、国际公开第98/23580号、国际公开第98/52905号、日本特开平1-272551号公报、日本特开平6-16616号公报、日本特开平7-110469号公报、日本特开平11-80081号公报及日本特开2001-328973号公报等中所记载的化合物。可以同时使用两种以上的聚合性液晶化合物。若同时使用两种以上的聚合性液晶化合物,则能够降低取向温度。

[0315] 并且,作为除了上述以外的聚合性液晶化合物,能够使用如日本特开昭57-165480号公报中所公开的具有胆甾醇相的环式有机聚硅氧烷化合物等。而且,作为上述高分子液晶化合物,能够使用将显示液晶的介晶基团导入到主链、侧链或者主链及侧链这两个位置的高分子、将胆甾醇基团导入到侧链的高分子胆甾醇型液晶、如日本特开平9-133810号公报中所公开的液晶性高分子及如日本特开平11-293252号公报中所公开的液晶性高分子等。

[0316] --圆盘状液晶化合物--

[0317] 作为圆盘状液晶化合物,例如能够优选使用日本特开2007-108732号公报或日本特开2010-244038号公报中所记载的圆盘状液晶化合物。

[0318] 并且,液晶组合物中的聚合性液晶化合物的添加量相对于液晶组合物的固体成分质量(去除了溶剂的质量)优选为75~99.9质量%,更优选为80~99质量%,进一步优选为85~90质量%。

[0319] --表面活性剂--

[0320] 形成图案胆甾醇型液晶层时所使用的液晶组合物可以含有表面活性剂。

[0321] 表面活性剂优选为能够作为取向控制剂发挥作用的化合物,所述取向控制剂有助于稳定或快速地取向胆甾醇型液晶相。作为表面活性剂,例如可以举出硅氧烷系表面活性剂及氟系表面活性剂,可以优选例示出氟系表面活性剂。

[0322] 作为表面活性剂的具体例,可以举出日本特开2014-119605号公报的[0082]~[0090]段中所记载的化合物、日本特开2012-203237号公报的[0031]~[0034]段中所记载的化合物、日本特开2005-99248号公报的[0092]及[0093]段中所例示的化合物、日本特开2002-129162号公报的[0076]~[0078]段及[0082]~[0085]段中所例示的化合物以及日本特开2007-272185号公报的[0018]~[0043]段等中所记载的氟(甲基)丙烯酸酯类聚合物等。

[0323] 另外,表面活性剂可以单独使用一种,也可以同时使用两种以上。

[0324] 作为氟系表面活性剂,优选为日本特开2014-119605号公报的[0082]~[0090]段中所记载的化合物。

[0325] 液晶组合物中的表面活性剂的添加量相对于液晶化合物的总质量,优选为0.01~10质量%,更优选为0.01~5质量%,进一步优选为0.02~1质量%。

[0326] --手性试剂(光学活性化合物)--

[0327] 手性试剂具有诱导胆甾醇型液晶相的螺旋结构的作用。由于通过化合物诱导的螺旋的扭曲方向或螺旋节距不同,因此手性试剂根据目的选择即可。

[0328] 作为手性试剂,并无特别限制,能够使用公知的化合物(例如,液晶器件手册、第3

章4-3项、TN(twisted nematic,扭曲向列)、STN(Super Twisted Nematic,超扭曲向列)用手性试剂、199页、日本学术振兴会第142委员会编、1989中所记载)、异山梨醇及异甘露糖醇衍生物等。

[0329] 手性试剂通常包含不对称碳原子,但是不包含不对称碳原子的轴向不对称化合物或表面不对称化合物也能够用作手性试剂。在轴向不对称化合物或表面不对称化合物的例中,包含联萘、螺烯、对二甲苯二聚体及它们的衍生物。手性试剂也可以具有聚合性基团。在手性试剂和液晶化合物均具有聚合性基团的情况下,能够通过聚合性手性试剂与聚合性液晶化合物的聚合反应而形成具有从聚合性液晶化合物衍生的重复单元及从手性试剂衍生的重复单元的聚合物。在该方式中,聚合性手性试剂所具有的聚合性基团优选为与聚合性液晶化合物所具有的聚合性基团相同的基团。因此,手性试剂的聚合性基团也优选为不饱和聚合性基团、环氧基或吡丙啶基,更优选为不饱和聚合性基团,进一步优选为烯键式不饱和聚合性基团。

[0330] 并且,手性试剂也可以为液晶化合物。

[0331] 在手性试剂具有光异构化基的情况下,优选能够在涂布、取向之后通过活化光线等的光掩模照射而形成与发光波长对应的所期望的反射波长的图案。作为光异构化基,优选为显示光变色性的化合物的异构化部位、偶氮基、氧化偶氮基或肉桂酰基。作为具体的化合物,能够使用日本特开2002-80478号公报、日本特开2002-80851号公报、日本特开2002-179668号公报、日本特开2002-179669号公报、日本特开2002-179670号公报、日本特开2002-179681号公报、日本特开2002-179682号公报、日本特开2002-338575号公报、日本特开2002-338668号公报、日本特开2003-313189号公报及日本特开2003-313292号公报等中所记载的化合物。

[0332] 液晶组合物中的手性试剂的含量相对于液晶化合物的含有摩尔量优选为0.01~200摩尔%,更优选为1~30摩尔%。

[0333] --聚合引发剂--

[0334] 在液晶组合物包含聚合性化合物的情况下,优选含有聚合引发剂。在通过紫外线照射进行聚合反应的方式中,所使用的聚合引发剂优选为通过紫外线照射而能够引发聚合反应的光聚合引发剂。

[0335] 在光聚合引发剂的例中,可以举出 α -羰基化合物(记载于美国专利第2367661号、美国专利第2367670号的各说明书中)、偶姻醚(记载于美国专利第2448828号说明书中)、 α -烃取代芳香族偶姻化合物(记载于美国专利第2722512号说明书中)、多核醌化合物(记载于美国专利第3046127号、美国专利第2951758号的各说明书中)、三芳基咪唑二聚物和对氨基苯基酮的组合(记载于美国专利第3549367号说明书中)、吡啶及吩嗪化合物(记载于日本特开昭60-105667号公报、美国专利第4239850号说明书中)以及噁二唑化合物(记载于美国专利第4212970号说明书中)等。

[0336] 液晶组合物中的光聚合引发剂的含量相对于液晶化合物的含量优选为0.1~20质量%,进一步优选为0.5~12质量%。

[0337] --交联剂--

[0338] 为了提高固化后的膜强度且提高耐久性,液晶组合物可以任意含有交联剂。作为交联剂,能够优选使用通过紫外线、热及湿气等固化的交联剂。

[0339] 作为交联剂,并无特别限制,能够根据目的适当选择,例如可以举出三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯及季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯等多官能丙烯酸酯化合物;(甲基)丙烯酸缩水甘油酯及乙二醇二缩水甘油醚等环氧化合物;2,2-双羟基甲基丁醇-三[3-(1-吡丙啶基)丙酸酯]及4,4-双(亚乙基亚氨基羰基氨基)二苯基甲烷等吡丙啶化合物;六亚甲基二异氰酸酯及缩二脲型异氰酸酯等异氰酸酯化合物;在侧链上具有噁唑啉基的聚噁唑啉化合物;以及乙烯基三甲氧基硅烷、N-(2-氨基乙基)3-氨基丙基三甲氧基硅烷等烷氧基硅烷化合物等。并且,能够根据交联剂的反应性使用公知的催化剂,除了提高膜强度及耐久性以外,还能够提高生产率。这些可以单独使用一种,也可以同时使用两种以上。

[0340] 交联剂的含量相对于液晶组合物的固体成分质量优选为3~20质量%,更优选为5~15质量%。只要交联剂的含量在上述范围内,则容易获得提高交联密度的效果,从而更加提高胆甾醇型液晶相的稳定性。

[0341] --其他添加剂--

[0342] 在液晶组合物中,根据需要在不降低光学性能等的范围内还能够添加聚合抑制剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂、光稳定剂、色料及金属氧化物微粒等。

[0343] 在形成图案胆甾醇型液晶层时,液晶组合物优选用作液体。

[0344] 液晶组合物可以包含溶剂。溶剂并无限制,能够根据目的适当选择,但是优选为有机溶剂。

[0345] 有机溶剂并无限制,能够根据目的适当选择,例如可以举出酮类、卤代烷类、酰胺类、亚砷类、杂环化合物、烃类、酯类及醚类等。这些可以单独使用一种,也可以同时使用两种以上。在这些之中,在考虑对环境的负担的情况下,优选为酮类。

[0346] 在形成图案胆甾醇型液晶层时,优选将液晶组合物涂布于图案胆甾醇型液晶层的形成面上,将液晶化合物取向为胆甾醇型液晶相的状态之后,将液晶化合物固化而形成图案胆甾醇型液晶层。

[0347] 即,在取向膜32上形成图案胆甾醇型液晶层的情况下,优选将液晶组合物涂布于取向膜32上,将液晶化合物取向为胆甾醇型液晶相的状态之后,将液晶化合物固化而形成将胆甾醇型液晶相固定而成的图案胆甾醇型液晶层。

[0348] 关于液晶组合物的涂布,能够利用所有喷墨及滚动印刷等印刷法以及旋涂、棒涂及喷雾涂布等能够将液体相同地涂布于片状物上的公知的方法。

[0349] 所涂布的液晶组合物根据需要进行干燥和/或加热,之后使其固化而形成图案胆甾醇型液晶层。在该干燥和/或加热的工序中,只要液晶组合物中的液晶化合物取向为胆甾醇型液晶相即可。在进行加热的情况下,加热温度优选为200℃以下,更优选为130℃以下。

[0350] 所取向的液晶化合物根据需要进行进一步进行聚合。聚合可以为热聚合及基于光照射的光聚合中的任一个,但是优选为光聚合。光照射优选使用紫外线。照射能量优选为20mJ/cm²~50J/cm²,更优选为50~1500mJ/cm²。为了促进光聚合反应,也可以在加热条件下或在氮气环境下实施光照射。所照射的紫外线的波长优选为250~430nm。

[0351] 图案胆甾醇型液晶层的厚度并无限制,根据液晶衍射元件29的用途、图案胆甾醇型液晶层中所要求的光的反射率及图案胆甾醇型液晶层的形成材料等适当设定可以获得所需的光的反射率的厚度即可。

[0352] <<图案胆甾醇型液晶层的液晶取向图案>>

[0353] 如上所述,在液晶衍射元件29中,图案胆甾醇型液晶层具有形成胆甾醇型液晶相的来自于液晶化合物40的光学轴40A的朝向在图案胆甾醇型液晶层的的面内沿一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。

[0354] 另外,来自于液晶化合物40的光学轴40A为在液晶化合物40中折射率最高的轴、所谓的慢轴。例如,在液晶化合物40为棒状液晶化合物的情况下,光学轴40A沿棒形状的长轴方向。在以下说明中,也将来自于液晶化合物40的光学轴40A称为“液晶化合物40的光学轴40A”或“光学轴40A”。

[0355] 在图16中概念性地示出图案胆甾醇型液晶层34的俯视图。

[0356] 另外,俯视图为在图16中从上方观察液晶衍射元件29的图,即,从厚度方向(=各层(膜)的层叠方向)观察液晶衍射元件29的图。

[0357] 并且,在图16中,为了明确地示出液晶衍射元件29(图案胆甾醇型液晶层34)的结构,液晶化合物40仅示出取向膜32的表面的液晶化合物40。

[0358] 如图16所示,在取向膜32的表面上,构成图案胆甾醇型液晶层34的液晶化合物40根据形成于底层的取向膜32上的取向图案在液晶衍射元件29的面内具有光学轴40A的朝向沿由箭头X1表示的规定的方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。在图示例中,具有液晶化合物40的光学轴40A沿箭头X1方向向顺时针方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。

[0359] 构成图案胆甾醇型液晶层34的液晶化合物40成为沿箭头X1及与该一个方向(箭头X1方向)正交的方向二维排列的状态。

[0360] 在以下说明中,为了方便起见,将与箭头X1方向正交的方向设为Y方向。即,箭头Y方向为与液晶化合物40的光学轴40A的朝向在图案胆甾醇型液晶层的的面内连续旋转的同时发生变化的一个方向正交的方向。因此,在图15及后述图17中,Y方向成为与纸面正交的方向。

[0361] 具体而言,液晶化合物40的光学轴40A的朝向沿箭头X1方向(规定的一个方向)连续旋转的同时发生变化是指,沿箭头X1方向排列的液晶化合物40的光学轴40A与箭头X1方向所形成的角度根据箭头X1方向的位置而不同,沿箭头X1方向光学轴40A与箭头X1方向所形成的角度从 θ 至 $\theta+180^\circ$ 或者 $\theta-180^\circ$ 为止依次发生变化。

[0362] 另外,在箭头X1方向彼此相邻的液晶化合物40的光学轴40A的角度之差优选为 45° 以下,更优选为 15° 以下,进一步优选为更小的角度。

[0363] 另一方面,形成图案胆甾醇型液晶层34的液晶化合物40在与箭头X1方向正交的Y方向即与光学轴40A连续旋转的一个方向正交的Y方向上与光学轴40A的朝向相等。

[0364] 换言之,形成图案胆甾醇型液晶层34的液晶化合物40在Y方向上,液晶化合物40的光学轴40A与箭头X1方向所形成的角度相等。

[0365] 在图案胆甾醇型液晶层34中,在这种液晶化合物40的液晶取向图案中,在面内光学轴40A连续旋转而发生变化的箭头X1方向上,将液晶化合物40的光学轴40A旋转 180° 的长度(距离)设为液晶取向图案中的一个周期的长度 Λ 。

[0366] 即,将相对于箭头X1方向的角度相等的两个液晶化合物40的箭头X1方向的中心之间的距离设为一个周期的长度 Λ 。具体而言,如图16所示,将箭头X1方向与光学轴40A的方向一致的两个液晶化合物40的箭头X1方向的中心之间的距离设为一个周期的长度 Λ 。在以

下说明中,也将该一个周期的长度 Λ 称为“一个周期 Λ ”。

[0367] 图案胆甾醇型液晶层34的液晶取向图案在箭头X1方向即光学轴40A的朝向连续旋转而发生变化,在一个方向上重复该一个周期 Λ 。

[0368] 将胆甾醇型液晶相固定而成的图案胆甾醇型液晶层通常对所入射的光(圆偏振光)进行镜面反射。

[0369] 相对于此,图案胆甾醇型液晶层34使所入射的光相对于镜面反射向箭头X1方向倾斜而反射。图案胆甾醇型液晶层34为在面内具有光学轴40A沿箭头X1方向(规定的一个方向)连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案的层。以下,参考图17进行说明。

[0370] 作为一例,图案胆甾醇型液晶层34设为选择性地反射红色光的右旋圆偏振光 R_R 的图案胆甾醇型液晶层。因此,若向图案胆甾醇型液晶层34入射光,则图案胆甾醇型液晶层34仅反射红色光的右旋圆偏振光 R_R 并透射除此以外的光。

[0371] 在入射到图案胆甾醇型液晶层34上的红色光的右旋圆偏振光 R_R 被图案胆甾醇型液晶层反射时,绝对相位根据各液晶化合物40的光学轴40A的朝向而发生变化。

[0372] 其中,在图案胆甾醇型液晶层34中,液晶化合物40的光学轴40A沿箭头X1方向(一个方向)旋转的同时发生变化。因此,所入射的红色光的右旋圆偏振光 R_R 的绝对相位的变化量根据光学轴40A的朝向而不同。

[0373] 而且,形成于图案胆甾醇型液晶层34上的液晶取向图案为沿箭头X1方向周期性的图案。因此,如图17中概念性地所示,对入射到图案胆甾醇型液晶层34上的红色光的右旋圆偏振光 R_R 赋予沿与各自的光学轴40A的朝向对应的箭头X1方向周期性的绝对相位 Q 。

[0374] 并且,液晶化合物40的光学轴40A相对于箭头X1方向的朝向在与箭头X1方向正交的Y方向的液晶化合物40的排列中是均匀的。

[0375] 由此,在图案胆甾醇型液晶层34中,相对于红色光的右旋圆偏振光 R_R 形成相对于XY面向箭头X1方向倾斜的等相位面E。

[0376] 因此,红色光的右旋圆偏振光 R_R 向等相位面E的法线方向反射,被反射的红色光的右旋圆偏振光 R_R 向相对于XY面(胆甾醇型液晶层的主表面)向箭头X1方向倾斜的方向反射。

[0377] 因此,通过适当设定作为光学轴40A旋转的一个方向的箭头X1方向,能够调节红色光的右旋圆偏振光 R_R 的反射方向。

[0378] 即,若将箭头X1方向设为相反方向,则红色光的右旋圆偏振光 R_R 的反射方向也与图16及图17相反。

[0379] 并且,通过将朝向箭头X1方向的液晶化合物40的光学轴40A的旋转方向设为反转,能够使红色光的右旋圆偏振光 R_R 的反射方向反转。

[0380] 即,在图16及图17中,朝向箭头X1方向的光学轴40A的旋转方向为顺时针且红色光的右旋圆偏振光 R_R 向箭头X1方向倾斜而反射,但是通过将其设为逆时针,红色光的右旋圆偏振光 R_R 向与箭头X1方向相反的方向倾斜而反射。

[0381] 而且,在具有相同的液晶取向图案的图案胆甾醇型液晶层中,根据液晶化合物40的螺旋的回转方向即反射的圆偏振光的回转方向而反射方向相反。

[0382] 图17所示的图案胆甾醇型液晶层34的螺旋的回转方向为右扭转而选择性地反射右旋圆偏振光,通过具有光学轴40A沿箭头X1方向向顺时针旋转的液晶取向图案以使右旋圆偏振光向箭头X1方向倾斜而反射。

[0383] 因此,螺旋的回转方向为左扭转而选择性地反射左旋圆偏振光且具有光学轴40A沿箭头X1方向向顺时针旋转的液晶取向图案的图案胆甾醇型液晶层使左旋圆偏振光向与箭头X1方向相反的方向倾斜而反射。

[0384] 在液晶衍射元件中,液晶化合物的光学轴沿面内的一个方向旋转的同时发生变化的液晶化合物的液晶取向图案为衍射结构,在液晶化合物的液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的长度为衍射结构的周期,液晶化合物的光学轴旋转的同时发生变化的一个方向为衍射结构的周期方向。

[0385] 在具有液晶取向图案的图案胆甾醇型液晶层中,一个周期 Λ 越短,反射光相对于上述入射光的角度越大。即,一个周期 Λ 越短,能够使反射光相对于入射光越大地倾斜而反射。

[0386] (液晶衍射元件B)

[0387] 在以上的例中,使用图案胆甾醇型液晶层作为液晶衍射元件,但是本发明中所使用的液晶衍射元件只要具有来自于液晶化合物40的光学轴40A沿面内的至少一个方向连续旋转的液晶取向图案,则能够利用各种液晶衍射元件。

[0388] 在本发明中,也能够利用具有沿面内的至少一个方向连续旋转的液晶取向图案且液晶化合物在厚度方向上没有形成胆甾醇型液晶相的液晶衍射元件。另外,在液晶衍射元件中,可以具有沿厚度方向扭转旋转至液晶化合物不会成为胆甾醇型液晶相的程度的结构。

[0389] 在图18及图19中例示出其他液晶衍射元件,并对该一例进行说明。

[0390] 图18及图19所示的液晶衍射元件35具有支撑体30、取向膜32及图案液晶层36。

[0391] 如图19所示,液晶衍射元件35的图案液晶层36也与图案胆甾醇型液晶层34相同地具有液晶化合物40的光学轴40A沿箭头X1方向连续旋转的液晶取向图案。另外,图19也与上述图16相同地仅示出取向膜32的表面的液晶化合物。

[0392] 在液晶衍射元件35中,形成图案液晶层36的液晶化合物40没有沿厚度方向以螺旋状扭转旋转,光学轴40A位于面方向上的相同位置上。关于这种液晶层,在形成上述图案胆甾醇型液晶层时,能够不向液晶组合物添加手性试剂而形成。

[0393] 如上所述,图案液晶层36具有来自于液晶化合物40的光学轴40A的朝向在面内沿箭头X方向即由箭头X表示的一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案。

[0394] 另一方面,在形成图案液晶层36的液晶化合物40中,光学轴40A的朝向相等的液晶化合物40在与箭头X1方向正交的Y方向即与光学轴40A连续旋转的一个方向正交的Y方向上以等间隔排列。

[0395] 换言之,在形成图案液晶层36的液晶化合物40中,在Y方向上排列的液晶化合物40彼此之间,光学轴40A的朝向与箭头X1方向所形成的角度相等。

[0396] 在图案液晶层36中,在Y方向上排列的液晶化合物中,光学轴40A与箭头X方向(液晶化合物40的光学轴的朝向所旋转的一个方向)所形成的角度相等。将该光学轴40A与箭头X方向所形成的角度相等的液晶化合物40配置于Y方向上的区域设为区域R。

[0397] 在这种情况下,优选各自的区域R中的面内延迟(Re)的值为半波长即 $\lambda/2$ 。这些面内延迟通过区域R的折射率各向异性所伴随的折射率差 Δn 与光学各向异性层的厚度之积来计算。其中,光学各向异性层中的区域R的折射率各向异性所伴随的折射率差为通过区域

R的面内的慢轴的方向的折射率与和慢轴的方向正交的方向的折射率之差来定义的折射率差。即，区域R的折射率各向异性所伴随的折射率差 Δn 等于光学轴40A的方向的液晶化合物40的折射率与在区域R的面内和光学轴40A垂直的方向的液晶化合物40的折射率之差。即，折射率差 Δn 等于液晶化合物40的折射率差。

[0398] 若向这种图案液晶层36入射圆偏振光，则光被折射，并且圆偏振光的方向改变。

[0399] 在图20及图21中概念性地示出该作用。另外，图案液晶层36设为液晶化合物的折射率差与光学各向异性层的厚度之积的值为 $\lambda/2$ 。

[0400] 如图20所示，在图案液晶层36的液晶化合物的折射率差与光学各向异性层的厚度之积的值为 $\lambda/2$ 的情况下，若向图案液晶层36入射作为左旋圆偏振光的入射光 L_1 ，则入射光 L_1 通过穿过图案液晶层36来赋予 180° 的相位差，透射光 L_2 转换成右旋圆偏振光。

[0401] 并且，在入射光 L_1 穿过图案液晶层36时，绝对相位根据各自的液晶化合物40的光学轴40A的朝向而发生变化。此时，光学轴40A的朝向沿箭头X方向旋转的同时发生变化，因此入射光 L_1 的绝对相位的变化量根据光学轴40A的朝向而不同。而且，形成于图案液晶层36上的液晶取向图案为沿箭头X方向周期性的图案，因此如图20所示，对穿过了图案液晶层36的入射光 L_1 赋予沿与各自的光学轴40A的朝向对应的箭头X方向周期性的绝对相位 Q_1 。由此，形成相对于箭头X方向向相反的方向倾斜的等相位面E1。

[0402] 因此，透射光 L_2 以朝向相对于等相位面E1垂直的方向倾斜的方式被折射，并向与入射光 L_1 的行进方向不同的方向行进。如此，左旋圆偏振光的入射光 L_1 转换成相对于入射方向向箭头X方向仅倾斜规定的角度的右旋圆偏振光的透射光 L_2 。

[0403] 另一方面，如图21所示，在图案液晶层36的液晶化合物的折射率差与光学各向异性层的厚度之积的值为 $\lambda/2$ 时，若向图案液晶层36入射右旋圆偏振光的入射光 L_4 ，则入射光 L_4 通过穿过图案液晶层36来赋予 180° 的相位差，从而转换成左旋圆偏振光的透射光 L_5 。

[0404] 并且，在入射光 L_4 穿过图案液晶层36时，绝对相位根据各自的液晶化合物40的光学轴40A的朝向而发生变化。此时，光学轴40A的朝向沿箭头X方向旋转的同时发生变化，因此入射光 L_4 的绝对相位的变化量根据光学轴40A的朝向而不同。而且，形成于图案液晶层36上的液晶取向图案为沿箭头X方向周期性的图案，因此如图21所示，对穿过了图案液晶层36的入射光 L_4 赋予沿与各自的光学轴40A的朝向对应的箭头X方向周期性的绝对相位 Q_2 。

[0405] 其中，入射光 L_4 为右旋圆偏振光，因此沿与光学轴40A的朝向对应的箭头X方向周期性的绝对相位 Q_2 与作为左旋圆偏振光的入射光 L_1 相反。其结果，在入射光 L_4 中，形成与入射光 L_1 相反地向箭头X方向倾斜的等相位面E2。

[0406] 因此，入射光 L_4 以朝向相对于等相位面E2垂直的方向倾斜的方式被折射，并向与入射光 L_4 的行进方向不同的方向行进。如此，入射光 L_4 转换成相对于入射方向向与箭头X方向相反的方向仅倾斜规定的角度的左旋圆偏振光的透射光 L_5 。

[0407] 与图案胆甾醇型液晶层34相同地，图案液晶层36也通过改变所形成的液晶取向图案的一个周期 Λ ，能够调节透射光 L_2 及 L_5 的折射的角度。具体而言，图案液晶层36也是液晶取向图案的一个周期 Λ 越短，穿过了彼此相邻的液晶化合物40的光彼此的干涉越强，因此能够使透射光 L_2 及 L_5 折射得更大。

[0408] 并且，通过将沿箭头X1方向旋转的液晶化合物40的光学轴40A的旋转方向设为相反的方向，能够将透射光的折射的方向设为相反的方向。即，在图18~图21所示的例中，朝

向箭头X方向的光学轴40A的旋转方向为顺时针,但是通过将该旋转方向设为逆时针,能够将透射光的折射的方向设为相反的方向。

[0409] 另外,从衍射效率的观点考虑,即使在使用这种透射衍射入射光的液晶衍射元件的情况下,也优选使用具有液晶化合物扭转而旋转(扭曲角小于 360°)的区域的液晶衍射元件。

[0410] 其中,图15所示的图案胆甾醇型液晶层34及图18所示的图案液晶层36分别表示液晶化合物的光学轴与液晶层(液晶衍射元件)的主表面平行的结构,但是并不限于此。

[0411] 例如,如图24所示的图案胆甾醇型液晶层34b,在前述图案胆甾醇型液晶层中,可以使液晶化合物的光学轴向液晶层(液晶衍射元件)的主表面倾斜。并且,如图25所示的图案液晶层36b,在前述图案液晶层中,可以使液晶化合物的光学轴向液晶层(液晶衍射元件)的主表面倾斜。另外,在具有来自于液晶化合物的光学轴的朝向沿面内的一个方向连续旋转的同时发生变化的液晶取向图案的观点而言,这些液晶层与前述图案胆甾醇型液晶层34及图案液晶层36相同。即,图案胆甾醇型液晶层34b的俯视图及图案液晶层36b的俯视图与图16相同。

[0412] 在以下说明中,将液晶化合物的光学轴向液晶层(液晶衍射元件)的主表面倾斜的结构也称为具有预倾角。

[0413] 在液晶层中,可以为在上下界面的一个界面上液晶化合物的光学轴具有预倾角的结构,也可以为在两个界面上具有预倾角的结构。并且,在两个界面上,预倾角也可以不同。

[0414] 若液晶层在表面上具有预倾角,则在进一步远离表面的块体的部分中也受到表面的影响而具有倾斜角。如此,通过使液晶化合物进行预倾斜(倾斜),在衍射光时有效的液晶化合物的双折射率变高,能够提高衍射效率。

[0415] 关于预倾角,能够用切片机切割液晶层,并通过截面的偏振光显微镜观察来测定。

[0416] 在本发明中,垂直入射到液晶衍射元件(液晶层)上的光在液晶层内沿倾斜方向施加弯曲力并进入斜侧。若在液晶层内进入光,则产生与原本设定成相对于垂直入射可以获得所期望的衍射角的衍射周期等条件的偏离,因此产生衍射损耗。

[0417] 与不倾斜的情况相比,在使液晶化合物倾斜的情况下,相对于光所衍射的方位存在产生更高的双折射率的方位。在该方向上有效的异常光折射率变大,因此作为异常光折射率与寻常光折射率之差的双折射率变高。

[0418] 通过根据目标衍射的方位来设定预倾角的方位,能够抑制与该方位中的原本的衍射条件的偏离,作为结果,认为在使用具有预倾角的液晶化合物的情况下,能够获得更高的衍射效率。

[0419] 并且,预倾角优选根据液晶层的界面的处理来控制。在支撑体侧的界面上,通过对取向膜进行预倾斜处理,能够控制液晶化合物的预倾角。例如,在形成取向膜时对取向膜从正面曝光紫外线之后从斜侧进行曝光,从而能够在形成于取向膜上的液晶层中的液晶化合物中产生预倾角。在这种情况下,相对于第2次的照射方向沿可以观察到液晶化合物的单轴侧的方向进行预倾斜。但是,相对于第2次的照射方向垂直的方向的方位上的液晶化合物不进行预倾斜,因此在面内存在进行预倾斜的区域及不进行预倾斜的区域。这是因为,在使光沿目标方位衍射时,在其方向上最有助于提高双折射,因此适合提高衍射效率。

[0420] 而且,也能够向液晶层中或取向膜加入促进预倾角的添加剂。在这种情况下,作为

进一步提高衍射效率的因子,能够利用添加剂。

[0421] 该添加剂也能够用于控制空气侧的界面的预倾角。

[0422] 其中,在为图案胆甾醇型液晶层的情况下,在用扫描型电子显微镜(SEM:Scanning Electron Microscope)观察的截面中,来自于胆甾醇型液晶相的明部及暗部相对于主表面倾斜。在图案胆甾醇型液晶层中,当从法线方向及相对于法线倾斜的方向测定面内延迟 R_e 时,在慢轴面内及快轴面内中的任一个中,优选面内延迟 R_e 成为最小的方向与法线所形成的测定角的绝对值为 5° 以上。换言之,优选图案胆甾醇型液晶层的液晶化合物相对于主表面倾斜,并且倾斜方向与胆甾醇型液晶相的明线及暗线大致一致。另外,法线方向为相对于主表面正交的方向。

[0423] 通过图案胆甾醇型液晶层具有这种结构,如图15所示,与液晶化合物和主表面平行的图案胆甾醇型液晶层相比,能够以高衍射效率衍射圆偏振光。

[0424] 在图案胆甾醇型液晶层的液晶化合物相对于主表面倾斜,并且倾斜方向与胆甾醇型液晶相的明线及暗线大致一致的结构中,相当于反射面的明部及暗部与液晶化合物的光学轴一致。因此,相对于光的反射(衍射)的液晶化合物的作用变大,能够提高衍射效率。其结果,能够更加提高相对于入射光的反射光的光量。

[0425] 在图案胆甾醇型液晶层的快轴面或慢轴面中,图案胆甾醇型液晶层的光学轴倾斜角的绝对值为 5° 以上,但是优选为 15° 以上,更优选为 20° 以上。

[0426] 通过将光学轴倾角的绝对值设为 15° 以上,更优选使液晶化合物的方向与明部及暗部一致,从能够提高衍射效率的观点而言较为优选。

[0427] 在本发明的导光元件中,可以使用表面浮雕型衍射元件、体积全息图型衍射元件及偏振衍射元件中的任一个作为各衍射元件。并且,可以组合使用不同种类的衍射元件。例如,可以使用表面浮雕型衍射元件作为入射衍射元件,并且可以使用偏振衍射元件(液晶衍射元件)作为中间衍射元件及出射衍射元件。第1入射衍射元件和第2入射衍射元件可以使用不同种类的衍射元件。相同地,第1中间衍射元件和第2中间衍射元件及第1出射衍射元件和第2出射衍射元件可以使用不同种类的衍射元件。

[0428] 为了改善视觉辨认,本发明的导光元件及图像显示装置也可以使用扩大射出光瞳的衍射光学方法。

[0429] 具体而言,能够使用利用多个衍射要素(衍射元件)的光学的方法即具备内耦合、中间及外耦合衍射要素的衍射光学方法。本方法详细记载于日本特表2008-546020号公报中。

[0430] 以上,对本发明的导光元件及图像显示装置进行了详细说明,但是本发明并不限定于上述例,在不脱离本发明的宗旨的范围内,当然可以进行各种改善或变更。

[0431] 实施例

[0432] 以下举出实施例对本发明的特征进一步进行具体说明。以下实施例所示的材料、试剂、使用量、物质量、比例、处理内容及处理步骤等,只要不脱离本发明的主旨,则能够适当地进行变更。因此,本发明的范围不应被以下所示的具体例做限定性解释。

[0433] [实施例1]

[0434] <入射衍射元件G的制作>

[0435] (取向膜的形成)

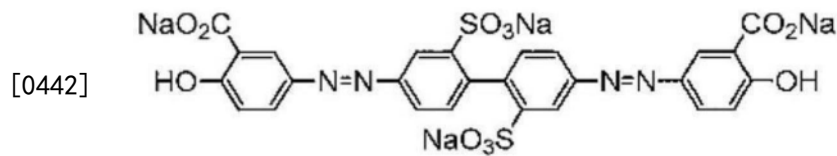
[0436] 作为支撑体,准备了玻璃基板。通过旋涂将下述取向膜形成用涂布液涂布于支撑体上。用60℃的热板将形成有该取向膜形成用涂布液的涂膜的支撑体干燥60秒钟,从而形成了取向膜。

[0437] 取向膜形成用涂布液

[0438]	下述光取向用原材料	1.00 质量份
	水	16.00 质量份
	丁氧基乙醇	42.00 质量份
[0439]	丙二醇单甲醚	42.00 质量份

[0440] -光取向用原材料-

[0441] [化学式1]



[0443] (取向膜的曝光)

[0444] 使用图22所示的曝光装置对取向膜进行曝光,从而形成了具有取向图案的取向膜P-1。

[0445] 在曝光装置中,使用射出波长(325nm)的激光束的装置作为激光器。将基于干涉光的曝光量设为1000mJ/cm²。另外,通过两个激光束的干涉而形成的取向图案的一个周期(光学轴旋转180°的长度)通过改变两个光的交叉角(交叉角α)来控制。

[0446] (图案胆甾醇型液晶层的形成)

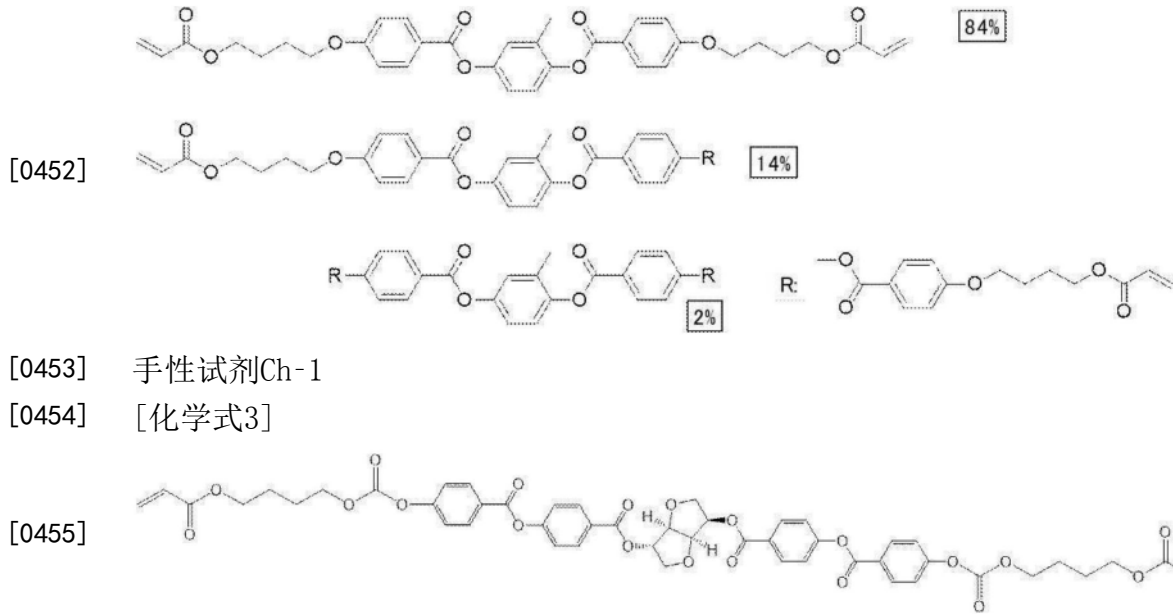
[0447] 作为形成第1入射衍射元件的液晶组合物,制备了下述组合物A-1。该组合物A-1为形成反射右旋圆偏振光的胆甾醇型液晶层(胆甾醇型液晶相)的液晶组合物。

[0448] 组合物A-1

	棒状液晶化合物 L-1	100.00 质量份
	聚合引发剂 (BASF 制、Irgacure (注册商标) 907)	
	3.00 质量份	
[0449]	光敏剂 (Nippon Kayaku Co., Ltd. 制、KAYACURE DETX-S)	
	1.00 质量份	
	手性试剂 Ch-1	4.87 质量份
	甲基乙基酮	204.00 质量份

[0450] 棒状液晶化合物L-1

[0451] [化学式2]



[0456] 在取向膜P-1上涂布上述组合物A-1,将涂膜在热板上加热至80℃之后,在80℃下且在氮气环境下使用高压汞灯以300mJ/cm²的照射量向涂膜照射波长365nm的紫外线,以使液晶化合物的取向固定化,从而形成了第1入射衍射元件的图案胆甾醇型液晶层(第1层)。

[0457] 用扫描型电子显微镜(SEM(Scanning Electron Microscope))确认了涂布层的截面的结果,相对于主表面的法线方向(厚度方向)的厚度面节距为8节距。关于厚度面节距,将相对于从明部至明部或从暗部至暗部的主表面的法线方向的间隔设为1/2面节距。并且,相对于主表面的明部及暗部所倾斜的面的倾斜面节距为0.39μm。关于倾斜面节距,将相对于从明部至明部或从暗部至暗部的倾斜面的法线方向的间隔设为1/2面节距。在此所述的明部及暗部为用SEM观察胆甾醇型液晶层的截面时可以观察到的来自于胆甾醇型液晶相的明部及暗部。

[0458] 用偏振光显微镜确认了入射衍射元件G的图案胆甾醇型液晶层成为如图16所示的周期性取向表面的情况。另外,用SEM确认了涂布层的截面的结果,在入射衍射元件G的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转180°的一个周期为0.43μm。

[0459] 在组合物A-1中,将手性试剂Ch-1变更为4.31质量份,并调整了膜厚,除此以外,以相同的方式在图案胆甾醇型液晶层(第1层)上形成了图案胆甾醇型液晶层(第2层)。

[0460] 沿光学轴的旋转方向的方向切削图案胆甾醇型液晶层(第2层),并用SEM确认了截面的结果,厚度面节距为8节距,倾斜面节距为0.44μm。另外,在入射衍射元件G的图案胆甾醇型液晶层(第2层)的液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转180°的一个周期为0.43μm。

[0461] (入射衍射元件R的制作)

[0462] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.12质量份,将形成图案胆甾醇型液晶层(第2层)的组合物中的手性试剂的量变更为3.52质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与入射衍射元件G相同的方式制作了入射衍射元件R。

[0463] 入射衍射元件R的图案胆甾醇型液晶层(第1层)及图案胆甾醇型液晶层(第2层)的厚度面节距为8节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.51\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.46\mu\text{m}$,图案胆甾醇型液晶层(第2层)的倾斜面节距为 $0.53\mu\text{m}$ 。

[0464] (中间衍射元件G的制作)

[0465] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.75质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与入射衍射元件G相同的方式制作了中间衍射元件G。另外,没有形成第2层的图案胆甾醇型液晶层。

[0466] 中间衍射元件G的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.23\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.40\mu\text{m}$ 。

[0467] (中间衍射元件R的制作)

[0468] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.42质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与入射衍射元件R相同的方式制作了中间衍射元件R。另外,没有形成第2层的图案胆甾醇型液晶层。

[0469] 中间衍射元件R的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.28\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.43\mu\text{m}$ 。

[0470] (出射衍射元件的制作)

[0471] 关于出射衍射元件G及出射衍射元件R,除了调整了膜厚以外,分别以与入射衍射元件G及入射衍射元件R相同的方式进行了制作。

[0472] 各图案胆甾醇型液晶层(第1层)及图案胆甾醇型液晶层(第2层)的厚度面节距为2节距。

[0473] (导光元件的制作)

[0474] 作为导光板,使用了大小 $60\text{mm}\times 70\text{mm}$ 、厚度 1mm 、材质:玻璃的导光板。使用入射衍射元件G作为第1入射衍射元件,使用入射衍射元件R作为第2入射衍射元件,使用中间衍射元件G作为第1中间衍射元件,使用中间衍射元件R作为第2中间衍射元件,使用出射衍射元件G作为第1出射衍射元件,使用出射衍射元件R作为第2出射衍射元件。

[0475] 入射衍射元件切割成直径 6mm 的大小来使用。中间衍射元件切割成 15mm (最大) $\times 25\text{mm}$ 的大小来使用。出射衍射元件切割成 $20\text{mm}\times 25\text{mm}$ 的大小来使用。

[0476] 另外,当切割各衍射元件时,调节切割的方向和衍射结构的周期方向以在将各衍射元件配置于导光板上时使衍射结构的周期方向成为规定的方向并进行切割。

[0477] 使用粘结剂将所制作的各衍射元件贴合于导光板的一个主表面上。

[0478] 各衍射元件的配置设为如图1所示的配置。即,层叠配置第1入射衍射元件和第2入射衍射元件。并且,层叠配置第1出射衍射元件和第2出射衍射元件。

[0479] 中间衍射元件和入射衍射元件在左右方向上分开 1mm 而配置。并且,出射衍射元件和入射衍射元件在上下方向上分开 8mm 而配置。

[0480] 另外,出射衍射元件和入射衍射元件配置于导光板的彼此不同的主表面上。

[0481] 通过以上,制作了导光元件。在该导光元件中,第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向所形成的角度为 90° 。

[0482] 并且,在以下实施例、比较例中,适当调整了衍射元件的配置。

[0483] [实施例2]

[0484] 如图6所示,设为第1入射衍射元件和第2入射衍射元件在面方向上分开配置的结构,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了导光元件。

[0485] [比较例1]

[0486] 将第2中间衍射元件层叠配置于第1中间衍射元件上,配置成第1入射衍射元件的衍射方向成为左右相反的方向,并且配置成第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向旋转 90° ,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了导光元件。即,第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向所形成的角度为 0° 。

[0487] [实施例3、实施例4及比较例2]

[0488] (入射衍射元件B的制作)

[0489] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为5.73质量份,将形成图案胆甾醇型液晶层(第2层)的组合物中的手性试剂的量变更为5.00质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与入射衍射元件G相同的方式制作了入射衍射元件B。

[0490] 入射衍射元件B的图案胆甾醇型液晶层(第1层)及图案胆甾醇型液晶层(第2层)的厚度面节距为8节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.36\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.33\mu\text{m}$,图案胆甾醇型液晶层(第2层)的倾斜面节距为 $0.38\mu\text{m}$ 。

[0491] (中间衍射元件B的制作)

[0492] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为5.57质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与入射衍射元件G相同的方式制作了中间衍射元件B。另外,没有形成第2层的图案胆甾醇型液晶层。

[0493] 图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.19\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.34\mu\text{m}$ 。

[0494] (出射衍射元件B的制作)

[0495] 关于出射衍射元件B,除了调整了膜厚以外,以与入射衍射元件B相同的方式进行了制作。

[0496] 出射衍射元件B的图案胆甾醇型液晶层(第1层)及图案胆甾醇型液晶层(第2层)的厚度面节距为2节距。

[0497] (导光元件的制作)

[0498] 作为第2入射衍射元件,使用入射衍射元件B来代替入射衍射元件R,作为第2中间衍射元件,使用中间衍射元件B来代替中间衍射元件R,作为第2出射衍射元件,使用出射衍

射元件B来代替出射衍射元件R,除此以外,分别以与实施例1、实施例2及比较例1相同的方式制作了导光元件。

[0499] [实施例5、实施例6及比较例3]

[0500] 在第2入射衍射元件上层叠第3入射衍射元件,在第2中间衍射元件上层叠第3中间衍射元件,在第1出射衍射元件及第2出射衍射元件上层叠第3出射衍射元件,除此以外,以与实施例1、实施例2及比较例1相同的方式制作了导光元件。

[0501] 即,实施例5设为如图7所示的结构,实施例6设为如图8所示的结构。

[0502] 使用入射衍射元件B作为第3入射衍射元件,使用中间衍射元件B作为第3中间衍射元件,使用出射衍射元件B作为第3出射衍射元件。

[0503] [实施例7]

[0504] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.52质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了第1中间衍射元件(中间衍射元件G)。

[0505] 中间衍射元件G中的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.25\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.42\mu\text{m}$ 。

[0506] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.21质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了第2中间衍射元件(中间衍射元件R)。

[0507] 中间衍射元件R中的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.29\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.45\mu\text{m}$ 。

[0508] 在切割第1中间衍射元件、第2中间衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件时,将改变相对于衍射结构的周期方向的切割朝向进行切割并配置于导光元件上时的、第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向所形成的角度设成成为 60° ,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了导光元件。

[0509] [实施例8]

[0510] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.31质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了第1中间衍射元件(中间衍射元件G)。

[0511] 中间衍射元件G中的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.27\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.44\mu\text{m}$ 。

[0512] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.03质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了第2中间衍

射元件(中间衍射元件R)。

[0513] 中间衍射元件R中的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.32\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.47\mu\text{m}$ 。

[0514] 在切割第1中间衍射元件、第2中间衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件时,将改变相对于衍射结构的周期方向的切割朝向进行切割并配置于导光元件上时的、第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向所形成的角度设成成为 30° ,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了导光元件。

[0515] [实施例9]

[0516] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.87质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了第1中间衍射元件(中间衍射元件G)。

[0517] 中间衍射元件G中的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.22\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.39\mu\text{m}$ 。

[0518] 在取向膜的曝光中,将改变两个光的交叉角(交叉角 α)而形成于取向膜上的取向图案的一个周期设为不同,将形成图案胆甾醇型液晶层(第1层)的组合物中的手性试剂的量变更为4.52质量份,并调整了膜厚,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了第2中间衍射元件(中间衍射元件R)。

[0519] 中间衍射元件R中的图案胆甾醇型液晶层(第1层)的厚度面节距为2节距,在液晶取向图案中,液晶化合物的光学轴旋转 180° 的一个周期为 $0.26\mu\text{m}$ 。图案胆甾醇型液晶层(第1层)的倾斜面节距为 $0.42\mu\text{m}$ 。

[0520] 在切割第1中间衍射元件、第2中间衍射元件、第1出射衍射元件及第2出射衍射元件时,将改变相对于衍射结构的周期方向的切割朝向进行切割并配置于导光元件上时的、第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向所形成的角度设成成为 120° ,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了导光元件。

[0521] [评价]

[0522] 对于所制作的各导光元件,通过以下方法评价了多重像的产生的有无。

[0523] 将Vuzix Corporation的Blade中所使用的投影显示器配置成朝向入射衍射元件照射图像,从而制作了图像显示装置。另外,在投影显示器与入射衍射元件之间配置圆偏振片,并相对于入射衍射元件投影了右旋圆偏振光的图像。并且,相对于层叠了第1入射衍射元件和第2入射衍射元件的结构的导光板,使用一台投影显示器,相对于在面方向上分开配置第1入射衍射元件和第2入射衍射元件的结构的导光板,使用了两台投影显示器。

[0524] 使用所制作的图像显示装置显示图像,并评价了多重像。

[0525] • 将几乎没有视觉辨认到多重像的产生的情况评价为A,

[0526] • 将略微视觉辨认到多重像的产生,但是轻微的情况评价为B,

[0527] • 将微弱地视觉辨认到多重像的产生,但是在允许范围内的情况评价为C,

[0528] • 将视觉辨认到多重像的产生,并且显眼的情况评价为D。

[0529] 将结果示于下述表中。

[0530] [表1]

	入射衍射元件			中间衍射元件			出射衍射元件			周期方向相交角		第1入射衍射元件与第2入射衍射元件的位置关系	评价多重像
	Λ_{i1} μm	Λ_{i2} μm	Λ_{i3} μm	Λ_{e1} μm	Λ_{e2} μm	Λ_{e3} μm	Λ_{o1} μm	Λ_{o2} μm	Λ_{o3} μm	第1和第2 [°]	第1和第3 [°]		
比较例1	0.43	0.51	-	0.23	0.28	-	0.43	0.51	-	0	-	层叠	D
实施例1	0.43	0.51	-	0.23	0.28	-	0.43	0.51	-	90	-	层叠	A
实施例2	0.43	0.51	-	0.23	0.28	-	0.43	0.51	-	90	-	不同的位置	A
实施例7	0.43	0.51	-	0.25	0.29	-	0.43	0.51	-	60	-	层叠	B
实施例8	0.43	0.51	-	0.27	0.32	-	0.43	0.51	-	30	-	层叠	C
实施例9	0.43	0.51	-	0.22	0.26	-	0.43	0.51	-	120	-	层叠	A
比较例2	0.43	0.36	-	0.23	0.19	-	0.43	0.36	-	0	-	层叠	D
实施例3	0.43	0.36	-	0.23	0.19	-	0.43	0.36	-	90	-	层叠	A
实施例4	0.43	0.36	-	0.23	0.19	-	0.43	0.36	-	90	-	不同的位置	A
比较例3	0.43	0.51	0.36	0.23	0.28	0.19	0.43	0.51	0.36	0	90	层叠	D
实施例5	0.43	0.51	0.36	0.23	0.28	0.19	0.43	0.51	0.36	90	90	层叠	A
实施例6	0.43	0.51	0.36	0.23	0.28	0.19	0.43	0.51	0.36	90	90	不同的位置	A

[0531] [0532] 根据表1,可知和第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向没有交叉的比较例相比,第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向相交的本发明的导光元件的实施例1~实施例9抑制多重像的产生。

[0533] 并且,根据实施例1、实施例7~实施例9的比较,可知第1出射衍射元件的衍射结构的周期方向与第2出射衍射元件的衍射结构的周期方向的交叉角优选为60°以上,更优选为90°以上。

[0534] 根据以上结果,可以明确本发明的效果。

[0535] 产业上的可利用性

[0536] 能够优选用于AR玻璃等、利用引导的各种光学装置。

[0537] 符号说明

[0538] 10-图像显示装置,12-显示元件,14、14b-导光元件,16-导光板,18a-第1入射衍射元件,18b-第2入射衍射元件,18c-第3入射衍射元件,20a-第1中间衍射元件,20b-第2中间衍射元件,20c-第3中间衍射元件,24a-第1出射衍射元件,24b-第2出射衍射元件,24c-第3出射衍射元件,29、35-液晶衍射元件,30-支撑体,32-取向膜,34、34b-图案胆甾醇型液晶层,36、36b-图案液晶层,40-液晶化合物,40A-光学轴,60-曝光装置,62-激光器,64-光源,65- $\lambda/2$ 板,68-偏振光束分离器,70A、70B-反射镜,72A、72B- $\lambda/4$ 板, R_R -红色的右旋圆偏振光,M-激光束,MA、MB-光线, P_0 -直线偏振光, P_R -右旋圆偏振光, P_L -左旋圆偏振光,Q-绝对相位,E、E1、E2-等相位面, L_1 、 L_4 -入射光, L_2 、 L_5 -透射光,U-使用人员。

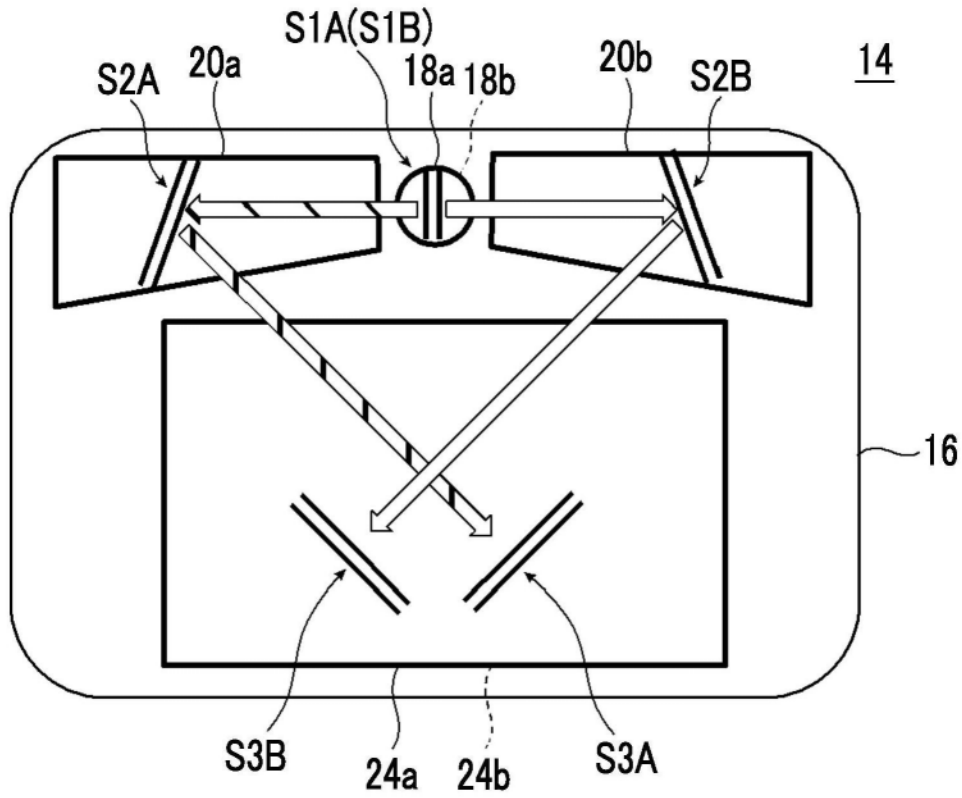


图1

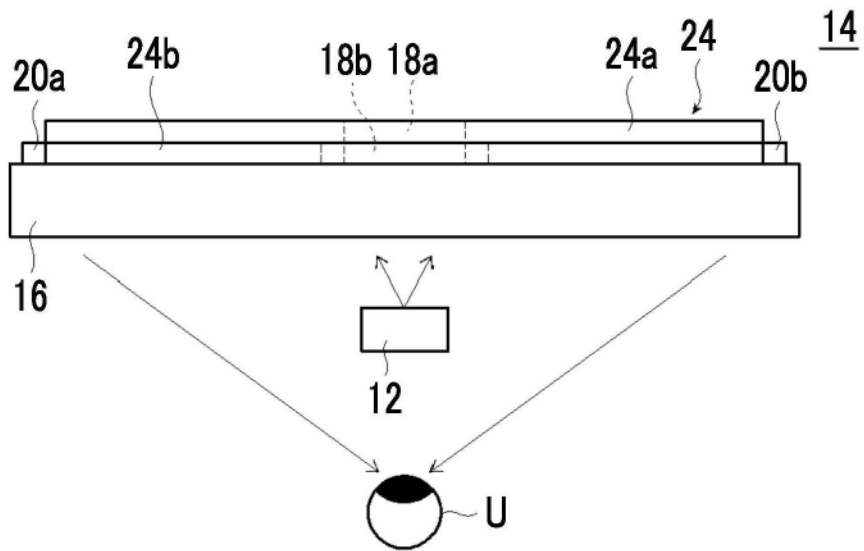


图2

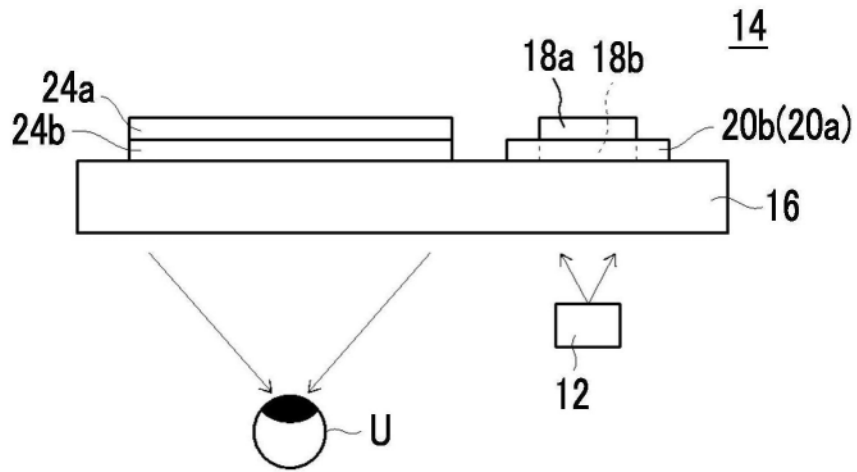


图3

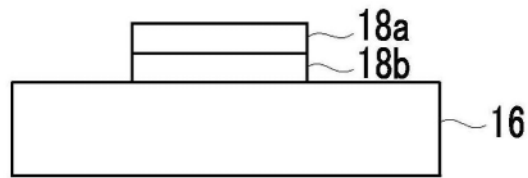


图4

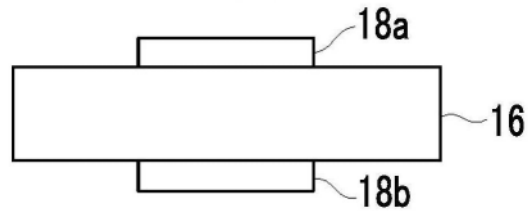


图5

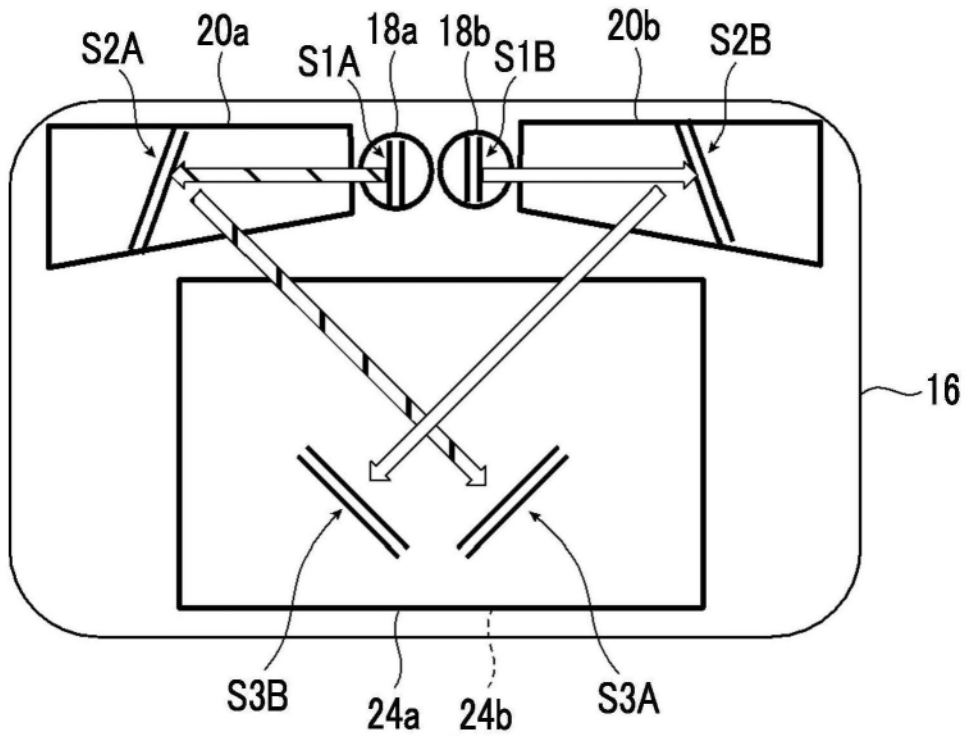


图6

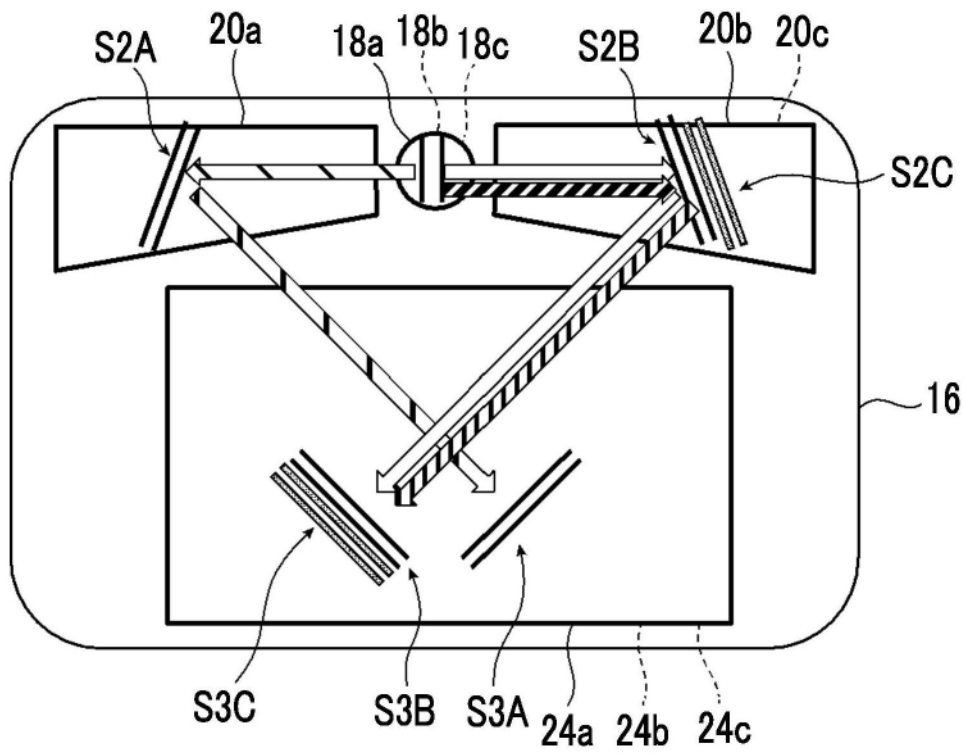


图7

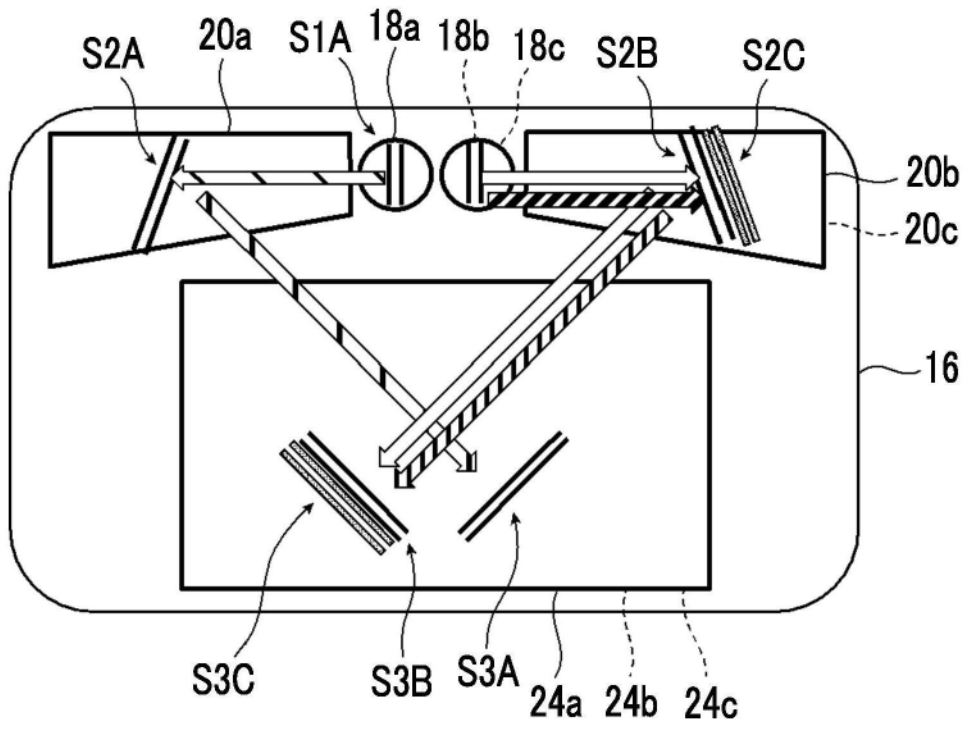


图8

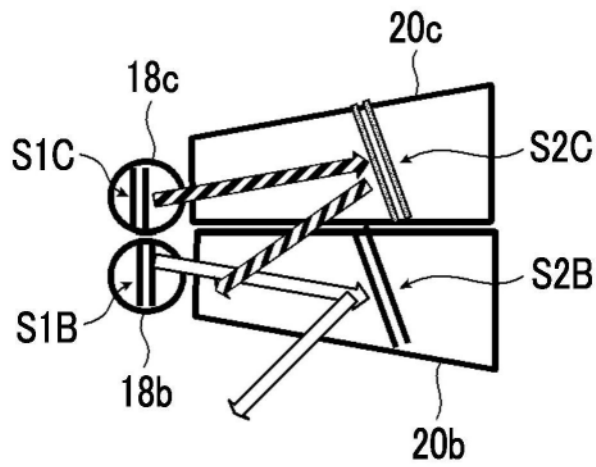


图9

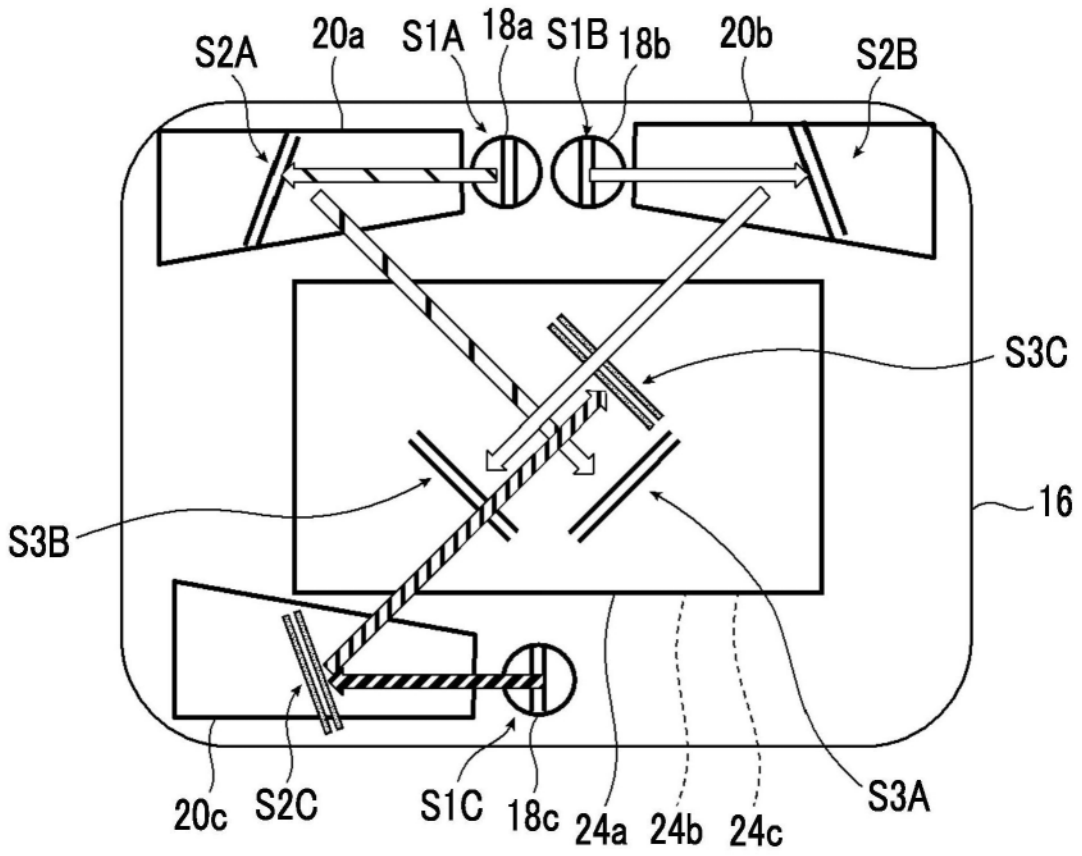


图10

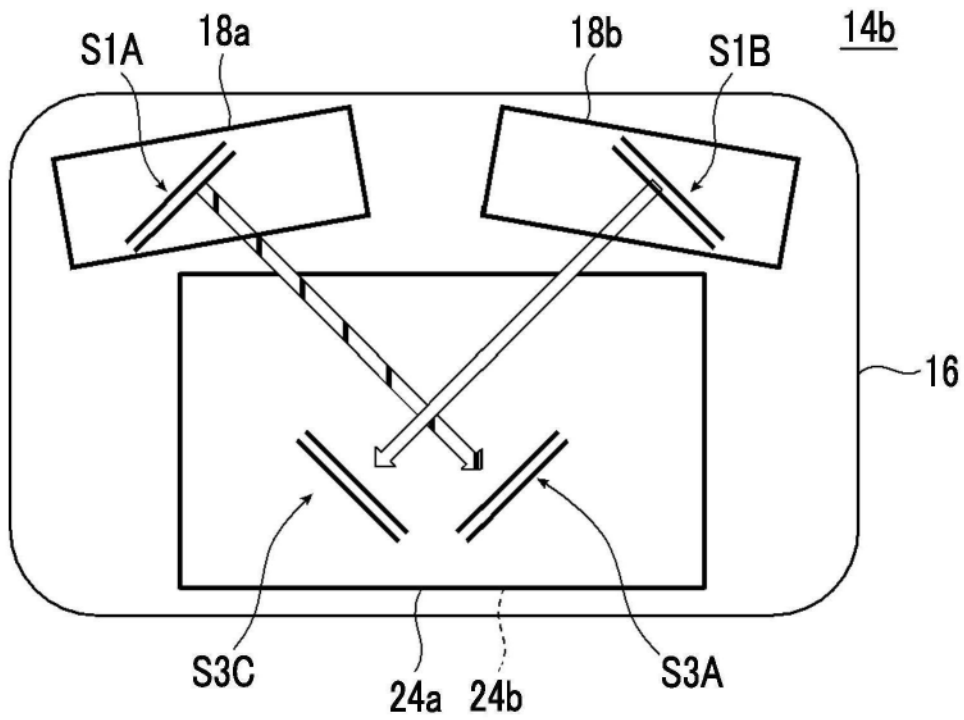


图11

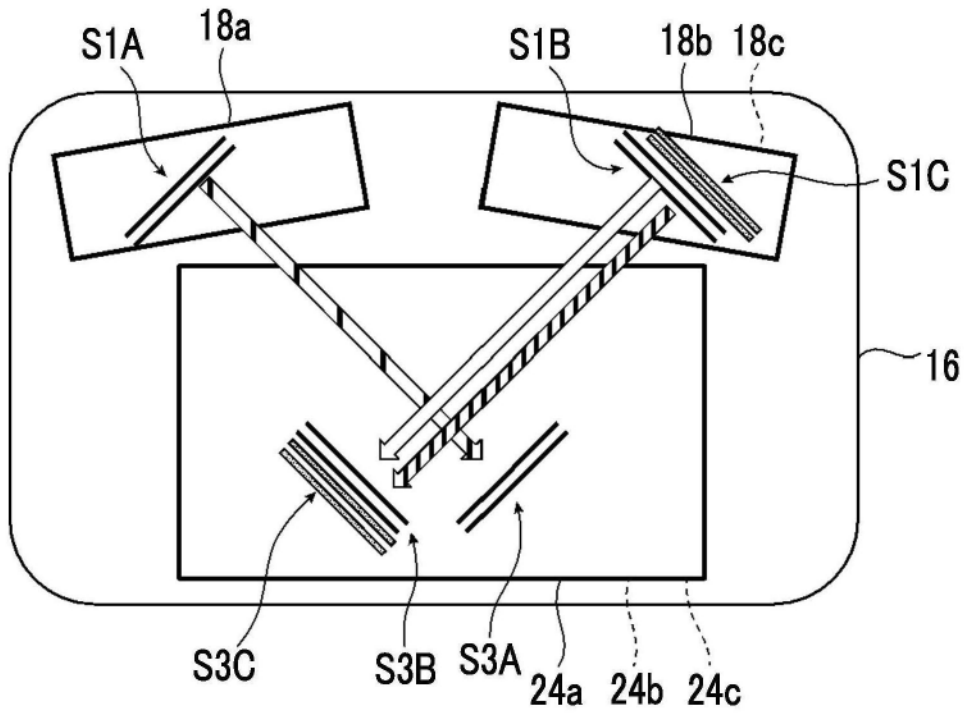


图12

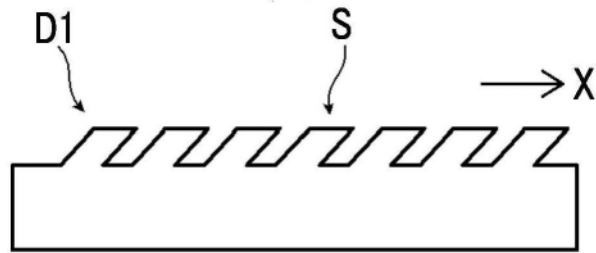


图13

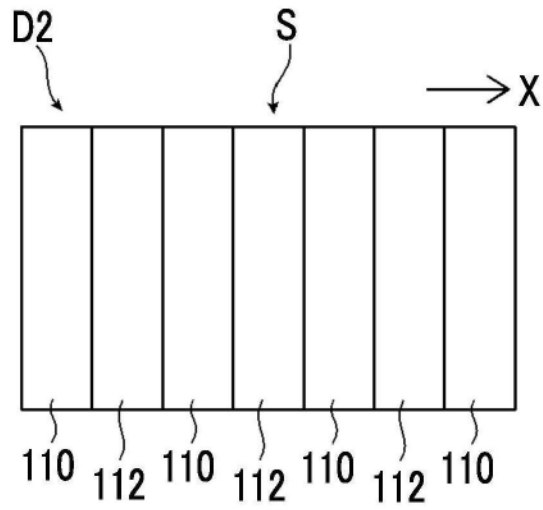


图14

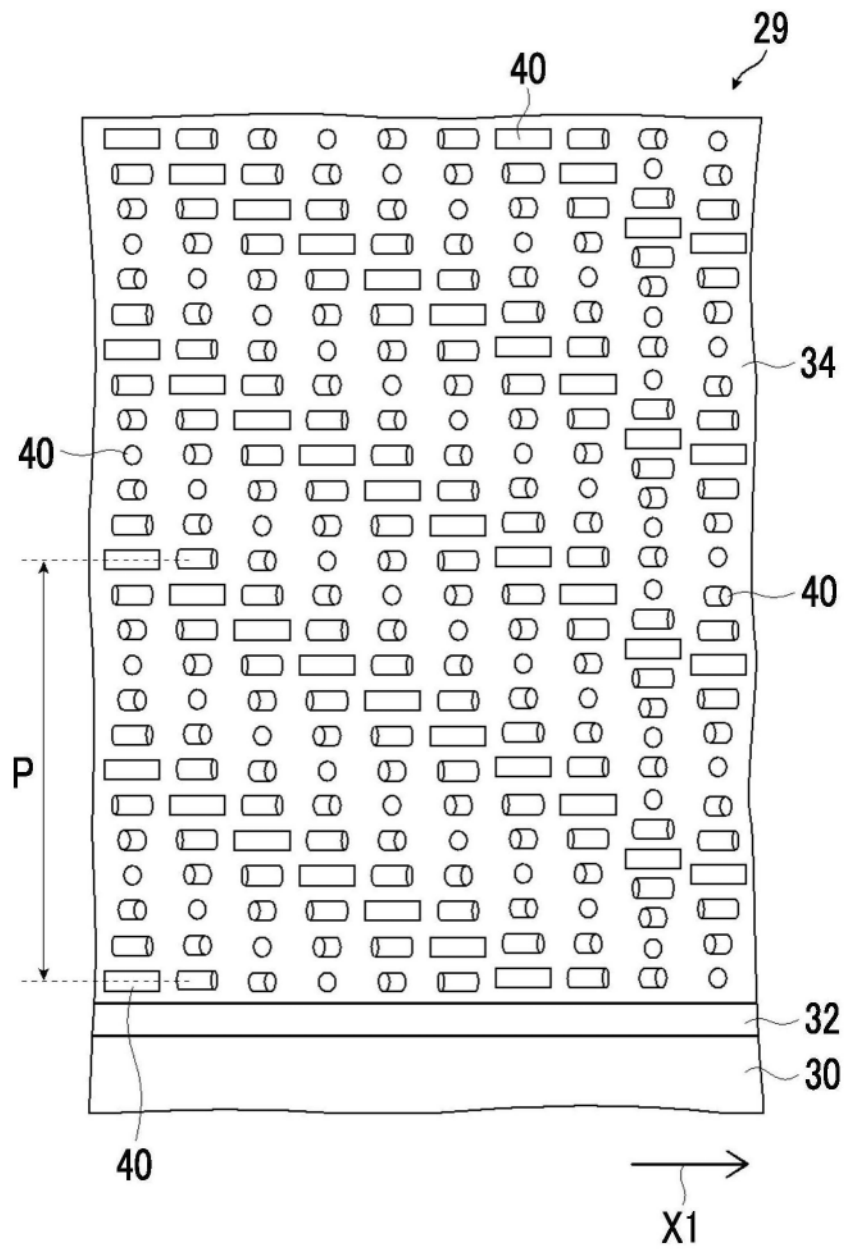


图15

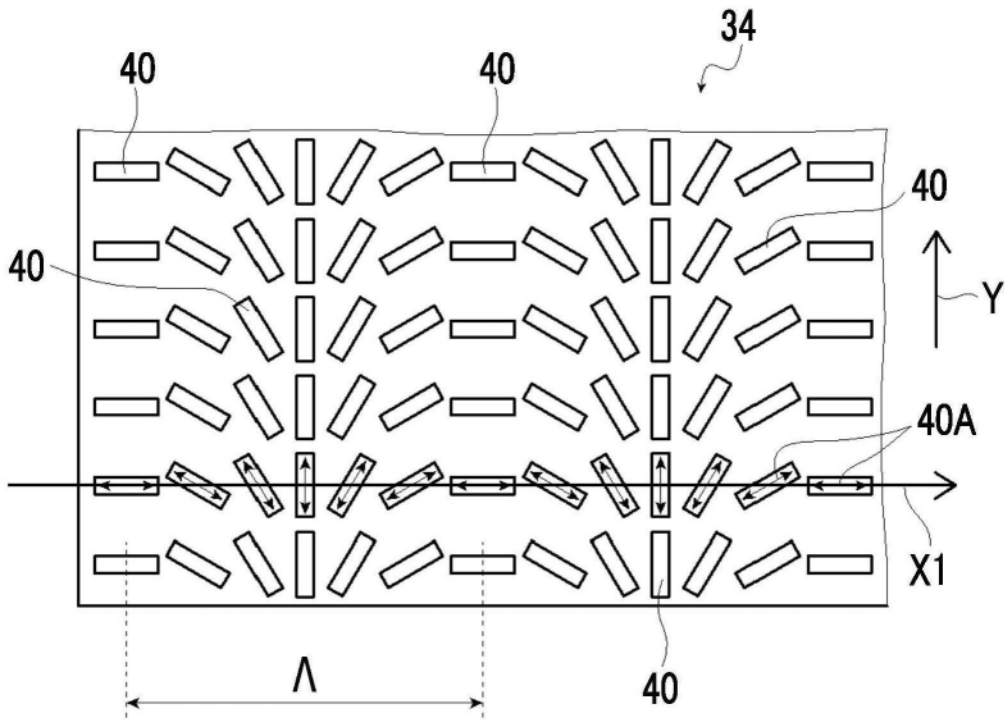


图16

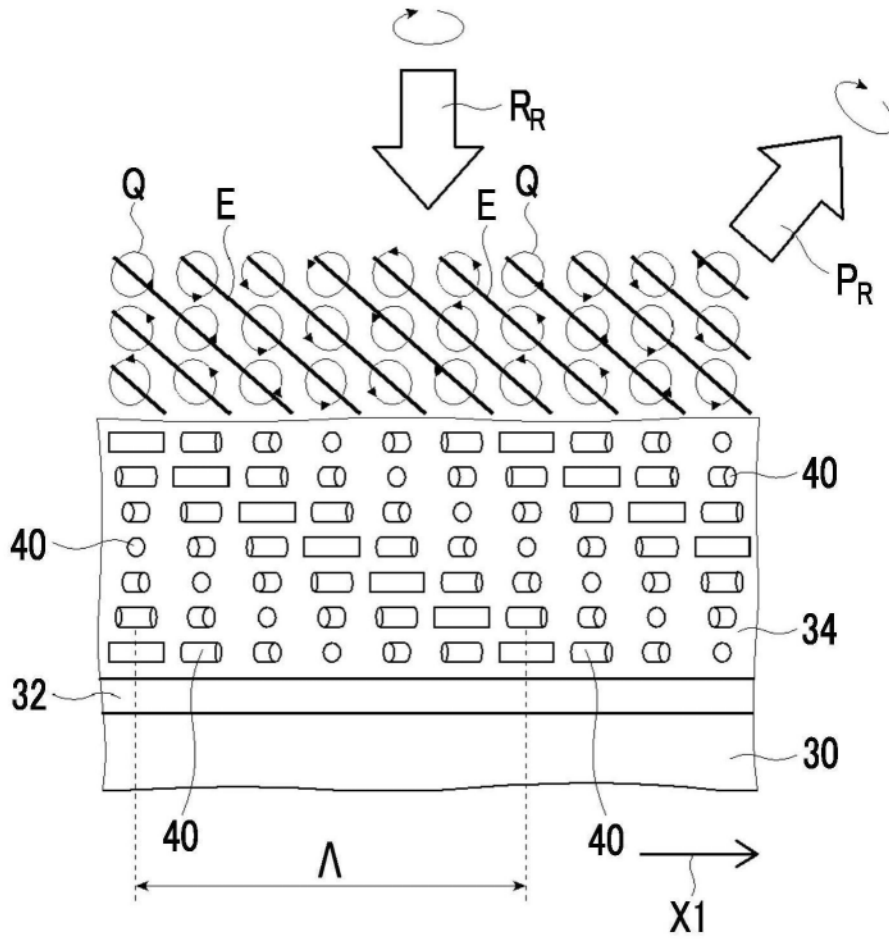


图17

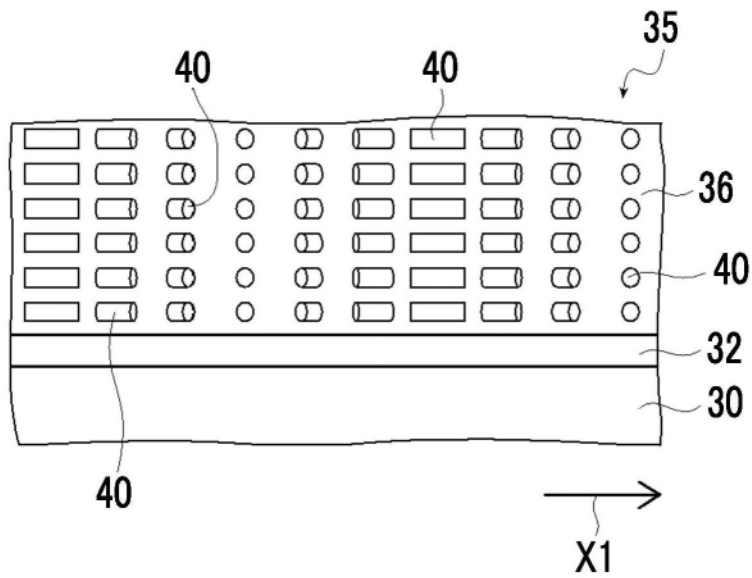


图18

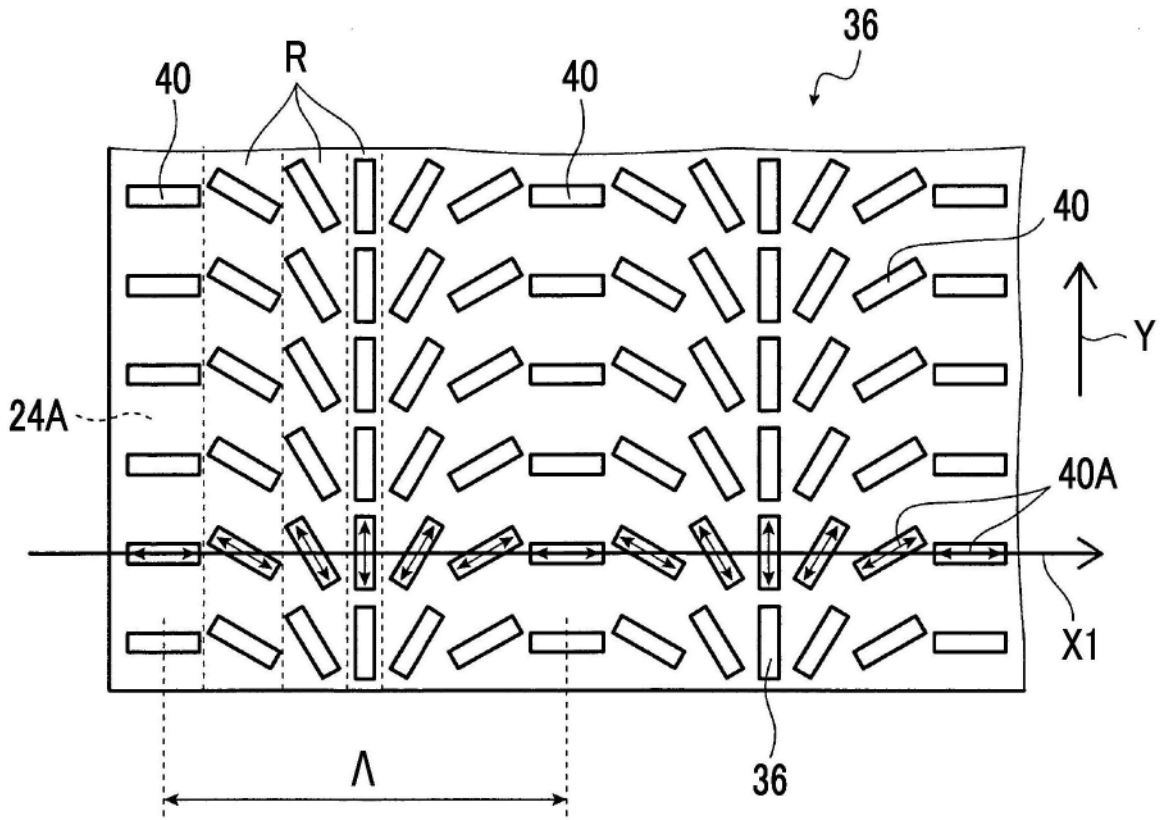


图19

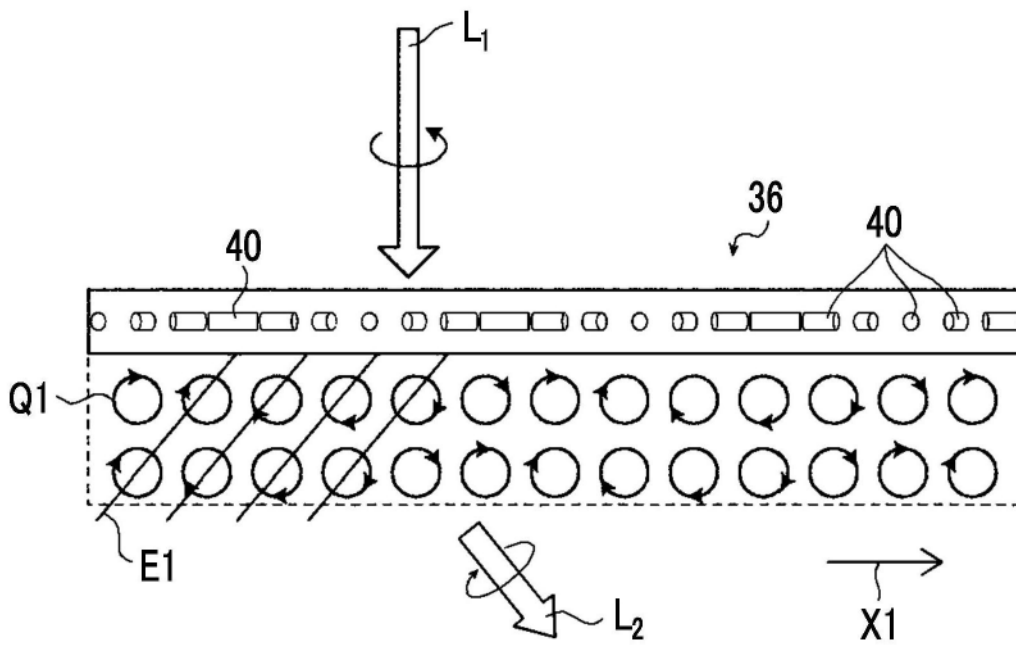


图20

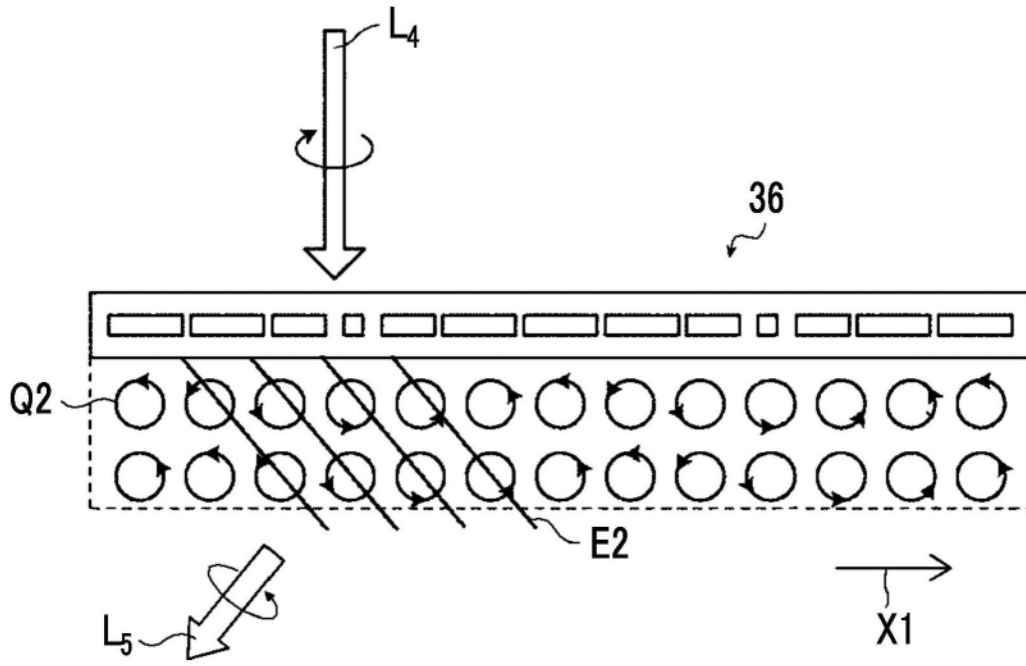


图21

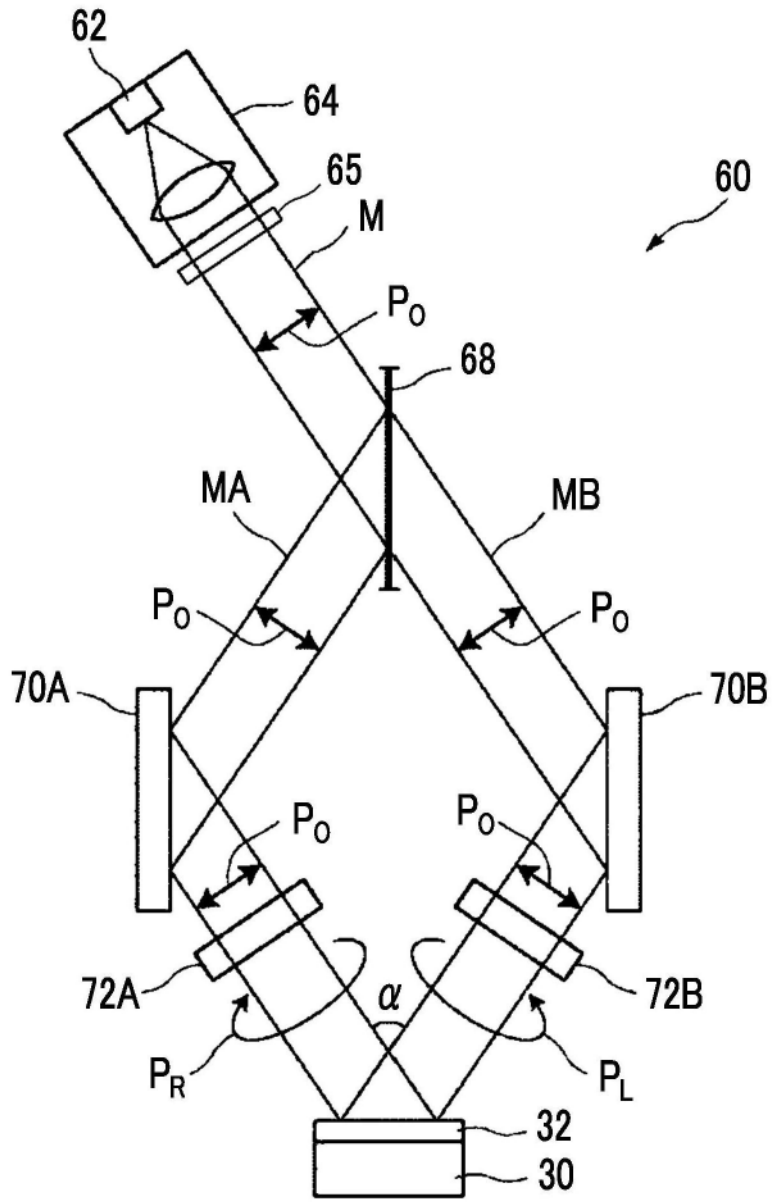


图22

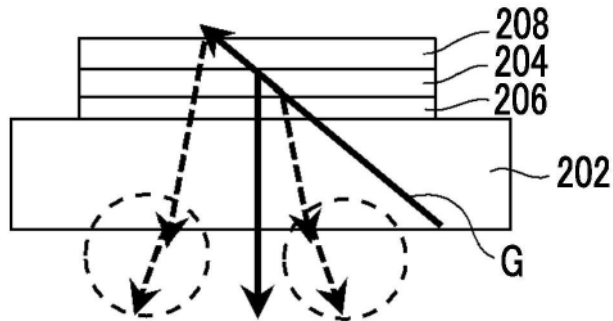


图23

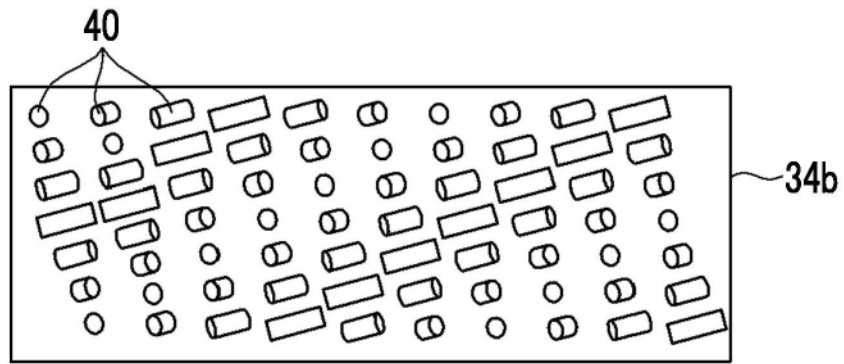


图24

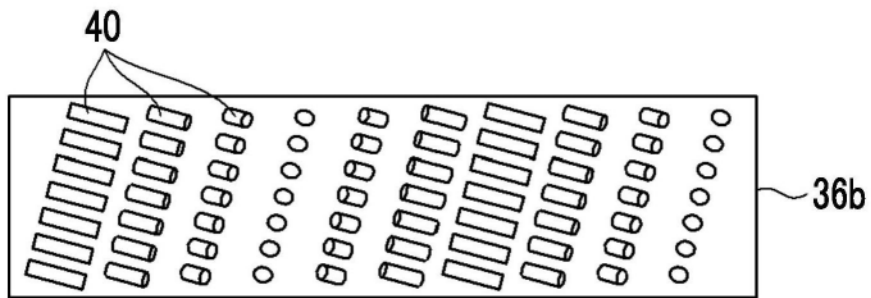


图25