



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109388007 A

(43)申请公布日 2019.02.26

(21)申请号 201810862333.3

(22)申请日 2018.08.01

(30)优先权数据

2017-149708 2017.08.02 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 柏木章宏

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 邓毅

(51)Int.Cl.

G03B 21/20(2006.01)

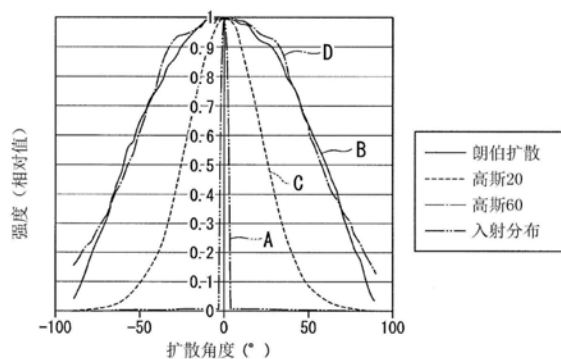
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

照明装置和投影仪

(57)摘要

照明装置和投影仪,能够实现小型化。该照明装置具有:光源装置,其射出包含第1偏振成分的第1光;无焦光学系统,其具有以使光轴方向一致的方式配置的第1透镜和第2透镜,缩小第1光的光束直径;偏振调整元件,其使第1光通过而形成包含第1偏振成分以及与第1偏振成分垂直的第2偏振成分的第2光;偏振分离元件,其将第2光分离为第1偏振成分的光和第2偏振成分的光;扩散元件,由偏振分离元件分离得到的光中的一方入射到该扩散元件;以及荧光发光元件,由偏振分离元件分离得到的光中的另一方入射到该荧光发光元件。此外,偏振调整元件位于第1透镜与第2透镜之间。



1. 一种照明装置,其具有:

光源装置,其射出包含第1偏振成分的第1光;

无焦光学系统,其具有以使光轴方向一致的方式配置的第1透镜和第2透镜,缩小所述第1光的光束直径;

偏振调整元件,其使所述第1光通过而形成包含所述第1偏振成分和与所述第1偏振成分垂直的第2偏振成分的第2光;

偏振分离元件,其将所述第2光分离为所述第1偏振成分的光和所述第2偏振成分的光;

扩散元件,由所述偏振分离元件分离得到的光中的一方入射到该扩散元件;以及

荧光发光元件,由所述偏振分离元件分离得到的光中的另一方入射到该荧光发光元件,

所述偏振调整元件位于所述第1透镜与所述第2透镜之间。

2. 根据权利要求1所述的照明装置,其中,

所述光源装置射出的光为蓝色光,

所述荧光发光元件进行波长转换而射出的光为黄色光。

3. 根据权利要求1或2所述的照明装置,其中,

该照明装置具有偏振调整机构,该偏振调整机构使所述偏振调整元件在与所述第1光的中心轴交叉的面内旋转,从而对所述第2光中的所述第1偏振成分与所述第2偏振成分的比率进行调整。

4. 根据权利要求1~3中的任意一项所述的照明装置,其中,

该照明装置具有聚光光学系统,该聚光光学系统配置在所述偏振分离元件与所述扩散元件之间的光路中,

由所述偏振分离元件分离得到的所述第2偏振成分的光被所述聚光光学系统会聚而入射到所述扩散元件。

5. 根据权利要求4所述的照明装置,其中,

所述偏振分离元件对所述第1偏振成分的光进行反射,使所述第2偏振成分的光透过,

透过所述偏振分离元件的所述第2偏振成分的光入射到所述扩散元件,

由所述偏振分离元件反射的所述第1偏振成分的光入射到所述荧光发光元件。

6. 根据权利要求4所述的照明装置,其中,

所述偏振分离元件使所述第1偏振成分的光透过,对所述第2偏振成分的光进行反射,

由所述偏振分离元件反射的所述第2偏振成分的光入射到所述扩散元件,

透过所述偏振分离元件的所述第1偏振成分的光入射到所述荧光发光元件。

7. 根据权利要求1~6中的任意一项所述的照明装置,其中,

所述偏振调整元件为1/2波长板。

8. 根据权利要求1~6中的任意一项所述的照明装置,其中,

所述偏振调整元件为1/4波长板。

9. 一种投影仪,其具有:

权利要求1~8中的任意一项所述的照明装置;

光调制装置,其根据图像信息对从所述照明装置射出的光进行调制,从而形成图像光;以及

投射光学系统,其投射所述图像光。

照明装置和投影仪

技术领域

[0001] 本发明涉及照明装置和投影仪。

背景技术

[0002] 专利文献1中公开了包含固体光源单元、分色镜、荧光发光板和偏振方向转换部的光源装置,该固体光源单元具有半导体激光器。在该光源装置中,从固体光源单元射出的光进行线偏振。进行线偏振的光穿过缩小光束直径的一对透镜、和对入射的线偏振光的偏振方向进行转换的相位差板而入射到分色镜。入射到分色镜的光被偏振分离为S偏振成分和P偏振成分。S偏振成分激励荧光发光板,使其发出荧光,P偏振成分被偏振方向转换部转换为偏振光,被分色镜反射。由此,来自荧光发光板的色光和来自偏振方向转换部的色光被分色镜合成后射出。

[0003] 专利文献1:日本特开2012-137744号公报

[0004] 缩小入射到分色镜的光的光束直径的一对透镜被称作无焦光学系统。无焦光学系统的一对透镜为了使光束充分缩小,需要充分隔开地配置。无焦光学系统的一对透镜之间的间隙为无法配置其它部件的死区,成为使照明装置增大的主要原因之一。

发明内容

[0005] 本发明的一个方式是为了解决上述课题而完成的,其目的在于提供一种能够实现小型化的照明装置。

[0006] 为了达到上述目的,本发明的一个方式的照明装置具有:光源装置,其射出包含第1偏振成分的第1光;无焦光学系统,其具有以使光轴方向一致的方式配置的第1透镜和第2透镜,缩小所述第1光的光束直径;偏振调整元件,其使所述第1光通过而形成包含所述第1偏振成分和与所述第1偏振成分垂直的第2偏振成分的第2光;偏振分离元件,其将所述第2光分离为所述第1偏振成分的光和所述第2偏振成分的光;扩散元件,由所述偏振分离元件分离得到的光中的一方入射到该扩散元件;以及荧光发光元件,由所述偏振分离元件分离得到的光中的另一方入射到该荧光发光元件,所述偏振调整元件位于所述第1透镜与所述第2透镜之间。

[0007] 根据上述结构,偏振调整元件配置在无焦光学系统的第1透镜与第2透镜之间。因此,与将偏振调整元件配置于无焦光学系统的后级的现有构造相比,能够使照明装置减小用于配置偏振调整元件的空间。

[0008] 此外,无焦光学系统使平行光入射并射出使光束直径缩小后的平行光。因此,非平行光入射到位于第1透镜与第2透镜之间的偏振调整元件。更具体而言,入射到偏振调整元件的第1光的入射角随着远离第1光的中心轴而增大。透过偏振调整元件的光的偏振状态取决于偏振调整元件内的透过距离而发生变化。即,当非平行光入射到偏振调整元件时,偏振状态与入射角对应地发生变化。更具体而言,当第1偏振成分的光入射到偏振调整元件的入射角增大时,第2光中的第2偏振成分的比率增大。因此,根据上述结构,形成随着从中心轴

朝向外侧而使第2偏振成分的比率增大的第2光。由此,作为入射到扩散元件或者荧光发光元件的光,能够随着远离中心轴而使较强的光入射,其结果,能够获得良好的扩散性。

[0009] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,所述光源装置射出的光为蓝色光,所述荧光发光元件进行波长转换而射出的光为黄色光。

[0010] 根据上述结构,能够使得从扩散元件射出的光为蓝色光、从荧光发光元件射出的光为黄色光。因此,通过对从扩散元件射出的光(蓝色光)和从荧光发光元件射出的光(黄色光)进行合成,能够形成白色光。

[0011] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,该照明装置具有偏振调整机构,该偏振调整机构使所述偏振调整元件在与所述第1光的中心轴交叉的面内旋转,从而对所述第2光中的所述第1偏振成分与所述第2偏振成分的比率进行调整。

[0012] 根据上述结构,能够对被偏振分离元件分离并入射到扩散元件和荧光发光元件的光的比率进行调整。由此,能够调整从扩散元件和荧光发光元件射出的光的比率,进行抑制由于各部分的时效劣化而引起的明亮度下降的调整。此外,在从光源装置射出的光为蓝色光、荧光发光元件进行波长转换而射出的光为黄色光的情况下,通过利用偏振调整机构调整入射到扩散元件和荧光发光元件的光的比率,能够调整合成而形成的白色光的色温。

[0013] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,该照明装置具有聚光光学系统,该聚光光学系统配置在所述偏振分离元件与所述扩散元件之间的光路中,由所述偏振分离元件分离得到的所述第2偏振成分的光被所述聚光光学系统会聚而入射到所述扩散元件。

[0014] 根据上述结构,被聚光光学系统会聚后的第2偏振成分的光入射到扩散元件。入射到扩散元件的第2偏振成分的光的入射角随着远离光轴而增大。此外,由于偏振调整元件的作用,第2偏振成分的光随着远离光轴而增强。并且,根据本发明人的深入研究可知,在使光入射到扩散元件的情况下,通过增大入射角,即使在扩散元件的扩散特性较小的情况下,也能够实现接近理想朗伯(Lambert)扩散的扩散。一般而言,扩散元件的扩散特性越大,越能够获得理想的朗伯特性,但具有后向散射增多等缺点。根据上述结构,通过增大入射到扩散元件的光中的、入射角较大的光的比率,能够在不增大扩散元件的扩散特性的情况下,使扩散元件的扩散接近朗伯扩散。

[0015] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,所述偏振分离元件对所述第1偏振成分的光进行反射,使所述第2偏振成分的光透过,透过所述偏振分离元件的所述第2偏振成分的光入射到所述扩散元件,由所述偏振分离元件反射的所述第1偏振成分的光入射到所述荧光发光元件。

[0016] 根据上述结构,能够采用如下构造:利用由偏振分离元件反射的光激励荧光发光体元件,使透过偏振分离元件的光入射到扩散元件。此外,根据上述结构,能够使第2偏振成分的光入射到扩散元件。由于偏振调整元件的作用,第2偏振成分的光随着远离光轴而增强,因此,通过使这样的光入射到扩散元件,能够使扩散元件的扩散接近朗伯扩散。

[0017] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,所述偏振分离元件使所述第1偏振成分的光透过,对所述第2偏振成分的光进行反射,由所述偏振分离元件反射的所述第2偏振成分的光入射到所述扩散元件,透过所述偏振分离元件的所述第1偏振成分的光入射到所述荧光发光元件。

[0018] 根据上述结构,能够采用如下构造:利用透过偏振分离元件的光激励荧光发光体元件,使由偏振分离元件反射的光入射到扩散元件。此外,根据上述结构,能够使第2偏振成分的光入射到扩散元件。由于偏振调整元件的作用,第2偏振成分的光随着远离光轴而增强,因此,通过使这样的光入射到扩散元件,能够使扩散元件的扩散接近朗伯扩散。

[0019] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,所述偏振调整元件为1/2波长板。

[0020] 根据上述结构,通过使用1/2波长板,能够在0%~100%之间调整第2光的第2偏振成分的比率。因此,在通过偏振分离元件的反射和透过使第1偏振成分与第2偏振成分分离的情况下,能够自由地调整透过偏振分离元件和被偏振分离元件反射的光的比率。一般而言,使由偏振分离元件分离得到的光中的10%~30%的光入射到扩散元件,使70%~90%的光入射到荧光发光元件,由此,能够使合成后的光为白色。根据上述结构,能够将第1偏振成分的比率调整为任何比率,因此,能够自由地设定扩散元件和荧光发光元件相对于偏振分离元件的配置。

[0021] 在本发明的一个方式的照明装置中,也可以构成为,所述偏振调整元件为1/4波长板。

[0022] 根据上述结构,通过使用1/4波长板,能够在0%~50%之间调整第1光的第2偏振成分的比率。因此,即使使1/4波长板在与第1光的中心轴交叉的面内旋转一周,第2偏振成分的比率也仅在0%~50%的范围内发生变化。因此,1/4波长板与1/2波长板相比,偏振成分比率相对于旋转角度的变化灵敏度较低。通过使用1/4波长板作为偏振调整元件,能够进行第2偏振成分的比率的精细调整。

[0023] 本发明的一个方式的投影仪的特征在于,具有:本发明的一个方式的照明装置;光调制装置,其根据图像信息对从所述照明装置射出的光进行调制,从而形成图像光;以及投射光学系统,其投射所述图像光。

[0024] 本发明的一个方式的投影仪具有本发明的一个方式的照明装置,由此,能够实现小型化。

附图说明

[0025] 图1是示出第1实施方式的投影仪的概略结构的俯视图。

[0026] 图2是示出第1实施方式的照明装置的概略结构图。

[0027] 图3是示意性示出第1实施方式的照明装置中的、入射到第1相位差板的光的光路的图。

[0028] 图4是示出与入射角对应的1/4波长板的偏振转换效率的曲线图。

[0029] 图5是示意性示出第1实施方式的照明装置中的扩散反射元件和入射到扩散反射元件的光的光路的图。

[0030] 图6是示出使入射角为0°的光束入射到扩散元件的情况下的扩散角度分布的曲线图。

[0031] 图7是示出使入射角为+50°和-50°的2种光束入射到扩散元件的情况下的扩散角度分布的曲线图。

[0032] 图8是示出可作为第1实施方式的第2相位差板使用的1/2波长板和1/4波长板的慢

轴角度和偏振转换效率的曲线图。

[0033] 图9是第2实施方式的照明装置的概略结构图。

[0034] 标号说明

[0035] 1:投影仪;2、102:照明装置;4B、4G、4R:光调制装置;6:投射光学系统;21:阵列光源(光源装置);23:无焦光学系统;23a:第1透镜;23b:第2透镜;27:荧光发光元件;28a:第1相位差板(偏振调整元件);28b:第2相位差板;28c:偏振调整机构;28d:第3相位差板;29:第2拾取光学系统(聚光光学系统);30:扩散反射元件(扩散元件);50、150:偏振分离元件;ax1、ax2:光轴;BL1:第1光束(第1光);BL2:第2光束(第2光)。

具体实施方式

[0036] [第1实施方式]

[0037] 以下,使用图1~图4对本发明的第1实施方式进行说明。

[0038] 本实施方式的投影仪是具有照明装置的液晶投影仪的一例,该照明装置使用了半导体激光器。

[0039] 为了容易观察特征,在以下的说明所使用的附图中,有时放大地示出该特征的一部分,各结构要素的尺寸比例等未必与实际相同。

[0040] [投影仪]

[0041] 首先,对图1所示的投影仪1的一例进行说明。

[0042] 图1是示出投影仪1的概略结构的俯视图。

[0043] 本实施方式的投影仪1是在屏幕(被投射面)SCR上显示彩色影像(图像)的投射型图像显示装置。投影仪1使用与红色光LR、绿色光LG、蓝色光LB的各色光对应的3个光调制装置。投影仪1使用能够获得高亮度/高输出的光的半导体激光器(激光光源),作为照明装置的光源。

[0044] 具体而言,投影仪1大致具有照明装置2、颜色分离光学系统3、光调制装置4R、光调制装置4G、光调制装置4B、合成光学系统5和投射光学系统6。

[0045] 颜色分离光学系统3将白色的照明光WL分离为红色光LR、绿色光LG和蓝色光LB。颜色分离光学系统3大致具有:第1分色镜7a和第2分色镜7b;第1全反射镜8a、第2全反射镜8b和第3全反射镜8c;以及第1中继透镜9a和第2中继透镜9b。

[0046] 第1分色镜7a具有将来自照明装置2的照明光WL分离为红色光LR和其它光(绿色光LG和蓝色光LB)的功能。第1分色镜7a使分离得到的红色光LR透过,并且对其它光(绿色光LG和蓝色光LB)进行反射。另一方面,第2分色镜7b具有将其它光分离为绿色光LG和蓝色光LB的功能。第2分色镜7b对分离得到的绿色光LG进行反射,并且使蓝色光LB透过。

[0047] 第1全反射镜8a配置在红色光LR的光路中,将透过第1分色镜7a的红色光LR朝向光调制装置4R反射。另一方面,第2全反射镜8b和第3全反射镜8c配置在蓝色光LB的光路中,将透过第2分色镜7b的蓝色光LB朝向光调制装置4B反射。另外,无需在绿色光LG的光路中配置全反射镜,绿色光LG被第2分色镜7b朝向光调制装置4G反射。

[0048] 第1中继透镜9a和第2中继透镜9b配置于蓝色光LB的光路中的第2分色镜7b的光射出侧。第1中继透镜9a和第2中继透镜9b具有如下功能:补偿由于蓝色光LB的光路长度比红色光LR或绿色光LG的光路长度长而引起的蓝色光LB的光损失。

[0049] 光调制装置4R在使红色光LR通过的期间内,根据图像信息对红色光LR进行调制,从而形成红色的图像光。光调制装置4G在使绿色光LG通过的期间内,根据图像信息对绿色光LG进行调制,从而形成绿色的图像光。光调制装置4B在使蓝色光LB通过的期间内,根据图像信息对蓝色光LB进行调制,从而形成蓝色的图像光。

[0050] 光调制装置4R、光调制装置4G、光调制装置4B例如使用了透射型液晶面板。此外,在各液晶面板的入射侧和射出侧分别配置有偏振片(未图示)。

[0051] 在光调制装置4R、光调制装置4G、光调制装置4B的入射侧分别配置有场透镜10R、场透镜10G、场透镜10B。场透镜10R、场透镜10G、场透镜10B使入射到各个光调制装置4R、光调制装置4G、光调制装置4B的红色光LR、绿色光LG、蓝色光LB平行化。

[0052] 来自光调制装置4R、光调制装置4G、光调制装置4B的图像光入射到合成光学系统5。合成光学系统5对入射的图像光进行合成,将合成后的图像光朝向投射光学系统6射出。合成光学系统5例如使用了十字分色棱镜。

[0053] 投射光学系统6由投射透镜组构成。投射光学系统6朝向屏幕SCR放大投射被合成光学系统5合成后的图像光。由此,在屏幕SCR上显示放大后的彩色影像(图像)。

[0054] [照明装置]

[0055] 接着,对应用了照明装置2所使用的本发明一个方式的照明装置的具体实施方式进行说明。

[0056] 图2是示出第1实施方式的照明装置的概略结构图。

[0057] 照明装置2具有阵列光源(光源装置)21、准直光学系统22、无焦光学系统23、第1相位差板(偏振调整元件)28a、偏振调整机构28c、均束器光学系统24、包含偏振分离元件50的光学元件25A、第1拾取光学系统26、荧光发光元件27、第2相位差板28b、第2拾取光学系统(聚光光学系统)29、扩散反射元件(扩散元件)30和均匀照明光学系统40。

[0058] 阵列光源21、准直光学系统22、无焦光学系统23、第1相位差板28a、均束器光学系统24、光学元件25A、第2相位差板28b、第2拾取光学系统29和扩散反射元件30依次排列配置在光轴ax1上。荧光发光元件27、第1拾取光学系统26和光学元件25A依次排列配置在光轴ax2上。光轴ax1和光轴ax2在同一面内彼此垂直。

[0059] 阵列光源21具有多个半导体激光器21a。多个半导体激光器21a在与光轴ax1垂直的同一面21c内,呈阵列状地排列配置。半导体激光器21a射出由线偏振的蓝色光形成的第1光束(第1光)BL1。第1光束BL1包含第1偏振成分。另外,除第1偏振成分以外,第1光束BL1还可以包含与第1偏振成分垂直的第2偏振成分。

[0060] 如后所述,第1光束BL1的一部分被偏振分离元件50分离,成为荧光体层34的激励光。此外,第1光束BL1的另一部分被偏振分离元件50分离,经过扩散反射元件30而成为图像显示用的蓝色光。

[0061] 从阵列光源21射出的第1光束BL1入射到准直光学系统22。准直光学系统22将从阵列光源21射出的第1光束BL1转换为平行光束。准直光学系统22例如由呈阵列状地排列配置的多个准直透镜22a构成。准直透镜22a的数量设置成与半导体激光器21a的数量相同。多个准直透镜22a分别与多个半导体激光器21a对应地配置。

[0062] 通过准直光学系统22而转换为平行光束的第1光束BL1入射到无焦光学系统23。无焦光学系统23缩小第1光束BL1的光束直径。

[0063] 无焦光学系统23具有以使光轴方向一致的方式配置的第1透镜23a和第2透镜23b。第1透镜23a相对于第2透镜23b位于准直光学系统22侧(即入射侧)。第1透镜23a为凸透镜。第1透镜23a使从准直光学系统22射出的平行光会聚并朝向第2透镜23b射出。第2透镜23b是第1透镜23a侧为凹面、朝向与凹面相反侧的面为平面的凹透镜。第2透镜23b使从第1透镜23a射出的光为平行光。

[0064] 另外,第1透镜23a和第2透镜23b的结构不限于本实施方式。例如,第1透镜23a和第2透镜23b可以均为凸透镜。在该情况下,在第1透镜23a与第2透镜23b之间,光线交叉。

[0065] 第1相位差板28a位于无焦光学系统23的第1透镜23a与第2透镜23b之间。第1相位差板28a使由第1透镜23a会聚的第1光束BL1通过。

[0066] 根据本实施方式,第1相位差板28a配置在无焦光学系统23的第1透镜23a与第2透镜23b之间。因此,与将第1相位差板28a配置于无焦光学系统的后级的现有构造相比,能够使照明装置2减小用于配置第1相位差板28a的空间。

[0067] 第1相位差板28a使第1光束BL1通过而形成包含第1偏振成分和第2偏振成分的第2光束(第2光)BL2。第2偏振成分与第1偏振成分垂直。

[0068] 在本实施方式中,第1相位差板28a为1/4波长板。作为1/4波长板的第1相位差板28a将线偏振的第1光束BL1转换为圆偏振的第2光束BL2。另外,在本说明书中,“圆偏振”是不仅包含2个偏振成分的强度相等的规则圆的偏振、还包含2个偏振成分的强度不同的椭圆偏振的概念。

[0069] 图3是示意性示出入射到第1相位差板28a的光的光路的图。

[0070] 如图3所示,入射到第1相位差板28a的第1光束BL1的入射角 θ 在作为第1光束BL1的中心轴的光轴ax1上为 0° ,随着远离光轴ax1而增大。第1相位差板28a内的光的透过距离随着第1光束BL1的入射角 θ 增大而变长,伴随于此,从第1相位差板28a射出的第2光束BL2的偏振状态发生变化。

[0071] 图4是示出使线偏振的光以 $0^\circ \sim 20^\circ$ 的范围的入射角 θ 入射到相当于本实施方式的第1相位差板28a的1/4波长板的情况下的偏振转换效率的曲线图。在图4中,横轴表示1/4波长板的慢轴相对于入射的线偏振光的偏振方向的角度。如图4所示,无论慢轴角度在任何范围内,偏振转换效率都随着线偏振的光的入射角 θ 增大而提高。

[0072] 在本实施方式中,当第1光束BL1的入射角 θ 增大时,第2光束BL2中的第2偏振成分的比率提高。入射角 θ 随着从光轴ax1远离而增大,因此,第2光束BL2的第2偏振成分的比率随着从光轴ax1朝向外侧而逐渐增大。

[0073] 如图2所示,偏振调整机构28c与第1相位差板28a连接。偏振调整机构28c使第1相位差板28a在与第1光束BL1的中心轴(在本实施方式中,为光轴ax1)交叉的面内旋转。即,偏振调整机构28c使第1相位差板28a的慢轴角度发生变化。由此,偏振调整机构28c对从第1相位差板28a射出的第2光束BL2中的第1偏振成分与第2偏振成分的比率调整。

[0074] 从无焦光学系统23射出的第2光束BL2入射到均束器光学系统24。均束器光学系统24将第2光束BL2的光强度分布转换为均匀的状态(所谓顶帽(Tophat)分布)。均束器光学系统24具有在光轴方向上排列的第1多透镜阵列24a和第2多透镜阵列24b。

[0075] 阵列光源21、准直光学系统22、无焦光学系统23、第1相位差板28a、偏振调整机构28c和均束器光学系统24构成光源单元25。本实施方式的光源单元25射出包含第1偏振成分

和第2偏振成分并进行圆偏振的第2光束BL2。从光源单元25照射的第2光束BL2入射到偏振分离元件50。

[0076] 在本实施方式中,本发明的第1偏振成分为相对于偏振分离元件50的S偏振成分,本发明的第2偏振成分为相对于偏振分离元件50的P偏振成分。在以下的说明中,将第1偏振成分称作S偏振成分、第2偏振成分称作P偏振成分。另外,在后述的变形例1中,在与本实施方式相同构造的照明装置2中,对本发明的第1偏振成分为相对于偏振分离元件50的P偏振成分、本发明的第2偏振成分为相对于偏振分离元件50的S偏振成分的情况进行说明。

[0077] 光学元件25A例如由具有波长选择性的分色棱镜构成。分色棱镜具有与光轴ax1形成 45° 的角度的倾斜面K。倾斜面K与光轴ax2也形成 45° 的角度。光学元件25A以使彼此垂直的光轴ax1、ax2的交点与倾斜面K的光学中心一致的方式进行配置。另外,作为光学元件25A,不限于如分色棱镜那样的棱镜形状,也可以使用平行平板状的分色镜。

[0078] 在倾斜面K上设置有具有波长选择性的偏振分离元件50。偏振分离元件50具有将第2光束BL2分离为S偏振成分(第1偏振成分)和P偏振成分(第2偏振成分)的偏振分离功能。具体而言,偏振分离元件50使第2光束BL2的S偏振成分反射,使第2光束BL2的P偏振成分透过。此外,偏振分离元件50具有颜色分离功能,即、对于波段与作为蓝色光的第2光束BL2不同的荧光YL,不论其偏振状态如何都使其透过。

[0079] 偏振分离元件50将圆偏振的第2光束BL2分离为相对于偏振分离元件50的S偏振成分(第1偏振成分)的第3光束BM_{se}3和P偏振成分(第2偏振成分)的第4光束BM_p4。S偏振成分的第3光束BM_{se}3被偏振分离元件50反射,朝向荧光发光元件27前进,被用作激励光。P偏振成分的第4光束BM_p4透过偏振分离元件50,朝向扩散反射元件30前进。即,由偏振分离元件50分离得到的光中的一方入射到扩散反射元件30,由偏振分离元件50分离得到的光中的另一方入射到荧光发光元件27。

[0080] 由偏振分离元件50反射的第3光束BM_{se}3经由第1拾取光学系统26入射到荧光发光元件27的荧光体层34。荧光体层34包含例如被波长460nm的激励光(第3光束BM_{se}3)激励的荧光体。荧光体生成例如在500~700nm的波段中具有峰值波长的荧光(黄色光)YL。

[0081] 从荧光体层34射出的荧光YL是偏振方向不一致的非偏振光。荧光YL在通过第1拾取光学系统26之后,入射到偏振分离元件50。偏振分离元件50具有无论偏振状态如何都使荧光YL透过的特性,因此,荧光YL透过偏振分离元件50,朝向均匀照明光学系统40前进。

[0082] 另一方面,经由偏振分离元件50的P偏振的第4光束BM_p4入射到第2相位差板28b。第2相位差板28b配置在偏振分离元件50与扩散反射元件30之间的光路中。本实施方式的第2相位差板28b为 $1/4$ 波长板。因此,从偏振分离元件50射出的P偏振的第4光束BM_p4被第2相位差板28b转换为圆偏振的第5光束BM_c5。在本实施方式中,第5光束BM_c5为右旋圆偏振光。然后,第5光束BM_c5入射到第2拾取光学系统29。

[0083] 第2拾取光学系统29与第2相位差板28b一起配置在偏振分离元件50与扩散反射元件30之间的光路中。第2拾取光学系统(聚光光学系统)29使第5光束BM_c5朝向扩散反射元件30会聚。

[0084] 扩散反射元件(扩散元件)30使从第2拾取光学系统29射出的第5光束BM_c5朝向偏振分离元件50扩散反射。扩散反射元件30将右旋圆偏振的第5光束BM_c5转换为左旋圆偏振的第6光束BM_c6并进行反射。

[0085] 图5是示出扩散反射元件30和入射到扩散反射元件30的第5光束BMc5的示意图。

[0086] 本实施方式的扩散反射元件30具有基材43和反射膜44。基材43例如由玻璃等透光性材料构成。基材43是具有被入射光和射出光的第1面43a、以及位于第1面43a的相反侧的第2面43b的板。反射膜44形成在基材43的第2面43b上。反射膜44例如为由银、铝等光反射率较高的金属形成的金属反射膜。

[0087] 扩散反射元件30可以是在基材43的第1面43a和第2面43b中的任意一方或者双方形成有细微的凹凸的扩散元件,也可以是使具有与基材43的折射率不同的折射率的微粒分散在基材43的内部的扩散元件。

[0088] 如图5所示,入射到扩散反射元件30的光被第2拾取光学系统29会聚。因此,入射到扩散反射元件30的第5光束BMc5的入射角 α 在作为第5光束BMc5的中心轴的光轴ax1上为 0° ,并随着远离光轴ax1而逐渐增大。

[0089] 此外,第5光束BMc5是基于由第1相位差板28a转换得到的第2光束BL2的第2偏振成分(P偏振成分)而生成的。第2光束BL2中的第2偏振成分的比率随着从光轴ax1朝向外侧而逐渐增大。因此,第5光束BMc5的光的强度随着从光轴ax1朝向外侧而提高。因此,第5光束BMc5以如下状态入射到扩散反射元件30:入射角 α 大的光的强度比入射角 α 小的光的强度高。

[0090] 在使光入射到扩散元件(本实施方式中的扩散反射元件30)的情况下,通过增大入射角 α ,即使在扩散元件的扩散特性较小的情况下,也能够实现接近理想的朗伯扩散的扩散。使用图6和图7对该情况进行说明。

[0091] 图6是示出使入射角 α 为 0° 的光束入射到扩散元件的情况下的扩散角度分布的曲线图。图6的横轴为扩散角度($^\circ$),图6的纵轴为强度(相对值)。另外,假设入射的光束的角度范围具有 $\pm 5^\circ$ 以内的较窄的角度分布(图6中的双点划线的曲线图A)。

[0092] 在图6中,当假设扩散元件产生理想的朗伯扩散时,如实线的曲线图B所示,从扩散元件射出的光被转换为具有较宽的角度分布的扩散光。

[0093] 但是,实际的扩散元件不会产生理想的朗伯扩散,而产生依照规定的高斯分布的扩散。在扩散元件的扩散特性较小的情况下,如虚线的曲线图C所示,示出与朗伯扩散大不相同的角度分布。如点划线的曲线图D所示,为了获得与朗伯扩散大体一致的角度分布,需要充分增大扩散元件的扩散特性。但是,扩散特性较大的扩散元件具有后向散射较多等缺点,难以获得具有较宽的角度分布的扩散光。

[0094] 另外,图6中的“高斯20”、“高斯60”等“高斯X”的数值X是本发明人进行的角分布的模拟上的参数。示出了如下情况:该数值越大,扩散元件的扩散特性越高。

[0095] 图7是示出使入射角 α 为 $+50^\circ$ 和 -50° 的2种光束入射到扩散元件的情况下的扩散角度分布的曲线图。图7的横轴为扩散角度($^\circ$),图7的纵轴为强度(相对值)。另外,假设入射的光束的角度幅度具有 $\pm 5^\circ$ 以内的较窄的角度分布(图7中的双点划线的曲线图A')。

[0096] 在图6的模拟中,在扩散元件具有“高斯60”左右的较大的扩散特性的情况下,获得了与朗伯扩散大体一致的角度分布。与此相对,在图7的模拟中,如虚线的曲线图C'、曲线图E'所示可知,能够使用具有“高斯20”、“高斯25”左右的较小的扩散特性的扩散元件来获得用实线的曲线图B'表示的接近朗伯扩散的角度分布。当扩散元件的扩散特性较小时,后向散射也变小,因此,能够提高光利用效率。在该模拟中,如点划线的曲线图D'所示,当使扩散

特性增大至“高斯60”左右时反而表现出远离朗伯扩散的特性。根据该观点也可知,不应该增大扩散特性。

[0097] 根据本实施方式,在第1相位差板28a中,实现随着从光轴ax1朝向外侧而提高了第2偏振成分的比率的配光。此外,被偏振分离元件50分离为第2偏振成分(P偏振成分)的光被第2拾取光学系统29会聚并入射到扩散反射元件。由此,能够增大入射到扩散反射元件30的光(第5光束BM_c5)中的、入射角 α 较大的光的比例。其结果,能够在不增大扩散反射元件30的扩散特性的情况下,使扩散反射元件30的扩散接近朗伯扩散。

[0098] 如图2所示,从扩散反射元件30射出的第6光束BM_c6再次入射到第2相位差板28b,由此被转换为S偏振的第7光束BM_s7。然后,第7光束BM_s7入射到偏振分离元件50。

[0099] S偏振的第7光束BM_s7被偏振分离元件50反射,朝向均匀照明光学系统40前进。第7光束BM_s7为蓝色光。此外,荧光YL为黄色光。即,蓝色光(第7光束BM_s7)和黄色光(荧光YL)从偏振分离元件50朝向彼此相同的方向射出并被合成,从而可获得照明光(白色光)WL。

[0100] 均匀照明光学系统40具有积分器光学系统31、偏振转换元件32和重叠光学系统33。均匀照明光学系统40使从偏振分离元件50射出的照明光WL的强度分布在被照明区域中变得均匀。从均匀照明光学系统40射出的照明光WL入射到颜色分离光学系统3(参照图1)。

[0101] 根据本实施方式,第1相位差板28a配置在无焦光学系统23的第1透镜23a与第2透镜23b之间,由此,能够使照明装置小型化。此外,根据本实施方式,通过使照明装置小型化,其结果,能够实现投影仪1的小型化。

[0102] 图8是示出可作为本实施方式的第1相位差板28a使用的1/2波长板和1/4波长板的慢轴角度和偏振转换效率的曲线图。图8的纵轴表示第1相位差板28a所转换的第2光束BL2中的第2偏振成分的比率。另外,“慢轴角度”表示第1相位差板28a的慢轴(光轴)相对于入射的线偏振光的偏振方向的倾斜角。

[0103] 在本实施方式中,通过使用1/4波长板作为第1相位差板28a,在0%~50%之间调整第1光的第2偏振成分的比率。在使用偏振调整机构28c使第1相位差板(1/4波长板)28a在与光轴ax1交叉的面内旋转一周的情况下,第2偏振成分的比率仅在0%~50%的范围内发生变化。因此,1/4波长板与1/2波长板相比,偏振成分比率相对于旋转角度变化的灵敏度较低。根据本实施方式,通过使用1/4波长板作为第1相位差板28a,能够进行第2偏振成分的比率的精细调整。

[0104] 另外,在图8中,通过设慢轴角度为 γ 1,能够使用1/4波长板,使第1偏振成分(S偏振成分)的比率为80%、第2偏振成分(P偏振成分)的比率为20%。

[0105] 此外,在本实施方式中,也可以替代1/4波长板而使用1/2波长板作为第1相位差板28a。由1/2波长板构成的第1相位差板28a能够在0%~100%之间分别调整第2光束BL2的第1偏振成分和第2偏振成分的比率。一般而言,使由偏振分离元件分离得到的光中的10%~30%的光入射到扩散元件,使70%~90%的光入射到荧光发光元件,由此,能够使合成后的光为白色。本实施方式的偏振分离元件50对S偏振成分(第1偏振成分)进行反射,使P偏振成分(第2偏振成分)透过,由此,对第2光束BL2进行分离。通过使用1/2波长板作为第1相位差板28a,还能够将第1偏振成分的比率调整为任何比率,因此,能够自由地设定由偏振分离元件50反射和透过偏振分离元件50的光的比率。由此,能够自由地设定扩散反射元件30和荧光发光元件27相对于偏振分离元件50的配置。

[0106] 另外,在图8中,通过设慢轴角度为 γ_2 ,能够使用1/2波长板,使第1偏振成分(S偏振成分)的比率为80%、第2偏振成分(P偏振成分)的比率为20%。

[0107] 此外,在图8中,通过设慢轴角度为 γ_3 ,能够使用1/2波长板,使第1偏振成分(S偏振成分)的比率为20%、第2偏振成分(P偏振成分)的比率为80%。在该情况下,在无焦光学系统23与均束器光学系统24之间还设置1/2波长板来作为第3相位差板28d(参照图2)。由此,也可以采用如下结构:使入射到偏振分离元件50的光的S偏振成分与P偏振成分反转,使80%的光作为S偏振光入射到荧光发光元件27。

[0108] 此外,也可以使用1/8波长板来作为第1相位差板28a。1/8波长板与1/4波长板相比,偏振成分比率相对于旋转角度变化的灵敏度较低。因此,在使用1/8波长板作为第1相位差板28a的情况下,能够进行第2偏振成分的比率的更加精细的调整。

[0109] 本实施方式的偏振分离元件50使第1偏振成分(S偏振成分)和第2偏振成分(P偏振成分)中的任意一方(P偏振成分)透过,对另一方(S偏振成分)进行反射。透过偏振分离元件50的光(基于由偏振分离元件50分离得到的P偏振成分的第5光束BM_{c5})入射到扩散反射元件30。此外,被偏振分离元件50反射的光(基于由偏振分离元件50分离得到的S偏振成分的第3光束BM_{s3})入射到荧光发光元件27。

[0110] 根据本实施方式,能够实现如下构造的照明装置2:利用被偏振分离元件50反射的光激励荧光发光元件27,使透过偏振分离元件50的光入射到扩散反射元件30。

[0111] [第1实施方式的变形例1]

[0112] 作为第1实施方式的变形例1,对第1光束BL1所包含的第1偏振成分为相对于偏振分离元件50的P偏振成分的情况进行说明。即,在本变形例中,本发明的第1偏振成分为相对于偏振分离元件50的P偏振成分,本发明的第2偏振成分为相对于偏振分离元件50的S偏振成分。除了从阵列光源21射出的第1光束BL1的偏振成分(第1偏振成分)为P偏振成分以外,本变形例的照明装置2的构造与上述实施方式的构造大致相同。

[0113] 在本变形例中,从阵列光源21照射并包含P偏振成分(第1偏振成分)的第1光束BL1被第1相位差板28a转换为第2光束BL2。第2光束BL2包含P偏振成分和S偏振成分(第2偏振成分)。

[0114] 根据本变形例,第1相位差板28a使第1光束BL1通过,由此,将P偏振成分的一部分转换为S偏振成分而形成第2光束BL2。因此,第1相位差板28a使得S偏振成分的比率随着远离光轴ax1而增大。S偏振成分被偏振分离元件50反射而与P偏振成分分离,进而被第1拾取光学系统26会聚而入射到荧光发光元件27。

[0115] 根据本变形例,使用使各结构的配置与上述第1实施方式相同的照明装置,因此,与第1实施方式同样,能够使照明装置减小用于配置第1相位差板28a的空间。

[0116] 在本变形例中,偏振分离元件50使第1偏振成分(P偏振成分)和第2偏振成分(S偏振成分)中的任意一方(P偏振成分)透过,对另一方(S偏振成分)进行反射。此外,与上述实施方式同样,在本变形例中,透过偏振分离元件50的光(基于由偏振分离元件50分离得到的P偏振成分的第5光束BM_{c5})入射到扩散反射元件30。此外,被偏振分离元件50反射的光(基于由偏振分离元件50分离得到的S偏振成分的第3光束BM_{s3})入射到荧光发光元件27。

[0117] 根据本变形例,与上述第1实施方式同样,能够实现如下构造的照明装置2:利用被偏振分离元件50反射的光激励荧光发光元件27,使透过偏振分离元件50的光入射到扩散反

射元件30。

[0118] [第2实施方式]

[0119] 接着,使用图9对本发明的第2实施方式进行说明。

[0120] 本实施方式的照明装置的基本结构与第1实施方式的照明装置相同,但扩散反射元件与荧光发光元件的位置关系不同于第1实施方式。

[0121] 图9是第2实施方式的照明装置102的概略结构图。在图9中,对与第1实施方式中的照明装置2相同的结构要素标注相同标号,并省略说明。

[0122] 本实施方式的偏振分离元件150与第1实施方式的偏振分离元件50不同,具有无论波段不同于蓝色光的荧光的偏振状态如何都使其反射的特性。伴随这样的偏振分离元件的特性的不同,本实施方式的照明装置102与第1实施方式调换了扩散反射元件30与荧光发光元件27的位置关系。

[0123] 如图9所示,在本实施方式的照明装置102中,光源单元25、偏振分离元件150、第1拾取光学系统26和荧光发光元件27配置在光轴 ax_1 上。

[0124] 光源单元25具有阵列光源21、准直光学系统22、无焦光学系统23、第1相位差板28a、偏振调整机构28c和均束器光学系统24。在本实施方式中,第1相位差板28a也位于无焦光学系统23的第1透镜23a与第2透镜23b之间。

[0125] 扩散反射元件30、第2拾取光学系统29、第2相位差板28b、偏振分离元件150和均匀照明光学系统40配置在光轴 ax_2 上。

[0126] 本实施方式的阵列光源(光源装置)21射出第1光束 BL_1 来作为第1偏振成分,该第1光束 BL_1 是相对于偏振分离元件150的P偏振成分且进行线偏振。从阵列光源21照射并包含P偏振成分(第1偏振成分)的第1光束 BL_1 被第1相位差板28a转换为第2光束 BL_2 。第2光束 BL_2 包含P偏振成分和S偏振成分(第2偏振成分)。

[0127] 另外,在本实施方式中,本发明的第1偏振成分为相对于偏振分离元件50的P偏振成分,本发明的第2偏振成分为相对于偏振分离元件50的S偏振成分。

[0128] 本实施方式的第1相位差板28a使第1光束 BL_1 通过,从而将P偏振成分的一部分转换为S偏振成分而形成第2光束 BL_2 。因此,第1相位差板28a使得S偏振成分的比率随着远离光轴 ax_1 而增大。

[0129] 第2光束 BL_2 所包含的S偏振成分被偏振分离元件150反射,作为第3光束 BM_s3 朝向第2相位差板28b前进。此外,第2光束 BL_2 所包含的P偏振成分透过偏振分离元件150,作为第4光束 BM_p4 朝向荧光发光元件27前进。

[0130] 从偏振分离元件150射出的第3光束 BM_s3 被第2相位差板28b转换为右旋圆偏振的第5光束 BM_c5 。然后,第5光束 BM_c5 经过第2拾取光学系统29而入射到扩散反射元件30。扩散反射元件30将入射的第5光束 BM_c5 转换为左旋圆偏振的第6光束 BM_c6 ,使其朝向偏振分离元件150扩散反射。

[0131] 由扩散反射元件30扩散反射的第6光束 BM_c6 再次入射到第2相位差板28b,由此被转换为P偏振的第7光束 $BM_{pd}7$ 。然后,P偏振的第7光束 $BM_{pd}7$ 透过偏振分离元件150,朝向均匀照明光学系统40前进。

[0132] 从偏振分离元件150射出的P偏振成分的第4光束 BM_p4 经由第1拾取光学系统26而作为激励光入射到荧光发光元件27。由此,从荧光发光元件27射出荧光(黄色光)YL。荧光YL

在通过第1拾取光学系统26之后,入射到偏振分离元件150。偏振分离元件150具有无论偏振状态如何都使荧光YL反射的特性,因此,荧光YL被偏振分离元件150反射,并朝向均匀照明光学系统40前进。

[0133] 根据本实施方式,由第1相位差板28a转换得到的S偏振成分被偏振分离元件150反射而与P偏振成分分离,进而被第2拾取光学系统29会聚而入射到扩散反射元件30。因此,在本实施方式中,与第1实施方式同样,入射到扩散反射元件30的光(第5光束BM_c5)中的、入射角 α 较大的光的比例增大。由此,能够使扩散反射元件30中的扩散接近朗伯扩散。

[0134] 根据本实施方式,与第1实施方式同样,第1相位差板28a配置在无焦光学系统23的第1透镜23a与第2透镜23b之间,由此,能够使照明装置小型化。

[0135] 本实施方式的偏振分离元件150使第1偏振成分(P偏振成分)和第2偏振成分(S偏振成分)中的任意一方(P偏振成分)透过,对另一方(S偏振成分)进行反射。被偏振分离元件150反射的光(基于由偏振分离元件150分离得到的S偏振成分的第5光束BM_c5)入射到扩散反射元件30。此外,透过偏振分离元件150的光(基于由偏振分离元件150分离得到的P偏振成分的第4光束BM_p4)入射到荧光发光元件27。

[0136] 根据本实施方式,能够实现如下构造的照明装置102:利用透过偏振分离元件150的光激励荧光发光元件27,使被偏振分离元件150反射的光入射到扩散反射元件30。

[0137] [第2实施方式的变形例2]

[0138] 作为第2实施方式的变形例2,对第1光束BL1所包含的第1偏振成分为相对于偏振分离元件150的S偏振成分的情况进行说明。即,在本变形例中,本发明的第1偏振成分为相对于偏振分离元件150的S偏振成分,本发明的第2偏振成分为相对于偏振分离元件150的P偏振成分。除从阵列光源21射出的第1光束BL1的偏振成分(第1偏振成分)为S偏振成分以外,本变形例的照明装置102的构造与上述实施方式的构造大致相同。

[0139] 在本变形例中,从阵列光源21照射并包含S偏振成分(第1偏振成分)的第1光束BL1被第1相位差板28a转换为第2光束BL2。第2光束BL2包含S偏振成分和P偏振成分(第2偏振成分)。

[0140] 根据本变形例,第1相位差板28a使第1光束BL1通过,由此,将S偏振成分的一部分转换为P偏振成分而形成第2光束BL2。因此,第1相位差板28a使得P偏振成分的比率随着远离光轴ax1而增大。P偏振成分透过偏振分离元件150而与S偏振成分分离,进而被第1拾取光学系统26会聚而入射到荧光发光元件27。

[0141] 在本变形例中,偏振分离元件150使第1偏振成分(S偏振成分)和第2偏振成分(P偏振成分)中的任意一方(P偏振成分)透过,对另一方(S偏振成分)进行反射。此外,与上述实施方式同样,在本变形例中,被偏振分离元件150反射的光(基于由偏振分离元件150分离得到的S偏振成分的第5光束BM_c5)入射到扩散反射元件30。此外,透过偏振分离元件150的光(基于由偏振分离元件150分离得到的P偏振成分的第4光束BM_p4)入射到荧光发光元件27。

[0142] 根据本变形例,与上述第2实施方式同样,能够实现如下构造的照明装置102:利用透过偏振分离元件150的光激励荧光发光元件27,使被偏振分离元件150反射的光入射到扩散反射元件30。

[0143] 根据本变形例,使用使各结构的配置与上述第2实施方式相同的照明装置,因此,与第2实施方式同样,能够使照明装置减小用于配置第1相位差板28a的空间。

[0144] 以上对本发明的实施方式及其变形例进行了说明,但是,各实施方式及其变形例中的各结构及它们的组合等是一例,能够在不脱离本发明的主旨的范围内,进行结构的附加、省略、置换和其它变更。此外,本发明不受实施方式限定。

[0145] 例如,照明装置和投影仪的各种结构要素的形状、数量、配置、材料等不限于上述实施方式,能够适当地进行变更。

[0146] 在各实施方式中,扩散反射元件30和荧光发光元件27可以如上述实施方式所示那样被固定,也可以构成为能够旋转。

[0147] 在各实施方式中示出了将本发明的照明装置搭载于使用液晶光阀的投影仪的例子,但是不限于此。也可以搭载于采用数字微镜器件作为光调制装置的投影仪。

[0148] 在各实施方式中示出了将本发明的照明装置搭载于投影仪的例子,但不限于此。还能够将本发明的照明装置应用于照明设备或汽车的前照灯等。

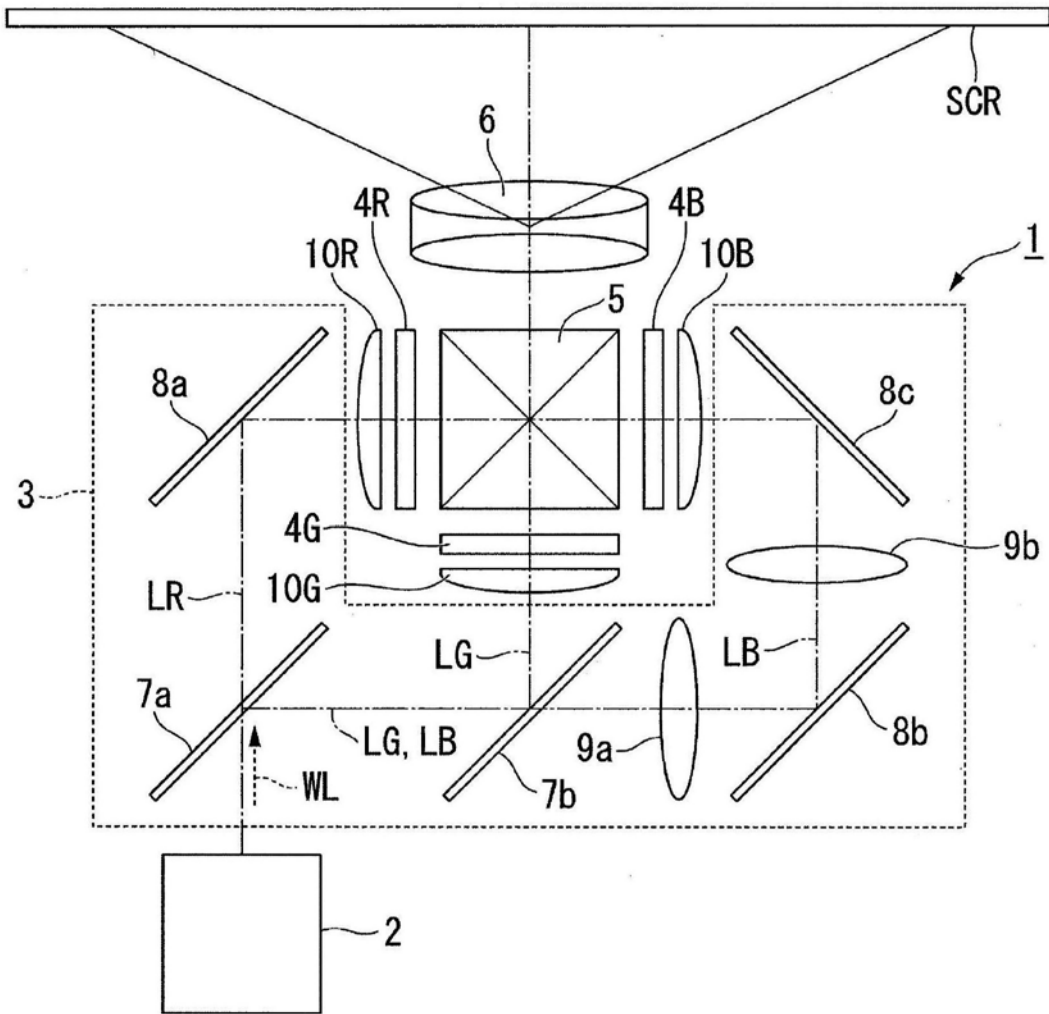


图1

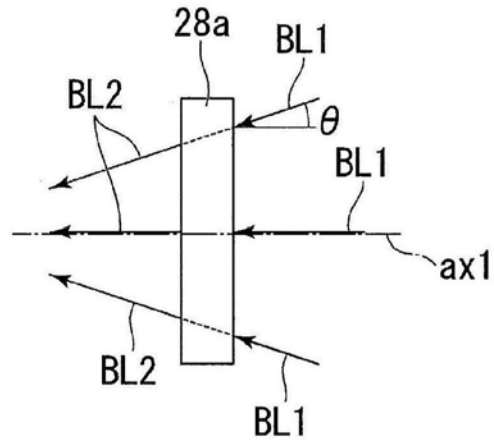


图3

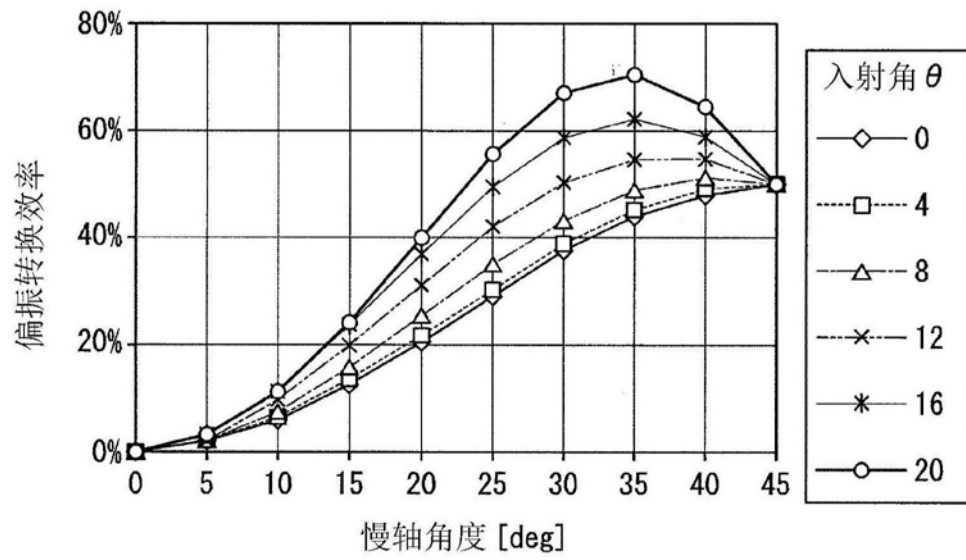


图4

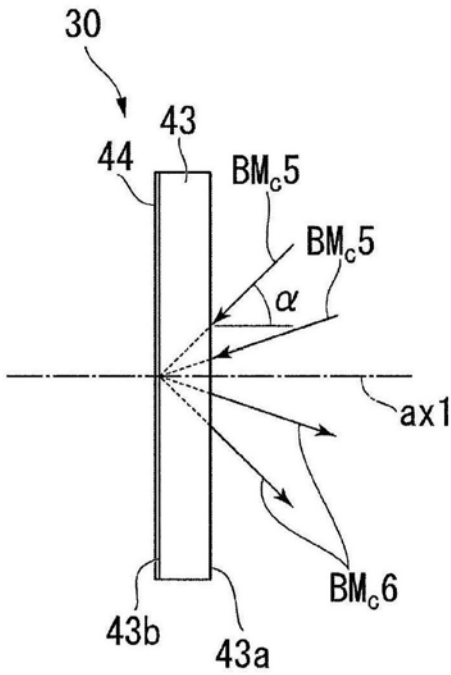


图5

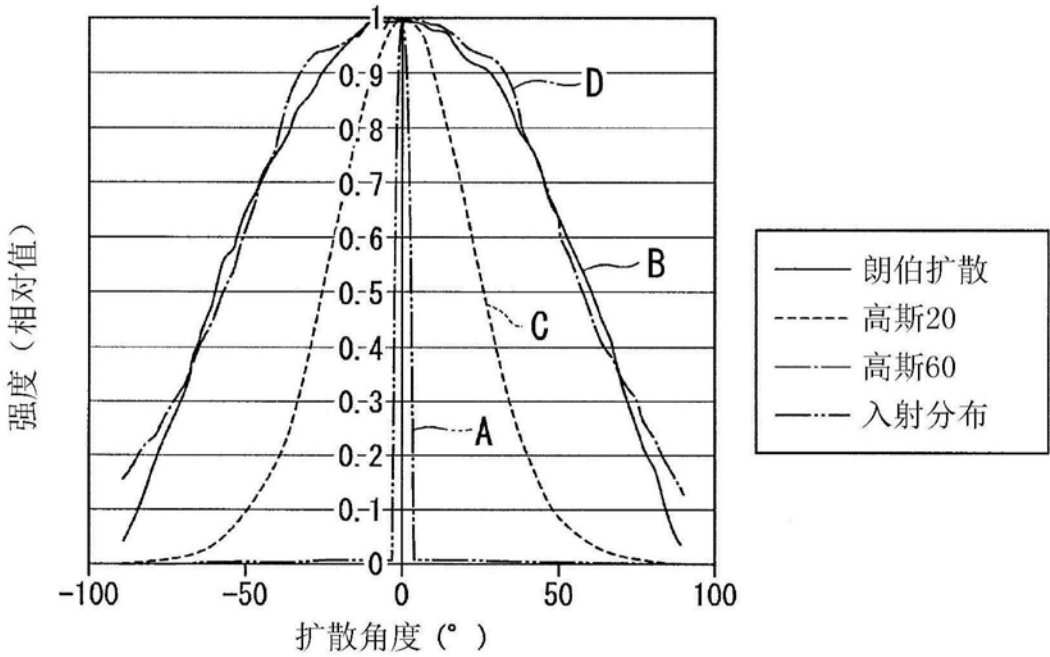


图6

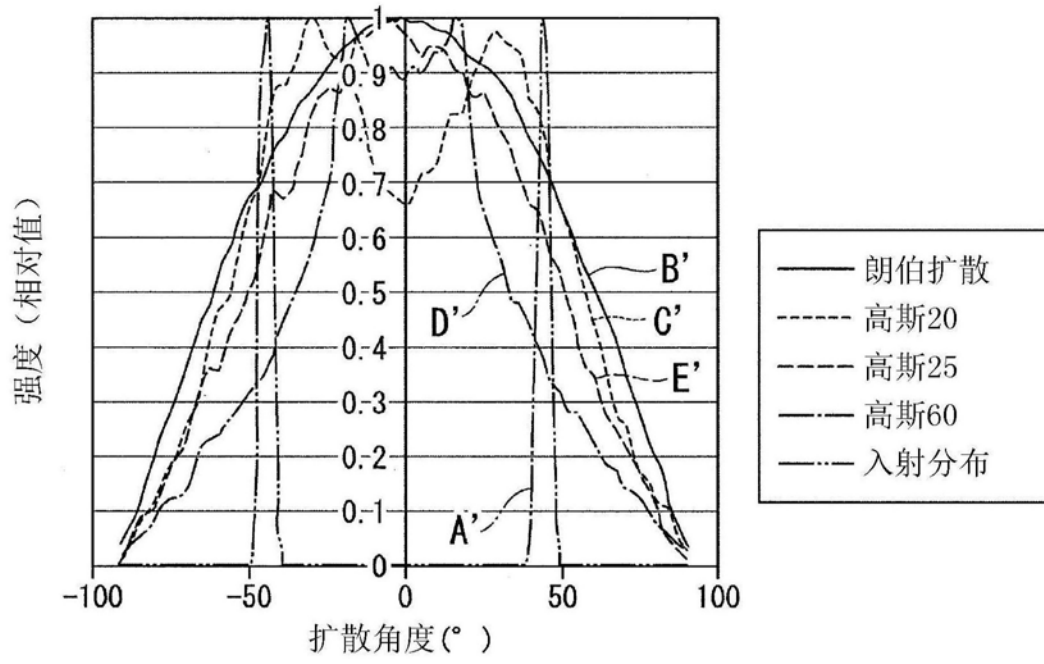


图7

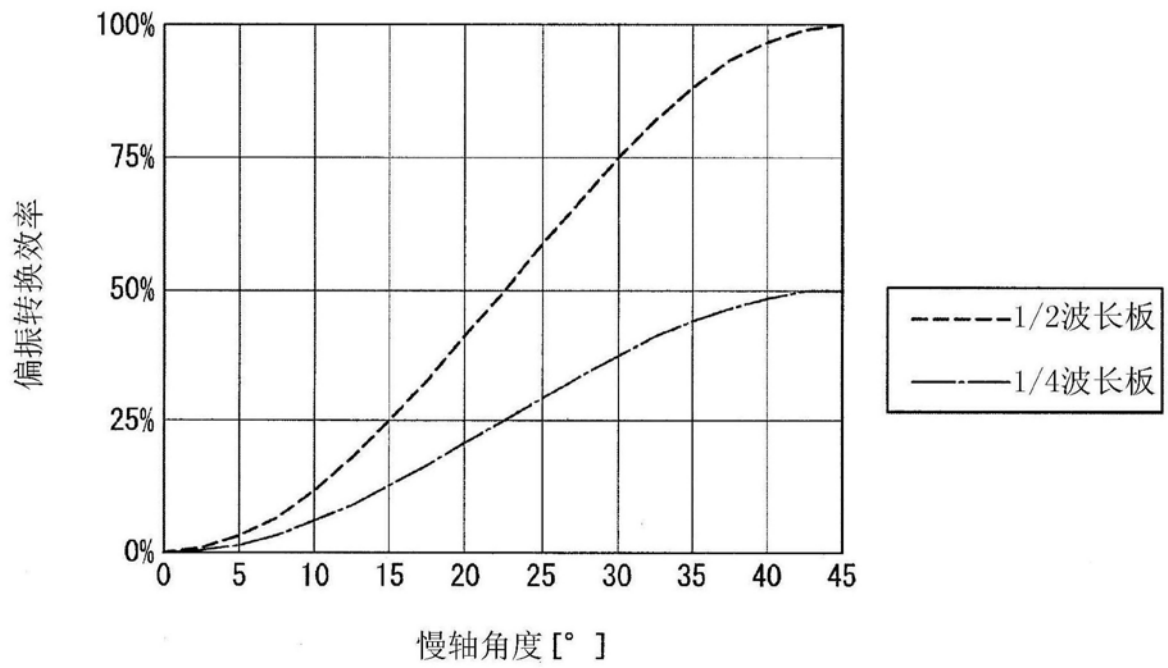


图8

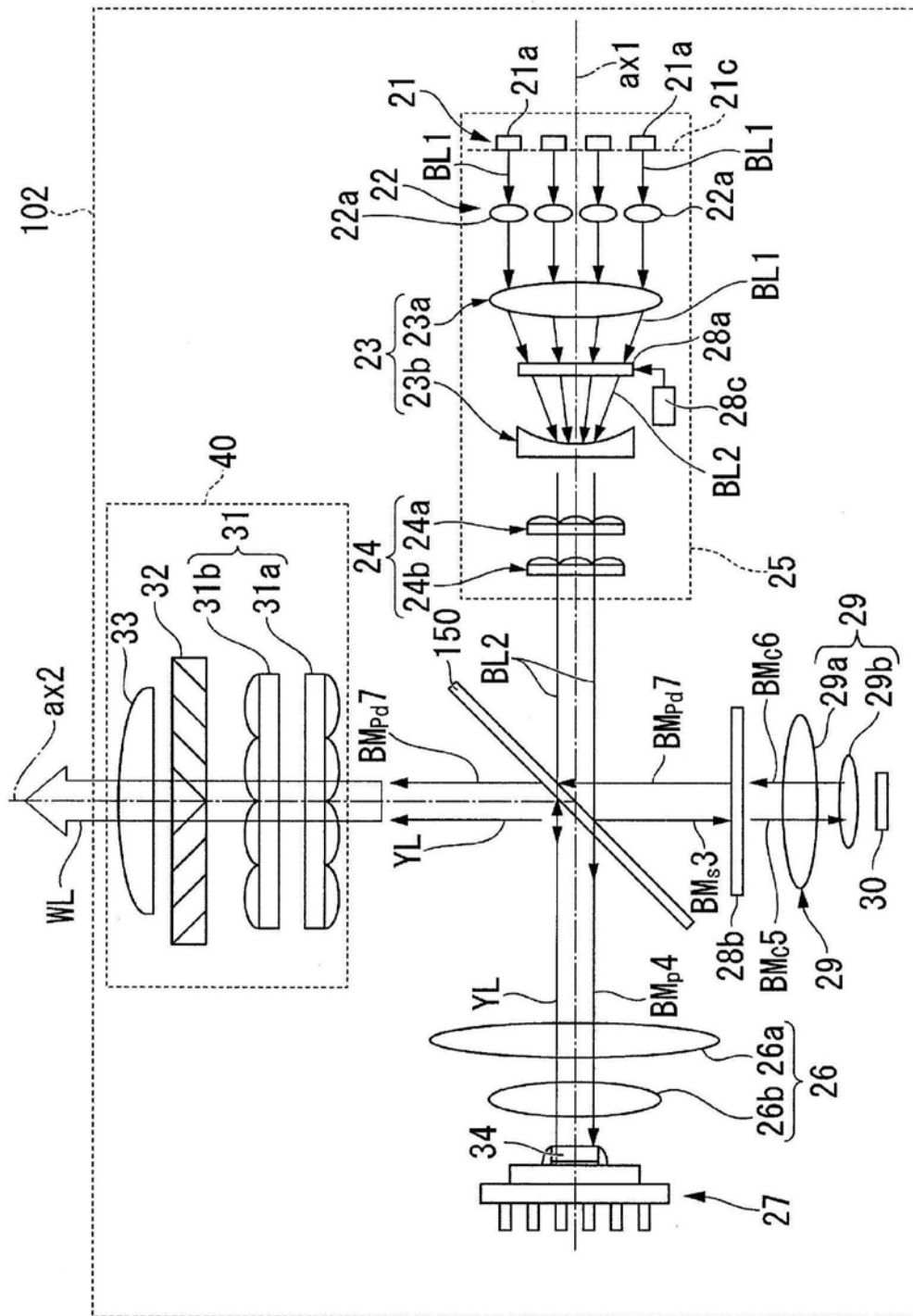


图9