



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117897645 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202280058764.9

(22) 申请日 2022.09.27

(30) 优先权数据

2021-162101 2021.09.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.02.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/035856 2022.09.27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/054324 JA 2023.04.06

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 安西昭裕 纲中英一郎

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 黄纶伟

(51) Int. Cl.

G02B 27/01 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

G02F 1/13363 (2006.01)

G02F 1/1337 (2006.01)

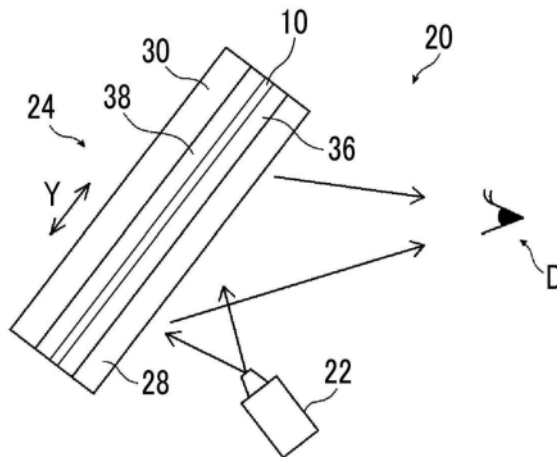
权利要求书1页 说明书44页 附图4页

(54) 发明名称

平视显示系统及运输机

(57) 摘要

一种平视显示系统及具备该平视显示系统的运输机,该平视显示系统具有挡风玻璃和投影仪,该挡风玻璃具有选择反射层,该投影仪包括用于在该挡风玻璃上形成投影像的蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光光源,上述选择反射层包括光入射角60°下的下述选择反射中心波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R , $400\text{nm} \leq \lambda_B < 500\text{nm}$, $500\text{nm} \leq \lambda_G < 600\text{nm}$, $600\text{nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{nm}$, X_B/X_G 、 X_B/X_R 及 X_G/X_R 均在0.80~1.20的范围内。在上述中, $X_B = R_B \times L_B$, $X_G = R_G \times L_G$, $X_R = R_R \times L_R$ 。 R_B 、 R_G 及 R_R 表示上述 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 下的自然光反射率, L_B 、 L_G 及 L_R 表示从上述投影仪射出的蓝色、绿色及红色激光的亮度。



1. 一种平视显示系统,其具有挡风玻璃和投影仪,所述挡风玻璃具有选择反射层,所述投影仪包括用于在该挡风玻璃上形成投影像的激光光源,其中,

所述选择反射层包括下述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长,

$$400\text{nm} \leq \lambda_B < 500\text{nm},$$

$$500\text{nm} \leq \lambda_G < 600\text{nm},$$

$$600\text{nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{nm},$$

所述激光光源发射蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光,

所述平视显示系统满足下述所有规定(a) ~ (c),

$$\text{规定 (a)} \quad 0.80 \leq X_B/X_G \leq 1.20$$

$$\text{规定 (b)} \quad 0.80 \leq X_B/X_R \leq 1.20$$

$$\text{规定 (c)} \quad 0.80 \leq X_G/X_R \leq 1.20$$

在上述规定中, $X_B = R_B \times L_B$, $X_G = R_G \times L_G$, $X_R = R_R \times L_R$,

R_B 表示所述选择反射层的 λ_B 下的自然光反射率, R_G 表示所述选择反射层的 λ_G 下的自然光反射率, R_R 表示所述选择反射层的 λ_R 下的自然光反射率,并且, L_B 表示从所述投影仪射出的光中的蓝色激光的亮度, L_G 表示从所述投影仪射出的光中的绿色激光的亮度, L_R 表示从所述投影仪射出的光中的红色激光的亮度。

2. 根据权利要求1所述的平视显示系统,其满足下述所有规定(a1) ~ (c1),

$$\text{规定 (a1)} \quad 0.90 \leq X_B/X_G \leq 1.10$$

$$\text{规定 (b1)} \quad 0.90 \leq X_B/X_R \leq 1.10$$

$$\text{规定 (c1)} \quad 0.90 \leq X_G/X_R \leq 1.10$$

在上述规定中, X_B 、 X_G 及 X_R 的含义与所述 X_B 、所述 X_G 及所述 X_R 含义相同。

3. 根据权利要求1或2所述的平视显示系统,其中,

所述选择反射层的所述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 满足 $R_B > R_G \geq R_R$ 的关系。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的平视显示系统,其中,

所述选择反射层的所述自然光反射率 R_B 及 R_G 满足 $R_B/R_G \geq 1.10$ 的关系。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的平视显示系统,其中,

所述选择反射层所包括的所述光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 的半峰宽均为100nm以下,所述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 均为25%以上。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的平视显示系统,其中,

所述挡风玻璃包括至少一个偏振光转换层。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的平视显示系统,其中,

所述选择反射层由胆甾醇型液晶构成。

8. 根据权利要求1至5中任一项所述的平视显示系统,其中,

所述选择反射层通过层叠光学各向异性层和光学各向同性层而成。

9. 一种运输机,其具备权利要求1至8中任一项所述的平视显示系统。

平视显示系统及运输机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种平视显示系统及运输机。

背景技术

[0002] 当前,已知一种将图像投射到车辆等的挡风玻璃上以向驾驶员等提供地图、行驶速度及车辆的状态等各种信息的所谓的平视显示器或平视显示系统。

[0003] 在平视显示系统中,驾驶员等可观察包括投射到挡风玻璃上的上述各种信息的图像的虚像。虚像的成像位置位于比挡风玻璃更靠车外前侧。虚像的成像位置通常位于比挡风玻璃更靠1000mm以上前侧,且位于比挡风玻璃更靠外界侧。由此,驾驶员在注视着前方的外界的情况下无需大幅移动视线即可获得上述各种信息。因此,若使用平视显示系统,则可期待获得各种信息的同时更安全地进行驾驶。

[0004] 在平视显示系统中,已知一种利用由楔形的截面形状的夹层玻璃构成的车辆用曲面前窗玻璃以减少因投影光被挡风玻璃的表面及背面反射而产生的重影的技术。并且,正在进行一种使P偏振光入射于玻璃表面并利用布儒斯特角使来自玻璃表面的反射光接近于零的技术的研究。

[0005] 例如,专利文献1中记载了一种包括 $\lambda/2$ 相位差层和选择反射的中心波长互不相同的4层以上胆甾醇型液晶反射层的挡风玻璃。根据专利文献1的记载,通过包括在350nm以上且小于490nm的范围内具有选择反射的中心波长的胆甾醇型液晶层作为上述胆甾醇型液晶反射层中的一个层,能够提供一种从与挡风玻璃垂直的方向观察时的外观色调透明且即使在外光下也不损害美观的挡风玻璃。

[0006] 以往技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2018-81296号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的技术课题

[0010] 在挡风玻璃中加入P偏振光反射膜的平视显示器中,除法律限制透射率要在70%以上以外,还从显示图像的清晰性、外观设计性的观点出发,要求无论从何种角度观察外观色调均要透明(白色光看起来像白色)。为了实现这一点,想到将发射波长带窄的激光用作成像器的光源,并将各反射光的半峰宽窄且反射率高的选择反射层用作上述专利文献1的实施例中记载的P偏振光反射膜的反射层的方法。认为通过组合使用这种成像器的光源和选择反射层,能够有效地反射成像器光,能够在维持高透射率的情况下提高图像的亮度(显示图像的清晰性)。

[0011] 然而,本发明人进行研究的结果,发现在上述专利文献1中记载的挡风玻璃中,若将反射率设定成使外观色调变得透明,则存在显示图像的色调(以下,称为“图像色调”)变红的问题。

[0012] 本发明的课题在于,提供一种具备用于形成投影像的激光光源和挡风玻璃且图像色调为中性色调的平视显示系统及具备该平视显示器的运输机。

[0013] 用于解决技术课题的手段

[0014] 鉴于上述课题,本发明人进行深入研究的结果,发现通过控制挡风玻璃中的选择反射层的蓝色光、绿色光及红色光的反射率与激光光源中的蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光的发射强度(亮度)之间的平衡以使其满足特定的规定便能够解决上述课题,从而完成了本发明。

[0015] 即,通过以下方法解决了本发明的课题。

[0016] (1)一种平视显示系统,其具有挡风玻璃和投影仪,

[0017] 该挡风玻璃具有选择反射层,该投影仪包括用于在该挡风玻璃上形成投影像的激光光源,

[0018] 上述选择反射层包括下述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长,

[0019] $400\text{nm} \leq \lambda_B < 500\text{nm}$,

[0020] $500\text{nm} \leq \lambda_G < 600\text{nm}$,

[0021] $600\text{nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{nm}$,

[0022] 上述激光光源发射蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光,

[0023] 该平视显示系统满足下述所有规定(a)~(c)。

[0024] 规定(a) $0.80 \leq X_B/X_G \leq 1.20$

[0025] 规定(b) $0.80 \leq X_B/X_R \leq 1.20$

[0026] 规定(c) $0.80 \leq X_G/X_R \leq 1.20$

[0027] 在上述规定中, $X_B = R_B \times L_B$, $X_G = R_G \times L_G$, $X_R = R_R \times L_R$ 。

[0028] R_B 表示上述选择反射层的 λ_B 下的自然光反射率, R_G 表示上述选择反射层的 λ_G 下的自然光反射率, R_R 表示上述选择反射层的 λ_R 下的自然光反射率。并且, L_B 表示从上述投影仪射出的光中的蓝色激光的亮度, L_G 表示从上述投影仪射出的光中的绿色激光的亮度, L_R 表示从上述投影仪射出的光中的红色激光的亮度。

[0029] (2)根据(1)所述的平视显示系统,其满足下述所有规定(a1)~(c1)。

[0030] 规定(a1) $0.90 \leq X_B/X_G \leq 1.10$

[0031] 规定(b1) $0.90 \leq X_B/X_R \leq 1.10$

[0032] 规定(c1) $0.90 \leq X_G/X_R \leq 1.10$

[0033] 在上述规定中, X_B 、 X_G 及 X_R 的含义与上述 X_B 、 X_G 及 X_R 含义相同。

[0034] (3)根据(1)或(2)所述的平视显示系统,其中,

[0035] 上述选择反射层的上述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 满足 $R_B > R_G \geq R_R$ 的关系。

[0036] (4)根据(1)至(3)中任一项所述的平视显示系统,其中,

[0037] 上述选择反射层的上述自然光反射率 R_B 及 R_G 满足 $R_B/R_G \geq 1.10$ 的关系。

[0038] (5)根据(1)至(4)中任一项所述的平视显示系统,其中,

[0039] 上述选择反射层所包括的上述光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 的半峰宽均为100nm以下,上述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 均为25%以上。

[0040] (6)根据(1)至(5)中任一项所述的平视显示系统,其中,

- [0041] 上述挡风玻璃包括至少一个偏振光转换层。
- [0042] (7)根据(1)至(6)中任一项所述的平视显示系统,其中,
- [0043] 上述选择反射层由胆甾醇型液晶构成。
- [0044] (8)根据(1)至(5)中任一项所述的平视显示系统,其中,
- [0045] 上述选择反射层通过层叠光学各向异性层和光学各向同性层而成。
- [0046] (9)一种运输机,其具备(1)至(8)中任一项所述的平视显示系统。
- [0047] 发明效果
- [0048] 本发明的平视显示系统能够投射图像色调为中性色调的图像。因此,在具备本发明的平视显示器的运输机中,平视显示器能够投射图像色调为中性色调的图像。

附图说明

- [0049] 图1是概略地表示本发明的平视显示系统的一例的示意图。
- [0050] 图2是表示本发明的平视显示系统中使用的具有包括胆甾醇型液晶层的直线偏振光反射膜的挡风玻璃的一个结构例的示意图。
- [0051] 图3是表示本发明的平视显示系统中使用的具有由电介质多层膜构成的直线偏振光反射膜的挡风玻璃的一个结构例的示意剖视图。
- [0052] 图4是表示从正面观察图3的挡风玻璃时的直线偏振光反射膜中的折射率间的关系的示意图。
- [0053] 图5是表示评价实施例的平视显示器的图像色调时的挡风玻璃、液晶面板、亮度计的配置的示意图。
- [0054] 图6是实施例中制作的挡风玻璃No.101的光入射角 5° 下的自然光反射光谱。
- [0055] 图7是实施例中制作的挡风玻璃No.101的光入射角 60° 下的自然光反射光谱。

具体实施方式

- [0056] 在本发明中,“~”以包括其前后记载的数值作为下限值及上限值的含义使用。例如, ε_1 为数值 $\alpha_1 \sim$ 数值 β_1 是指 ε_1 的范围为包括数值 α_1 和数值 β_1 的范围,若用数学符号表示,则为 $\alpha_1 \leq \varepsilon_1 \leq \beta_1$ 。
- [0057] 在本发明中,若无特别说明,则 60° 等具体数值所表示的“角度”及术语“平行”及“垂直”包括本发明的技术领域通常允许的误差范围。例如,表示精确的角度 \pm 小于 10° 的范围内等,与精确的角度之间的误差优选为 7° 以下,更优选为 5° 以下。
- [0058] 在本发明中,当对圆偏振光提及“旋向(sense)”时,表示是右圆偏振光或是左圆偏振光。圆偏振光的旋向定义为:当观察光时其朝向近前侧迎面而来时,电场矢量的前端随着时间的增加而顺时针旋转的情况为右圆偏振光,逆时针旋转的情况为左圆偏振光。
- [0059] 在本发明中,关于胆甾醇型液晶的螺旋的扭曲方向,有时也使用“旋向”这一术语。在胆甾醇型液晶的螺旋的扭转方向(旋向)为右的情况下,反射右圆偏振光,并透射左圆偏振光,在旋向为左的情况下,反射左圆偏振光,并透射右圆偏振光。
- [0060] 在本发明中,当简称为“光”时,若无特别说明,则表示可见光及自然光(非偏振光)的光。可见光为电磁波中人眼可见的波长,表示 $380 \sim 780\text{nm}$ 的波长区域的光。非可见光为小于 380nm 的波长区域或超过 780nm 的波长区域的光。

[0061] 并且,尽管并不限于此,但在可见光中,420~490nm的波长区域的光为蓝色光(B光),495~570nm的波长区域的光为绿色光(G光),620~750nm的波长区域的光为红色光(R光)。进而,并不限于此,红外线表示非可见光中超过780nm且为2000nm以下的波长区域。

[0062] 在本发明中,“可见光线透射率”为JIS(日本工业标准)R 3212:2015(汽车用安全玻璃试验方法)中规定的A光源可见光线透射率。即,是如下求出的透射率:使用A光源通过分光光度计测定波长380~780nm的范围的各波长的透射率,将根据CIE(国际照明委员会)的光适应标准视见率的波长分布及波长间隔获得的权重值系数乘以各波长下的透射率并进行加权平均。并且,当简称为“反射光”或“透射光”时,以包括散射光及衍射光的含义使用。

[0063] 在本发明中,p偏振光表示在与光的入射面平行的方向上振动的偏振光。入射面表示与反射面(挡风玻璃表面等)垂直且包括入射光线和反射光线的面。p偏振光的电场矢量的振动面与入射面平行。

[0064] 在本发明中,正面相位差为利用Axometrics Inc.制AxoScan测得的值。若无特别说明,则测定波长设为波长550nm。正面相位差还可以使用在KOBRA21ADH或WR(Oji Scientific Instruments制)中使可见光波长区域内的波长的光沿着膜法线方向入射而测得的值。选择测定波长时,可以手动更换波长选择滤光器,或者可以通过程序等转换测定值进行测定。

[0065] 在本发明中,液晶化合物的双折射(Δn)为按照“液晶·基础编(冈野光治、小林骏介编)”的p.214中记载的方法测得的值。具体而言,可以通过将液晶化合物注入到楔形液晶盒(wedge cell),并对其照射波长550nm的光,测定透射光的折射角,求出60°C下的 Δn 。

[0066] 在本发明中,“光学各向同性层”中的光学各向同性是指不表现出双折射性。另一方面,“光学各向异性层”中的光学各向异性是指表现出双折射性,在光学各向异性层中,如后述,面内的慢轴方向上的折射率 n_{e1} 和与面内的该慢轴方向正交的方向(面内的快轴方向)上的折射率 n_{o2} 处于 $n_{e1} > n_{o2}$ 的关系。

[0067] 在本发明中,“投影像(projection image)”表示基于来自所使用的投影仪的光的投射的影像。在本发明的平视显示系统(HUD系统)中,投影像被观察者视觉辨认为从观察者观察时看似浮现在挡风玻璃的平滑部的前方的虚像。

[0068] 在本发明中,“图像(screen image)”表示显示在投影仪的描绘器件上的像或通过描绘器件描绘在中间像屏幕等上的像。相对于虚像,图像为实像。

[0069] 图像及投影像均可以为单色的像,也可以为两种颜色以上的多种颜色的像,也可以为全彩像。

[0070] 并且,在本发明中,“液晶化合物”以包括通过固化反应等而不再表现出液晶性的状态的液晶化合物的含义使用。

[0071] 典型地,本发明的HUD系统搭载于汽车及电车等车辆、飞机以及船等运输机来使用。

[0072] 以下,基于附图中例示的优选实施例对本发明的平视显示系统(以下,称为HUD系统)进行详细说明。另外,为了方便说明,在附图中,各部的尺寸及比例有时会与实际情况不同。并且,为了便于理解,附图有时会示意地示出。

[0073] <<平视显示系统(HUD系统)>>

[0074] 本发明的HUD系统为具有挡风玻璃和投影仪的HUD系统,该挡风玻璃具有选择反射层,该投影仪包括用于在该挡风玻璃上形成投影像的激光光源。

[0075] 如后述,在本发明的HUD系统中,上述选择反射层包括下述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长,

[0076] $400\text{nm} \leq \lambda_B < 500\text{nm}$,

[0077] $500\text{nm} \leq \lambda_G < 600\text{nm}$,

[0078] $600\text{nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{nm}$,

[0079] 上述激光光源发射蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光,

[0080] 该HUD系统满足下述所有规定(a)~(c)。

[0081] 规定(a) $0.80 \leq X_B/X_G \leq 1.20$

[0082] 规定(b) $0.80 \leq X_B/X_R \leq 1.20$

[0083] 规定(c) $0.80 \leq X_G/X_R \leq 1.20$

[0084] 在上述规定中, $X_B = R_B \times L_B$, $X_G = R_G \times L_G$, $X_R = R_R \times L_R$ 。

[0085] R_B 表示上述选择反射层的 λ_B 下的自然光反射率, R_G 表示上述选择反射层的 λ_G 下的自然光反射率, R_R 表示上述选择反射层的 λ_R 下的自然光反射率。并且, L_B 表示从上述投影仪射出的光中的蓝色激光的亮度, L_G 表示从上述投影仪射出的光中的绿色激光的亮度, L_R 表示从上述投影仪射出的光中的红色激光的亮度。

[0086] 本发明的HUD系统通过使选择反射层在特定的波长范围内具有选择反射中心波长,并且控制这些选择反射中心波长下的自然光反射率与从投影仪射出的光中的激光的亮度的乘积满足上述所有规定(a)~(c),能够调整从挡风玻璃反射后的光的可见光区域的光强度的平衡,从而使图像色调成为中性色调。即,投射白色图像时,能够投射不带色调的白色图像。

[0087] 另外,从投影仪射出的激光尽管会在入射于挡风玻璃中的选择反射层之前通过介质(通常为空气),但认为各颜色激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 几乎不会因在该介质中通过而被调制。

[0088] 图1中示出本发明的HUD系统的一例。

[0089] 图1所示的本发明的HUD系统20构成为具有挡风玻璃24和投影仪22。

[0090] 在图1中例示的HUD系统20中,投影仪22射出p偏振投影光,挡风玻璃24中的反射膜10反射p偏振光,由此显示图像。

[0091] 在具有图2所示的包括直线偏振光反射膜10A的挡风玻璃24A作为挡风玻璃24的情况下,在直线偏振光反射膜10A中,首先,偏振光转换层14将从第2玻璃板28侧入射的p偏振投影光转换成圆偏振光。接着,选择反射层11(胆甾醇型液晶层12)选择性地反射该圆偏振光,使其再入射于偏振光转换层14。进而,偏振光转换层14将圆偏振光转换成p偏振光。由此,直线偏振光反射膜10A以原本的p偏振光的形式反射入射的p偏振投影光。

[0092] 因此,偏振光转换层14设定成根据选择反射层11(胆甾醇型液晶层12)选择性地反射的圆偏振光的旋向将入射的p偏振光转换成选择反射层11所反射的旋转方向的圆偏振光。即,在选择反射层11选择性地反射右圆偏振光的情况下,偏振光转换层14设定成使入射的p偏振光成为右圆偏振光。相反地,在选择反射层11选择性地反射左圆偏振光的情况下,偏振光转换层14设定成使入射的p偏振光成为左圆偏振光。

[0093] 在具有图3所示的包括直线偏振光反射膜10B的挡风玻璃24B作为挡风玻璃24的情况下,在直线偏振光反射膜10B中,以原本的p偏振光的形式选择性地反射从第2玻璃板28侧入射的p偏振投影光。

[0094] 在HUD系统20中,投影仪22优选对挡风玻璃24中的第2玻璃板28照射p偏振投影光。通过将投影仪22对挡风玻璃24照射的投影光设为p偏振光,能够大幅减少被挡风玻璃24的第1玻璃板30及第2玻璃板28反射的投影光,从而抑制观察到重影等不良情况。

[0095] 优选,投影仪22以布儒斯特角对挡风玻璃24照射p偏振投影光。由此,消除在第1玻璃板30及第2玻璃板28上的投影光的反射,从而能够显示更清晰的图像。

[0096] <挡风玻璃>

[0097] 在图1中,挡风玻璃24为依次具有第1玻璃板30、包括选择反射层的反射膜10及第2玻璃板28的挡风玻璃。

[0098] 挡风玻璃表示汽车及电车等车辆、飞机、船、二轮车以及游乐设备等通用乘坐工具的窗玻璃及防风玻璃。挡风玻璃优选用作位于乘坐工具的行驶方向上的前方的前窗玻璃及防风玻璃等。

[0099] 图2所示的挡风玻璃24A依次具有第2玻璃板28、中间膜36、直线偏振光反射膜10A、热封层38及第1玻璃板30。

[0100] 在图2中,直线偏振光反射膜10A配置成偏振光转换层14位于第2玻璃板28侧且相位差层16(透明基材18)位于第1玻璃板30侧。

[0101] 图3所示的挡风玻璃24B依次具有第2玻璃板28、中间膜36、直线偏振光反射膜10B、中间膜36及第1玻璃板30。

[0102] 在上述挡风玻璃用于车辆的情况下,作为第2玻璃板28及第1玻璃板30,通常使用曲面玻璃。在该情况下,若以第2玻璃板28为车内侧且以第1玻璃板30为车外侧,则第2玻璃板28配置成凸面侧朝向第1玻璃板30,第1玻璃板30配置成凹面侧朝向第2玻璃板28。

[0103] 在第2玻璃板28及第1玻璃板30为曲面玻璃的情况下,在图2所示的例子中,从第2玻璃板28的凸面侧朝向第1玻璃板30侧依次配置有偏振光转换层14、选择反射层11。并且,相位差层16配置于选择反射层11与第1玻璃板30之间。

[0104] 从法律限制的观点出发,挡风玻璃的可见光线透射率优选为70%以上,更优选超过70%,进一步优选为75%以上,尤其优选为80%以上。

[0105] 优选在挡风玻璃的任一位置均满足上述可见光线透射率,尤其优选在存在反射膜的位置满足上述可见光线透射率。如后述,上述反射膜能够提高可见光线透射率,从而无论使用通常用于挡风玻璃的哪种玻璃,均能够设为满足上述可见光线透射率的结构。

[0106] 图6及7中示出挡风玻璃的自然光反射光谱的一例。在该例子中,将实施例中的挡风玻璃No.101的光入射角分别设为5°或60°。

[0107] 如图6及7所示,可知包括本发明中使用的选择反射层的反射膜即使被厚玻璃夹持也具有源自选择反射层的反射峰。

[0108] 挡风玻璃的形状并无限制,可根据配置挡风玻璃的对象来适当确定。挡风玻璃例如可以为平面状,也可以为具有凹面或凸面等曲面的三维形状。在成型为所适用的乘坐工具用挡风玻璃的挡风玻璃中,能够确定通常使用时成为上方的方向、成为观察者侧、驾驶员侧及车内侧等视觉辨认侧的面。

[0109] 在挡风玻璃中,反射膜只要设置于挡风玻璃的投影像显示部位(投影像反射部位)即可。

[0110] 并且,在挡风玻璃中,反射膜可以为设置于夹层玻璃结构的挡风玻璃的玻璃之间的结构,也可以为设置于挡风玻璃的玻璃板的外表面的结构。

[0111] 在将包括本发明中使用的选择反射层的反射膜设置于挡风玻璃的玻璃板的外表面的情况下,反射膜可以设置于车辆等的内部(投影像的入射侧),也可以设置于外部,但优选设置于内部。

[0112] 另外,包括本发明中使用的选择反射层的反射膜的耐擦伤性低于玻璃板。因此,在挡风玻璃为夹层玻璃结构的情况下,为了保护反射膜,反射膜更优选设置于构成夹层玻璃的两块玻璃之间。

[0113] 如上所述,反射膜为用于通过反射投影像来显示投影像的部件。因此,反射膜只要设置于以可视觉辨认的方式显示从投影仪等投射的投影像的位置即可。

[0114] 即,包括本发明中使用的选择反射层的反射膜发挥HUD系统的透像镜的功能。在HUD系统中,透像镜表示如下光学部件:能够以可视觉辨认的方式显示从投影仪投射的图像,并且当从投影像的入射面侧观察透像镜时,能够同时观察风景等位于与投影光的入射面相反的面侧的信息。即,透像镜具有作为重叠显示外界光和投影像的光的光路透像镜的功能。

[0115] 反射膜可以设置于挡风玻璃的整个面,或者也可以设置于挡风玻璃的面方向上的一部分,但优选设置于一部分。

[0116] 在将反射膜设置于挡风玻璃的一部分的情况下,反射膜可以设置于挡风玻璃的任意位置,但在用作HUD系统时,优选设置成在驾驶员等观察者容易视觉辨认的位置显示虚像。例如,可以根据搭载有HUD系统的乘坐工具的驾驶座的位置与设置投影仪的位置之间的关系来确定在挡风玻璃上设置反射膜的位置。

[0117] 反射膜可以为不具有曲面的平面状,也可以具有曲面。并且,反射膜也可以整体具有凹形或凸形形状,并且放大或缩小显示投影像。

[0118] [1]反射膜

[0119] 反射膜10只要包括包含后述的三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长且能够在与激光光源中的各颜色激光之间满足后述的所有规定(a)~(c)的选择反射层作为选择反射层,则并无特别限定。

[0120] (选择反射层)

[0121] 本发明的HUD系统中使用的挡风玻璃具有下述选择反射层。

[0122] 即,上述选择反射层包括下述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长,

[0123] $400\text{nm} \leq \lambda_B < 500\text{nm}$,

[0124] $500\text{nm} \leq \lambda_G < 600\text{nm}$,

[0125] $600\text{nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{nm}$,

[0126] 在与从本发明的HUD系统中使用的投影仪射出的蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光之间满足下述所有规定(a)~(c)。

[0127] 规定(a) $0.80 \leq X_B/X_G \leq 1.20$

[0128] 规定(b) $0.80 \leq X_B/X_R \leq 1.20$

[0129] 规定(c) $0.80 \leq X_G/X_R \leq 1.20$

[0130] 在上述规定中, $X_B = R_B \times L_B$, $X_G = R_G \times L_G$, $X_R = R_R \times L_R$ 。

[0131] R_B 表示上述选择反射层的 λ_B 下的自然光反射率, R_G 表示上述选择反射层的 λ_G 下的自然光反射率, R_R 表示上述选择反射层的 λ_R 下的自然光反射率。并且, L_B 表示从上述投影仪射出的光中的蓝色激光的亮度, L_G 表示从上述投影仪射出的光中的绿色激光的亮度, L_R 表示从上述投影仪射出的光中的红色激光的亮度。

[0132] 另外, 上述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 的单位以及从上述投影仪射出的光中的各颜色激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 的单位只要统一成可准确地获取规定(a) ~ (c)中记载的 X_B 、 X_G 及 X_R 中的两个之比即可。以下, 将上述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 的单位记载为%, 将从上述投影仪射出的光中的激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 的单位记载为 cd/m^2 。

[0133] 在本发明中, 上述选择反射层的选择反射中心波长及具有该选择反射中心波长的反射峰的半峰宽如下求出。

[0134] 如在后述的实施例中详细叙述, 当使用分光光度计(JASCO Corporation制, V-670)相对于选择反射层的法线方向以所期望(例如, 60°)的光入射角度测定反射光谱时, 可在选择反射带观察到反射率的极大峰。当将成为该峰的极大反射率与极大峰的裙部的极小反射率之间的中间(平均)反射率的两个波长中短波长侧的波长的值设为 λ_1 (nm)、将长波长侧的波长的值设为 λ_h (nm)时, 选择反射中心波长 λ 及其半峰宽 $\Delta\lambda$ 可以由下述式表示。

$$[0135] \quad \lambda = (\lambda_1 + \lambda_h) / 2$$

$$[0136] \quad \Delta\lambda = (\lambda_h - \lambda_1)$$

[0137] 在选择反射层由胆甾醇型液晶构成的情况下, 如上所述求出的选择反射中心波长与位于相对于选择反射层的法线方向以所期望的光入射角度测定的圆偏振光反射光谱的反射峰的重心位置的波长大致一致。

[0138] 并且, 在本发明中, 关于上述选择反射层的选择反射中心波长下的自然光反射率, 也通过后述的实施例中记载的方法来确定。

[0139] 另外, 关于选择反射层的反射光谱, 如后述的实施例中记载那样, 以包括选择反射层的挡风玻璃的状态进行测定。

[0140] 在本发明中, 从投影仪射出的光中的蓝色激光的亮度 L_B 、从投影仪射出的光中的绿色激光的亮度 L_G 及从投影仪射出的光中的红色激光的亮度 L_R 均分别表示从投影仪射出的光中的蓝色激光的亮度、绿色激光的亮度及红色激光的亮度。

[0141] 例如, 在投影仪的描绘器件不具有激光亮度调制机构的情况下, 激光光源中的各颜色激光的亮度成为从上述投影仪射出的光中的激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 。另一方面, 在投影仪的描绘器件具备外部调制器等激光亮度调制机构的情况下, 激光光源中的激光的亮度被激光亮度调制机构调制后的各颜色激光的亮度成为从上述投影仪射出的光中的激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 。以下, 将 L_B 、 L_G 及 L_R 还简称为激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 。

[0142] 上述蓝色光、绿色光、红色光的激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 被适当调整成在与选择反射层的自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 之间满足上述所有规定(a) ~ (c)。

[0143] 上述激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 根据环境适当设定即可, 例如, 在白天等明亮的环境下设定为高亮度(例如, $10000\text{cd}/\text{m}^2$ 左右), 在夜晚等黑暗环境下设定为低亮度(例如, $3\text{cd}/\text{m}^2$ 左

右),具体而言,优选为 $1 \sim 30000 \text{cd/m}^2$,更优选为 $2 \sim 20000 \text{cd/m}^2$ 。

[0144] 另外,在本发明中,上述激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 为使用亮度计(例如, TOPCON CORPORATION制亮度计BM-5A(商品名))测定从投影仪射出的各激光的输出光而得的值。

[0145] 上述光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 被适当调整成在与所使用的激光光源的波长之间满足上述所有规定(a)~(c)。

[0146] 另外,从与通常使用的蓝色、绿色及红色激光之间的关系出发, λ_B 优选在430~470nm的波长范围内,更优选在440~460nm的波长范围内, λ_G 优选在500~550nm的波长范围内,更优选在510~540nm的波长范围内, λ_R 优选在600~650nm的波长范围内,更优选在610~640nm的波长范围内。

[0147] 从使图像色调进一步接近中性色调来提高图像色调的观点出发,上述规定(a)~(c)分别优选为下述规定(a1)~(c1)。

[0148] 规定(a1) $0.90 \leq X_B/X_G \leq 1.10$

[0149] 规定(b1) $0.90 \leq X_B/X_R \leq 1.10$

[0150] 规定(c1) $0.90 \leq X_G/X_R \leq 1.10$

[0151] 在上述规定中, X_B 、 X_G 及 X_R 的含义与上述 X_B 、 X_G 及 X_R 含义相同。

[0152] 并且,上述规定(a1)~(c1)中的 X_B/X_G 、 X_B/X_R 及 X_G/X_R 的上限值优选为1.05以下,更优选为1.03以下,进一步优选为1.00以下。

[0153] 从使入射角 60° 下的反射色调进一步接近白色来提高透明性的观点出发,上述选择反射层的上述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 优选满足 $R_B > R_G \geq R_R$ 的关系。

[0154] 并且,从使入射角 5° 下的反射色调进一步接近白色来提高透明性的观点出发,上述选择反射层的上述自然光反射率 R_B 及 R_G 优选满足 $R_B/R_G \geq 1.10$ 的关系。

[0155] 另外, R_B/R_G 的上限值并无特别限制,但1.30以下符合实际。并且,作为 R_G/R_R ,并无特别限制,但0.90~1.10符合实际,优选为1.00~1.10。

[0156] 如上所述,在车载平视显示系统中,从法律限制以上的透射率和设计性的观点出发,要求无论从何种角度观看均要具有透明的外观色调。为了维持70%以上的法定透射率以使外观色调接近透明(白色),以往考虑到降低反射率。然而,若过度降低反射率,则显示图像(投影像)的亮度会下降,导致视觉辨认度变差。

[0157] 在本发明中,使用了发射波长带窄的激光光源,因此从能够有效地反射成像器光且在维持高透射率的情况下提高图像的亮度(显示图像的清晰性)的观点出发,优选,上述选择反射层所包括的光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 的半峰宽均为100nm以下且上述自然光反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 均为25%以上。

[0158] 在用绿色玻璃夹持具有将上述选择反射中心波长的半峰宽设为100nm以下且将自然光反射率设为25%以上的选择反射层的反射膜的挡风玻璃中,能够使自然光透射率成为70%以上(用透明玻璃夹持时为80%以上)。

[0159] 从能够在提高反射色调的同时提高透射率的观点出发,选择反射层的 λ_B 下的自然光反射率 R_B 、 λ_G 下的自然光反射率 R_G 及 λ_R 下的自然光反射率 R_R 均优选为25~60%,更优选为30~50%。

[0160] 另外,如图6中示出一例那样,本发明中使用的选择反射层的光入射角 5° 下的自然光反射率均能够抑制成小于50%。

[0161] 从能够在提高反射色调的同时提高透射率的观点出发,光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 的半峰宽优选为 $10 \sim 100\text{nm}$,更优选为 $15 \sim 40\text{nm}$ 。

[0162] 同样地,从能够在提高反射色调的同时提高透射率的观点出发,光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_G 的半峰宽优选为 $10 \sim 100\text{nm}$,更优选为 $15 \sim 55\text{nm}$ 。

[0163] 同样地,从能够在提高反射色调的同时提高透射率的观点出发,光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_R 的半峰宽优选为 $10 \sim 100\text{nm}$,更优选为 $15 \sim 55\text{nm}$ 。

[0164] 另外,在选择反射层具有上述光入射角 60° 下的选择反射中心波长在 300nm 以上且小于 400nm 的范围内具有选择反射的中心波长的层(例如,后述的胆甾醇型液晶层UV)的情况下,该层的光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_{UV} 优选为 $330 \sim 395\text{nm}$,更优选为 $350 \sim 390\text{nm}$ 。

[0165] 并且,选择反射层的 λ_{UV} 下的自然光反射率 R_{UV} 优选为 $25 \sim 60\%$,更优选为 $25 \sim 50\%$ 。光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_{UV} 的半峰宽优选为 $10 \sim 100\text{nm}$,更优选为 $15 \sim 40\text{nm}$ 。

[0166] 作为包括上述选择反射层的反射膜,例如可优选举出包括具有反射圆偏振光的功能的胆甾醇型液晶层的直线偏振光反射膜、包括层叠光学各向异性层和光学各向同性层而成的具有反射直线偏振光的功能的选择反射层(以下,还称为“电介质多层膜”)的直线偏振光反射膜。

[0167] 以下,根据图2所示的挡风玻璃24A中的直线偏振光反射膜10A及图3所示的挡风玻璃24B中的直线偏振光反射膜10B对直线偏振光反射膜依次进行说明。并且,在各直线偏振光反射膜的说明中分别对胆甾醇型液晶层及电介质多层膜进行说明。

[0168] [1-1]包括胆甾醇型液晶层的直线偏振光反射膜

[0169] 图2是表示本发明中使用的挡风玻璃24的一例的示意图,该挡风玻璃24所包括的直线偏振光反射膜10A依次具有偏振光转换层14、选择反射层11、相位差层16及透明基材18。

[0170] 选择反射层11包括3层胆甾醇型液晶层(12R、12G、12B)。3层胆甾醇型液晶层的光入射角 60° 下的选择反射中心波长互不相同,分别相当于具有后述的光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 的胆甾醇型液晶层12B、具有后述的光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_G 的胆甾醇型液晶层12G及具有后述的光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_R 的胆甾醇型液晶层12R。在图示例中,依次具有胆甾醇型液晶层12R、胆甾醇型液晶层12G及胆甾醇型液晶层12B。并且,在图示例中,各胆甾醇型液晶层均与其他任一胆甾醇型液晶层直接接触。

[0171] 另外,尽管图2中未图示,但从抑制反射色调的观点出发,还优选除上述3层胆甾醇型液晶层(12R、12G、12B)以外还包括光入射角 60° 下的选择反射中心波长在 300nm 以上且小于 400nm 的范围内具有选择反射的中心波长的胆甾醇型液晶层(以下,称为胆甾醇型液晶层UV)。

[0172] 通过设置胆甾醇型液晶层UV,在设为包括后述的胆甾醇型液晶层及相位差层的挡风玻璃的结构的情况下,能够抑制在外光下观察挡风玻璃时确认到的色调(尤其,黄色)。

[0173] 众所周知,胆甾醇型液晶层为以胆甾醇型液晶相的螺旋结构的取向状态固定液晶化合物而成的层,反射与螺旋结构的节距对应的选择反射中心波长的光,并且透射其他波长区域的光。并且,胆甾醇型液晶层在特定波长下对左右圆偏振光中的任一圆偏振光表现

出选择反射性。

[0174] 在具有胆甾醇型液晶层的选择反射层中,反射的波长及反射率可以根据胆甾醇型液晶层的选择反射中心波长、厚度(螺旋节距数)等来进行调整。

[0175] 在此,如图2所示,各胆甾醇型液晶层优选与其他任一胆甾醇型液晶层直接接触。例如,在图2所示的例子中,具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_R 的胆甾醇型液晶层12R与具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_G 的胆甾醇型液晶层12G彼此接触,并且,具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 的胆甾醇型液晶层12B彼此接触。

[0176] 若胆甾醇型液晶层彼此相隔,则层间膜厚会变厚,从而难以获得被各胆甾醇型液晶层反射的光的干涉效果。相对于此,通过设为胆甾醇型液晶层彼此接触的结构,能够利用被各胆甾醇型液晶层反射的光的干涉效果使波长带宽变窄。尤其,若各胆甾醇型液晶层的膜厚薄于光的波长(可见光 $380\text{nm} \sim 780\text{nm}$),则干涉效果会变得更加显著。

[0177] 另外,在本发明中,各胆甾醇型液晶层并不限于直接接触的结构,也可以为经由粘接层等进行层叠的结构。

[0178] 在此,各胆甾醇型液晶层只要具有上述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 中的至少一个选择反射中心波长作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长即可,但也可以使胆甾醇型液晶层中的至少一个层具有两个以上选择反射中心波长。具有两个以上选择反射中心波长的胆甾醇型液晶层由螺旋节距在厚度方向上发生变化的螺旋结构来实现。

[0179] 并且,在图示例中,选择反射层11设为具有选择反射中心波长不同的3层胆甾醇型液晶层的结构,但并不限于于此,选择反射层11也可以具有1层胆甾醇型液晶层,也可以具有2层或4层以上胆甾醇型液晶层。

[0180] 从表现出选择反射层11的足够的自然光反射率的同时表现出高透射率的观点出发,选择反射层11的总厚度优选为 $0.5 \sim 30\mu\text{m}$,更优选为 $1 \sim 15\mu\text{m}$ 。

[0181] 在此,上述反射膜优选反射直线偏振光。当将反射膜组装到挡风玻璃中用作平视显示器的透像镜时,为了抑制挡风玻璃表面上的反射,投射的图像光优选为p偏振光(即,直线偏振光)。

[0182] 在如图2所示的直线偏振光反射膜中,由胆甾醇型液晶层构成的选择反射层反射圆偏振光。

[0183] 因此,在直线偏振光反射膜中,优选具有将入射于反射膜的直线偏振光转换成圆偏振光的层。作为转换光的偏振状态的层,可举出偏振光转换层及相位差层。

[0184] 偏振光转换层对可见光表现出旋光性及双折射性,并且转换入射光的偏振状态。在本发明中,偏振光转换层由液晶化合物等具有双折射性的材料以 360° 以下的扭曲量取向的层构成。

[0185] 相位差层对正交的两个偏振光成分附加相位差(光路差)来转换入射的偏振光的状态。在本发明中,相位差层为液晶化合物等具有双折射性的材料朝向相同方向排列而成的层,其不具有旋光性。

[0186] 通过设为上述反射膜在选择反射层的光所入射的一侧具有偏振光转换层或相位差层的结构,能够将入射于反射膜的直线偏振光转换成圆偏振光,选择反射层反射圆偏振光,偏振光转换层或相位差层将反射的圆偏振光转换成直线偏振光来射出。

[0187] 在此,在图2所示的挡风玻璃的例子中,反射膜10配置成在选择反射层11的一个面侧具有偏振光转换层14,在另一个面侧具有相位差层16,偏振光转换层14成为作为车内侧的第2玻璃板28侧,相位差层16成为作为车外侧的第1玻璃板30侧。

[0188] 在该情况下,偏振光转换层14具有将投射的p偏振光(直线偏振光)转换成选择反射层11的胆甾醇型液晶层所反射的圆偏振光的功能。

[0189] 另一方面,相位差层16具有对从挡风玻璃的外侧入射的光进行光学补偿的功能。例如,从挡风玻璃的外侧入射的s偏振光在通过偏振光转换层14时偏振状态会发生变化,导致混有p偏振光成分。由于偏光太阳镜屏蔽s偏振光,因此该p偏振光成分会透射偏光太阳镜。因此,屏蔽以s偏振光为主成分的反射光的眩光的偏光太阳镜的功能会受损,存在妨碍驾驶的问题。相对于此,通过设为具有相位差层16的结构而用相位差层16进行光学补偿,能够改善偏光太阳镜的适用性。

[0190] 另外,在图2所示的例子中,反射膜10设为配置成偏振光转换层14成为作为车内侧的第2玻璃板28侧且相位差层16成为作为车外侧的第1玻璃板30侧的结构,但并不限于此。反射膜10也可以配置成偏振光转换层14成为作为车外侧的第1玻璃板30侧且相位差层16成为作为车内侧的第2玻璃板28侧。

[0191] 在该情况下,相位差层16具有将投射的p偏振光(直线偏振光)转换成选择反射层11的胆甾醇型液晶层所反射的圆偏振光的功能。

[0192] 另一方面,偏振光转换层14具有对从挡风玻璃的外侧入射的光进行光学补偿的功能,通过用偏振光转换层14进行光学补偿,能够改善偏光太阳镜的适用性。

[0193] 并且,上述反射膜也可以为在选择反射层11的两侧具有偏振光转换层的结构,也可以为在两侧具有相位差层的结构。

[0194] 在该情况下,只要设为配置于车内侧的偏振光转换层或相位差层具有将投射的p偏振光(直线偏振光)转换成选择反射层11的胆甾醇型液晶层所反射的圆偏振光的功能的结构即可。

[0195] 另一方面,只要设为配置于车外侧的偏振光转换层或相位差层具有对从挡风玻璃的外侧入射的光进行光学补偿的功能的结构即可。

[0196] 稍后对偏振光转换层及相位差层进行详细叙述。

[0197] 以下,对作为包括上述胆甾醇型液晶层的直线偏振光反射膜的构成要件的胆甾醇型液晶层、偏振光转换层、相位差层及透明基材进行详细说明。

[0198] (胆甾醇型液晶层)

[0199] 胆甾醇型液晶层只要为包括上述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长且在与激光光源中的各颜色激光之间满足上述所有规定(a)~(c)的胆甾醇型液晶层,则并无特别限制。

[0200] 在本发明中,胆甾醇型液晶层表示固定有胆甾醇型液晶相而成的层。

[0201] 胆甾醇型液晶层只要为可保持作为胆甾醇型液晶相的液晶化合物的取向的层即可。典型地,胆甾醇型液晶层只要为如下层即可:在使聚合性液晶化合物成为胆甾醇型液晶相的取向状态之后,通过照射紫外线及加热等进行聚合、固化,使其不具有流动性,并且同时变为不会因外场或外力而使取向形态发生变化的状态。另外,在胆甾醇型液晶层中,只要在层中可保持胆甾醇型液晶相的光学性质便足矣,层中的液晶化合物可以不再表现出液晶

性。例如,聚合性液晶化合物可以通过固化反应而高分子量化,从而不再具有液晶性。

[0202] 已知胆甾醇型液晶相表现出选择性地反射右圆偏振光或左圆偏振光中的任一旋向的圆偏振光且使另一旋向的圆偏振光透射的圆偏振光选择反射。

[0203] 作为包括固定表现出圆偏振光选择反射性的胆甾醇型液晶相而成的层的膜,以往已知多种由含有聚合性液晶化合物的组合物形成的膜,关于胆甾醇型液晶层,可以参考这些现有技术。

[0204] 胆甾醇型液晶层的光入射角 5° 下的选择反射的中心波长(选择反射中心波长) λ 取决于胆甾醇型液晶相中的螺旋结构(螺旋取向结构)的节距 P (=螺旋周期),并且与胆甾醇型液晶层的平均折射率 n 遵循 $\lambda = n \times P$ 的关系。根据该式可知,通过调整 n 值和/或 P 值,能够调整选择反射中心波长。

[0205] 换言之,螺旋结构的节距 P (一个螺旋节距)是指一圈螺旋在螺旋轴方向上的长度,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° 时的螺旋轴方向上的长度。通常的胆甾醇型液晶层的螺旋轴方向与胆甾醇型液晶层的厚度方向一致。

[0206] 在上述平视显示系统中,通过以使光倾斜地入射于挡风玻璃的方式使用,能够降低投影光入射侧的玻璃板表面上的反射率。

[0207] 此时,光也倾斜地入射于构成反射膜10的选择反射层11的胆甾醇型液晶层。例如,在折射率1的空气中相对于反射膜10的法线以 $45^\circ \sim 70^\circ$ 的角度入射的光以 $26^\circ \sim 36^\circ$ 左右的角度透射折射率1.61左右的胆甾醇型液晶层。在该情况下,反射波长向短波长侧位移。

[0208] 当将光线在针对入射角度为 5° 的光的选择反射中心波长为波长 λ 的胆甾醇型液晶层中相对于胆甾醇型液晶层的法线方向(胆甾醇型液晶层的螺旋轴方向)以 θ_2 的角度通过时的选择反射中心波长设为波长 λ_d 时,波长 λ_d 由下式表示。

$$[0209] \quad \lambda_d = \lambda \times \cos \theta_2$$

[0210] 因此,例如,当 θ_2 为 $26^\circ \sim 36^\circ$ 时,在650~780nm的范围内具有选择反射中心波长 λ 的胆甾醇型液晶层能够在520~695nm的范围内反射投影光。

[0211] 由于这种波长范围为视见率高的波长区域,因此对投影像的亮度的贡献度较高,其结果,能够实现高亮度的投影像。

[0212] 胆甾醇型液晶相的螺旋节距取决于与聚合性液晶化合物一并使用的手性试剂的种类及其添加浓度,因此可以通过调整这些来获得所期望的节距。另外,关于螺旋的旋向及节距的测定方法,可以采用“液晶化学实验入门”(日本液晶学会编制,Sigma出版社2007年出版,46页)及“液晶便览”(液晶便览编辑委员会,MaruzenJunkudo Bookstores Co.,Ltd.,196页)中记载的方法。

[0213] 作为各胆甾醇型液晶层,使用螺旋的旋向为右或左中的任一旋向的胆甾醇型液晶层。被胆甾醇型液晶层反射的圆偏振光的旋向(圆偏振光的旋转方向)与螺旋的旋向一致。

[0214] 在具有不同选择反射中心波长的多个胆甾醇型液晶层的情况下,各胆甾醇型液晶层的螺旋的旋向可以均相同,也可以包括不同旋向。

[0215] 然而,多个胆甾醇型液晶层优选螺旋的旋向均相同。

[0216] 并且,在反射膜10具有多个胆甾醇型液晶层作为选择反射层11的情况下,作为在相同或重复的波长区域内表现出选择反射的胆甾醇型液晶层,优选不包括不同螺旋旋向的

胆甾醇型液晶层。这是为了避免特定波长区域内的透射率例如降低至小于50%。

[0217] 表现出选择反射的选择反射带的半峰宽 $\Delta\lambda$ (nm) 取决于液晶化合物的双折射 Δn 和上述节距P, 并且遵循 $\Delta\lambda = \Delta n \times P$ 的关系。因此, 选择反射带的宽度的控制可以通过调整 Δn 来进行。 Δn 的调整可以通过调整聚合性液晶化合物的种类或混合比率或者控制固定取向时的温度来进行。

[0218] 为了形成一种选择反射中心波长相同的胆甾醇型液晶层, 可以层叠多个节距P相同且螺旋的旋向相同的胆甾醇型液晶层。通过层叠节距P相同且螺旋的旋向相同的胆甾醇型液晶层, 能够在特定波长下提高圆偏振光选择性。

[0219] 在选择反射层11中, 当层叠多个胆甾醇型液晶层时, 可以使用粘接剂等来层叠单独制作的胆甾醇型液晶层, 或者也可以在通过后述的方法先形成的胆甾醇型液晶层的表面上直接涂布含有聚合性液晶化合物等的液晶组合物, 并反复进行取向及固定的工序, 优选后一方式。

[0220] 这是因为, 通过先形成的胆甾醇型液晶层的表面上直接形成下一个胆甾醇型液晶层, 可使先形成的胆甾醇型液晶层的空气界面侧的液晶分子的取向方位与形成于其上的胆甾醇型液晶层的下侧的液晶分子的取向方位一致, 从而使胆甾醇型液晶层的层叠体的偏振光特性变得良好。并且, 是因为观测不到有可能因粘接层的厚度不均而产生的干涉不均。

[0221] 胆甾醇型液晶层的厚度优选为0.2~10 μm , 更优选为0.3~8 μm , 进一步优选为0.4~5 μm 。

[0222] (胆甾醇型液晶层的制作方法)

[0223] 以下, 对胆甾醇型液晶层的制作材料及制作方法进行说明。

[0224] 作为用于形成上述胆甾醇型液晶层的材料, 可举出含有聚合性液晶化合物和手性试剂(光学活性化合物)的液晶组合物等。可以将根据需要进一步与表面活性剂及聚合引发剂等混合并溶解于溶剂等中而成的上述液晶组合物涂布于支撑体、取向层、成为底层的胆甾醇型液晶层等, 进行胆甾醇型取向熟化之后, 通过固化液晶组合物进行固定, 形成胆甾醇型液晶层。

[0225] (聚合性液晶化合物)

[0226] 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, 优选为棒状液晶化合物。

[0227] 作为形成胆甾醇型液晶层的棒状聚合性液晶化合物的例子, 可举出棒状向列相液晶化合物。作为棒状向列相液晶化合物, 优选使用偶氮甲碱类、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苄腈类。不仅可以使使用低分子液晶化合物, 还可以使用高分子液晶化合物。

[0228] 聚合性液晶化合物通过将聚合性基团导入到液晶化合物中来获得。聚合性基团的例子包括不饱和聚合性基团、环氧基及氮丙啶基, 优选不饱和聚合性基团, 尤其优选烯属不饱和聚合性基团。聚合性基团可以通过各种方法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数量在一个分子中优选为1~6个, 更优选为1~3个。

[0229] 聚合性液晶化合物的例子包括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、W095/22586、W095/24455、W097/00600、W098/23580、W098/52905、日本特开平1-272551号公报、日本特开平6-016616号公报、日本特开平7-110469号公报、日本特开平11-080081号公报及日本特开2001-328973号公报等中记载的化合物。可以同时使用两种以上聚合性液晶化合物。若同时使用两种以上聚合性液晶化合物,则能够降低取向温度。

[0230] 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(除溶剂以外的质量)优选为80~99.9质量%,更优选为85~99.5质量%,进一步优选为90~99质量%。

[0231] 为了提高可见光透射率,胆甾醇型液晶层可以为低 Δn 。

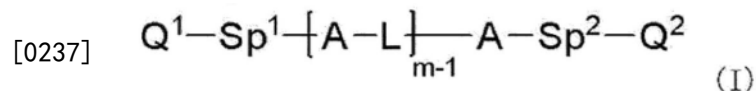
[0232] 低 Δn 的胆甾醇型液晶层可以使用低 Δn 聚合性液晶化合物来形成。以下,对低 Δn 聚合性液晶化合物进行具体说明。

[0233] (低 Δn 聚合性液晶化合物)

[0234] 利用低 Δn 聚合性液晶化合物来形成胆甾醇型液晶相,并将其固定而形成膜,由此能够获得窄带的选择反射层。作为低 Δn 聚合性液晶化合物的例子,可举出W02015/115390、W02015/147243、W02016/035873、日本特开2015-163596号公报及日本特开2016-053149号公报中记载的化合物。关于提供半峰宽小的选择反射层的液晶组合物,还可以参考W02016/047648的记载。

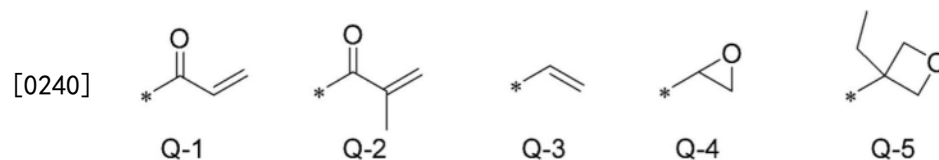
[0235] 液晶化合物还优选为W02016/047648中记载的下式(I)所表示的聚合性化合物。

[0236] [化学式1]



[0238] 式(I)中,A表示可具有取代基的亚苯基或可具有取代基的反式-1,4-亚环己基,L表示单键、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 或 $-OC(=O)-CH=CH-$,m表示3~12的整数, Sp^1 及 Sp^2 分别独立地表示单键、碳原子数1~20的直链或支链亚烷基或者碳原子数1~20的直链或支链亚烷基中的一个或两个以上 $-CH_2-$ 被选自 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及 $-C(=O)O-$ 中的基团取代的基团, Q^1 及 Q^2 分别独立地表示氢原子或下式Q-1~式Q-5中的任一个所表示的聚合性基团。其中, Q^1 及 Q^2 中的至少任一个表示聚合性基团。在下述式中,*表示键合部位。

[0239] [化学式2]



[0241] 式(I)中的亚苯基优选为1,4-亚苯基。

[0242] 对亚苯基及反式-1,4-亚环己基称为“可具有取代基”时的取代基并无特别限定,例如可举出烷基、环烷基、烷氧基、烷氧基羰基、酰胺基、氨基及卤原子以及组合两个以上上述取代基而构成的基团。并且,作为取代基的例子,可举出后述的 $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ 所表示的取代基。在亚苯基及反式-1,4-亚环己基具有取代基的情况下,可以具有1~4个取代基。当具有2个以上取代基时,2个以上取代基可以彼此相同,也可以彼此不同。

[0243] 烷基可以为直链状及支链状中的任一个。烷基的碳原子数优选为1~30,更优选为1~10,进一步优选为1~6。作为烷基的例子,例如可举出甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、新戊基、1,1-二甲基丙基、正己基及异己基以及直链状或支链状的庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基及十二烷基。与烷基相关的上述说明也同样地适用于含有烷基的烷氧基及烷氧基羰基。并且,作为称为亚烷基时的亚烷基的具体例,可举出在上述烷基的各例子中去除任意一个氢原子而得的2价基团等。作为卤原子,可举出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子。

[0244] 环烷基的碳原子数优选为3~20,下限值更优选为5以上,并且,上限值更优选为10以下,进一步优选为8以下,尤其优选为6以下。作为环烷基的例子,可举出环丙基、环丁基、环戊基、环己基、环庚基、环辛基。

[0245] 作为亚苯基及反式-1,4-亚环己基可具有的取代基,尤其优选烷基、烷氧基或 $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ 。其中, X^3 表示单键、 $-O-$ 、 $-S-$ 或 $-N(Sp^4-Q^4)-$,或者表示与 Q^3 及 Sp^3 一并形成环结构的氮原子。 Sp^3 及 Sp^4 分别独立地表示单键、碳原子数1~20的直链或支链亚烷基或者碳原子数1~20的直链或支链亚烷基中的一个或两个以上 $-CH_2-$ 被选自 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及 $-C(=O)O-$ 中的基团取代的基团。

[0246] Q^3 及 Q^4 分别独立地表示氢原子、环烷基、环烷基中的一个或两个以上 $-CH_2-$ 被选自 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及 $-C(=O)O-$ 中的基团取代的基团或式Q-1~式Q-5中的任一个所表示的聚合性基团。

[0247] 作为环烷基中的一个或两个以上 $-CH_2-$ 被选自 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及 $-C(=O)O-$ 中的基团取代的基团,具体而言,可举出四氢呋喃基、吡咯烷基、咪唑啉基、吡啶基、哌啶基、哌嗪基及吗啉基等。取代位置并无特别限定。其中,优选四氢呋喃基,尤其优选2-四氢呋喃基。

[0248] 式(I)中,L表示单键、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 或 $-OC(=O)-CH=CH-$ 。L优选为 $-C(=O)O-$ 或 $-OC(=O)-$ 。m-1个L可以彼此相同,也可以彼此不同。

[0249] Sp^1 及 Sp^2 分别独立地表示单键、碳原子数1~20的直链或支链亚烷基或者碳原子数1~20的直链或支链亚烷基中的一个或两个以上 $-CH_2-$ 被选自 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及 $-C(=O)O-$ 中的基团取代的基团。

[0250] Sp^1 及 Sp^2 分别独立地优选为 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-O-$ 或碳原子数1至10的直链亚烷基或组合2个以上这些基团而构成的连接基团。

[0251] 作为组合2个以上 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-O-$ 或碳原子数1至10的直链亚烷基而构成的连接基团,例如,可举出选自 $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 及 $-C(=O)O-$ 中的连接基团与两个末端分别键合而成的碳原子数1至10的直链亚烷基(即, $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 或 $-C(=O)O-$ 与碳原子数1至10的直链亚烷基的两端分别键合而成的基团)。

[0252] Sp^1 及 Sp^2 更优选为 $-O-$ 与碳原子数1至10的直链亚烷基的两端中的与 Q^1 或 Q^2 键合的一侧的末端键合且 $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 或 $-C(=O)O-$ 与另一个末端键合而成的基团。

[0253] Q^1 及 Q^2 分别独立地表示氢原子或上述式Q-1~式Q-5中的任一个所表示的聚合性基团。其中, Q^1 及 Q^2 中的至少任一个表示聚合性基团,优选均为聚合性基团。

[0254] 作为聚合性基团,优选丙烯酰基(式Q-1)或甲基丙烯酰基(式Q-2)。

[0255] 式(I)中, m 表示3~12的整数。 m 优选为3~9的整数,更优选为3~7的整数,进一步优选为3~5的整数。

[0256] 作为A,式(I)所表示的聚合性化合物优选含有至少一个可具有取代基的亚苯基及至少一个可具有取代基的反式-1,4-亚环己基。

[0257] 作为A,式(I)所表示的聚合性化合物优选含有1~4个可具有取代基的反式-1,4-亚环己基,更优选含有1~3个。并且,作为A,式(I)所表示的聚合性化合物优选含有1个以上可具有取代基的亚苯基,更优选含有1~4个。

[0258] 式(I)中,当将A所表示的反式-1,4-亚环己基的数量除以 m 而得的数设为 mc 时,优选 $0.1 < mc < 0.9$,更优选 $0.3 < mc < 0.8$,进一步优选 $0.5 < mc < 0.7$ 。还优选液晶组合物含有 $0.5 < mc < 0.7$ 的式(I)所表示的聚合性化合物,并且含有 $0.1 < mc < 0.3$ 的式(I)所表示的聚合性化合物。

[0259] 作为式(I)所表示的聚合性化合物的例子,具体而言,除W02016/047648的0051~0058段中记载的化合物以外,还可举出日本特开2013-112631号公报、日本特开2010-070543号公报、日本专利4725516号、W02015/115390、W02015/147243、W02016/035873、日本特开2015-163596号公报及日本特开2016-053149号公报中记载的化合物等。

[0260] 形成低 Δn 的胆甾醇型液晶层的液晶组合物中,也可以含有上述式(I)所表示的聚合性化合物以外的聚合性液晶化合物(以下,称为其他聚合性液晶化合物。)

[0261] 作为其他聚合性液晶化合物,可举出记载为上述聚合性液晶化合物的例子的化合物中上述式(I)所表示的聚合性化合物以外的聚合性液晶化合物。

[0262] 在形成低 Δn 的胆甾醇型液晶层的液晶组合物中,上述式(I)所表示的聚合性化合物在聚合性液晶化合物的总量中所占的比例优选为30~100质量%,更优选为50~100质量%,进一步优选为70~100质量%。

[0263] (手性试剂:光学活性化合物)

[0264] 手性试剂具有诱导胆甾醇型液晶相的螺旋结构的功能。诱导的螺旋的旋向或螺旋节距根据化合物而不同,因此手性化合物可以根据目的进行选择。

[0265] 作为手性试剂,并无特别限制,可以使用常用的化合物。作为手性试剂的例子,可举出液晶器件手册(第3章4-3项、TN、STN用手性试剂、199页、日本学术振兴会第142委员会编制、1989)、日本特开2003-287623号、日本特开2002-302487号、日本特开2002-080478号、日本特开2002-080851号、日本特开2010-181852号及日本特开2014-034581号等各公报中记载的化合物。

[0266] 手性试剂一般含有不对称碳原子,但不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可以用作手性试剂。轴向不对称化合物或表面不对称化合物的例子包括联萘、螺烯、对环芳烷及它们的衍生物。

[0267] 手性试剂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,可以通过聚合性手性试剂和聚合性液晶化合物的聚合反应来形成具有由聚合性液晶化合物衍生的重复单元和由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种类的基团。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,进一步优选为烯属不饱和聚合性基团。

[0268] 并且,手性试剂也可以为液晶化合物。

[0269] 作为手性试剂,可以优选使用异山梨醇衍生物、异甘露糖醇衍生物及联萘衍生物等。作为异山梨醇衍生物,可以使用BASF公司制LC756(商品名)等市售品。

[0270] 液晶组合物中的手性试剂的含量优选为聚合性液晶化合物量的0.01~200摩尔%,更优选为1~30摩尔%。

[0271] 并且,如上所述,上述直线偏振光反射膜所具有的选择反射层的胆甾醇型液晶层可以具有两个以上选择反射中心波长。具有两个以上选择反射中心波长的胆甾醇型液晶层通过在厚度方向上改变螺旋结构的节距来实现。螺旋结构的节距在厚度方向上发生变化的胆甾醇型液晶层可以通过在使用被光照射时螺旋扭转力(HTP:Helical Twisting Power)发生变化的手性试剂来形成胆甾醇型液晶层时在厚度方向上改变光的照射量来制作。

[0272] 被光照射时HTP发生变化的手性试剂可举出被光照射时发生逆转异构化、二聚化以及异构化及二聚化等的手性试剂。

[0273] 作为手性试剂具有光异构化基团时的光异构化基团,优选表现出光致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。作为具体化合物,可以使用日本特开2002-080478号公报、日本特开2002-080851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号公报等中记载的化合物。

[0274] (聚合引发剂)

[0275] 液晶组合物优选含有聚合引发剂。在通过照射紫外线来进行聚合反应的方式中,所使用的聚合引发剂优选为能够通过照射紫外线来引发聚合反应的光聚合引发剂。

[0276] 作为光聚合引发剂的例子,可举出 α -羰基化合物(美国专利第2367661号、美国专利第2367670号的各说明书记载)、偶姻醚化合物(美国专利第2448828号说明书记载)、 α -烃取代芳香族偶姻化合物(美国专利第2722512号说明书记载)、多核醌化合物(美国专利第3046127号、美国专利第2951758号的各说明书记载)、三芳基咪唑二聚体与对氨基苯基酮的组合(美国专利第3549367号说明书记载)、吡啶及吩嗪化合物(日本特开昭60-105667号公报、美国专利第4239850号说明书记载)、酰基氧化膦化合物(日本特公昭63-040799号公报、特公平5-029234号公报、日本特开平10-095788号公报、日本特开平10-029997号公报、日本特开2001-233842号公报、日本特开2000-080068号公报、日本特开2006-342166号公报、日本特开2013-114249号公报、日本特开2014-137466号公报、日本专利4223071号公报、日本特开2010-262028号公报、日本特表2014-500852号公报记载)、肟化合物(日本特开2000-066385号公报、日本专利第4454067号公报记载)及噁二唑化合物(美国专利第4212970号说明书记载)等。例如,还可以参考日本特开2012-208494号公报的0500~0547段的记载。

[0277] 作为聚合引发剂,优选使用酰基氧化膦化合物或肟化合物。

[0278] 作为酰基氧化膦化合物,例如可以使用BASF JAPAN LTD.制市售品IRGACURE810(商品名,化合物名:双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)-苯基氧化膦)。作为肟化合物,可以使用IRGACURE OXE01(商品名,BASF公司制)、IRGACURE OXE02(商品名,BASF公司制)、TR-PBG-304(商品名,常州强力电子新材料有限公司制)、ADEKAARKLS NCI-930(商品名,ADEKA CORPORATION制)、ADEKAARKLS NCI-831(商品名,ADEKA CORPORATION制)等市售品。

[0279] 聚合引发剂可以仅使用一种,也可以同时使用两种以上。

[0280] 液晶组合物中的光聚合引发剂的含量相对于聚合性液晶化合物的含量优选为0.1~20质量%,更优选为0.5~5质量%。

[0281] (交联剂)

[0282] 为了提高固化后的膜强度和耐久性,液晶组合物可以任意地含有交联剂。作为交联剂,可以优选使用由紫外线、热、湿气等固化的交联剂。

[0283] 作为交联剂,并无特别限制,可以根据目的适当进行选择。作为交联剂,例如可举出三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、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、乙二醇二缩水甘油醚等环氧化合物;2,2-双羟甲基丁醇-3-[3-(1-氮丙啶基)丙酸酯]、4,4-双(亚乙基亚氨基羰基氨基)二苯基甲烷等氮丙啶化合物;六亚甲基二异氰酸酯、缩二脲型异氰酸酯等异氰酸酯化合物;在侧链具有噁唑啉基的聚噁唑啉化合物;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,可以根据交联剂的反应性来使用常用的催化剂,除能够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。

[0284] 液晶组合物中的交联剂的含量相对于液晶组合物的固体成分质量(除溶剂以外的质量)优选为3~20质量%,更优选为5~15质量%。通过将交联剂的含量设为3质量%以上,能够获得提高交联密度的效果,通过将交联剂的含量设为20质量%以下,能够防止胆甾醇型液晶层的稳定性下降。

[0285] 另外,“(甲基)丙烯酸酯”以“丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯中的任一个或这两个”的含义使用。

[0286] (取向控制剂)

[0287] 可以在液晶组合物中添加有助于稳定或迅速地形成平面取向的胆甾醇型液晶层的取向控制剂。作为取向控制剂的例子,可举出日本特开2007-272185号公报的[0018]~[0043]段等中记载的氟(甲基)丙烯酸酯系聚合物、日本特开2012-203237号公报的[0031]~[0034]段等中记载的式(I)~(IV)所表示的化合物及日本特开2013-113913号公报中记载的化合物等。

[0288] 另外,作为取向控制剂,可以单独使用一种,也可以同时使用两种以上。

[0289] 液晶组合物中的取向控制剂的添加量相对于聚合性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%,尤其优选为0.02~1质量%。

[0290] (其他添加剂)

[0291] 此外,液晶组合物可以含有选自用于调整涂膜的表面张力以使厚度变得均匀的表面活性剂及聚合性单体等各种添加剂中的至少一种。并且,可以根据需要在不使光学性能下降的范围内在液晶组合物中进一步添加阻聚剂、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。

[0292] 胆甾醇型液晶层可以通过将使聚合性液晶化合物及聚合引发剂、进一步根据需要添加的手性试剂、表面活性剂等溶解于溶剂中而成的液晶组合物涂布于透明基材、相位差层、取向层或先制作的胆甾醇型液晶层等上,使其干燥而获得涂膜,对该涂膜照射活化光线来聚合胆甾醇型液晶性组合物,形成胆甾醇规则性被固定的胆甾醇型液晶层。

[0293] 另外,由多个胆甾醇型液晶层构成的层叠膜可以通过反复进行胆甾醇型液晶层的

上述制造工序来形成。

[0294] (溶剂)

[0295] 用于制备液晶组合物的溶剂并无特别限制,可以根据目的适当进行选择,但优选使用有机溶剂。

[0296] 有机溶剂并无特别限制,可以根据目的适当进行选择,例如可举出酮类、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。其中,考虑对环境的负荷,尤其优选酮类。

[0297] (涂布、取向、聚合)

[0298] 在透明基材、取向层、成为底层的胆甾醇型液晶层等上涂布液晶组合物的方法并无特别限制,可以根据目的适当进行选择。作为涂布方法,例如可举出绕线棒涂布法、帘涂法、挤压涂布法、直接凹版涂布法、逆向凹版涂布法、模涂法、旋涂法、浸涂法、喷涂法及滑动涂布法等。并且,还可以通过转印另行涂布于支撑体上的液晶组合物来实施。

[0299] 通过对所涂布的液晶组合物进行加热,使液晶分子取向。加热温度优选为 200°C 以下,更优选为 130°C 以下。通过该取向处理,可获得聚合性液晶化合物以在与膜面实质上垂直的方向上具有螺旋轴的方式扭曲取向的光学薄膜。

[0300] 通过使经取向的液晶化合物进一步聚合,能够固化液晶组合物。聚合可以为热聚合、利用光照射的光聚合中的任一种,但优选光聚合。光照射优选使用紫外线。照射能量优选为 $20\text{mJ}/\text{cm}^2 \sim 50\text{J}/\text{cm}^2$,更优选为 $100 \sim 1,500\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。

[0301] 为了促进光聚合反应,可以在加热条件下或氮气氛下实施光照射。照射紫外线波长优选为 $350 \sim 430\text{nm}$ 。从稳定性的观点出发,聚合反应速率越高越优选,具体而言,优选为70%以上,更优选为80%以上。聚合反应速率可以通过利用红外线吸收光谱测定聚合性官能团的消耗比例来确定。

[0302] (偏振光转换层)

[0303] 偏振光转换层14优选为固定液晶化合物的螺旋取向结构而成的层,并且螺旋取向结构的节距数 x 及偏振光转换层的膜厚 y (单位 μm)满足下述所有关系式(a)~(c)。

[0304] $0.1 \leq x \leq 1.0$. . . 式(a)

[0305] $0.5 \leq y \leq 3.0$. . . 式(b)

[0306] $3000 \leq (1560 \times y) / x \leq 50000$. . . 式(c)

[0307] 另外,液晶化合物的螺旋结构的一个节距为液晶化合物的一圈螺旋的长度。

[0308] 即,将螺旋取向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° 的状态视为节距数1。

[0309] 若偏振光转换层具有液晶化合物的螺旋结构,则会对波长比红外区域的反射峰值波长短的可见光表现出旋光性和双折射性。因此,能够控制可见区域的偏振光。通过将偏振光转换层的螺旋取向结构的节距数 x 及偏振光转换层的膜厚 y 设定在上述范围内,能够对可见光赋予通过偏振光转换层进行光学补偿的功能或将入射于反射膜的直线偏振光(p偏振光)转换成圆偏振光的功能。

[0310] 通过液晶化合物具有满足关系式(a)~(c)的螺旋结构,偏振光转换层对可见光表现出旋光性及双折射性。尤其,通过将偏振光转换层的螺旋结构的节距 P 设为与选择反射中心波长在长波长的红外区域内的胆甾醇型液晶层的节距 P 对应的长度,对短波长的可见光

表现出高旋光性和高双折射性。

[0311] 关系式(a)为“ $0.1 \leq x \leq 1.0$ ”。

[0312] 若螺旋结构的节距数 x 小于0.1,则会发生无法获得足够的旋光性及双折射性等不良情况。

[0313] 并且,若螺旋结构的节距数 x 超过1.0,则会发生因旋光性及双折射性过度而无法获得所期望的椭圆偏振光等不良情况。

[0314] 关系式(b)为“ $0.5 \leq y \leq 3.0$ ”。

[0315] 若偏振光转换层的厚度 y 小于 $0.5\mu\text{m}$,则会发生膜厚过薄而无法获得足够的旋光性及双折射性等不良情况。

[0316] 若偏振光转换层的厚度 y 超过 $3.0\mu\text{m}$,则会发生因旋光性及双折射性过度而无法获得所期望的圆偏振光、因容易发生取向不良而就制造而言不优选等不良情况。

[0317] 关系式(c)为“ $3000 \leq (1560 \times y) / x \leq 50000$ ”。

[0318] 若“ $(1560 \times y) / x$ ”小于3000,则会发生因旋光性过度而无法获得所期望的偏振光等不良情况。

[0319] 若“ $(1560 \times y) / x$ ”超过50000,则会发生因旋光性不足而无法获得所期望的偏振光等不良情况。

[0320] 在本发明中,偏振光转换层的螺旋结构的节距数 x 更优选为 $0.1 \sim 0.8$,膜厚 y 更优选为 $0.6\mu\text{m} \sim 2.6\mu\text{m}$ 。并且,“ $(1560 \times y) / x$ ”更优选为 $5000 \sim 13000$ 。

[0321] 即,偏振光转换层优选螺旋结构的节距 P 长且节距数 x 少。

[0322] 具体而言,偏振光转换层优选螺旋的节距 P 与选择反射中心波长在长波长的红外区域内的胆甾醇型液晶层的节距 P 相等,且节距数 x 少。更具体而言,偏振光转换层优选螺旋的节距 P 与选择反射中心波长为 $3000 \sim 10000\text{nm}$ 的胆甾醇型液晶层的节距 P 相等,且节距数 x 少。

[0323] 这种偏振光转换层的节距 P 所对应的选择反射中心波长为比可见光长得多的波长,因此可更适当地表现出对上述可见光的旋光性和双折射性。

[0324] 这种偏振光转换层基本上可以以与常用的胆甾醇型液晶层相同的方式形成。但是,在形成偏振光转换层时,为了使偏振光转换层中的螺旋结构的节距数 x 及膜厚 y [μm] 满足所有关系式(a) ~ (c),需要调节所使用的液晶化合物、所使用的手性试剂、手性试剂的添加量及膜厚等。

[0325] <固定液晶化合物的螺旋取向结构(螺旋结构)而成的层>

[0326] 固定液晶化合物的螺旋取向结构(螺旋结构)而成的层为所谓的胆甾醇型液晶层,表示固定胆甾醇型液晶相而成的层。

[0327] 胆甾醇型液晶层只要为可保持作为胆甾醇型液晶相的液晶化合物的取向的层即可。典型地,胆甾醇型液晶层只要为如下层即可:在使聚合性液晶化合物成为胆甾醇型液晶相的取向状态之后,通过照射紫外线及加热等进行聚合、固化,使其不具有流动性,并且同时变为不会因外场或外力而使取向形态发生变化的状态。另外,在胆甾醇型液晶层中,只要在层中可保持胆甾醇型液晶相的光学性质便足矣,层中的液晶化合物可以不再表现出液晶性。例如,聚合性液晶化合物可以通过固化反应而高分子量化,从而不再具有液晶性。

[0328] 如上所述,胆甾醇型液晶层选择反射的中心波长(选择反射中心波长) λ 取决于胆

甾醇型液晶相中的螺旋结构(螺旋取向结构)的节距 P (=螺旋周期),并且与胆甾醇型液晶层的平均折射率 n 遵循 $\lambda = n \times P$ 的关系。根据该式可知,通过调整 n 值和/或 P 值,能够调整选择反射中心波长。

[0329] 胆甾醇型液晶相的螺旋节距取决于与聚合性液晶化合物一并使用的手性试剂的种类及其添加浓度,因此可以通过调整这些来获得所期望的节距。

[0330] 如上所述,对用作偏振光转换层的胆甾醇型液晶层调整螺旋节距,以使选择反射中心波长在长波长的红外区域内。

[0331] 作为偏振光转换层的胆甾醇型液晶层的形成方法基本上与上述胆甾醇型液晶层的形成方法相同。

[0332] (相位差层)

[0333] 相位差层对正交的两个偏振光成分附加相位差(光路差)来转换入射的偏振光的状态。

[0334] 在相位差层为配置于车外侧来进行光学补偿的相位差层的情况下,相位差层的正面相位差只要为能够进行光学补偿的相位差即可。

[0335] 在该情况下,相位差层优选波长550nm下的正面延迟为50nm~160nm。

[0336] 并且,当将具有反射膜的挡风玻璃被安装到车辆上时对应于第2玻璃板的表面的铅垂方向上方的方向设为 0° 时,优选慢轴的角度为 $10^\circ \sim 50^\circ$ 或 $-50^\circ \sim -10^\circ$ 。

[0337] 并且,在相位差层为将直线偏振光转换成圆偏振光的相位差层的情况下,相位差层优选由提供 $\lambda/4$ 的正面相位差的物体构成,也可以由提供 $3\lambda/4$ 的正面相位差的物体构成。并且,慢轴的角度只要配置成成为将入射的直线偏振光改变为圆偏振光的朝向即可。

[0338] 在该情况下,相位差层例如优选波长550nm下的正面相位差在100~450nm的范围内,更优选在120~200nm或300~400nm的范围内。并且,相位差层的慢轴的方向优选根据将反射膜10用于平视显示系统时用于显示投影像的投影光的入射方向及构成选择反射层的胆甾醇型液晶层的螺旋的旋向来确定。

[0339] 相位差层并无特别限制,可以根据目的适当进行选择。作为相位差层,例如可举出拉伸后的聚碳酸酯膜、拉伸后的降冰片烯系聚合物膜、含有碳酸锶之类的具有双折射的无机粒子来取向的透明膜、在支撑体上倾斜蒸镀无机电介质而成的薄膜、使聚合性液晶化合物单轴取向而进行取向固定的膜及使液晶化合物单轴取向而进行取向固定的膜等。

[0340] 其中,使聚合性液晶化合物单轴取向而进行取向固定的膜可优选例示为相位差层。

[0341] 作为一例,这种相位差层可以如下形成:在透明基材、伪支撑体或取向层表面上涂布含有聚合性液晶化合物的液晶组合物,然后在液晶状态下将液晶组合物中的聚合性液晶化合物形成为向列取向之后,通过固化进行固定。

[0342] 除在液晶组合物中未添加手性试剂以外,该情况下的相位差层的形成可以以与上述胆甾醇型液晶层的形成相同的方式进行。其中,在进行涂布液晶组合物之后的向列取向时,加热温度优选为 $50 \sim 120^\circ\text{C}$,更优选为 $60 \sim 100^\circ\text{C}$ 。

[0343] 相位差层也可以为如下层:将含有高分子液晶化合物的组合物涂布于透明基材、伪支撑体或取向层等的表面上,并在液晶状态下形成为向列取向之后,进行冷却,由此固定该取向而成。

[0344] 相位差层的厚度并无限制,但优选为 $0.2 \sim 300\mu\text{m}$,更优选为 $0.5 \sim 150\mu\text{m}$,进一步优选为 $1.0 \sim 80\mu\text{m}$ 。由液晶组合物形成的相位差层的厚度并无特别限定,但优选为 $0.2 \sim 10\mu\text{m}$,更优选为 $0.5 \sim 5.0\mu\text{m}$,进一步优选为 $0.7 \sim 2.0\mu\text{m}$ 。

[0345] 相位差层例如以相对于相位差层的任意方向的轴倾斜例如角度 α 的方式设定慢轴。慢轴的方向例如可以通过成为相位差层的底层的取向膜的摩擦处理来设定。

[0346] 上述直线偏振光反射膜可以具有上述选择反射层、偏振光转换层及相位差层以外的层。例如,上述直线偏振光反射膜可以具有透明基材、粘接层等。

[0347] 例如,在图2所示的例子中,直线偏振光反射膜10A具有配置于相位差层16的与选择反射层11相反的一侧的透明基材18。透明基材18支撑相位差层16、选择反射层11(胆甾醇型液晶层)及偏振光转换层14。透明基材18可以用作形成相位差层16、选择反射层11(胆甾醇型液晶层)及偏振光转换层14时的支撑体。

[0348] 上述直线偏振光反射膜可以为薄膜状或薄片状等。上述直线偏振光反射膜可以在用于挡风玻璃之前以薄膜的形式呈卷状等。

[0349] 透明基材(支撑体)及粘接层等均优选在可见光区域内是透明的。

[0350] 并且,透明基材及粘接层等均优选为低双折射性。低双折射性表示,在本发明中使用的挡风玻璃所包括的选择反射层表现出反射的波长区域内,正相位差为 10nm 以下。该正相位差优选为 5nm 以下。进而,支撑体及粘接层等均优选与选择反射层的平均折射率(面内平均折射率)的折射率之差较小。

[0351] (透明基材)

[0352] 透明基材还可以用作形成选择反射层时的基板。用于形成选择反射层的透明基材可以为在形成选择反射层之后剥离的伪支撑体。因此,成品反射膜及挡风玻璃可以不包括透明基材。另外,在成品反射膜或挡风玻璃包括透明基材而不是作为伪支撑体剥离的情况下,透明基材优选在可见光区域内是透明的。

[0353] 透明基材的材料并无限制。作为透明基材,可举出聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)等聚酯、聚碳酸酯、丙烯酸树脂、环氧树脂、聚氨酯、聚酰胺、聚烯烃、纤维素衍生物及硅酮等塑料膜。作为伪支撑体,除上述塑料膜之外,还可以使用玻璃。

[0354] 作为透明基材的厚度,可以为 $5.0 \sim 1000\mu\text{m}$ 左右,优选为 $10 \sim 250\mu\text{m}$,更优选为 $15 \sim 90\mu\text{m}$ 。

[0355] 在此,如图2所示的例子那样,在透明基材18配置于第1玻璃板30侧(即,车外侧)的情况下,透明基材18优选含有紫外线吸收剂。

[0356] 通过透明基材18含有紫外线吸收剂,能够抑制反射膜(选择反射层)因紫外线而劣化。

[0357] [1-2]包括电介质多层膜的直线偏振光反射膜

[0358] 图3是表示本发明中使用的挡风玻璃的一例的示意图,该挡风玻璃24B所包括的直线偏振光反射膜10B由交替层叠光学各向异性层(13Ra、13Ga、13Ba)和光学各向同性层(13Rb、13Gb、13Ba)而成的选择反射层(电介质多层膜)构成。在图示例中,直线偏振光反射膜10B具有:第1层叠部13R,交替层叠光学各向异性层13Ra和光学各向同性层13Rb而成;第2层叠部13G,交替层叠光学各向异性层13Ga和光学各向同性层13Gb而成;及第3层叠部13B,交替层叠光学各向异性层13Ba和光学各向同性层13Bb而成。

[0359] 上述电介质多层膜只要为包括上述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长且在与激光光源中的各颜色激光之间满足上述所有规定(a)~(c)的电介质多层膜,则并无特别限制。

[0360] 第1层叠部13R、第2层叠部13G及第3层叠部13B的光学各向异性层和光学各向同性层的厚度互不相同。并且,层叠数、折射率等也可以不同。

[0361] 并且,在上述直线偏振光反射膜中,光学各向异性层的慢轴方向上的折射率 n_{e1} 超过光学各向同性层的折射率 n_{o2} (即, $n_{e1} > n_{o2}$),光学各向异性层的与慢轴正交的方向上的折射率 n_{o1} 与光学各向同性层的折射率 n_{o2} 大致相同。

[0362] 多个光学各向异性层的各慢轴层叠成彼此平行。因此,如图4所示,在某一方向(图4中为上下方向)上,会成为层叠有折射率(n_{e1})高的层和折射率(n_{o2})低的层的状态。另一方面,在与该方向正交的方向(图4中为左右方向)上,会成为层叠有折射率相同的层的状态。

[0363] 另外,当将直线偏振光反射膜10B配置于图1所示的HUD系统20中时,配置成使图4所示的直线偏振光反射膜10B的轴P与挡风玻璃24的上下方向Y一致。

[0364] 已知交替层叠折射率低的层(低折射率层)和折射率高的层(高折射率层)而成的膜利用多个低折射率层与高折射率层之间的结构干涉来反射特定的波长的光。因此,在图4中,图3及图4所示的直线偏振光反射膜10B反射上下方向上的直线偏振光,并透射左右方向上的直线偏振光。

[0365] 在此,本发明的HUD系统中使用的电介质多层膜包括上述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长,并且在与激光光源中的各颜色激光之间满足上述所有规定(a)~(c)。

[0366] 在电介质多层膜中,选择反射中心波长及反射率可以根据低折射率层与高折射率层的折射率差、厚度、层叠数等来进行调整。在图3所示的例子中,主要通过第1层叠部13R实现了具有上述光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_R 的反射,通过第2层叠部13G实现了具有上述光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_G 的反射,通过第3层叠部13B实现了具有上述光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 的反射。

[0367] 另外,在上述电介质多层膜中,将具有通过上述方法求出的选择反射中心波长的反射峰设为具有与相邻的极小值之差为2%以上的极大值且半峰宽为10~200nm的峰。

[0368] 如上所述,电介质多层膜中的选择反射中心波长及反射率可以根据低折射率层与高折射率层的折射率差、厚度、层叠层等来进行调整。具体而言,通过根据反射的光的波长 λ 和折射率 n 将低折射率层及高折射率层的厚度 d 设定为 $d = \lambda / (4 \times n)$,能够调整选择反射中心波长。并且,低折射率层及高折射率层的层叠数越多,反射率越高,因此通过调整层叠数,能够调整反射率。并且,具有该选择反射中心波长的反射峰的半峰宽可以根据低折射率层与高折射率层的折射率差来进行调整。

[0369] 在此,具有各选择反射中心波长的反射峰的半峰宽取决于光学各向异性层的慢轴方向上的折射率与光学各向同性层的折射率之差,折射率差越大,半峰宽越大。并且,若反射率低的反射峰位于靠近的波长处,则会发生干涉,导致发生反射峰过强或过弱的现象。从适当地调整具有各选择反射中心波长的反射峰的半峰宽来提高显示图像的亮度的同时提高透射率的观点及减少与相邻的反射峰之间的干涉的影响的观点出发,光学各向异性层的慢轴方向上的折射率与光学各向同性层的折射率之差优选为0.03~0.20,更优选为0.05~

0.14,进一步优选为0.05~0.10。

[0370] 并且,电介质多层膜由具有上述 λ_B 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长的光反射层、具有上述 λ_G 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长的光反射层及具有上述 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长的光反射层构成,这些光反射层优选彼此接触。例如,在图3所示的例子中,具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_R 的第1层叠部13R和具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_G 的第2层叠部13G彼此接触,并且,具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_G 的第2层叠部13G和具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_B 的第3层叠部13B彼此接触。另外,第1层叠部13R、第2层叠部13G及第3层叠部13B为构成本发明的HUD系统中使用的电介质多层膜(选择反射层)的光反射层。

[0371] 另外,尽管图3中未图示,但从抑制反射色调的观点出发,优选除三个层叠部13R、13G、13B以外,还包括在光入射角 60° 下的选择反射中心波长为300nm以上且小于400nm的范围内具有选择反射的中心波长的层叠光学各向异性层和光学各向同性层而成的选择反射层(以下,称为光反射层UV)。

[0372] 通过设置光反射层UV,在设为包括上述胆甾醇型液晶层及相位差层的挡风玻璃的结构的情况下,能够抑制在外光下观察挡风玻璃时确认到的色调(尤其,黄色)。

[0373] 若具有光入射角 60° 下的各选择反射中心波长的光反射层彼此相隔,则层间的膜厚会变厚,从而难以获得被各光反射层反射的光的干涉效果。相对于此,通过设为光反射层彼此接触的结构,能够利用被各光反射层反射的光的干涉效果使具有各选择反射中心波长的反射峰的半峰宽变窄。

[0374] 上述直线偏振光反射膜可以为薄膜状及薄片状等。直线偏振光反射膜可以在用于挡风玻璃之前以薄膜的形式呈卷状等。

[0375] 电介质多层膜的制作材料及制作方法例如可以使用日本特表平9-506837号公报等中记载的制作材料及制作方法。具体而言,当在选定的条件下进行加工以获得折射率关系时,可以广泛地使用各种材料来形成电介质多层膜。通常,第一材料需要在选定的方向上具有与第二材料不同的折射率。该折射率的不同可以通过各种方法来实现,其中包括膜形成期间或膜形成后的拉伸、挤压成型或涂布。另外,为了能够同时挤压两种材料,优选具有类似的流变特性(例如,熔融粘度)。

[0376] 关于尤其优选用于电介质多层膜的材料,作为光学各向异性层的材料,可举出PEN(聚萘二甲酸乙二醇酯)及PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯),作为光学各向同性层的材料,可举出(调整成各向同性的)PEN、PET及PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯树脂)。

[0377] 如上所述,为了设为具有上述三个波长 λ_B 、 λ_G 及 λ_R 作为光入射角 60° 下的选择反射中心波长的结构,本发明的HUD系统中使用的直线偏振光反射膜(电介质多层膜)优选具有光学各向异性层及光学各向同性层的厚度不同的三个层叠部。在本发明中,可以在通过上述拉伸、挤压成型等分别形成三个层叠部之后,贴合各层叠部来制作直线偏振光反射膜(电介质多层膜)。或者,也可以通过拉伸、挤压成型等调整加工前的厚度以形成厚度不同的三个层叠部来一体形成三个层叠部。

[0378] 电介质多层膜的厚度优选为 $2.0 \sim 50\mu\text{m}$,更优选为 $8.0 \sim 30\mu\text{m}$ 。

[0379] 包括电介质多层膜的直线偏振光反射膜具有层叠光学各向异性层和光学各向同性层而成的选择反射层(电介质多层膜)。直线偏振光反射膜可以为除电介质多层膜以外还

包括相位差层、偏振光转换层、支撑体及粘接层等的结构。

[0380] 作为上述直线偏振光反射膜中使用的相位差层、偏振光转换层、支撑体(透明基材)及粘接层,可以适用包括上述胆甾醇型液晶层的直线偏振光反射膜中使用的相位差层、偏振光转换层、透明基材(支撑体)及粘接层的记载。

[0381] 以下,作为挡风玻璃的构成要件中上述反射膜以外的构成要件,依次对玻璃板(夹层玻璃)、中间层及热封层(粘接剂层)进行说明。

[0382] [2]夹层玻璃

[0383] 挡风玻璃可以具有夹层玻璃的结构。本发明的HUD系统中使用的挡风玻璃优选为夹层玻璃,并且在第1玻璃板与第2玻璃板之间具有上述反射膜。

[0384] 挡风玻璃可以为在第1玻璃板与第2玻璃板之间配置有反射膜的结构。然而,挡风玻璃优选为在第1玻璃板与反射膜之间及反射膜与第2玻璃板之间中的至少一个位置设置有中间膜(中间膜片)的结构。

[0385] 在挡风玻璃中,作为一例,第2玻璃板配置于HUD系统的与影像的视觉辨认侧相反的一侧(车外侧),第1玻璃板配置于视觉辨认侧(车内侧)。另外,在本发明的HUD系统中使用的挡风玻璃中,第1玻璃板及第2玻璃板中的第1及第2不具技术含义,是为了便于区分两块玻璃板而设置的。因此,也可以是第2玻璃板为车内侧,且第1玻璃板为车外侧。

[0386] 第1玻璃板及第2玻璃板等玻璃板可以使用通常用于挡风玻璃的玻璃板。例如可以使用隔热性高的绿色玻璃等可见光线透射率为73%及76%等80%以下的玻璃板。即使在如此使用可见光线透射率低的玻璃板时,通过使用上述反射膜,也能够制作出在反射膜的位置上也具有70%以上的可见光线透射率的挡风玻璃。

[0387] 玻璃板的厚度并无特别限制,可以为0.5~5.0mm左右,优选为1.0~3.0mm,更优选为2.0~2.3mm。第1玻璃板及第2玻璃板的材料或厚度可以相同,也可以不同。

[0388] 具有夹层玻璃的结构的挡风玻璃可以通过制作夹层玻璃的常规方法来制造。

[0389] 通常,可以通过如下方法来制造:将夹层玻璃用中间膜夹在两块玻璃板之间之后,反复进行数次加热处理和加压处理(使用橡胶辊的处理等),最后利用高压釜等进行加压条件下的加热处理。

[0390] 作为一例,具有具备反射膜和中间膜的夹层玻璃的结构的挡风玻璃可以在玻璃板表面形成反射膜之后,通过上述夹层玻璃的制作方法来制作,或者也可以使用包括上述反射膜的夹层玻璃用中间膜,通过上述夹层玻璃的制作方法来制作。

[0391] 当在玻璃板表面上形成反射膜时,设置反射膜的玻璃板可以为第1玻璃板,也可以为第2玻璃板。此时,反射膜例如可以用粘接剂(热封层)贴合于玻璃板。

[0392] [3]中间膜

[0393] 中间膜36防止发生事故时玻璃进入并散落到车内。在图2所示的例子中,粘接直线偏振光反射膜10A和第2玻璃板28,在图1所示的例子中,将反射膜10粘接于第2玻璃板28,在图3所示的例子中,将直线偏振光反射膜10B粘接于第2玻璃板28及第1玻璃板30。

[0394] 作为中间膜(中间膜片),还可以使用在夹层玻璃中常用作中间膜(中间层)的任何中间膜。例如可以使用含有选自聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物及含氯树脂中的树脂的树脂膜。上述树脂优选为中间膜的主成分。另外,主成分是指占中间膜的50质量%以上的成分。

[0395] 上述树脂中,优选聚乙烯醇缩丁醛及乙烯-乙酸乙烯酯共聚物中的至少一种,更优选聚乙烯醇缩丁醛。树脂优选为合成树脂。

[0396] 聚乙烯醇缩丁醛可以利用丁醛将聚乙烯醇缩醛化而得。上述聚乙烯醇缩丁醛的缩醛化度的下限优选为40%以上,上限优选为85%以下,下限更优选为60%以上,上限更优选为75%以下。

[0397] 聚乙烯醇通常通过将聚乙酸乙烯酯皂化而得,通常使用皂化度为80~99.8摩尔%的聚乙烯醇。

[0398] 并且,上述聚乙烯醇的聚合度的下限优选为200以上,上限优选为3000以下。若聚乙烯醇的聚合度为200以上,则得到的夹层玻璃的耐贯穿性不易下降,若为3000以下,则树脂膜的成型性良好,而且树脂膜的刚性不会变得过大,从而加工性良好。下限更优选为500以上,上限更优选为2000以下。

[0399] 并且,中间膜36的厚度也无限制,与常用的挡风玻璃的中间膜相同地设定与形成材料等对应的厚度即可。

[0400] 另外,在图1中,挡风玻璃24在反射膜10与第1玻璃板30之间设置有热封层38,并且用中间膜36粘贴了反射膜10和第2玻璃板28,但并不限于此。即,也可以为如下结构:在反射膜10与第2玻璃板28之间设置有热封层,并且在反射膜10与第1玻璃板30之间设置有中间膜。

[0401] 并且,也可以为如下结构:挡风玻璃24不具有中间膜36,并且使用热封层38粘贴反射膜10和第2玻璃板28及反射膜10和第1玻璃板30。

[0402] (包括反射膜的中间膜)

[0403] 包括反射膜的夹层玻璃用中间膜可以通过将反射膜贴合到上述中间膜的表面上来形成。或者,也可以通过将反射膜夹在两张上述中间膜之间来形成。两张中间膜可以相同,也可以不同,优选相同。

[0404] 贴合反射膜和中间膜时,可以使用常用的贴合方法,优选使用层合处理。层合处理优选在一定程度的加热及加压条件下实施,以使层叠体(反射膜)和中间膜不会在加工后剥离。

[0405] 为了稳定地进行层合,中间膜的粘接侧的膜面温度优选为50~130℃,更优选为70~100℃。

[0406] 层合时,优选进行加压。加压条件并无限制,但优选小于 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ (小于196kPa),更优选为 $0.5\sim 1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ (49~176kPa),进一步优选为 $0.5\sim 1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ (49~147kPa)。

[0407] 并且,在反射膜具有支撑体(透明基材)的情况下,可以在层合的同时或在层合之后立即或在马上要层合时剥离支撑体。即,粘贴于层合后获得的中间膜的反射膜可以不具有支撑体。

[0408] 包括反射膜的中间膜的制造方法的一例包括:

[0409] (1) 第1工序,在第1中间膜的表面上贴合反射膜来获得第1层叠体;及

[0410] (2) 第2工序,在第1层叠体中的反射膜的与贴合有第1中间膜的面相反的面上贴合第2中间膜。

[0411] 例如,在第1工序中,以不使支撑体和第1中间膜相对的方式贴合反射膜和第1中间膜。接着,从反射膜剥离支撑体。进而,在第2工序中,将第2中间膜贴合于剥离支撑体之后的

面。由此,能够制造出包括不具有支撑体的反射膜的中间膜。并且,使用该包括反射膜的中间膜,能够轻易地制作出反射膜不具有支撑体的夹层玻璃。

[0412] 为了稳定地剥离支撑体而不使其破损等,从反射膜剥离支撑体时的支撑体的温度优选为40℃以上,更优选为40~60℃。

[0413] [4]热封层(粘接剂层)

[0414] 热封层(粘接剂层)38例如为由涂布型粘接剂构成的层。在图2所示的例子中,直线偏振光反射膜10A通过热封层38粘贴于第1玻璃板30。另外,在本发明中使用的挡风玻璃中,也可以代替热封层38通过中间膜将直线偏振光反射膜10A粘贴于第1玻璃板30。并且,在直线偏振光反射膜10A小于粘贴第2玻璃板28和直线偏振光反射膜10A的中间膜36的情况下,也可以通过中间膜36将直线偏振光反射膜10A粘贴于第1玻璃板30。

[0415] 热封层38并无限制,只要能够确保挡风玻璃24所需的透明性,并且能够以必要的粘贴力粘贴反射膜10和玻璃,则可以使用常用的各种由涂布型粘接剂构成的粘接剂层。热封层38可以使用PVB等与中间膜36相同的材料。除此之外,如下所述,热封层38还可以使用丙烯酸酯系粘接剂等粘接剂。

[0416] 热封层38可以由粘接剂形成。

[0417] 作为粘接剂,从固化方式的观点出发,有热熔型、热固化型、光固化型、反应固化型及无需固化的压敏粘接型。并且,无论何种类型的粘接剂,均可以将选自丙烯酸酯系、氨基甲酸酯系、氨基甲酸酯丙烯酸酯系、环氧系、环氧丙烯酸酯系、聚烯烃系、改性烯烃系、聚丙烯系、乙烯-乙醇系、氯乙烯系、氯丁橡胶系、氰基丙烯酸酯系、聚酰胺系、聚酰亚胺系、聚苯乙烯系及聚乙烯醇缩丁醛系等中的化合物用作原材料。

[0418] 从操作性、生产率的观点出发,作为固化方式,优选光固化型,从光学上的透明性、耐热性的观点出发,原材料优选使用选自丙烯酸酯系、氨基甲酸酯丙烯酸酯系及环氧丙烯酸酯系等中的化合物。

[0419] 热封层38可以为使用高透明性粘接剂转移胶带(OCA胶带)形成的层。作为高透明性粘接剂转移胶带,可以使用图像显示装置用市售品,尤其可以使用图像显示装置的图像显示部表面用市售品。作为市售品的例子,可举出PANAC Co.,Ltd.制粘合片(商品名:PD-S1等)、NICHIEI KAKOH CO.,LTD.的MHM(商品名)系列的粘合片等。

[0420] 热封层38的厚度也无限制。因此,根据热封层38的形成材料适当设定可获得足够的粘贴力的厚度即可。

[0421] 在此,若热封层38过厚,则有时会无法在充分确保平面性的情况下将反射膜10粘贴于第2玻璃板28或第1玻璃板30。考虑到这一点,热封层38的厚度优选为0.1~800 μm ,更优选为0.5~400 μm 。

[0422] <投影仪>

[0423] “投影仪”为“投射光或图像的装置”,包括“投射所描绘的图像的装置”,并且射出承载要显示的图像的投影光。在本发明的HUD系统中,投影仪只要包括发射蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光的激光光源,并且在与上述选择反射层之间满足上述所有规定(a)~(c),则并无特别限制,但优选射出p偏振投影光。

[0424] 在HUD系统中,投影仪只要配置成能够使承载要显示的图像的投影光(优选为p偏振投影光)以倾斜的入射角度入射于挡风玻璃中的反射膜即可。

[0425] 在HUD系统中,投影仪优选包括描绘器件,并且通过透像镜将描绘于小型的中间像屏幕的图像(实像)反射显示为虚像。

[0426] 投影仪只要能够射出p偏振投影光,则可以使用HUD系统中使用的常用的投影仪。并且,投影仪优选虚像的成像距离(即,虚像的成像位置)可变。

[0427] 作为投影仪中的虚像的成像距离的变更方法,例如可举出移动图像生成面(屏幕)的方法(参考日本特开2017-21302号公报)、切换使用不同光程长度的多个光路的方法(参考W02015/190157号)、通过插入和/或移动反射镜来变更光程长度的方法、将组透镜用作成像透镜来变更焦距的方法、移动投影仪22的方法、切换使用虚像的成像距离不同的多台投影仪的方法及使用变焦透镜的方法(参考W02010/116912号)等。

[0428] 另外,投影仪可以为能够连续地变更虚像的成像距离的投影仪,也可以为能够在2个点或3个点以上的多个点之间切换虚像的成像距离的投影仪。

[0429] 在此,在投影仪投射的投影光的虚像中,优选至少两个虚像的成像距离相差1m以上。因此,在投影仪为能够连续地变更虚像的成像距离的投影仪的情况下,优选能够将虚像的成像距离变更1m以上。通过使用这种投影仪,即使在如普通道路上的通常速度下的行驶和高速道路上的高速行驶那样驾驶员的视线距离大不相同的情况下,也能够进行适当的应对等,就这方面而言,是优选的。

[0430] (描绘器件)

[0431] 描绘器件可以为其本身显示图像的器件,也可以为发射能够描绘图像的光的器件。

[0432] 在描绘器件中,来自光源的光可以通过光调制器、激光亮度调制机构或用于描绘的光偏转机构等描绘方式进行调整。描绘器件表示包括光源且根据描绘方式还包括光调制器、激光亮度调制机构或用于描绘的光偏转机构等的器件。

[0433] (光源)

[0434] 本发明的HUD系统中使用的光源只要为发射蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光的激光光源,并且能够在与上述选择反射层之间满足上述所有规定(a)~(c),则并无特别限制,可以使用投影仪、描绘器件及显示器等中使用的常用的激光光源,优选使用半导体激光。

[0435] 例如,在将半导体激光用作激光光源的情况下,蓝色光的激光的射出波长的峰值波长通常为 $450 \pm 10\text{nm}$,绿色光的激光的射出波长的峰值波长通常为绿色 $518 \pm 7\text{nm}$,红色光的激光的射出波长的峰值波长通常为 $638 \pm 5\text{nm}$ 。

[0436] 蓝色光的激光的射出波长的峰值波长与上述选择反射层的选择反射中心波长 λ_B 之差的绝对值通常为10nm以下,优选为5nm以下。

[0437] 同样地,绿色光的激光的射出波长的峰值波长与上述选择反射层的选择反射中心波长 λ_G 之差的绝对值通常为7nm以下,优选为4nm以下,红色光的激光的射出波长的峰值波长与上述选择反射层的选择反射中心波长 λ_R 之差的绝对值通常为5nm以下,优选为3nm以下。

[0438] (描绘方式)

[0439] 描绘方式可以根据发射上述蓝色光、绿色光及红色光这三种颜色的激光的激光光源来进行选择,例如可举出利用激光的扫描方式等。

[0440] 扫描方式为在屏幕上扫描光线并利用肉眼的残影进行造影的方式,例如可以参考日本特开平7-270711号公报及日本特开2013-228674号公报的记载。在利用激光的扫描方式中,可以使经亮度调制的各颜色(例如,红色光、绿色光、蓝色光)的激光通过合波光学系统或聚光透镜等而聚集成一条光线,通过光偏转机构扫描光线,并将其描绘于后述的中间像屏幕。

[0441] 在扫描方式中,各颜色(例如,红色光、绿色光、蓝色光)的激光的亮度调制可以以光源的强度变化的形式直接进行,也可以通过外部调制器来进行。作为光偏转机构,可举出检流计反射镜、检流计反射镜和多角镜的组合及MEMS(Micro Electro Mechanical Systems(微机电系统))等,其中,优选MEMS。作为扫描方法,可举出随机扫描方式及光栅扫描方式等,优选使用光栅扫描方式。在光栅扫描方式中,例如可以在水平方向上以谐振频率驱动激光,并且在垂直方向上以锯齿波驱动激光。扫描方式不需要投射透镜,因此容易实现装置的小型化。

[0442] 其中,通常使用从具有蓝色光、绿色光及红色光的激光光源的光源模块对双轴MEMS反射镜照射RGB光,高速驱动MEMS反射镜,用RGB反射光在中间像屏幕上描绘图像的光栅扫描方式。

[0443] 来自描绘器件的射出光可以为直线偏振光,也可以为自然光(非偏振光)。

[0444] 使用激光光源的描绘器件本质上射出光为直线偏振光。在描绘器件的射出光为直线偏振光且射出光包括多个波长(颜色)的光的情况下,多个波长的光的偏振方向(透射轴方向)优选相同。已知市售的描绘器件在作为射出光的红色光、绿色光、蓝色光的波长区域内的偏振方向有时并不均匀(参考日本特开2000-221449号公报)。具体而言,已知一个绿色光的偏振方向与红色光的偏振方向及蓝色光的偏振方向正交的例子。

[0445] 另外,在本发明的HUD系统中,投影仪射出的投影光优选为p偏振光的理由如上所述。

[0446] (中间像屏幕)

[0447] 如上所述,描绘器件可以为使用中间像屏幕的器件。“中间像屏幕”为描绘图像的屏幕。即,在从描绘器件射出的光还不是可视觉辨认为图像的光的情况下等,描绘器件利用该光在中间像屏幕上形成可视觉辨认的图像。描绘于中间像屏幕上的图像可以通过透射中间像屏幕的光投射于透镜,也可以在中间像屏幕上反射而投射于透镜。

[0448] 作为中间像屏幕的例子,可举出散射膜、微透镜阵列及背投用屏幕等。在将塑料材料用作中间像屏幕的情况下等,若中间像屏幕具有双折射性,则入射于中间像屏幕的偏振光的偏振面及光强度会受到干扰,容易在透镜(反射膜)中产生颜色不均等,但通过使用具有规定的相位差的相位差膜,能够减少该颜色不均的问题。

[0449] 作为中间像屏幕,优选具有扩散入射光线供其透射的功能的中间像屏幕。这是因为,能够放大显示投影像。作为这种中间像屏幕,例如可举出由微透镜阵列构成的屏幕。关于在HUD系统中使用的微透镜阵列,例如记载于日本特开2012-226303号公报、日本特开2010-145745号公报及日本特表2007-523369号公报中。投影仪也可以包括调整由描绘器件形成的投影光的光路的反射镜等。

[0450] 关于将挡风玻璃用作反射膜的HUD系统,可以参考日本特开平2-141720号公报、日本特开平10-96874号公报、日本特开2003-98470号公报、美国专利第5013134号说明书及日

本特表2006-512622号公报等。

[0451] [投影光(入射光)]

[0452] 入射光优选相对于反射膜的法线以 $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 的倾斜入射角度入射。折射率1.51左右的玻璃与折射率1的空气之间的界面的布儒斯特角约为 56° ，通过使p偏振光以上述角度范围入射，能够显示如下图像：用于显示投影像的入射光的来自相对于选择反射层在视觉辨认侧的挡风玻璃的表面的反射光少，从而重影的影响小。

[0453] 上述角度还优选为 $50^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。此时，可以为如下结构：能够在投影光的入射侧的相对于选择反射层的法线与入射光相反的一侧以 $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ （优选以 $50^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ）的角度观察投影像。

[0454] 入射光可以从挡风玻璃的上下左右等任一方向入射，只要对应于视觉辨认方向确定即可。例如优选为从使用时的下方以如上所述的倾斜入射角度入射的结构。

[0455] 并且，挡风玻璃的反射膜优选配置成反射入射的p偏振光。

[0456] 如上所述，本发明的HUD系统中显示投影像时的投影光优选为在与入射面平行的方向上振动的p偏振光。

[0457] 在投影仪的射出光不是直线偏振光的情况下，可以通过将直线偏振膜（起偏器）设置于投影仪的射出光侧而使其成为p偏振光，也可以通过在从投影仪至挡风玻璃的光路上使用直线偏振膜等的常规方法而使其成为p偏振光。此时，将使不是直线偏振光的投影光成为p偏振光的部件也视为构成本发明的HUD系统中的投影仪的部件。

[0458] 如上所述，关于射出光在红色光、绿色光、蓝色光的波长区域内的偏振方向不均匀的投影仪，优选波长选择性地调整偏振方向以在所有颜色的波长区域内以p偏振光的形式入射。

[0459] 如上所述，HUD系统（投影仪）可以为虚像成像位置可变的投影系统。通过使虚像成像位置可变，驾驶员能够更舒适且更方便地视觉辨认虚像。

[0460] 虚像成像位置为车辆的驾驶员可视觉辨认虚像的位置，通常从驾驶员侧观察时，例如为远离挡风玻璃的前方1000mm以上的位置。

[0461] 在图1中，挡风玻璃24的上下方向Y为与配置有挡风玻璃24的车辆等的竖直方向对应的方向，并且为将地面侧规定为下侧且将相反侧规定为上侧的方向。另外，挡风玻璃24在配置于车辆等的情况下，出于结构或设计的原因，有时会倾斜地配置，在该情况下，上下方向Y为沿着挡风玻璃24的表面的方向。表面是指车辆的外表面侧。

[0462] 本发明基本上如上构成。以上，对本发明的HUD系统及作为其构成要件的挡风玻璃等进行了详细说明，但本发明并不限于上述实施方式，当然也可以在不脱离本发明的主旨的范围内进行各种改进或变更。

[0463] 实施例

[0464] 以下，根据实施例对本发明进行进一步详细说明。以下实施例中示出的材料、使用量、比例、处理内容、处理顺序等只要不脱离本发明的主旨，则可以适当进行变更。因此，不应通过以下所示的具体例来限制性地解释本发明的范围。

[0465] 另外，在以下的实施例中，若无特别说明，则表示组成的“份”及“%”为质量基准。并且，室温表示“ 25°C ”。

[0466] <涂布液的制备>

[0467] (1) 胆甾醇型液晶层形成用涂布液

[0468] 将下述成分混合成以下所示的组成比, 分别制备出用于形成选择反射中心波长为后述的表1所示的所期望的波长的各胆甾醇型液晶层 (UV1、B1、G1、R1) 的各窄带胆甾醇型液晶层形成用涂布液。

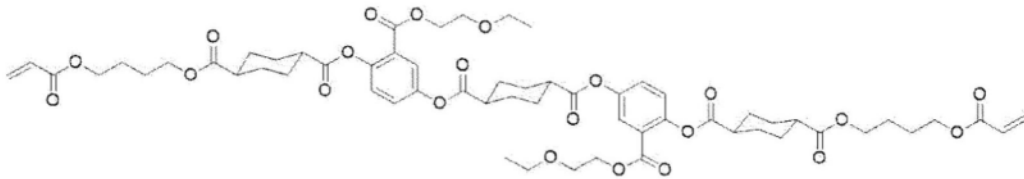
窄带胆甾醇型液晶层形成用涂布液

·棒状液晶化合物 101	55 质量份
·棒状液晶化合物 102	30 质量份
·棒状液晶化合物 201	13 质量份
·棒状液晶化合物 202	2 质量份
[0469] ·聚合引发剂 IRGACURE OXE01 (商品名, BASF 公司制)	1.0 质量份
·取向控制剂 1 (氟系水平取向剂 1)	0.01 质量份
·取向控制剂 3 (氟系水平取向剂 3)	0.01 质量份
·右旋性手性试剂 Paliocolor LC756 (商品名, BASF 公司制)	
根据目标选择反射中心波长进行调整	
·溶剂 (甲基乙基酮)	溶质浓度成为 20 质量%的量

[0470] 棒状液晶化合物101:

[0471] [化学式3]

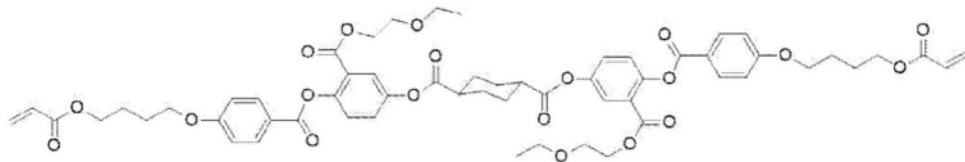
[0472]



[0473] 棒状液晶化合物102:

[0474] [化学式4]

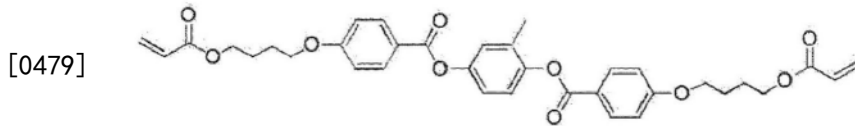
[0475]



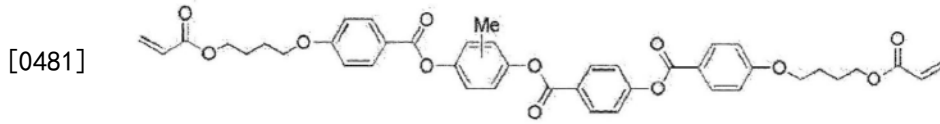
[0476] 棒状液晶化合物201及202:

[0477] [化学式5]

[0478] 棒状液晶化合物201

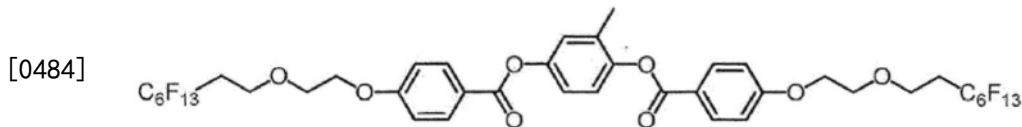


[0480] 棒状液晶化合物202



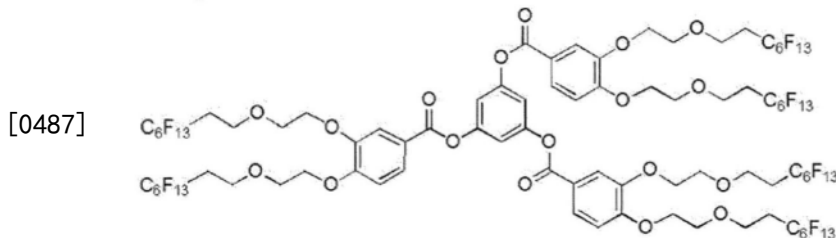
[0482] 取向控制剂1:

[0483] [化学式6]



[0485] 取向控制剂3:

[0486] [化学式7]



[0488] (胆甾醇型液晶层的反射特性)

[0489] 使用上述中制备出的各胆甾醇型液晶层形成用涂布液, 与后述的胆甾醇型液晶层的制作相同的方式, 在伪支撑体上制作出膜厚 $3\mu\text{m}$ 左右的单层的各胆甾醇型液晶层(通过聚合反应固化的层)。确认到制作出的各胆甾醇型液晶层全部为右圆偏振光反射层, 选择反射中心波长(中心波长)及反射峰的半峰宽为下述表1所示的波长。

[0490] 另外, 表1中记载的选择反射中心波长及反射峰的半峰宽为通过后述的[评价 α]选择反射层的反射光谱的测定测得的值。

[0491] [表1]

[0492]

胆甾醇型液晶层	UV1	B1	G1	R1
选择反射中心波长 (60°)	380nm	450nm	520nm	640nm
选择反射中心波长 (5°)	450nm	550nm	655nm	740nm
反射峰的半峰宽 (60°)	30nm	35nm	45nm	48nm

[0493] (2) 相位差层形成用涂布液

[0494] 将下述成分混合成以下所示的组成比, 制备出相位差层形成用涂布液。

- [0495] ·混合物 1 100 质量份
 ·氟系水平取向剂 1 (取向控制剂 1) 0.05 质量份
 ·氟系水平取向剂 2 (取向控制剂 2) 0.01 质量份
 ·聚合引发剂 IRGACURE OXE01 (商品名, BASF 公司制) 1.0 质量份
 ·溶剂 (甲基乙基酮) 溶质浓度成为 20 质量%的量

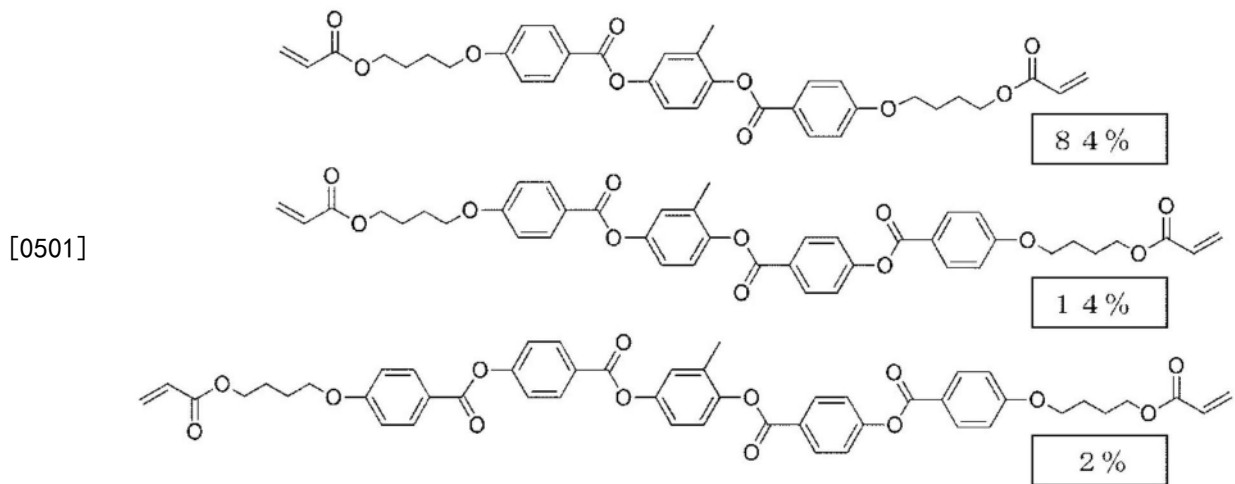
[0496] (3) 偏振光转换层形成用涂布液

[0497] 将下述成分混合成以下所示的组成比,制备出偏振光转换层形成用涂布液。

- 混合物 1 100 质量份
 ·氟系水平取向剂 1 (取向控制剂 1) 0.05 质量份
 ·氟系水平取向剂 2 (取向控制剂 2) 0.02 质量份
 ·右旋性手性试剂 PaliocolorLC756 (商品名, BASF 公司制) 0.26 质量份
 ·聚合引发剂 IRGACURE OXE01 (商品名, BASF 公司制) 1.0 质量份
 ·溶剂 (甲基乙基酮) 溶质浓度成为 20 质量%的量

[0499] 混合物1:

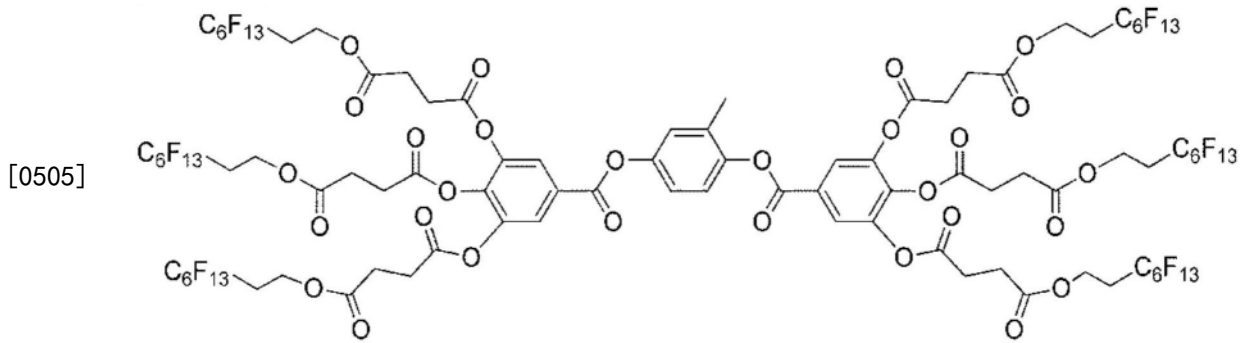
[0500] [化学式8]



[0502] 数值为质量%。

[0503] 取向控制剂2:

[0504] [化学式9]



[0506] (偏振光转换层的偏振特性)

[0507] 从上述中制备出的偏振光转换层形成用涂布液得到的偏振光转换层的光入射角 5° 下的选择反射中心波长 λ 为10000nm。

[0508] 该光入射角 5° 下的选择反射中心波长 λ 使用上述中制备出的偏振光转换层形成用涂布液在伪支撑体上制作出膜厚 $3\mu\text{m}$ 左右的单层的胆甾醇型液晶层,并利用FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy (傅里叶变换红外光谱仪), PerkinElmer Co., Ltd. 制, 商品名: Spectrum Two) 进行了测定。

[0509] 并且,在胆甾醇型液晶层中,螺旋结构的膜厚 d 由“螺旋结构的节距 $P \times$ 节距数”表示。如上所述,螺旋结构的节距 P 表示螺旋取向的液晶化合物旋转 360° 时的层的厚度。并且,在胆甾醇型液晶层中,光入射角 5° 下的选择反射中心波长 λ 与“螺旋结构的节距 $P \times$ 面内的平均折射率 n ”一致($\lambda = P \times n$)。因此,螺旋结构的节距 P 为“光入射角 5° 下的选择反射中心波长 λ /面内的平均折射率 n ”($P = \lambda/n$)。

[0510] [实施例1]挡风玻璃的制作

[0511] <1-1>由胆甾醇型液晶层构成的选择反射层的制作

[0512] (1) 经皂化处理的纤维素酰化物膜的制作

[0513] 在国际公开第2014/112575号的实施例20中记载的纤维素酰化物膜的制作中,作为芯层纤维素酰化物浓液,使用了相对于纤维素酰化物100质量份(不含酯低聚物A) 掺合盐城帝盛化工有限公司制紫外线吸收剂UV-531(商品名)3质量份代替了国际公开第2014/112575号的[0277]段中记载的紫外线吸收剂2质量份的芯层纤维素酰化物浓液,除此之外,以相同的方式制作出厚度 $40\mu\text{m}$ 的纤维素酰化物膜。

[0514] 使制作出的纤维素酰化物膜通过温度 60°C 的介电加热辊,将膜表面温度提升至 40°C 。然后,使用棒涂布机在膜的单面上以 $14\text{mL}/\text{m}^2$ 的涂布量涂布以下所示的组成的碱溶液,并使其在加热至 110°C 的蒸汽型远红外加热器(Noritake Co., Ltd. 制)中停留了10秒。

[0515] 接着,同样使用棒涂布机涂布了纯水 $3\text{mL}/\text{m}^2$ 。

[0516] 接着,反复进行3次利用喷注式涂布机的水洗和利用气刀的脱水之后,使其在 70°C 的干燥区停留5秒进行干燥,制作出经皂化处理的纤维素酰化物膜(透明支撑体)。

[0517] 用AxoScan (Axometrics, Inc 制, 商品名) 测定经皂化处理的纤维素酰化物膜的面内相位差的结果为1nm。

 碱溶液的组成

[0518]	·氢氧化钾	4.7 质量份
	·水	15.7 质量份
	·异丙醇	64.8 质量份
	·表面活性剂 (C ₁₆ H ₃₃ O (CH ₂ CH ₂ O) ₁₀ H)	1.0 质量份
	·丙二醇	14.9 质量份

[0519] (2) 取向膜的形成

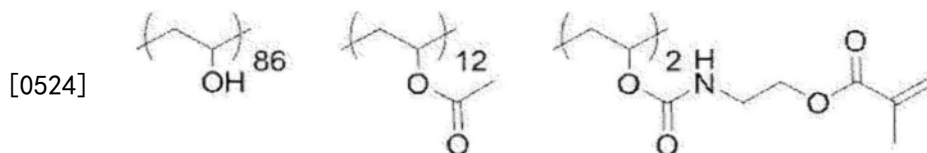
[0520] 用绕线棒涂布机在经皂化处理的纤维素酰化物膜(透明支撑体)的皂化处理面上涂布了以下所示的组成的取向膜形成用涂布液24mL/m²,并以100℃的暖风干燥120秒,形成了取向膜。

取向膜形成用涂布液的组成

[0521]	·以下所示的改性聚乙烯醇	28 质量份
	·柠檬酸酯(商品名: AS3, SANKYO CHEMICAL CO.,LTD.制)	1.2 质量份
	·光引发剂(商品名: IRGACURE2959, BASF 公司制)	0.84 质量份
	·戊二醛	2.8 质量份
	·水	699 质量份
	·甲醇	226 质量份

[0522] 改性聚乙烯醇:

[0523] [化学式10]



[0525] (3) 相位差层、选择反射层及偏振光转换层的层叠体的制作

[0526] (3-1) 相位差层的制作

[0527] 将形成有取向膜的纤维素酰化物膜用作支撑体(透明基材)。

[0528] 沿着以支撑体的长边方向为基准顺时针旋转45°的方向对支撑体中的取向膜的面

实施了摩擦处理。具体而言,是用人造纤维布在压力:0.1kgf(0.98N)、转速:1000rpm(revolutions per minute(每分钟转速))、传送速度:10m/min、次数:1次往返的条件下进行的。

[0529] 使用线棒在支撑体上的取向膜的经摩擦的表面上涂布上述中制备出的相位差层形成用涂布液之后,进行了干燥。

[0530] 接着,放到50℃的热板上,在氧浓度1000ppm以下的环境下,利用Fusion UV Systems, INC.制无电极灯“D灯泡”(60mW/cm²)照射6秒紫外线,固定了液晶相。由此,得到将厚度调整成成为所期望的正面相位差(即,所期望的延迟)的相位差层。

[0531] 用AxoScan(Axometrics, Inc制,商品名)测定制作出的相位差层的延迟的结果为126nm。

[0532] (3-2) 选择反射层的制作

[0533] 在室温下,使用线棒将上述中制备出的胆甾醇型液晶层(UV1)形成用涂布液以干燥后的膜的厚度成为后述表3中记载的膜厚的方式涂布到得到的相位差层的表面上,得到涂布层。

[0534] 在室温下,将涂布层干燥30秒之后,在85℃的气氛下加热了2分钟。然后,在氧浓度1000ppm以下的环境下,利用Fusion UV Systems, INC.制D灯泡(60mW/cm²的灯)在60℃下以60%的输出照射6~12秒紫外线,固定胆甾醇型液晶相,得到后述表3中记载的膜厚的胆甾醇型液晶层UV1。

[0535] 接着,将胆甾醇型液晶层B1、胆甾醇型液晶层G1及胆甾醇型液晶层R1以成为后述表3中记载的膜厚的方式依次层叠到得到的胆甾醇型液晶层UV1的表面上,得到在相位差层上层叠4层胆甾醇型液晶层而成的层叠体。

[0536] 另外,关于各胆甾醇型液晶层B1、G1及R1,在上述胆甾醇型液晶层UV1的制作中,使用对应的各胆甾醇型液晶层(B1、G1及R1)形成用涂布液代替了胆甾醇型液晶层(UV1)形成用涂布液,除此之外,以相同的方式分别制作出1层。

[0537] 另外,在No.106的选择反射层的制作中,未设置胆甾醇型液晶层UV1,而变更为将胆甾醇型液晶层B1层叠到相位差层的表面上,除此之外,以相同的方式进行了制作。

[0538] (3-3) 偏振光转换层的制作

[0539] 接着,将上述中制备出的偏振光转换层形成用涂布液以膜厚成为1.7μm的方式涂布到得到的层叠体中胆甾醇型液晶层的最表面上,形成了偏振光转换层(扭曲层)。另外,关于偏振光转换层的形成,在上述胆甾醇型液晶层的制作中,使用偏振光转换层形成用涂布液代替了胆甾醇型液晶层形成用涂布液,除此之外,以相同的方式进行了制作。

[0540] 得到的偏振光转换层为选择反射中心波长λ10000nm且节距数0.265的扭曲层。

[0541] 如此,制作出相位差层、选择反射层及偏振光转换层依次层叠于支撑体(透明基材)而成的层叠体(将该层叠体还称为“反射膜”)。

[0542] <1-2>由直线偏振光反射膜构成的选择反射层(电介质多层膜)的制作

[0543] 根据日本特表平9-506837号公报中记载的方法如下制作出由直线偏振光反射膜构成的选择反射层。

[0544] 使用乙二醇作为二醇,在标准聚酯树脂合成釜中分别合成了2,6-聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)及萘二甲酸酯70摩尔%和对苯二甲酸酯30摩尔%的共聚酯(coPEN)。

[0545] 将得到的PEN及coPEN的单层膜挤压成型,在约150℃下以5:1的拉伸比进行拉伸,并在约230℃下进行了30秒热处理。该拉伸热处理的结果,确认到PEN膜的与慢轴(取向轴)相关的折射率约为1.86,与横轴相关的折射率为1.64,coPEN膜为各向同性,折射率约为1.64。

[0546] 接着,通过调整拉伸比,确认到PEN膜的与慢轴相关的折射率约为1.71,与横轴相关的折射率为1.64,coPEN膜为各向同性,折射率约为1.64。即,作为光学各向异性层的PEN膜的慢轴方向上的折射率与作为光学各向同性层的coPEN膜的折射率之差 Δn 为0.07。

[0547] 接着,拉伸对PEN及coPEN进行同时挤压而得的层叠体,并对其进行处理,由此制作出直线偏振光反射膜(还称为“反射膜”)。该直线偏振光反射膜的厚度约为28 μm ,并且依次具有交替具有各44层下述表2的UV2列中示出的膜厚的PEN和coPEN的直线偏振光反射层UV2、交替具有各44层下述表2的B2列中示出的膜厚的PEN和coPEN的直线偏振光反射层B2、交替具有各39层G2列中示出的膜厚的PEN和coPEN的直线偏振光反射层G2及交替具有各38层R2列中示出的膜厚的PEN和coPEN的直线偏振光反射层R2。

[0548] 具体而言,在与日本特表平9-506837号公报的实施例1中记载的条件相同的条件下,使用安装有标准挤压模具的88槽供给块分别制作出与下述表2的UV2层、B2层、G2层及R2层对应的拉伸前的各层叠体之后,在约150℃下以5:1的拉伸比对将它们全部层叠而成的层叠体进行单轴拉伸,并在空气烘箱内,在约230℃下对拉伸后的层叠体进行30秒热处理,制作出直线偏振光反射膜。

[0549] 例如,在295℃的条件下对与下述表2的UV2层对应的拉伸前的层叠体进行了挤压成型,以使其成为反射波长445nm的光学四分之一波长厚度,PEN约以7.9磅/小时进行了挤压,coPEN以7.6磅/小时进行了挤压。根据相同的概念对与其他B2层、G2层及R2层分别对应的拉伸前的层叠体也进行了挤压成型。

[0550] 另外,表2中记载的选择反射中心波长及反射峰的半峰宽为通过后述的[评价 α]选择反射层的反射光谱的测定测得的值。

[0551] [表2]

直线偏振光反射层	UV2	B2	G2	R2
选择反射中心波长(60°)	380nm	450nm	520nm	640nm
选择反射中心波长(5°)	445nm	526nm	608nm	748nm
PEN膜厚度	65.1nm	76.9nm	88.9nm	109.4nm
coPEN膜厚度	67.8nm	80.2nm	92.7nm	114.0nm
反射峰的半峰宽(60°)	30nm	25nm	45nm	48nm

[0553] <2-1>具有由胆甾醇型液晶层构成的选择反射层的挡风玻璃的制作

[0554] 使用上述中制作出的支撑体(透明基材)、相位差层、选择反射层及偏振光转换层依次层叠而成的层叠体,制作出第2玻璃板、中间膜、偏振光转换层、选择反射层(胆甾醇型液晶层)、相位差层、支撑体(透明基材)、热封层及第1玻璃板依次层叠而成的层叠体。

[0555] 另外,关于上述层叠体中的热封层,使用线棒在由胆甾醇型液晶层构成的选择反射层的支撑体(透明基材)侧涂布热封层形成用涂布液之后,使其干燥,并在50℃下进行1分钟加热处理,由此形成了厚度1 μm 的热封层。

[0556] 将得到的层叠体在90℃、10kPa(0.1气压)下保持1小时之后,利用高压釜

(Kurihara Seisakusho Co.,Ltd.制)在115℃、1.3MPa(13气压)下加热20分钟,去除气泡,得到挡风玻璃No.101~104、106及c11。

[0557] <2-2>具有由直线偏振光反射膜构成的选择反射层的挡风玻璃的制作

[0558] 使用上述中制作出的直线偏振光反射膜,制作出第2玻璃板、中间膜、选择反射层(电介质多层膜)、中间膜及第1玻璃板依次层叠而成的层叠体。将得到的层叠体在90℃、10kPa(0.1气压)下保持1小时之后,利用高压釜(Kurihara Seisaku sho Co.,Ltd.制)在115℃、1.3MPa(13气压)下加热20分钟,去除气泡,得到挡风玻璃No.105。

[0559] 另外,以直线偏振光反射膜中的直线偏振光反射层UV2成为第1玻璃板侧且直线偏振光反射层R2成为第2玻璃板侧的方式进行了层叠。

[0560] 上述挡风玻璃是将各层切割成与上述第1玻璃板及第2玻璃板相同的形状而使用的。

[0561] 用于上述挡风玻璃的制作的玻璃板、中间膜、热封层形成用涂布液分别如下。

[0562] 作为第1玻璃板及第2玻璃板,使用了纵120mm×横100mm、厚度2mm的玻璃板(Central Glass Co.,Ltd.制,FL2,可见光线透射率90%)。

[0563] 并且,作为中间膜,使用了SEKISUI CHEMICAL CO.,LTD.制厚度0.38mm的PVB(聚乙烯醇缩丁醛)膜。

[0564] 并且,热封层的制作使用了将下述成分混合成以下所示的组成比而制备出的热封层形成用涂布液。

[0565] (热封层形成用涂布液)

[0566] • PVB片(SEKISUI CHEMICAL CO.,LTD.制,S-LEC膜) 5.0质量份

[0567] • 甲醇 90.25质量份

[0568] • 丁醇 4.75质量份

[0569] 下述表3中汇总示出各挡风玻璃中的选择反射层所涉及的结构。

[0570] 另外,关于No.c11中的选择反射层,在No.103的选择反射层的制作中,分别使用日本特开2018-81296号公报的表2中记载的反射层的各涂布液(UV、B、G及R)代替了各胆甾醇型液晶层(UV1、B1、G1及R1)形成用涂布液,除此之外,以相同的方式进行了制作。

[0571] No.c11中的各胆甾醇型液晶层(UV3、B3、G3及R3)的光学特性与日本特开2018-81296号公报的表3中记载的各反射层(UV、B、G及R)的光学特性分别相同。

[0572] 并且,在后述的[评价α]选择反射层的反射光谱的测定中,关于具有将光入射角设定为60°进行测定的No.c11的选择反射层的各选择反射中心波长的反射峰的半峰宽,胆甾醇型液晶层UV3为30nm,胆甾醇型液晶层B3为35nm,胆甾醇型液晶层G3为45nm,胆甾醇型液晶层R3为47nm。

[0573] [表3]

No.	选择反射层		
	原材料	选择反射中心波长 (60°)	膜厚
101	低 Δn 液晶	UV1 层: 380nm B1 层: 450nm G1 层: 520nm R1 层: 640nm	UV1 层: 4.0 μm B1 层: 4.1 μm G1 层: 3.9 μm R1 层: 4.1 μm
102	低 Δn 液晶	UV1 层: 380nm B1 层: 450nm G1 层: 520nm R1 层: 640nm	UV1 层: 4.0 μm B1 层: 4.1 μm G1 层: 4.2 μm R1 层: 4.3 μm
103	低 Δn 液晶	UV1 层: 380nm B1 层: 450nm G1 层: 520nm R1 层: 640nm	UV1 层: 3.0 μm B1 层: 3.5 μm G1 层: 4.0 μm R1 层: 4.5 μm
[0574] 104	低 Δn 液晶	UV1 层: 380nm B1 层: 450nm G1 层: 520nm R1 层: 640nm	UV1 层: 3.0 μm B1 层: 3.5 μm G1 层: 4.0 μm R1 层: 4.5 μm
105	由 PEN 和 coPEN 构成的 电解质多层膜	UV2 层: 380nm B2 层: 450nm G2 层: 520nm R2 层: 640nm	UV2 层: 5.8 μm B2 层: 6.9 μm G2 层: 7.1 μm R2 层: 8.5 μm
106	低 Δn 液晶	B1 层: 450nm G1 层: 520nm R1 层: 640nm	B1 层: 4.1 μm G1 层: 3.9 μm R1 层: 4.1 μm
c11	低 Δn 液晶	UV3 层: 380nm B3 层: 450nm G3 层: 530nm R3 层: 610nm	UV3 层: 3.0 μm B3 层: 3.5 μm G3 层: 4.0 μm R3 层: 4.5 μm

[0575] [实施例2]平视显示器的设计

[0576] 将具备上述中制作出的挡风玻璃No.101~106及c11和包括用于形成投影像的激光光源的投影仪的平视显示器No.201~206及c21设计成各挡风玻璃中的第2玻璃板侧成为激光光源的光所入射的一侧。

[0577] 平视显示系统No.201~206为本发明的平视显示系统,平视显示系统No.c21为比较用平视显示系统。

[0578] 并且,后述表4中汇总示出各挡风玻璃中的选择反射层的反射特性和各激光光源的输出功率、以及各平视显示系统中选择反射层的反射率与激光的亮度之间的关系、图像色调及反射色调的评价结果。

[0579] [评价 α]选择反射层的反射光谱的测定

[0580] 将黑色PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)膜(光吸收体)贴合到制作出的挡风玻璃的第1玻璃板侧的背面。

[0581] 使用分光光度计(JASCO Corporation制,V-670)使P偏振光或S偏振光从挡风玻璃的第2玻璃板相对于挡风玻璃表面的法线方向从所期望的角度的方向分别入射,分别测定了波长300~800nm的带的P偏振光及S偏振光的反射光谱。求出测得的P偏振光的反射光谱和S偏振光的反射光谱的平均值(平均反射光谱)。图6所示的曲线图为使光相对于挡风玻璃No.101的表面的法线方向以5°的角度入射而测得的反射光谱,图7所示的曲线图为使光相对于挡风玻璃No.101的表面的法线方向以60°的角度入射而测得的反射光谱。

[0582] 在本发明中,选择反射中心波长(60°)、反射率(60°)及半峰宽(60°)表示根据使光

相对于挡风玻璃表面的法线方向以 60° 的角度入射而测得的反射光谱计算出的值,选择反射中心波长(5°)表示根据使光相对于挡风玻璃表面的法线方向以 5° 的角度入射而测得的反射光谱计算出的值。

[0583] 另外,P偏振光入射时的反射率和S偏振光入射时的反射率的平均值的含义与非偏振光(自然光)入射时的反射率的含义相同。即,P偏振光的反射光谱和S偏振光的反射光谱的平均值的含义与自然光入射时的反射光谱的含义相同。

[0584] 通过上述方法,根据自然光反射率的最大值、成为自然光反射率的最小的极大值与最小的极小值的中间的反射率的两个波长,由计算出的P偏振光和S偏振光的反射光谱的平均值分别计算出了波长400nm以上且小于500nm的带、波长500nm以上且小于600nm的带及波长600nm~700nm的带的各选择反射中心波长 λ 及其半峰宽 $\Delta\lambda$ 。并且,各选择反射中心波长 λ 下的反射率设为计算出的P偏振光和S偏振光的反射光谱的平均值中的选择反射中心波长 λ 下的反射率的值。

[0585] [评价1]反射色调的评价

[0586] 使自然光从第1玻璃板侧相对于第1玻璃板的法线方向从 5° 的方向入射,并使用分光光度计(JASCO Corporation制,V-670)从第1玻璃板的法线方向(图5中的观察位置5)测定了反射率光谱。根据JIS(日本工业标准)R3106,在380~780nm内的每10nm波长下,将与视见率对应的系数及D65光源的发射光谱分别乘以反射率计算出了反射率,并根据该光谱计算出了反射色调的 a^* 及 b^* 。

[0587] 并且,在将自然光的入射角度相对于第1玻璃板的法线方向变更为 60° 的方向的情况下,也以相同的方式进行了计算。

[0588] 按照下述评价基准评价了反射色调。在本试验中,若评价为“AA~B”,则反射色调被充分抑制,从而优选。另外,在下述表4中,反射色调的 5° 及 60° 的栏中记载的评价分别相当于使自然光相对于第1玻璃板的法线方向从 5° 或 60° 的方向入射时的评价。

[0589] -评价基准(反射色调) -

[0590] AA: $|a^*| \leq 3$ 且 $|b^*| \leq 3$,投射白色时,看起来像白色。

[0591] A: $|a^*| \leq 5$ 且 $|b^*| \leq 5$ (其中,对应于上述AA的部分除外),投射白色时,看起来大致像白色。

[0592] B: $|a^*| \leq 7$ 且 $|b^*| \leq 7$ (其中,对应于上述AA或A的部分除外),投射白色时,看起来略带色调。

[0593] [评价2]图像色调的评价

[0594] 将投影仪的激光光源的各颜色的输出功率调整成下述表4中记载的值,并从投影仪相对于第2玻璃板的法线方向从 60° 的方向投射了白色图像。使用TOPCON CORPORATION制色彩亮度计BM-5A(商品名)来测定该图像的色调,并按照下述评价基准进行了评价。

[0595] 更详细而言,以图5所示的配置进行了图像色调的评价。以长边为横向且以短边为纵向,使制作出的挡风玻璃1以第2玻璃板侧成为下方的方式倾斜,并从配置于该第2玻璃板侧的投影仪2向第2玻璃板投射图像,使用色彩亮度计3对该投影图像测定了色调。

[0596] 作为投影仪2,使用了由具有蓝色光、绿色光及红色光的激光光源的RGB光源模块和MEMS反射镜构成的投影仪。投影仪2与挡风玻璃1之间的距离设为500mm。评价使用了p偏振光,即,图5中其电矢量振动面与纸面平行的直线偏振光。

- [0597] 在本试验中,评价“AA~B”为合格等级。
- [0598] -评价基准(图像色调)-
- [0599] AA: $|a^*| \leq 3$ 且 $|b^*| \leq 3$,图像看起来像白色。
- [0600] A: $|a^*| \leq 5$ 且 $|b^*| \leq 5$ (其中,对应于上述AA的部分除外),图像看起来大致像白色。
- [0601] B: $|a^*| \leq 7$ 且 $|b^*| \leq 7$ (其中,对应于上述AA或A的部分除外),图像看起来略带色调。
- [0602] C: $|a^*| \leq 9$ 且 $|b^*| \leq 9$ (其中,对应于上述AA、A及B中的任一个的部分除外),图像看起来带有色调。
- [0603] [评价 β]激光的亮度的测定
- [0604] 如下测定了上述[评价2]图像色调的评价的激光光源的输出功率的条件下的各颜色激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 。
- [0605] L_B 是使用TOPCON CORPORATION制色彩亮度计BM-5A(商品名)测定将蓝色激光光源的输出功率设定为49mW时的投影机2的亮度而得的。 L_G 及 L_R 也同样地是使用TOPCON CORPORATION制色彩亮度计BM-5A(商品名)测定表4中记载的绿色及红色激光光源的输出功率的条件下的亮度而得的。
- [0606] 根据如此测得的从投影机2射出的光中的激光的亮度 L_B 、 L_G 及 L_R 与选择反射层的反射率 R_B 、 R_G 及 R_R 的乘积计算出了 X_B 、 X_G 及 X_R ,并且计算出了它们的比 X_B/X_G 、 X_B/X_R 、 X_G/X_R 。
- [0607] [评价3]可见光线透射率的评价
- [0608] 使自然光从第1玻璃板侧相对于第1玻璃板的法线方向从 0° 的方向入射,并使用分光光度计(JASCO Corporation制,V-670)从第2玻璃板侧的法线方向测定了透射率光谱。根据JIS R3106,在380~780nm内的每10nm波长下,将与视见率对应的系数及A光源的发射光谱分别乘以透射率计算出了透射率。
- [0609] 本发明的平视显示系统No.201~206中的挡风玻璃No.101~106的透射率均为80%以上,这是透射率在代替第1玻璃板及第2玻璃板而用绿色玻璃形成夹层玻璃的情况下也会充分超过70%的等级。

[0610]

[表 4]

No.	挡风玻璃 No.	选择反射波长 (60°)			反射率 (60°)			RB/RG	激光光源的输出功率				XB/XG	XB/XR	XG/XR	评价		
		λB	λG	λR	RB	RG	RR		功率 调整	PB	PG	PR				反射色调		
																5°	60°	图像色调
201	101	450	520	640	44	39	38	1.13	有	49	56	60	0.99	0.95	0.96	AA	A	A
202	102	450	520	640	44	42	40	1.05	有	49	56	60	0.92	0.90	0.98	A	A	A
203	103	450	520	640	38	40	42	0.95	有	49	49	49	0.95	0.90	0.95	A	B	A
204	104	450	520	640	38	40	42	0.95	有	49	51	54	0.91	0.82	0.90	A	B	B
205	105	450	520	640	44	39	38	1.13	有	49	56	60	0.99	0.95	0.96	AA	A	A
206	106	450	520	640	44	39	38	1.13	有	49	56	60	0.99	0.95	0.96	B	A	A
c21	c11	450	530	610	38	40	42	0.95	无	49	59	93	0.79	0.48	0.60	A	B	C

[0611] (表的备注)

[0612] 选择反射波长(60°)表示选择反射中心波长(60°),单位为nm,反射率(60°)的单位

为%，激光光源的功率的单位为mW。

[0613] PB、PG及PR依次表示蓝色激光的输出功率、绿色激光的输出功率及红色激光的输出功率。

[0614] RB/RG表示反射率之比，表示“/”的左侧的值与“/”的右侧的值之比。

[0615] 表中的XB/XG相当于规定(a)中的 X_B/X_G ，表中的XB/XR相当于规定(b)中的 X_B/X_R ，表中的XG/XR相当于规定(c)中的 X_G/X_R 。

[0616] 由表4的结果可知以下内容。

[0617] 在挡风玻璃中的选择反射层和用于形成投影像的激光光源不满足规定(a)~(c)的比较用平视显示系统No.c21中，投射的图像看起来带有色调(图像色调的评价“C”)，较差。

[0618] 相对于此，在满足规定(a)~(c)的本发明的平视显示系统No.201~206中，投射的图像几乎不带色调，为接近中性色调的色调(图像色调的评价“A”~“B”)，表现出了优异的图像色调。

[0619] 并且，在本发明的平视显示系统No.201~206中，从外观观察的反射色调本身也表现出了与比较用平视显示系统No.c21相同等级以上的高透明性。

[0620] 对本发明与其实施方式一并进行了说明，但若无特别指定，则无意将本发明限定于说明的任何细节，认为应在不违背所附权利要求书所示的发明的精神和范围的情况下进行广泛解释。

[0621] 本申请主张基于2021年9月30日于日本进行专利申请的日本特愿2021-162101的优先权，并将其内容通过参考编入到本说明书中作为本说明书的记载的一部分。

[0622] 符号说明

[0623] 1-挡风玻璃,2-投影仪,3-色彩亮度计,5-观察位置,10-反射膜,10A-直线偏振光反射膜,10B-直线偏振光反射膜,11-选择反射层,12-胆甾醇型液晶层,12R-具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_r 的胆甾醇型液晶层,12G-具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_g 的胆甾醇型液晶层,12B-具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_b 的胆甾醇型液晶层,13R-具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_r 的第1层叠部,13G-具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_g 的第2层叠部,13B-具有光入射角 60° 下的选择反射中心波长 λ_b 的第3层叠部,13Ra、13Ga、13Ba-光学各向异性层,13Rb、13Gb、13Bb-光学各向同性层,14-偏振光转换层,16-相位差层,18-透明基材,20-平视显示系统(HUD系统),22-投影仪,24、24A、24B-挡风玻璃,28-第2玻璃板,30-第1玻璃板,36-中间膜,38-粘接剂层(热封层),D-驾驶员, n_{e1} -光学各向异性层的慢轴方向上的折射率, n_{o1} -光学各向异性层的与慢轴正交的方向上的折射率, n_{o2} -光学各向同性层的折射率,Y-上下方向。

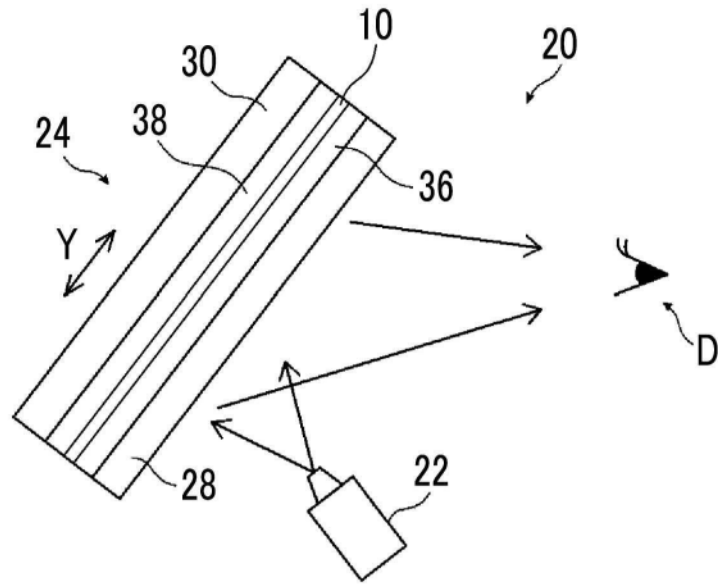


图1

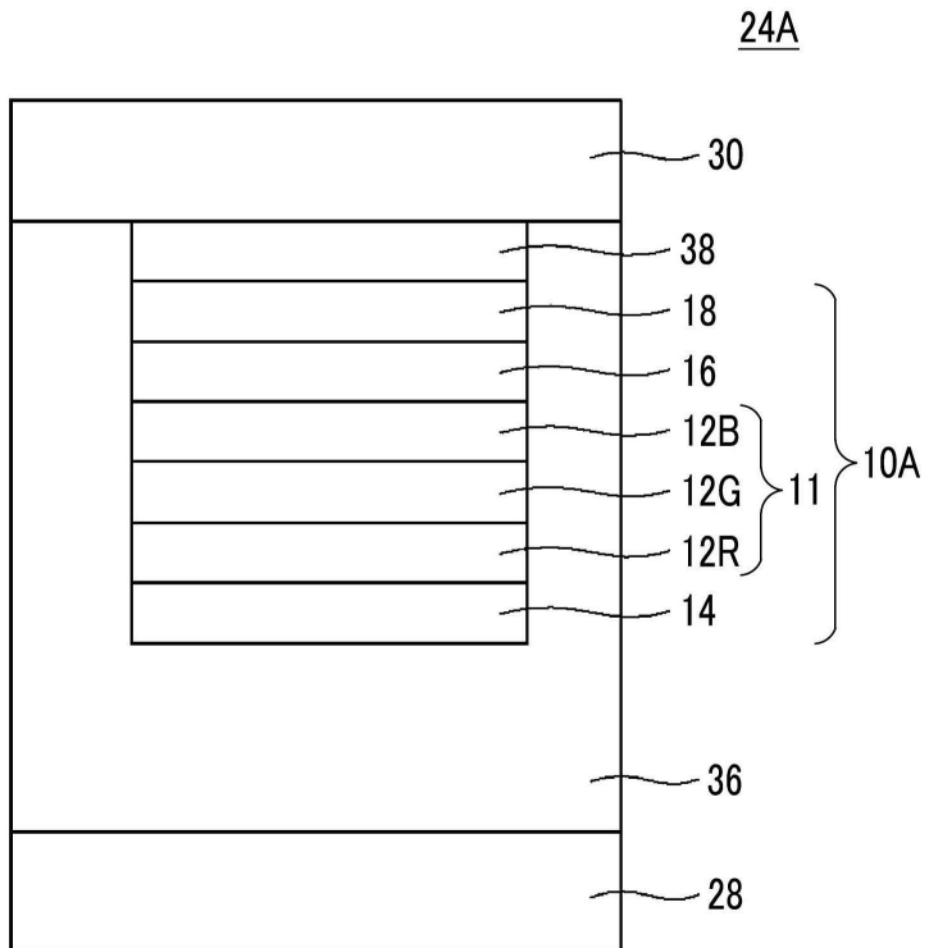


图2

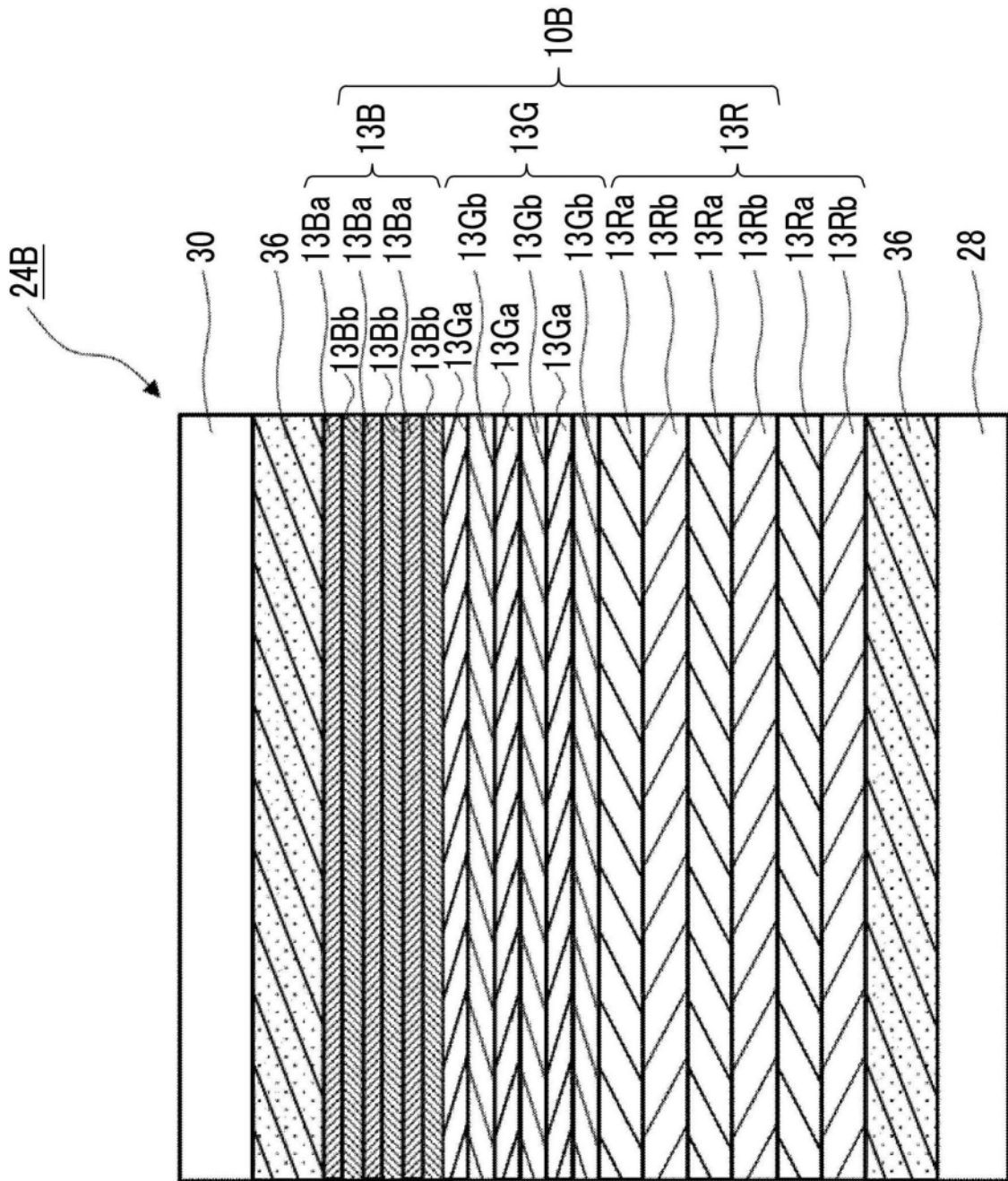


图3

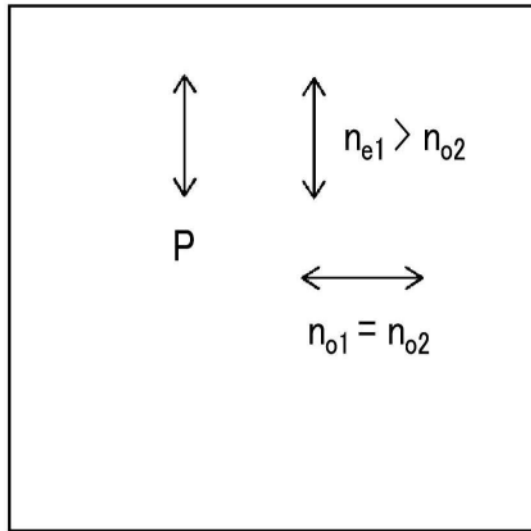


图4

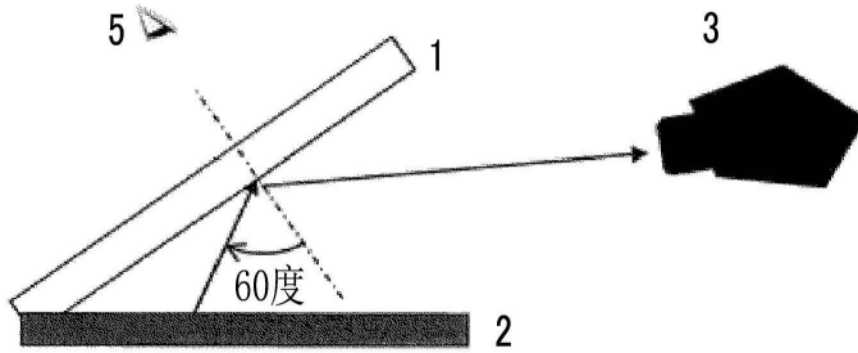


图5

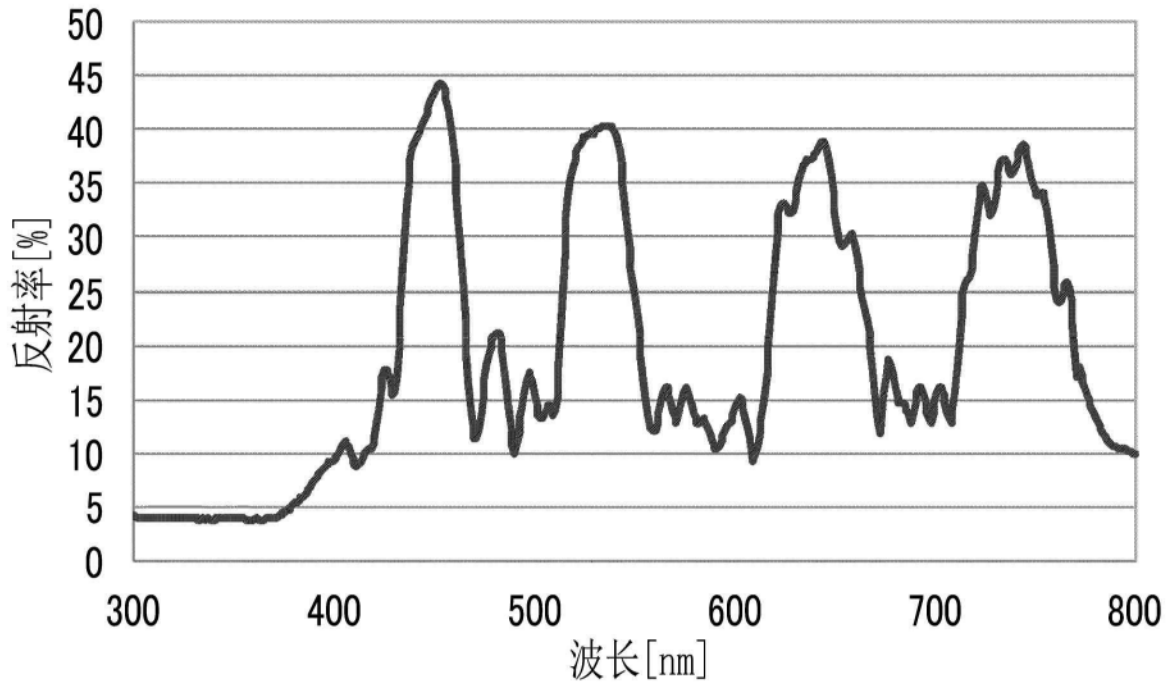


图6

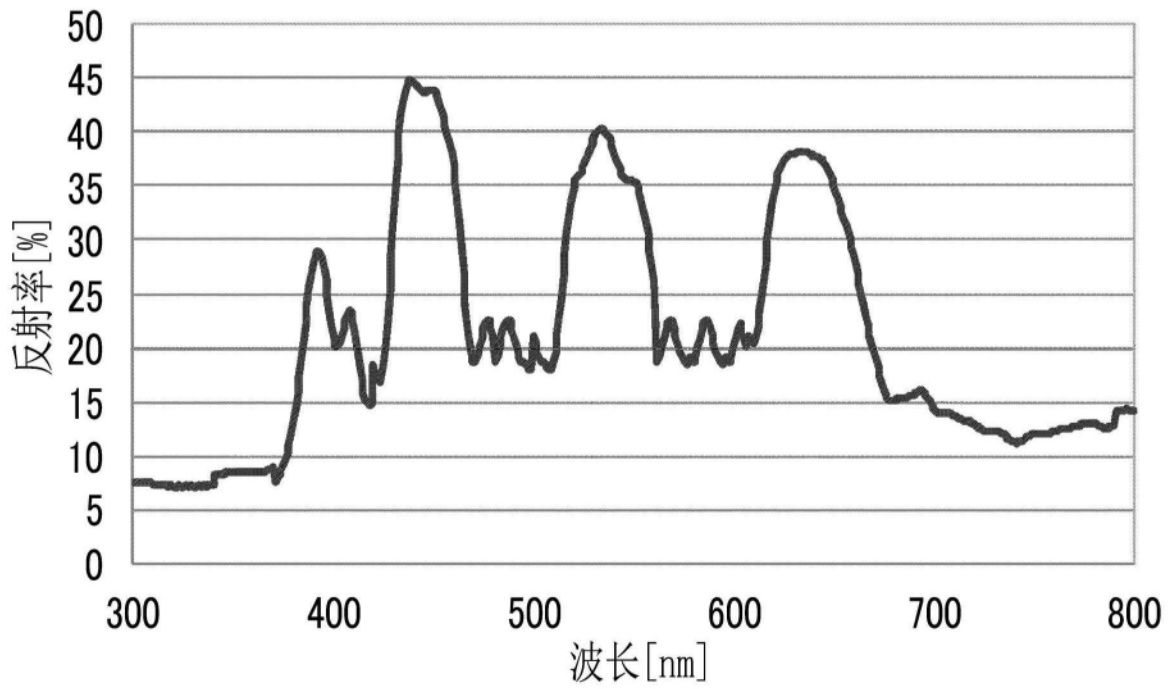


图7