



(45)授权公告日 2019.01.18

权利要求书2页 说明书11页 附图9页

1. 一种光源光学系统,被配置为将来自光源的光束引导至波长转换元件,该光源光学系统包括:

第一透镜面阵列,包括多个第一透镜面;

第二透镜面阵列,包括多个第二透镜面并且被配置为接收来自第一透镜面阵列的光束;

会聚光学系统,具有正光焦度并且被配置为将来自第二透镜面阵列的光束引导至波长转换元件;以及

导光面,被配置为经由会聚光学系统将来自第二透镜面阵列的光束引导至波长转换元件,

其中,在与导光面的法线平行并且会聚光学系统的光轴的截面中的与会聚光学系统的光轴正交的方向上,导光面的宽度比会聚光学系统的宽度窄,并且

以下表达式被满足:

$$0.25 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} \quad [\text{mm}^2]$$

其中,第二透镜面的数目被定义为N,每个第二透镜面的焦距被定义为 $f_{LA}$ ,并且每个第二透镜面的面积被定义为 $S_{LA}$ 。

2. 根据权利要求1所述的光源光学系统,其中,在通过将会聚光学系统的焦距除以被从会聚光学系统引导至导光面的光束的光束直径而得到的值被采用为荧光光路的F数并且通过将会聚光学系统的焦距除以被从第二透镜面阵列引导至导光面的光束的光束直径而得到的值被采用为激发光路的F数的情况下,激发光路的F数比荧光光路的F数大。

3. 根据权利要求2所述的光源光学系统,其中,以下表达式被满足:

$$0.4 < \frac{F_{\text{phos}}}{F_{LD}} < 0.6$$

其中,荧光光路的F数被定义为 $F_{\text{phos}}$ ,并且激发光路的F数被定义为 $F_{LD}$ 。

4. 根据权利要求1所述的光源光学系统,还包括:

导光元件,包括导光面和被配置为无论波长如何都允许来自波长转换元件的光束经由其透射的透射面,

其中,导光面是二向色面,该二向色面被配置为反射来自光源的光束并且将该光束引导至波长转换元件,并且允许来自波长转换元件的光束当中的具有与来自光源的光束的波长不同的波长的光束在与光源不同的方向上经由其透射。

5. 根据权利要求1所述的光源光学系统,还包括:

导光元件,包括导光面和被配置为无论波长如何都反射来自波长转换元件的光束的反射面,

其中,导光面是二向色面,该二向色面被配置为允许来自光源的光束经由其透射并且将该光束引导至波长转换元件,并且在与光源不同的方向上反射并引导来自波长转换元件的光束当中的具有与来自光源的光束的波长不同的波长的光束。

6. 一种投影显示装置,包括:

光源;

正透镜,被设置在来自光源的光束的前进方向上;

波长转换元件;

根据权利要求1至5中任一项所述的光源光学系统,其被配置为将来自光源的光束引导至波长转换元件;

光学调制元件;

照明光学系统,被配置为通过使用来自光源光学系统的光束来照射光学调制元件;以及

颜色分离和组合系统,被配置为将来自光源光学系统的光束引导至光学调制元件,并且将来自光学调制元件的光束引导至投影光学系统。

## 光源光学系统和使用光源光学系统的投影显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光源光学系统和使用光源光学系统的投影显示装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,利用从高输出激光二极管(在下文中称作LD)发射的光束作为激发光来照射荧光体并且包括波长转换后的荧光作为光源光的投影仪已被开发。在这种投影仪中,可以通过增大LD的数目和/或增大各LD的输出来增大投影仪的亮度。

[0003] 然而,当荧光体上的入射光的强度被增大以增大亮度时,形成在荧光体面上的光源点的光密度被增大。结果,由于亮度饱和现象而发生诸如光转换效率的降低之类的问题,因此与LD的输出的增大成比例的亮度无法被得到。

[0004] 在美国专利申请公开第2012/0133904号中讨论的技术被认为是解决这种问题的技术。美国专利申请公开第2012/0133904号讨论了这样的配置,其中两个复眼透镜被设置在光学系统的后级上以压缩来自多个LD的光束。这种配置可以使形成在荧光体上的光源点的光密度均匀并且抑制具有极高光密度的区域的出现以抑制上述的光转换效率的降低。

[0005] 在美国专利申请公开第2012/0133904号中讨论的配置不仅需要用于激发荧光体的LD而且需要用于将蓝色光引导到光分离和组合系统以及附近的光学系统的LD,从而导致增大整个装置尺寸。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明致力于用于实现能够抑制波长转换元件的光转换效率的降低的较小光源光学系统和使用该光源光学系统的投影显示装置的技术。

[0007] 被配置为将来自光源的光束引导至波长转换元件的光源光学系统包括:第一透镜面阵列,包括多个第一透镜面;第二透镜面阵列,包括多个第二透镜面并且被配置为接收来自第一透镜面阵列的光束;会聚光学系统,具有正光焦度(positive power)并且被配置为将来自第二透镜面阵列的光束引导至波长转换元件;以及导光面,被配置为经由会聚光学系统将来自第二透镜面阵列的光束引导至波长转换元件,在与导光面的法线平行并且会聚光学系统的光轴的截面中的与会聚光学系统的光轴正交的方向上,导光面的宽度比会聚光学系统的宽度窄,并且以下表达式被满足:

$$[0008] \quad 0.25 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} \quad [\text{mm}^2]$$

[0009] 其中,第二透镜面的数目被定义为N,每个第二透镜面的焦距被定义为 $f_{LA}$ ,并且每个第二透镜面的面积被定义为 $S_{LA}$ 。

[0010] 本发明的另外特征根据参考附图对示例性实施例的以下描述将变得清楚。

### 附图说明

[0011] 图1是例示出根据本发明的第一示例性实施例的光源装置的配置的示意图。

- [0012] 图2A和图2B是各自例示出二向色镜的配置的示意图。
- [0013] 图3是例示出透镜阵列对激光光束的均匀化的示意图。
- [0014] 图4A和图4B是各自例示出光束直径的定义的图形。
- [0015] 图5A和图5B是各自例示出在本发明的第一示例性实施例中使用的透镜阵列和光源图像之间的关系示意图。
- [0016] 图6是例示出由光束穿过远焦系统造成的光束的角度变化的改变的示意图。
- [0017] 图7A和图7B是例示出激发光路和荧光光路的F数之间的关系示意图。
- [0018] 图8是例示出根据本发明的第二示例性实施例的光源装置的配置示意图。
- [0019] 图9是例示出根据本发明的各示例性实施例的光源装置可被安装的投影仪的配置示意图。

### 具体实施方式

[0020] 下面将参考附图来描述本发明的示例性实施例。然而,在示例性实施例中描述的组成元件的相对布置等可以根据本发明将被应用于的装置的配置和各种条件而被按需改变。更具体地说,本发明不限于下面描述的示例性实施例,并且在本发明的要旨的范围内可以做出各种修改和改变。

[0021] 在下文中,将参考附图来详细描述本发明的第一示例性实施例。

[0022] (光源光学系统和光源装置的配置)

[0023] 图1是例示出作为根据本发明的第一示例性实施例的光源装置的配置的示意图。在图1中,与下面描述的聚光透镜单元8的光轴平行的方向被定义为X轴方向,与X轴方向平行并且与(下面描述的)二向色镜7的法线平行的面是XZ截面的方向被定义为Z轴方向,并且与X轴方向和Z轴方向垂直的方向被定义为Y轴方向。因此,图1是如在其中示出的坐标轴所指示的XZ截面的示意图。

[0024] 根据本示例性实施例的光源装置包括光源1、准直透镜2、荧光体9以及光源光学系统。本文中所提到的光源光学系统涉及微透镜阵列63、二向色镜7(导光元件)、聚光透镜单元8(会聚光学系统)和导光光学系统。导光光学系统指的是包括各自具有抛物面(其具有各不相同的曲率半径和顶点坐标)的多个反射镜的抛物面反射镜阵列3、平面镜4和凹透镜5。

[0025] (从光源1到照明光学系统的光路)

[0026] 光源1是发射蓝色光的激光二极管(LD)。从光源1发射的光束是发散的光束,并且与光源1一样多的准直透镜2被设置在来自光源1的光束的前进方向上。准直透镜2是将来自光源1的发散光束变成平行光束的正透镜。

[0027] 已从准直透镜2发射的多个光束在Z轴方向上前进,并且此后行进到平面镜4,同时其间的距离被抛物面反射镜阵列3缩短。平面镜4所反射的光束入射在凹透镜5上。与抛物面反射镜阵列3的焦点共享其焦点位置的凹透镜5发射作为平行光束的光束。

[0028] 从凹透镜5发射的平行光束入射在作为微透镜阵列63的面之一并且位于凹透镜5侧的第一透镜面阵列61上,并且在被分成多个光束的同时入射在第二透镜面阵列62上。更具体地说,第二透镜面阵列62被设置在接收来自第一透镜面阵列61的光束的位置处。

[0029] 从第二透镜面阵列62发射的分割光束被二向色镜7反射并且行进到聚光透镜单元8。二向色镜7具有反射来自第二透镜面阵列62的光束所需的最小尺寸,并且具有涂覆有介

电多层膜(二向色膜)的面,该介电多层膜反射来自光源1的蓝色光但是允许具有(下面描述的)荧光波长的光经由其透射。

[0030] (二向色镜7的配置)

[0031] 二向色镜7的详细配置如在图2A和图2B中示出。在图1中示出的二向色镜7具有图2A的配置。更具体地说,二向色镜7具有如下配置,其中不论波长如何都透射任何光的透射面72被设置在二向色面71的y轴方向的右边和左边,二向色面71是反射来自光源1的蓝色光并且允许包括绿色光和红色光的荧光经由其透射的导光面。

[0032] 应当注意到,二向色镜7不限于如在图2A中示出的配置。例如,如在图2B中示出,二向色镜7可具有如下配置,即透射面72被设置在二向色面71周围。另外,二向色面71的至少一边可被配置为与透射面72的某一边重叠,并且透射面72可以要么是透明基板上的面,要么是抗反射涂覆的面。

[0033] 在二向色面71的法线不被包括在与二向色面71的法线平行并且包括聚光透镜单元8的光轴的截面中的情况下,(下面描述的)宽度 $D_d$ 仅需要被定义在如下面中:在该面上二向色面71被垂直地投影在此截面中。

[0034] 二向色镜7所反射的分割光束通过具有正光焦度的聚光透镜单元8而被会聚并重叠在荧光体9上。结果,光源点被形成在荧光体9上。形成在荧光体9上的光源点与第一透镜面阵列61的各透镜单元(透镜面)共轭,以使得光源点具有矩形的均匀分布。

[0035] (用于抑制荧光体9的光转换效率的降低的配置)

[0036] 参考图3给出对为什么通过提供微透镜阵列63可以抑制荧光体9的光转换效率的降低的原因的描述。

[0037] 图3是以简化方式例示出如在图1中示出的第一透镜面阵列61、第二透镜面阵列62、聚光透镜单元8和荧光体9的光学关系的示图。第一透镜面阵列61对应于第一透镜面阵列61',第二透镜面阵列62对应于第二透镜面阵列62',聚光透镜单元8对应于聚光透镜单元8',并且荧光体9对应于荧光体9'。

[0038] 荧光体9'被定位为关于第二透镜面阵列62'和聚光透镜单元8'与第一透镜面阵列61'的各透镜单元基本上共轭。第一透镜面阵列61'和荧光体9'的面处于图像形成关系。因此,与形成在第一透镜面阵列61'的各透镜单元上的光分布相对应的光源图像被形成在荧光体9'上。光源图像的尺寸是基于透镜单元的节距(透镜单元的宽度)和图像形成系统的倍率来确定的。另外,形成在各透镜单元上的光源图像经由聚光透镜单元8'而被布置为在荧光体9'上相互重叠。

[0039] 如在图3的左侧示出,即使在入射在第一透镜面阵列61'上的光束具有不均匀的亮度分布的情况下,形成在各透镜单元上的光分布也由于上面的原因根据透镜单元的数目而被平均化。结果,如在图3的右侧示出,具有均匀分布的光源图像可以被形成在荧光体9'的面上。

[0040] 回来参考关于图1的说明,在被凹透镜5变成平行光的光束入射在第一透镜面阵列61上时,它们造成离散的光分布,其中来自光源1的光束相互分开一间隔。然而,通过经由上面的路径的分割和重叠,与第一透镜面阵列61的各透镜单元形状类似的形状的具有均匀光分布的光源图像被形成在荧光体9上。以这种方式,来自光源1的光束较不可能集中于荧光体9上的单个点上,并且由亮度饱和现象所致的发光效率的降低可以被抑制。

[0041] (用于实现尺寸减小的配置)

[0042] 从光源1发射并且入射在荧光体9上的蓝色光被转换为主要包括红色光和绿色光的光谱的荧光(转换光)。通过将荧光体层涂覆到具有高反射率的铝基板上形成荧光体9,并且铝基板将经过从蓝色光的荧光转换的荧光朝着聚光透镜单元8反射。铝基板反射蓝色光的具有相同波长而未被荧光转换的部分。

[0043] 如上所述,包括含红色光和绿色光的荧光以及未转换的蓝色光的白色光束被从荧光体9发射,并且被聚光透镜单元8会聚并变成平行光。由此得到的光行进到照明光学系统(未示出)。

[0044] 此时,将考虑如下情况:其中,二向色镜7的宽度——更具体地说是二向色面71的宽度——与来自聚光透镜单元8的白色光束的光束直径相比足够大。在这种情况下,穿过二向色面71的白色光束中的蓝色光被二向色面71反射并且返回到光源1这一侧。蓝色光因此无法传播到照明光学系统。

[0045] 更具体地说,随着二向色面71的宽度变大,蓝色光的衰减增大。作为用于解决蓝色光的这种衰减的手段,如在美国专利申请公开第2012/0133904号中讨论的具有独立于发射激发光的光源1设置的蓝色光源的配置可被考虑,但是这种配置增大整个装置的尺寸。因此,为了使衰减的蓝色光最小化,在本示例性实施例中考虑使二向色镜7的面积最小化。

[0046] 更具体地说,在本示例性实施例中,二向色面71的宽度 $D_d$ 和聚光透镜单元8的宽度 $D_c$ 被配置为满足以下条件。即,在与二向色镜7的法线平行并且包括聚光透镜单元8的光轴的截面(XZ截面)中的与聚光透镜单元8的光轴垂直的方向(Z轴方向)上,二向色面71的宽度 $D_d$ 比聚光透镜单元8的宽度 $D_c$ 窄。

[0047] 在这种配置中,来自聚光透镜单元8的白色光束中的并且被包括在穿过二向色面71的光束中的蓝色光返回到光源1这一侧,但是未穿过二向色镜7的光束被原样引导至照明光学系统。换言之,即使在蓝色光源未被独立于激发光的光源设置并且蓝色光源周围的光学系统未被设置的情况下,白色光束也可以被引导至照明光学系统,故较小的光源光学系统可以被实现。

[0048] 在二向色镜7具有如在图2A中示出的配置的情况下,二向色镜7在Z轴方向上的宽度可被定义为 $D_d$ 。另一方面,在如在图2B的配置中示出的将除二向色面71之外的透射面72包括在XZ截面中的配置的情况下,二向色面71在Z轴方向上的宽度可被定义为 $D_d$ 。

[0049] (光束直径的定义)

[0050] 宽度 $D_d$ 比宽度 $D_c$ 窄可以被释义如下:通过使用光束直径,使从微透镜阵列63发射的激发光的光束直径 $D_{LD}$ 比来自聚光透镜单元8的白色光束的光束直径 $D_{phos}$ 小。将参考图4A和图4B来描述本文中所提到的光束直径的定义。

[0051] 图4A例示出形成在第二透镜面阵列62上的激发光的光源图像的亮度截面图。如上所述,在第一透镜面阵列61上的分割的光束被会聚在第二透镜面阵列62上,并且LD的发光点的图像被形成在会聚点处。

[0052] 因此,在图4A中示出的亮度截面图具有离散分布,其中与对应于第一透镜面阵列61的透镜单元节距的数目一样多的亮度峰值被布置。在这种情况下,来自微透镜阵列63的激发光的光束直径 $D_{LD}$ 是亮度截面的包络E的半最大值处的半宽度,即,得到最大亮度I的1/2的亮度处的宽度。

[0053] 另一方面,图4B例示出来自聚光透镜单元8的白色光束的光分布的亮度截面图。尽管来自荧光体9的荧光被在各方向上发射,但是荧光体9的面执行面发射,因而这也可以被理解为理想的漫射面光源。因此,在荧光光束的亮度截面中,亮度在光轴附近是最高的,并且亮度根据聚光透镜单元8对荧光的接受角的余弦而随着离光轴的距离的增大而减小,但是亮度在由聚光透镜的有效直径决定的接受角的极限点处变为零。在这种情况下,荧光的光束直径——即,来自聚光透镜单元8的白色光束的光束直径 $D_{\text{phos}}$ ——对应于亮度为零的位置处的宽度。

[0054] 如上所述,根据本示例性实施例的配置,可以在抑制荧光体的光转换效率的降低的同时实现光源装置的尺寸的减小。

[0055] (与激发光的光束直径的尺寸的减小相关联的问题)

[0056] 现在,将考虑进一步减小二向色镜7的面积以抑制上面描述的由二向色镜7的大尺寸造成的蓝色光的衰减。在二向色镜7的面积被进一步减小的情况下,必需进一步减小从第二透镜面阵列62发射的激发光的光束直径。然而,在激发光的光束直径被进一步降低的情况下,以下问题产生。在下文中,将参考图5A和图5B以及图6来描述问题。

[0057] 图5A和图5B以放大比例例示出根据本示例性实施例的第一和第二透镜面阵列61、62。如在图5A中示出,被第一透镜面阵列61分割的平行光束通过第一透镜面阵列61的各透镜单元而被会聚在第二透镜面阵列62的对应透镜单元上。结果,光源1的光源图像被形成在第二透镜面阵列62的各透镜单元上。

[0058] 如果光源图像的尺寸大于透镜单元的节距,则一部分光束可能入射在与对应透镜单元邻近的透镜单元上。这种成分在荧光体9上的与预定光源点的位置邻近的位置处形成图像,并且这种成分被放置在后一级处的照明光学系统中的光学元件拒绝,从而导致未被有效使用的光,即损失。结果,光使用效率被降低。

[0059] 图5B例示出激发光的光束直径被减小以减小上面描述的二向色镜7的面积的情况。在图5B中,形成在第二透镜面阵列62的各透镜单元上的光源图像比透镜单元的尺寸大,故光束入射在与上面描述的对对应透镜单元邻近的透镜单元上,这进一步降低了光使用效率。这是因为激发光束的平行光束的角度变化随着入射在第一透镜面阵列61上的激发光的光束直径的减小而增大。

[0060] (激发光的光束直径的角度变化)

[0061] 将参考图6来描述其原理。图6是例示出从光源1到凹透镜5的光学元件之间的简化光学关系的示意图。光源1'对应于光源1。镜2'和3'是具有正光焦度的元件并且各自分别对应于准直透镜2和抛物面反射镜阵列3中的镜。凹透镜5'是具有负光焦度的元件并且是如图所示的凹透镜5。

[0062] 如上所述,抛物面反射镜阵列3和凹透镜5共享焦点,并且形成远焦系统。因此,与其相对应的元件3'和5'也形成远焦系统A。从光源1'发射的光被准直透镜2'变成平行光以入射在远焦系统A上,并且光束被按照预定倍率压缩。

[0063] 此时,当光源1'的发光点为无限小时,从光源1'发射的光被准直透镜2'完全变成平行光,但是LD的发光点具有有限尺寸,因此,其被变成具有与其尺寸相对应的角度变化 $\theta_1$ 的平行光束。角度变化 $\theta_1$ 使用准直透镜2'的焦距 $f_{\text{coli}}$ 和发光点的尺寸L而被表达为 $\theta = \arctan(L/f_{\text{coli}})$ 。



[0064] 如上所述,虽然入射在远焦系统A上的平行光束具有与发光点的有限尺寸相对应的角度变化 $\theta_1$ ,但是当平行光入射到远焦系统A上并且光束直径改变时,角度变化变为 $\theta_2$ 。现在,让 $D_1$ 和 $D_2$ 是平行光束在入射在远焦系统A上之前和之后的直径,以下方程根据角倍率的关系而成立。

$$[0065] \quad \frac{\tan \theta_2}{\tan \theta_1} = \frac{D_1}{D_2} \quad ( = \gamma )$$

.....表达式 (1)

[0066] 在这里, $\gamma$ 表示角倍率。上述的进一步减小入射在第一透镜面阵列61上的激发光的光束直径等同于进一步减小从远焦系统A发射的光束直径 $D_2$ 。当光束直径 $D_2$ 被减小时,角倍率 $\gamma$ 增大,因此,左项的数值增大,结果, $\theta_2$ 增大。

[0067] 因此,当从远焦系统发射的光束的直径被减小时,角度变化 $\theta_2$ 增大,并且在其后级中,入射在第一透镜面阵列61上的平行光束的角度变化 $\theta_2$ 也增大。然后,如在图5B中示出,第二透镜面阵列62上的光源图像的尺寸增大。更具体地说,在为了抑制颜色光的衰减而通过减小二向色镜7的面积来过度减小激发光的光束直径的情况下,形成在第二透镜面阵列62上的光源图像的尺寸变得比透镜单元的节距大,并且光使用效率降低,这是不希望的。

[0068] 为此,形成在荧光体9上的光源点的尺寸的减小将被考虑。这意味着与荧光体9处于图像形成关系的第一透镜面阵列61的透镜单元的节距的减小。当第二透镜面阵列62的透镜单元的节距根据第一透镜面阵列61的透镜单元的节距的减小而也被减小时,光源图像的尺寸相对于透镜单元的尺寸相对地增大。结果,光使用效率降低,这如在前面提到的情况下一样是不希望的。

[0069] (更优选模式)

[0070] 为了在抑制这种损失的同时获得根据本示例性实施例的配置,激发光路的光束直径和荧光体9上的光源点的尺寸满足以下条件是可取的。在以下描述中,通过将聚光透镜单元8的焦距 $f_c$ 除以光束直径而得到的值被采用为F数,并且F数替代光束直径。这样做的原因如下。

[0071] 根据本示例性实施例的聚光透镜单元8的焦距是 $f_c=15\text{mm}$ ,但是聚光透镜单元8的焦距在设计上具有灵活性。因此,在照明光学系统中的各光学元件的有效直径为大的情况下,焦距被与其成比例地增大,并且荧光的光束直径可在接受角被保持的同时被增大。在这种情况下,激发光的光束直径也会聚透镜的焦距成比例地改变,但是可以通过将各光束直径除以会聚透镜的焦距来概括光束直径,这在计算方面是可取的。

[0072] 当来自根据本示例性实施例的聚光透镜单元8的白色光束的光束直径是 $D_{\text{phos}}=30\text{mm}$ 时,满足 $f_c=15\text{mm}$ 的F数如下。

$$[0073] \quad F = \frac{f_c}{D_{\text{phos}}} = 0.5$$

.....表达式 (2)

[0074] 同时,当来自微透镜阵列63的激发光的光束直径是 $D_{\text{LD}}=15\text{mm}$ 时,F数如下。

$$[0075] \quad F = \frac{f_c}{D_{\text{LD}}} = 1.0$$

.....表达式 (3)

[0076] 换言之,根据本示例性实施例,激发光路——即,其中激发光被会聚在荧光体9上

的光路——的F数大于荧光光路——即,其中荧光被聚光透镜单元8会聚的光路——的F数,如在图7A中示出。

[0077] 例如,荧光光路的F数和激发光路的F数基本上相同的情况将被考虑。在这种情况下,如在图7B中示出,来自聚光透镜单元8的未经转换光中的全部或者大多数被二向色镜7反射而未被引导至照明光学系统,因此,损失增大,这是不希望的。因此,在图7A中示出的关系被满足是可取的。

[0078] 更可取的是,当在条件表达式(2)中定义的荧光光路的F数被定义为 $F_{\text{phos}}$ ,并且在条件表达式(3)中定义的激发光路的F数被定义为 $F_{\text{LD}}$ 时,光源光学系统可以满足以下表达式。

$$[0079] \quad 0.4 < \frac{F_{\text{phos}}}{F_{\text{LD}}} < 0.6$$

.....表达式(4)

[0080] 在下限值小于条件表达式(4)的下限值的情况下,激发光路的F数 $F_{\text{LD}}$ 增大。换言之,激发光的光束直径 $D_{\text{LD}}$ 被减小。当激发光的光束直径 $D_{\text{LD}}$ 被过度减小时,上述的形成在第二透镜面阵列62上的光源图像的尺寸变得大于透镜单元的节距,因此光使用效率降低,这是不希望的。

[0081] 另一方面,在上限值大于条件表达式(4)的上限值的条件下,荧光光路的F数 $F_{\text{phos}}$ 和激发光路的F数 $F_{\text{LD}}$ 彼此接近。在这种情况下,损失如在图7B中示出增大,这是不希望的。

[0082] 在本示例性实施例中,八个LD被制成一个单元,并且总共四个单元被使用,即,总共32个LD被用作光源,并且形成在荧光体9上的光源点是基本上方形形状,该方形形状的一条边大约是1.0至1.5mm。这是因为,当如上所述的荧光体9上的光源点的光密度增大时,光转换效率由于亮度饱和现象而被降低,或者荧光体9在较短时间段中退化。

[0083] 例如,在荧光体9上的光源图像被减小的情况下,即,在透镜阵列的节距被进一步减小的情况下,形成在透镜单元上的光源图像的尺寸不改变,并且对应透镜单元的外部形状变得相对更小。结果,光使用效率的降低如上所述发生,这是不希望的。

[0084] 在激发光路的F数被定义为 $F_{\text{LD}}$ ,并且光源点的一条边的长度被定义为 $d_{\text{phos}}$ 的情况下,鉴于上面的关系,希望光源光学系统满足以下条件表达式。

$$[0085] \quad 1.0 < \left\{ \left( \frac{1}{F_{\text{LD}}} \right) \cdot d_{\text{phos}} \right\}^2$$

[mm<sup>2</sup>] .....表达式(5)

[0086] 条件表达式(5)意味着在激发光路的F数 $F_{\text{LD}}$ 如在本示例性实施例的情况下一样是1.0的情况下,光源点的面积大于1.0mm<sup>2</sup>是可取的。这是因为发生问题,例如,如上所述的由荧光体9上的光源点的光密度的增大而产生的光转换效率的降低。

[0087] 另外,条件表达式(5)意味着在光源点的面积大于1.0mm<sup>2</sup>的情况下,激发光路的F数 $F_{\text{LD}}$ 增大,即,激发光的光束直径 $D_{\text{LD}}$ 被减小。利用此配置,二向色镜7的面积被减小,故更多的未经转换的光可以被从聚光透镜单元8引导至照明光学系统。

[0088] 然而,在激发光的光束直径 $D_{\text{LD}}$ 被过度减小的情况下,即当激发光路的F数 $F_{\text{LD}}$ 过度增大时,下限值小于条件表达式(5)的下限值。在激发光的光束直径 $D_{\text{LD}}$ 被过度减小的情况下,形成在第二透镜面阵列62上的光源图像的尺寸如上所述变得大于透镜单元的节距,因此,光使用效率降低,这是不希望的。

[0089] 然而,在光源点的面积过大的情况下,作为光源点的性能被降低。另外,在激发光路的F数 $F_{LD}$ 过小的情况下,即当激发光的光束直径 $D_{LD}$ 过大时,二向色镜7的尺寸增大,这使得难以将未经转换的光从聚光透镜单元8引导至照明光学系统。因此,还希望光源光学系统可以满足以下条件表达式。

$$[0090] \quad 1.0 < \left\{ \left( \frac{1}{F_{LD}} \right) \cdot d_{phos} \right\}^2 < 4.0$$

[mm<sup>2</sup>] .....表达式 (5a)

[0091] (条件表达式的修改)

[0092] 在这里,条件表达式 (5) 的右手侧被进一步简化。光源点的面积可以使用透镜单元的单元节距 $d_{LA}$ 、透镜单元的焦距 $f_{LA}$ 和聚光透镜单元8的焦距 $f_c$ 来表达,并且条件表达式 (5) 的右手侧可以被转换如下。

$$[0093] \quad \left\{ \left( \frac{1}{F} \right) \cdot d_{phos} \right\}^2 = \left\{ \left( \frac{D_{LD}}{f_c} \right) \cdot \left( \frac{f_c}{f_{LA}} d_{LA} \right) \right\}^2 = \left( \frac{D_{LD} d_{LA}}{f_{LA}} \right)^2$$

.....表达式 (6)

[0094] 在这里,表达式 (6) 的右项处的激发光的光束直径 $D_{LD}$ 和透镜单元的节距 $d_{LA}$ 的平方被用如表达式 (7) 中的激发光束的截面面积 $S_{LD}$ 和透镜单元的面积 $S_{LA}$ 代替。

$$[0095] \quad \left( \frac{D_{LD} d_{LA}}{f_{LA}} \right)^2 \rightarrow S_{LD} \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2}$$

.....表达式 (7)

[0096] 另外,激发光束的截面面积 $S_{LD}$ 可以如在表达式 (8) 中一样通过使用透镜单元的单元总数 $N$ 和透镜单元的面积 $S_{LA}$ 来变换。

$$[0097] \quad S_{LD} \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} \rightarrow N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2}$$

.....表达式 (8)

[0098] 最后,条件表达式 (5) 如在以下条件表达式 (9) 中一样可以被仅简化为透镜单元的参数。

$$[0099] \quad 1.0 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2}$$

[mm<sup>2</sup>] .....表达式 (9)

[0100] 在本示例性实施例中,条件表达式 (5) 或 (9) 被满足,故光源点的尺寸和激发光的F数 $F_{LD}$ ——即,激发光的光束直径 $D_{LD}$ ——被设置为适当的关系。利用此配置,在荧光体9上的光源点的光密度的影响被抑制的同时,二向色镜7的尺寸的增大被抑制,故更多的未经转换的光可以被从聚光透镜单元8引导至照明光学系统。另外,此配置可以抑制由第二透镜面阵列62上的光源图像由于激发光的光束直径 $D_{LD}$ 被过度减小而增大引起的光使用效率的降低。

[0101] 将会明白,更希望光源光学系统满足以下表达式,如在条件表达式 (5) 的情况下一样。

$$[0102] \quad 1.0 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} < 4.0$$

[mm<sup>2</sup>] .....表达式 (9a)

[0103] (更少LD的情况)

[0104] 在本示例性实施例中,如上所述总共32个LD被使用,但是更少的LD可被使用。在八

个LD被制成一个单元,并且一个单元(总共八个LD)被使用的情况下,表达式(7)和(8)中的 $S_{LD}$ 项可以被减小到1/4,因此,条件表达式(9)的下限值可以被减小如下。

$$[0105] \quad 0.25 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} \quad [\text{mm}^2] \text{ .....表达式 (10)}$$

[0106] 更具体地说,在更多LD被用来增大亮度的情况下,希望表达式(9)被满足,但是在LD的数目为小的情况下,至少表达式(10)应当被满足。因此,在此配置可以抑制当光源图像相对于透镜单元的尺寸变大时造成的损失的发生的同时,波长转换元件的光转换效率的降低可以被抑制,并且较小的光源光学系统可以被实现。

[0107] 另外,如在上面描述的条件表达式(5a)中一样,希望以下表达式被满足以抑制当光源点变大时造成的影响。

$$[0108] \quad 0.25 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} < 10 \quad [\text{mm}^2] \text{ .....表达式 (10a)}$$

[0109] 另外,还希望以下表达式可以被满足。

$$[0110] \quad 0.25 < N \cdot S_{LA} \cdot \frac{S_{LA}}{f_{LA}^2} < 7.0 \quad [\text{mm}^2] \text{ .....表达式 (10b)}$$

[0111] 如在条件表达式(5a)中一样,条件表达式(10)的上限值可被设置为4.0。

[0112] 根据本发明的数值示例如下。

[0113] [表格1]

[0114]

数值示例	$f_c$ [mm]	$D_{LD}$ [mm]	$F_{LD}$	$D_{phos}$ [mm]	$F_{phos}$	$F_{phos}/F_{LD}$	$d_{phos}$ [mm]	N	$S_{LA}$ [mm <sup>2</sup> ]	$f_{LA}$ [mm]	条件表达式(10)中的计算结果 [mm <sup>2</sup> ]
1	15.0	15.0	1.0	30.0	0.5	0.5	1.1	961	0.23	6.5	1.21
2	15.0	15.0	1.0	30.0	0.5	0.5	1.5	529	0.42	6.5	2.24
3	15.0	15.0	1.0	30.0	0.5	0.5	1.0	1156	0.19	6.5	1.03
4	15.0	15.0	1.0	30.0	0.5	0.5	2.0	289	0.76	6.5	3.92
5	15.0	15.0	1.0	30.0	0.5	0.5	0.5	4624	0.05	6.5	0.26
6	15.0	29.0	0.5	30.0	0.5	1.0	1.0	4225	0.19	6.5	3.75
7	15.0	7.5	2.0	30.0	0.5	0.3	1.0	289	0.19	6.5	0.26

[0115] 下面将描述本发明的第二示例性实施例。图8是例示出根据本示例性实施例的光源装置的配置的示意图。上述的第一示例性实施例与本示例性实施例之间的差异在于二向色镜7的配置以及聚光透镜单元8和荧光体9相对于二向色镜7的位置关系。

[0116] 根据上述第一示例性实施例的二向色镜7被配置为包括具有反射来自光源1的激发光并且允许来自荧光体9的荧光经由其透射的特性的二向色面71和无论波长如何都允许光经由其透射的透射面72。

[0117] 相比之下,根据本示例性实施例的二向色镜7被配置为包括具有允许来自光源1的激发光经由其透射并且反射来自荧光体9的荧光的特性的二向色面73和无论波长如何都反

射光的反射面74。在具有这种配置的二向色镜7被使用的情况下,二向色镜7、聚光透镜单元8和荧光体9需要被布置在来自光源1的光束的行进方向上。

[0118] 即使在这种配置中,即使蓝色光源未被独立于激发光的光源设置,白色光束也可以被引导至照明光学系统,并且小型光源光学系统可以被实现。另外,荧光体9的光转换效率的降低可以被微透镜阵列63抑制。

[0119] 下面将描述本发明的第三示例性实施例。图9是例示出具有根据第一示例性实施例的光源光学系统和光源装置的投影仪(投影显示装置)的配置的示图。

[0120] 图9例示出根据第一示例性实施例的光源装置100。根据第二示例性实施例的光源装置可被用作图9中的光源装置100。

[0121] 照明光学系统200通过使用来自光源装置100的光束来照射液晶面板20(光学调制元件)。照明光学系统200包括第三复眼透镜13a、第四复眼透镜13b、偏振转换元件14以及会聚透镜15。

[0122] 来自光源装置100的光束被第三复眼透镜13a分割成多个光束,并且在第四复眼透镜13b与偏振转换元件14之间形成光源图像。偏振转换元件14被配置为使入射光束的偏振方向在预定方向上对齐,并且来自偏振转换元件14的光束被会聚透镜15引导至颜色分离/组合单元300。

[0123] 颜色分离/组合单元300包括偏振板16、二向色镜17、波长选择性相位差板18、红色液晶面板20r、绿色液晶面板20g和蓝色液晶面板20b。液晶面板20r、20g、20b被统称为液晶面板20。另外,颜色分离/组合单元300包括红色 $\lambda/4$ 板19r、绿色 $\lambda/4$ 板19g、蓝色 $\lambda/4$ 板19b、第一偏振分束器21a、第二偏振分束器21b和组合棱镜22。红色 $\lambda/4$ 板19r、绿色 $\lambda/4$ 板19g和蓝色 $\lambda/4$ 板19b被统称为 $\lambda/4$ 板19。颜色分离/组合单元300的除液晶面板20之外的部分被称作颜色分离和组合系统。

[0124] 偏振板16是仅允许被偏振转换元件14对齐的偏振方向上的光经由其透射的偏振板,并且来自偏振板16的光中的蓝色光和红色光被二向色镜17朝着第二偏振分束器21b引导。绿色光被朝着第一偏振分束器21a引导。

[0125] 第一偏振分束器21a和第二偏振分束器21b被配置为根据偏振方向将来自二向色镜17的光引导至液晶面板20,并且将来自液晶面板20的光引导至组合棱镜22。 $\lambda/4$ 板19在由液晶面板20处的反射造成的往复中给出 $\lambda/2$ 的相位差,故 $\lambda/4$ 板19具有增强分析效果的效果。

[0126] 组合棱镜22组合来自第二偏振分束器21b的蓝色光和红色光以及来自第一偏振分束器21a的绿色光,并且将组合后的光引导至投影光学系统23。

[0127] 根据这种配置,在图8中示出的投影仪可以将彩色图像投射到诸如屏幕之类的投影面上。

[0128] 另外,光源装置100、照明光学系统200、颜色分离/组合单元300和投影光学系统23的相互位置关系可以不是如在图8中示出的关系。更具体地说,聚光透镜单元8的光轴、会聚透镜15的光轴、液晶面板20的面法线和投影光学系统23的光轴全部存在于图8中的同一平面中。然而,各轴不一定存在于同一平面中,并且可以通过使用反射镜等而被按需改变以使得它们所存在于的面可以取决于轴而不同。

[0129] 已经在上文中描述了本发明的示例性实施例,但是将会明白,本发明不限于这些

示例性实施例,并且在其要旨内可以做出各种修改和改变。

[0130] (其他实施例)

[0131] 上述的各示例性实施例示出了如下配置的示例:其中,微透镜阵列63的面向凹透镜5的面是第一透镜面阵列61,并且微透镜阵列63的面向二向色镜7侧的面是第二透镜面阵列62。这种配置可以用来抑制微透镜阵列63与第一透镜面阵列61两者之间的相对位移。

[0132] 然而,本发明不限于上面的配置。代替微透镜阵列63,具有第一透镜面阵列61的第一复眼透镜和具有第二透镜面阵列62的第二复眼透镜可被按照从凹透镜5侧起的次序来设置。在这种情况下,其间形成玻璃的体积可以被减小,故花费更少时间来形成玻璃。

[0133] 尽管在上述的各示例性实施例中尚未描述细节,但是光源1和准直透镜2可以被不同的保持构件保持,或者可被同一保持构件保持。例如,一体地包括八个光源1和八个准直透镜2的LD组可被使用。

[0134] 通过使用棱镜代替根据上面各实施例的平面镜4,可以将来自抛物面反射镜阵列3的光束引导至凹透镜5。

[0135] 在上述的上面示例性实施例中的每个中,例如,光源图像通过第一透镜面阵列61而被形成在第二透镜面阵列62上。然而,光源图像应当仅被形成在第二透镜面阵列62附近。换言之,光源图像可被形成在第二透镜面阵列62与荧光体9之间,或者被形成在第二透镜面阵列62与二向色镜7之间。

[0136] 在上述的上面示例性实施例中的每个中,通过将荧光体层涂覆到高反射率铝基板而上而制成的荧光体9的配置已作为示例被例示。更具体地说,这可以是如下配置:其中,通过在圆形铝基板上在圆周方向上连续涂覆荧光体层而制成的轮子可被用马达旋转。根据这种配置,来自光源1的激光被会聚在荧光体层上的位置被改变,故荧光体层的退化可以被抑制。

[0137] 在上述的上面示例性实施例中的每个中,例如,二向色面71被提供作为导光面,但是本发明不限于这种配置。例如,来自多个光源1的光束可被在预定偏振方向上对齐,并且代替二向色面71,偏振分割面可被提供作为导光面。来自荧光体9的光束在偏振方向未被组织的状态下发射,因此,在偏振分割面上,具有与来自光源1的光束相同的波长的光束也可以被引导至照明光学系统。

[0138] 尽管已经参考示例性实施例描述了本发明,但是将会明白,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围将符合最宽广的解释以包含所有这种修改以及等同的结构和功能。

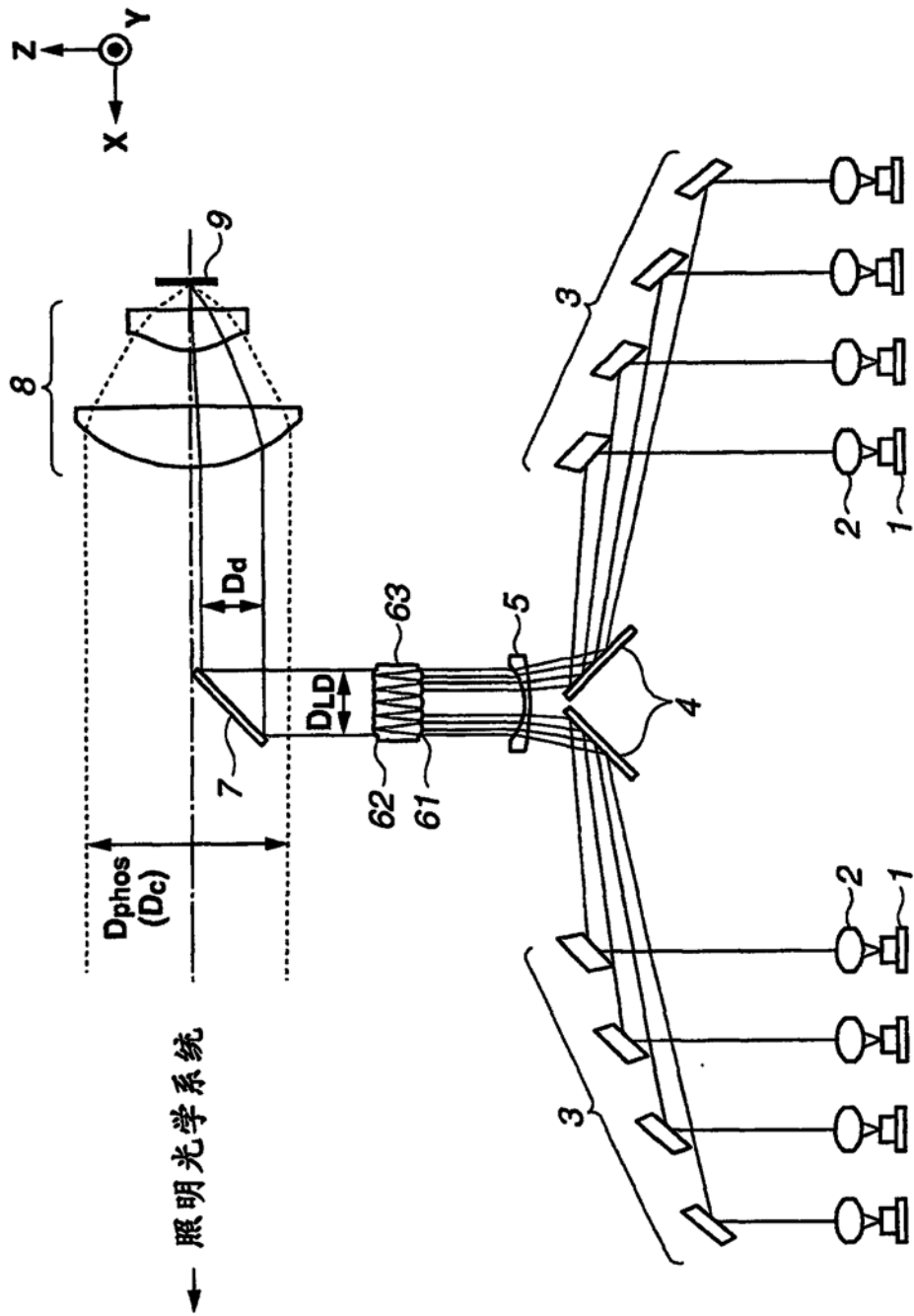


图1

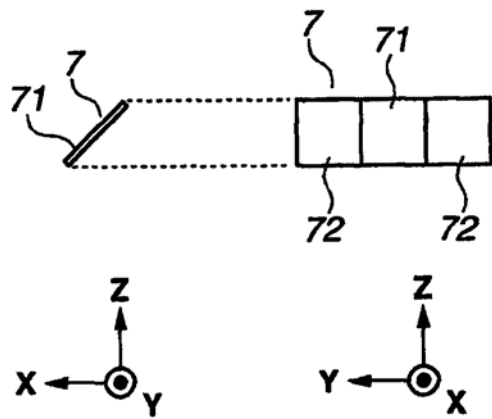


图2A

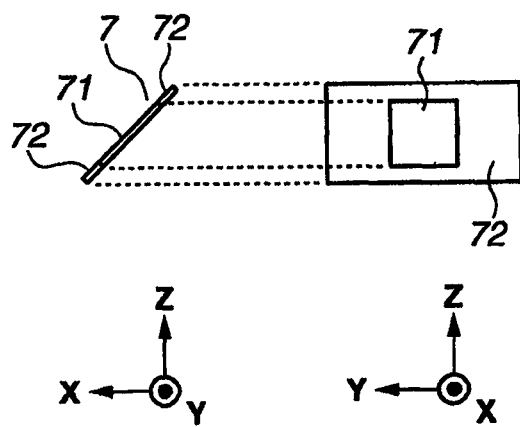


图2B



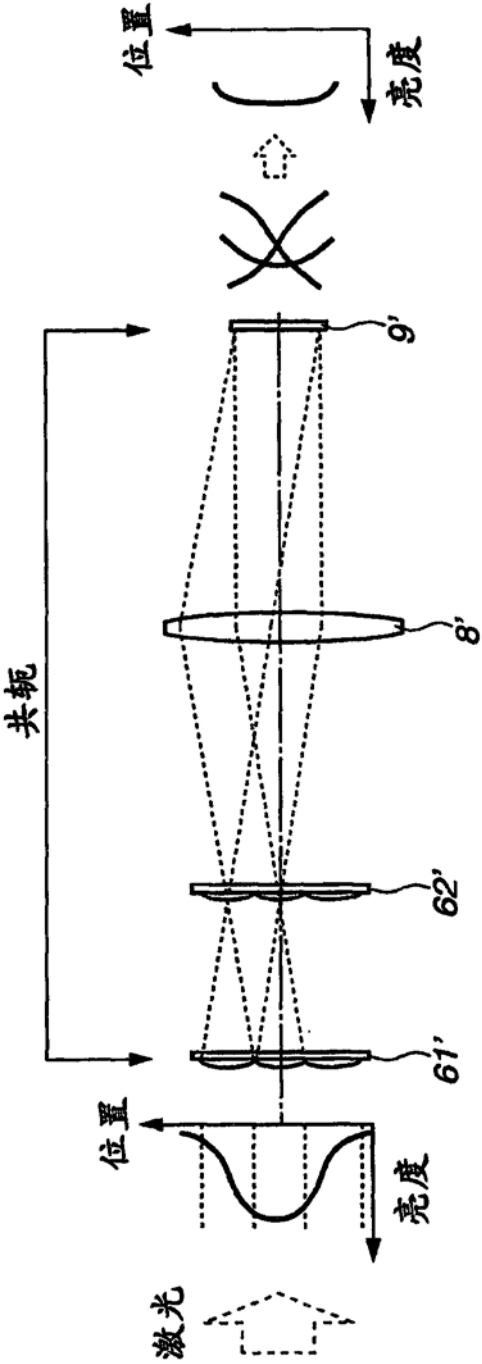


图3

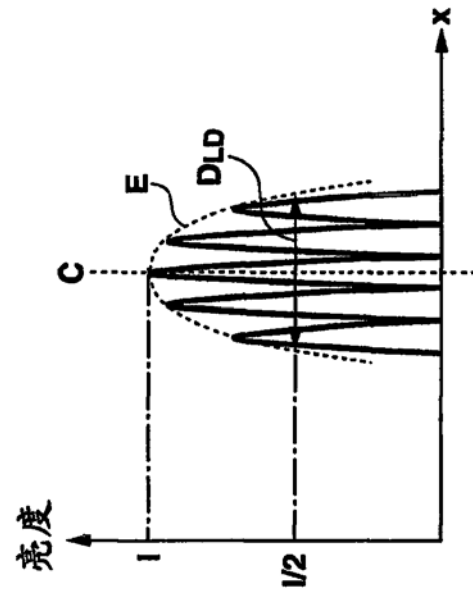


图4A

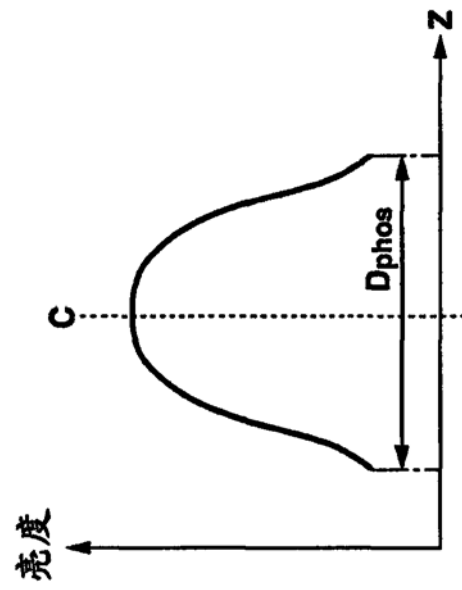


图4B

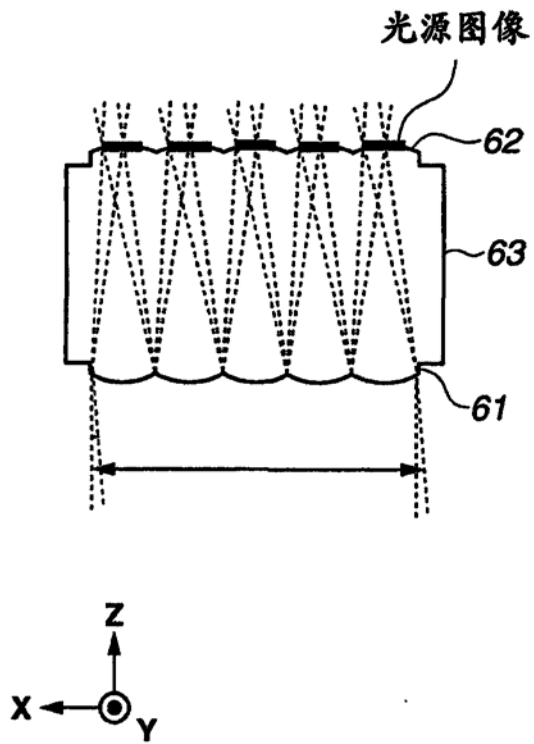


图 5A

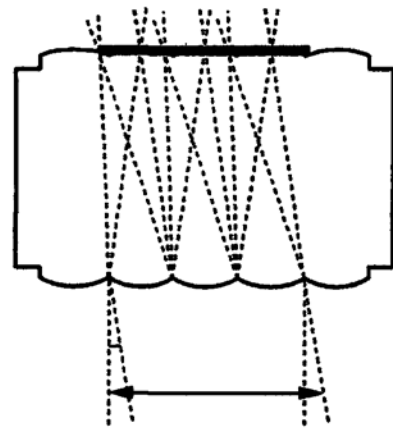


图 5B

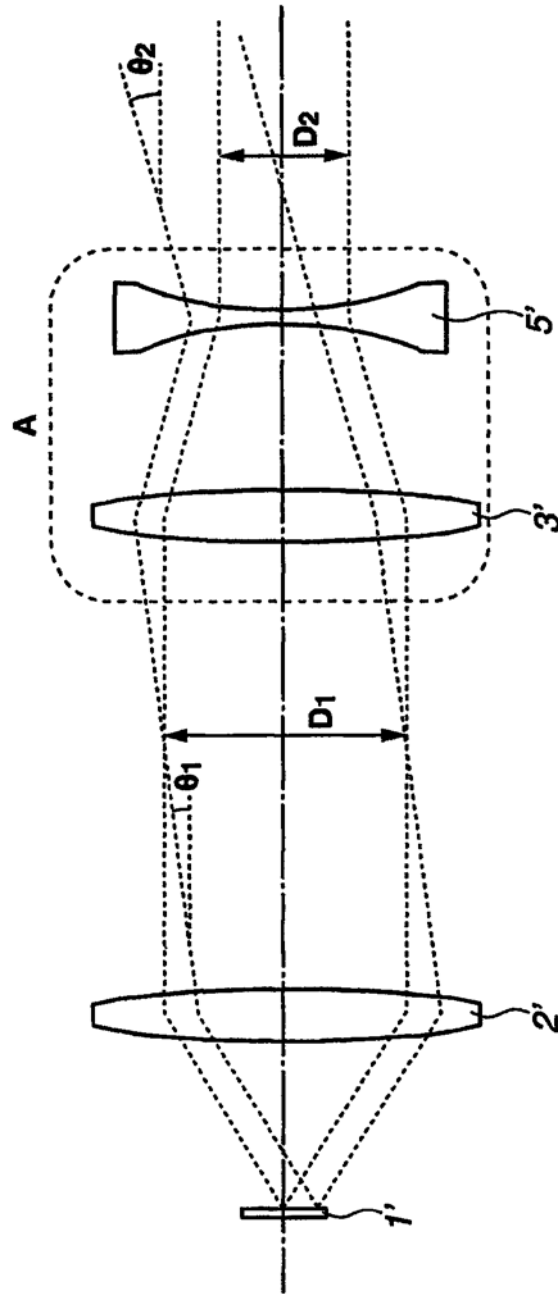


图6

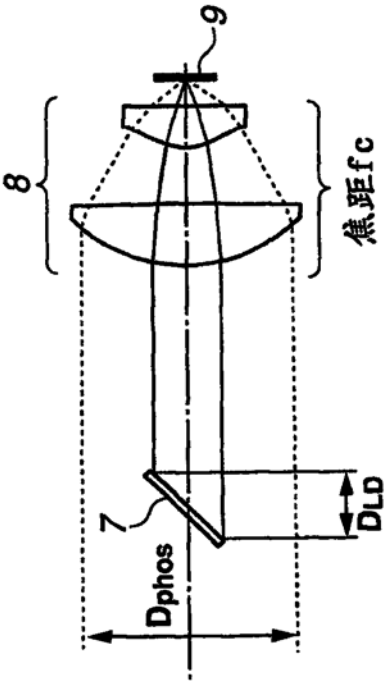


图7A

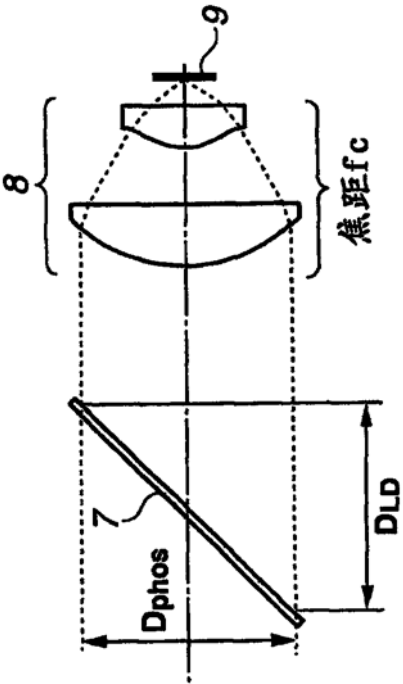


图7B

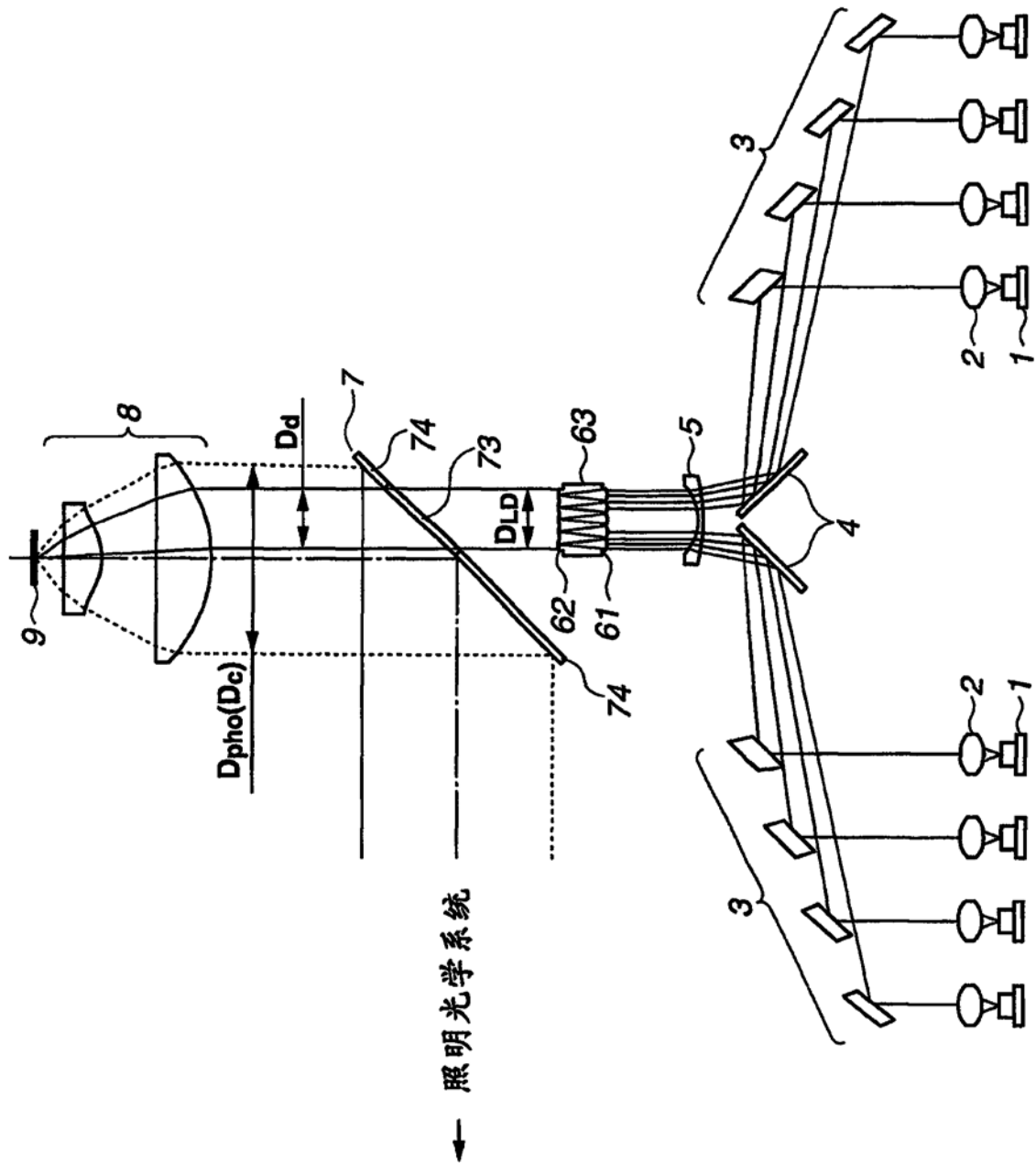


图8

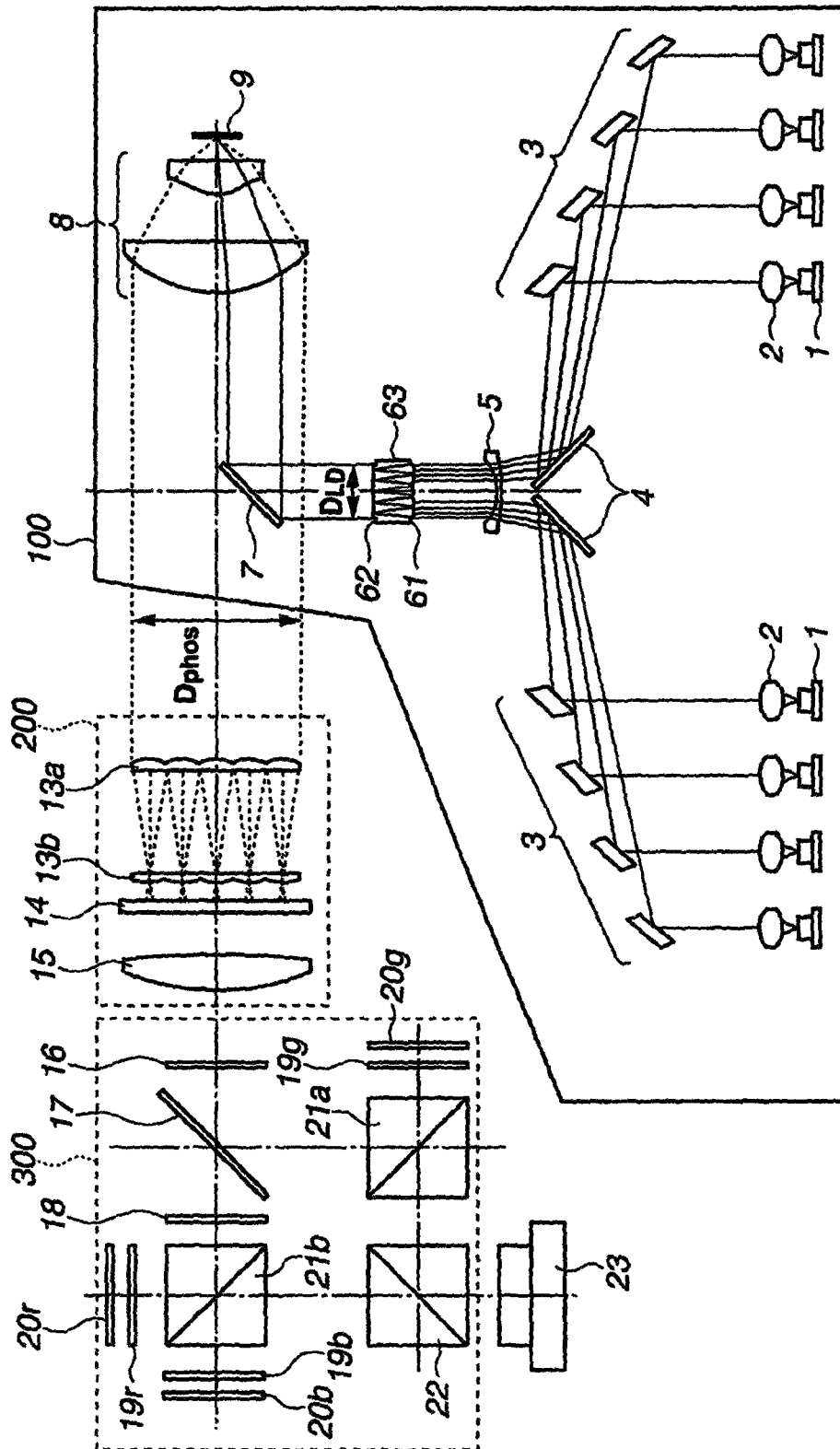


图9