



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102734700 B

(45)授权公告日 2016.11.23

(21)申请号 201210086759.7

(22)申请日 2012.03.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102734700 A

(43)申请公布日 2012.10.17

(30)优先权数据

2011-082888 2011.04.04 JP

2011-154593 2011.07.13 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 安井利文

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

G02B 27/48(2006.01)

F21S 8/00(2006.01)

F21V 14/00(2006.01)

G03B 21/14(2006.01)

G03B 21/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1083932 A, 1994.03.16,

US 2010/0053565 A1, 2010.03.04,

JP 特开2008-134269 A, 2008.06.12,

审查员 张梅

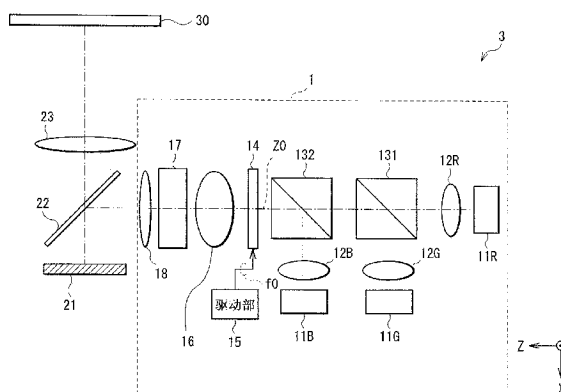
权利要求书2页 说明书15页 附图11页

(54)发明名称

照明装置和显示单元

(57)摘要

本发明提供了照明装置和显示装置,该照明装置包括:光源部,包括激光源,并且该光源部以预定频率间断地发射从所述激光源发射出的激光;光学元件,从该光源部间断地发射的激光通过该光学元件;以及驱动部,使所述光学元件以预定振动频率振动。满足以下式1或式2,其中, f_1 [Hz]表示该频率, f_2 [Hz]表示从该光学元件发射的照明光中由该光学元件的振动产生的亮度的变化频率, n_1 表示0以上且10以下的任意整数, n_2 表示1以上的预定整数, $|n_1 \times f_1 - f_2| \geq 20$... 式1 $|n_2 \times f_1 - f_2| \leq 3$... 式2。



1. 一种照明装置,包括:

光源部,包括激光源,并且所述光源部以预定频率间断地发射从所述激光源发射出的激光;

光学元件,从所述光源部间断地发射的所述激光通过所述光学元件;以及

驱动部,所述驱动部使所述光学元件以预定振动频率振动,其中,

满足以下式1,其中, $f_1[\text{Hz}]$ 表示所述预定频率, $f_2[\text{Hz}]$ 表示从所述光学元件发射的照明光中由所述光学元件的振动产生的亮度的变化频率, n_1 表示0以上且10以下的任意整数, n_2 表示1以上的预定整数,

$$|n_1 \times f_1 - f_2| \geq 20 \dots \text{式1},$$

当满足所述式1时,还满足以下式3,其中,

f_{31} 至 f_{3M} 从最低频率起依次表示当所述光学元件不振动时从所述光学元件发射的所述照明光的亮度分布的空间频率,其中, M 为2以上的整数,以及

A_0 表示当所述光学元件振动时所述照明光的所述亮度分布中的空间振幅,

$$(1/f_{32}) \leq A_0 \dots \text{式3}.$$

2. 根据权利要求1所述的照明装置,其中,

所述光源部发射多种类型的波长的所述激光,以及

至少具有所述多种类型的波长中的与视觉度最高的颜色对应的波长的激光的频率满足所述式1。

3. 根据权利要求2所述的照明装置,其中,

至少具有所述多种类型的波长中的与视觉度相对较高的两种以上颜色中的各个颜色对应的波长的激光的频率满足所述式1。

4. 根据权利要求3所述的照明装置,其中,

所述多种类型的波长的激光的频率均满足所述式1。

5. 根据权利要求1所述的照明装置,其中,

所述光学元件包括沿所述光学元件的振动方向设置的多个单元结构,以及

满足 $f_2 = (2 \times N \times f_0)$,其中,

f_0 表示所述振动频率,并且,所述光学元件振动时的振幅/沿所述振动方向的单元结构的间距 $= N$ 。

6. 根据权利要求5所述的照明装置,包括:

控制部,动态地控制所述振动频率和所述预定频率以满足所述式1。

7. 根据权利要求1所述的照明装置,包括:

光学构件,所述光学构件发射照明光,其中,

所述驱动部通过改变所述光学元件和所述光学构件之间的相对位置来改变在所述光学构件的入射面中的所述激光的入射位置和入射角中的一个或两个。

8. 根据权利要求1所述的照明装置,其中,

所述光学元件是将入射光束分成两个以上方向并发射的元件。

9. 根据权利要求7所述的照明装置,其中,

所述光学元件是棱镜阵列、衍射元件、透镜或透镜阵列。

10. 根据权利要求7所述的照明装置,其中,

所述光学构件是复眼透镜。

11. 根据权利要求1所述的照明装置, 其中,

所述激光源以作为所述预定频率的预定发射频率来间断地发射所述激光。

12. 根据权利要求1所述的照明装置, 其中,

所述光源部包括三种光源, 每个光源发射红光、绿光或蓝光。

13. 根据权利要求12所述的照明装置, 其中,

所述三种光源中的一个以上为所述激光源。

14. 一种显示单元, 包括:

照明装置, 所述照明装置发射照明光; 以及

光调制元件, 所述光调制元件基于视频信号调制所述照明光, 其中,

所述照明装置包括:

光源部, 包括激光源, 并且所述光源部以预定频率间断地发射从所述激光源发射出的激光;

光学元件, 从所述光源部间断地发射的所述激光通过所述光学元件; 以及

驱动部, 所述驱动部使所述光学元件以预定振动频率振动, 其中

满足以下式1, 其中, $f1[\text{Hz}]$ 表示所述预定频率, $f2[\text{Hz}]$ 表示从所述光学元件发射的照明光中由所述光学元件的振动产生的亮度的变化频率, $n1$ 表示0以上并且10以下的任意整数, $n2$ 表示1以上的预定整数,

$$|n1 \times f1 - f2| \geq 20 \dots \text{式1},$$

当满足所述式1时, 还满足以下式3, 其中,

$f31$ 至 $f3M$ 从最低频率起依次表示当所述光学元件不振动时从所述光学元件发射的所述照明光的亮度分布的空间频率, 其中, M 为2以上的整数, 以及

$A0$ 表示当所述光学元件振动时所述照明光的所述亮度分布中的空间振幅,

$$(1/f32) \leq A0 \dots \text{式3}.$$

15. 根据权利要求14所述的显示单元, 进一步包括:

投影光学系统, 所述投影光学系统将通过所述光调制元件调制的照明光投影到投影面上。

16. 根据权利要求14所述的显示单元, 其中,

所述光调制元件是液晶元件。

照明装置和显示单元

技术领域

[0001] 本发明涉及发射包括激光的光的照明装置,以及使用这种照明装置进行视频显示的显示装置。

背景技术

[0002] 光学模块作为投影仪(即,投影显示装置)中的一个主要组件,通常由照明光学系统构成,即包括光源的照明装置以及包括光调节元件的投影光学系统。在这种投影仪的领域中,称为微型投影仪的小尺寸(手掌尺寸)的轻质便携式投影仪变得日益流行。在该微型投影仪中,照明装置的光源主要是LED(Light Emitting Diode,发光二极管)。

[0003] 另一方面,近来受到关注的照明装置的一种新光源是激光器。作为使用红(R)、绿(G)和蓝(B)三原色的激光的投影仪,例如,已知的是使用气体激光器的投影仪。例如,在未审查日本专利申请第55-65940和第6-208089号中说明了光源是激光器的投影仪。由于光源是激光器,使得投影仪具有大范围的色彩再现并且减小了耗电量。

发明内容

[0004] 当诸如激光的相干光被引入到漫射(diffuse)面时,出现不同于任何普通光的斑纹图案。这种图案被称为斑纹图案。该斑纹图案由于在漫射面各点上分散的光根据与漫射面上的微观粗糙度对应的随机相位关系干涉而产生。

[0005] 通过使用上述激光器作为光源的投影仪,斑纹图案(干涉图案)叠加在屏幕上的显示图像上。结果,人眼将该现象感知为强烈的随机噪声,从而导致显示质量的下降。

[0006] 在这种情况下,为了抑制在使用激光器作为光源的投影仪中产生这种斑纹图案(斑纹噪声),提出微振动投影仪中的激光所通过的预定光学元件或其它元件。人眼或人脑通常不能感知在约20至50ms内的图像闪烁。这意味着在该时间范围内的图像被集成然后在人眼中均布。这样,在该时间范围内,大量独立的斑纹图案在屏幕上叠加,目的在于使斑纹噪声均布达到不成为人眼中的干扰的程度。这种方法可防止生成由激光引起的任何干涉图案。

[0007] 当光学元件被如此微振动时,确实抑制了干涉图案,但在一些情况中,照明光中亮度不均匀更突出。因此这引起了显示质量的下降。

[0008] 期望提供一种能够抑制亮度不均匀同时抑制干涉图案的照明装置和显示装置。

[0009] 根据本发明实施方式的照明装置包括:光源部,包括激光源,并且该光源部以预定频率间断地发射从激光源发射出的激光;光学元件,从光源部间断地发射的激光通过该光学元件,以及驱动部,使该光学元件以预定振动频率振动。满足以下式1或式2,其中, f_1 [Hz]表示该频率, f_2 [Hz]表示从该光学元件发射的照明光中由该光学元件的振动产生的亮度的变化频率, n_1 表示0以上且10以下的任意整数, n_2 表示1以上的预定整数,

[0010] $|n_1 \times f_1 - f_2| \geq 20$...式1

[0011] $|n_2 \times f_1 - f_2| \leq 3$...式2

[0012] 典型地,光学元件由正弦波驱动(例如,参见下文将说明的图10B)。在这种情况下,上述“亮度的变化频率(f2)”是正弦波频率。然而,光学元件的驱动波形不必限制为正弦波波形。在这种情况下,上述“亮度的变化频率(f2)”可以是具有最大振幅分量的主频率。然而,典型地,激光源使用矩形脉冲间断地进行光发射(例如,参见下文将要说明的图10A)。该矩形脉冲通常包括基本频率的谐波分量,但上述“频率(f1)”表示驱动脉冲的基本频率自身,例如,矩形脉冲。

[0013] 根据本发明实施方式的显示装置包括发射照明光的照明装置,以及基于视频信号调制照明光的光调制元件。该照明装置包括:光源部,包括激光源,并且该光源部以预定频率间断地发射从激光源发射的激光;光学元件,从该光源部间断地发射的激光通过该光学元件,以及驱动部,使光学元件以预定振动频率振动。满足以下式1或式2,其中,f1[Hz]表示该频率,f2[Hz]表示从该光学元件发射的照明光中由该光学元件的振动产生的亮度的变化频率,n1表示0以上并且10以下的任意整数,n2表示1以上的预定整数,

[0014] $|n1 \times f1 - f2| \geq 20$...式1

[0015] $|n2 \times f1 - f2| \leq 3$...式2。

[0016] 通过根据本发明实施方式的照明装置和显示装置,通过使来自激光源的激光所通过的光学元件振动,抑制由激光源引起的干涉图案的发生。此外,满足上述式1或2使得难以感知照明光中由光学元件的振动所产生的亮度的变化频率(振动频率)和上述频率之间的关系所导致的拍现象(beat phenomenon)。

[0017] 根据本发明实施方式的照明装置和显示装置,通过使来自激光源的激光所通过的光学元件振动,并且通过满足上述式1或式2,抑制了由激光源产生的干涉图案的发生,并且使得难以感知照明光中由光学元件的振动所产生的亮度的变化频率(振动频率)和上述频率之间的关系所导致的拍现象。因此,在抑制亮度不均匀的同时抑制了干涉图案的发生(改进了显示质量)。

[0018] 应该理解的是,上述一般性说明和下文的详细说明均为示例性的,旨在提供对所要求保护的技术的进一步说明。

附图说明

[0019] 附图旨在提供对本发明的进一步的理解,附图被合并到本说明书中并构成说明书的一部分。附图对实施方式进行了说明,并且与说明书一起用于解释技术的原理。

[0020] 图1是示出根据本发明实施方式的显示装置的整体结构的图示。

[0021] 图2是在图1的每个激光源中的脉冲发射的示例性操作的时序图。

[0022] 图3是用于说明图1的光学元件的功能的示意图。

[0023] 图4是作为图1的光学元件的实施例的棱镜阵列的立体图,示出了该棱镜阵列的示意性的详细结构。

[0024] 图5是示出根据比较例的显示装置的整体结构的图示。

[0025] 图6是用于说明图4的棱镜阵列的功能的示意图。

[0026] 图7是用于说明通过棱镜阵列的振动实现的光束扫描操作的示意图。

[0027] 图8是在屏幕上感知到的示例性亮度不均匀的示意图。

[0028] 图9是在发射频率和振动频率以及屏幕上的亮度不均匀之间的示例性关系的时序

图。

[0029] 图10是在发射频率和振动频率以及屏幕上的亮度不均匀之间的另一个示例性关系的时序图。

[0030] 图11是示出来自图1的激光源中的每一个的激光的示例性远场图样(FFP)的示意图。

[0031] 图12是用于说明屏幕上的区域之间的关系示意图,即,亮度不均匀减小区域和亮度不均匀未变化区域,以及由光学元件的振动产生的亮度分布中的空间振幅。

[0032] 图13是用于说明变形例1中的照明光的亮度的振动频率和变化频率之间的示例性关系的图示。

[0033] 图14是示出根据变形例2的显示装置的整体结构的图示。

[0034] 图15是示出根据变形例3的照明装置的主要部分的结构图示。

具体实施方式

[0035] 参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。此处,以以下顺序给出说明。

[0036] 1.实施方式(使用棱镜阵列作为光学元件的实施例)

[0037] 2.变形例

[0038] 变形例1(考虑到振动频率和照明光中的亮度的变化频率之间的关系的实施例)

[0039] 变形例2(通过控制部动态地控制发射频率和振动频率的实施例)

[0040] 变形例3(使用衍射元件作为光学元件的实施例)

[0041] 其他变形例

[0042] [实施方式]

[0043] [显示装置3的整体结构]

[0044] 图1是示出根据本发明实施方式的显示装置(显示装置3)的整体结构的图示。所述显示装置3是在屏幕30(投影面)上进行视频(摄像灯)投影的投影显示装置。显示装置3被构造为包括照明装置1,以及利用来自照明装置1的照明光进行视频显示的光学系统(显示光学系统)。

[0045] [照明装置1]

[0046] 照明装置1设置有红色激光器11R、绿色激光器11G、蓝色激光器11B、透镜12R、12G和12B、分光棱镜131和132、光学元件(棱镜阵列)14、驱动部15、准直透镜16、复眼透镜17以及聚光透镜18。在附图中,附图参考标号Z0表示光轴。

[0047] 红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B是分别发射红色、绿色和蓝色激光的三种光源。这些激光源构成光源部,在这个实施例中,这三种光源均为激光源。例如,红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B中的每一个是半导体激光器、固体激光器或其它。假设这些激光源均为半导体激光,例如,红色激光具有约为 $\lambda_r=600$ 至 700nm 的波长,绿色激光具有约为 $\lambda_g=500$ 至 600nm 的波长,而蓝色激光具有约为 $\lambda_b=400$ 至 500nm 的波长。

[0048] 在这个实施例中,红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B分别执行图2中的(A)至(C)中示例性地示出的脉冲发射。换句话说,红色激光器11R以预定发射频率 $f_{1r}[\text{Hz}]$ (发射周期 $T_r=1/f_{1r}$)间断地(不规则地)发射红色激光。绿色激光器11G以预定发射频率 $f_{1g}[\text{Hz}]$ (发射周期 $T_g=1/f_{1g}$)间断地发射绿色激光。蓝色激光器11B以预定发射频率 $f_{1b}[\text{Hz}]$ (发射

周期 $T_b=1/f_{1b}$)间断地发射绿色激光。在这个实施例中,如图2所示,以红色激光、绿色激光和蓝色激光的顺序以时分方式顺序地进行光发射。此处,发射频率 f_{1r} , f_{1g} 和 f_{1b} 表示它们的基本频率。在这个实施例中,假设发射频率 f_{1r} , f_{1g} 和 f_{1b} 彼此相等(此处,这被适当地表示为 $f_{1r}=f_{1g}=f_{1b}=f_1$)。典型地,此时的发射频率 f_1 约为 $f_1=60$ 至 120 [Hz],但这肯定不是限定性的,并且可以依据投影仪(显示装置1)中的显示质量或其它来确定发射频率 f_1 。

[0049] 透镜12R和12G是分别用于准直来自红色激光器11R和绿色激光器11G的红色和绿色激光的透镜(耦合透镜),从而将生成的平行光耦合到分光棱镜131上。相似地,透镜12B是用于准直来自蓝色激光器11B的激光的透镜(耦合透镜),从而将生成的平行光耦合到分光棱镜132上。在这个实施例中,操作这些透镜12R、12G和12B从而对它们相应的入射激光进行准直,即,以便获得平行光,但这当然不是限制性的,并且激光不一定被透镜12R、12G和12B准直(不一定期望平行光)。然而,由于生成的设备结构使得尺寸减小,如上所述对激光进行准直是更理想的。

[0050] 分光棱镜131选择性地使经由透镜12R入射的红色激光通过其中,并且选择性地反射经由透镜12G入射的绿色激光。分光棱镜132选择性地使经由分光棱镜131入射的红色和绿色激光通过其中,并且选择性地反射经由透镜12B入射的蓝色激光。因此,这导致了关于红色、绿色和蓝色激光的颜色合成(光路合成)。

[0051] 光学元件(棱镜阵列)14设置在光源和复眼透镜17之间的光路上,具体地,在分光棱镜132和准直透镜16之间的光路上。光学元件(棱镜阵列)14对应于本发明的“光学元件”的具体实施例。棱镜阵列14是下文将说明的用于减小斑纹噪声(干涉图案)的光学元件,并且该棱镜阵列14被构造为使在附图中所示的光轴Z0上行进的激光通过其中。换句话说,该棱镜阵列14使以发射频率 $f_1(=f_{1r}, f_{1g}$ 和 $f_{1b})$ 间断地发射的来自光源部(红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B)的激光(红色、绿色和蓝色激光)选择性地通过其中。

[0052] 通过在本发明的实施方式中由这种棱镜阵列14例示的“光学元件”,如图3示例性地示出,入射光束(入射光 L_{in})被分为两个以上方向,即,彼此不同的两个以上方向,并被作为出射光 L_{out} 发射。换句话说,不是为了改变入射光 L_{in} 光学路径而使入射光 L_{in} 仅在一个方向上出射,而是为了为入射光 L_{in} 设置相位差以使出射光 L_{out} 在两个以上方向(即,多种不同方向)上出射。

[0053] 图4是棱镜阵列14的立体图,示意性地示出了棱镜阵列14的示例性详细结构。在该棱镜阵列14中,多个(在这个实例中为 $n/2$ (其中, n 是2以上的整数)个)棱镜140(单元结构)沿Y轴方向(下文将说明的棱镜阵列14自身的振动方向)直线设置。棱镜140均在其激光发射侧(+Z轴方向)上设置有一对均在X轴方向上延伸的倾斜面。这意味着这些棱镜140在入射面(X-Y平面)内与一对倾斜面延伸的方向(X轴方向)正交的方向(Y轴方向)上直线设置。具体地,按朝向附图中Y轴的负方向的顺序,第一棱镜140具有一对倾斜面(第一和第二面) S_1 和 S_2 ,第二棱镜140具有一对倾斜面(第三和第四面) S_3 和 S_4 ,并且第 $(n/2)$ 棱镜140具有一对倾斜面(S_{n-1} 和 S_n)。因此,棱镜140均被成型为沿X轴方向延伸的三角形棱镜(Y轴方向上的间距(棱镜间距): d ,每个倾斜面的倾斜角度: θ),并且,在棱镜阵列14的整个出射面上,脊部(凸部)和凹槽部(凹部)交替形成。应注意的是,在这个实施例中,尽管凸部(倾斜面)位于每个棱镜140的出射面侧上,这当然不是限制性的,凸部可以位于棱镜的入射面和出射面中的一个或二者上。下文将详细说明棱镜阵列14的详细功能(图6和图7)。

[0054] 驱动部15用于改变在复眼透镜17的入射面上的激光的入射位置和入射角度中的一个或两个(入射位置、入射角度或入射位置和入射角度二者)。这种变化是通过改变棱镜阵列14和复眼透镜17之间的相对位置实现的。特别是在实施方式中,驱动部15被构造为通过使棱镜阵列14振动(微振动)来改变上述相对位置。具体地,该实施例中的驱动部15使棱镜阵列14沿Y轴方向振动,其中图4的棱镜140沿Y轴设置。下文将说明如何限定(确定)使棱镜阵列14如此振动时的振动频率 f_0 (实施方式的一个特征)。此处,振动频率 f_0 表示具有最大振幅的主频率。例如,这种驱动部15通过包括线圈和永久磁铁构成。永久磁铁通过由钕(Nd)、铁(Fe)、硼(B)或其它制成的一种磁铁作示例。

[0055] 准直透镜16设置在棱镜阵列14和复眼透镜17之间的光学路径上,以便通过对来自棱镜阵列14的光进行准直而具有平行光。

[0056] 复眼透镜17是由二维地设置在衬底上的多个透镜构成的光学元件(积分器)。复眼透镜17用于在出射之前依照这些透镜是如何设置的来空间地分割入射光束。通过复眼透镜17,使得来自复眼透镜17的光均匀化(使平面中的强度分布均匀),并且生成的光作为照明光发射。注意所述复眼透镜17对应于本发明中的“光学构件”的具体实施例。

[0057] 聚光透镜18用于聚集在由复眼透镜17均匀化之后所提供的光(照明光)。

[0058] [显示光学系统]

[0059] 上述显示光学系统被构造为包括偏振分束器(PBS)22、反射型液晶元件21以及投影透镜23(投影光学系统)。

[0060] 偏振分束器22是选择性地使特定偏振光(例如,s偏振光)通过其中并选择性地反射其它偏振光(例如,p偏振光)的光学构件。因此,来自照明装置1的照明光(例如,s偏振光)被选择性地反射,然后被引入反射型液晶元件21。同时,选择性地使来自该反射型液晶元件21的视频光(例如,p偏振光)通过,然后被引入投影透镜23。

[0061] 反射型液晶元件21是光调制元件,其通过基于来自未示出的显示控制部的视频信号同时调制和反射来自照明装置1的照明光来发射视频光。这时,反射型液晶元件21反射照明光以便具有在光入射和出射的时间之间的不同的偏振光(例如,s和p偏振光)。这种反射型液晶元件21由包括LCOS(硅基液晶)或其它的液晶元件作示例。

[0062] 投影透镜23用于将照明光(视频光)在被反射型液晶元件21调制之后投影(放大并投影)到屏幕30上。

[0063] [显示装置3的功能和效果]

[0064] [1.显示操作]

[0065] 如图1所示,在显示装置3中,首先,在照明装置1中,来自红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B的光(激光)分别被透镜12R、12G和12B准直,变成平行光。接下来,以这种方式成为平行光的激光(红色、绿色和蓝色激光)受到分光棱镜131和132的色彩合成(光路合成)。受到光路合成的合成激光通过棱镜阵列14,然后由准直透镜16进行准直。然后合成的平行光进入复眼透镜17。该平行光被复眼透镜17均匀化(使平面中的强度分布均匀化),然后由聚光镜18聚集和出射。以这种方式,照明光从照明装置1出射。

[0066] 然后,照明光被偏振分束器22选择性地反射,然后被引入反射型液晶元件21。在反射型液晶元件21,所述入射光基于视频信号同时被调制和反射,之后作为视频光出射。在反射型液晶元件21中,由于入射和出射时的偏振光彼此不同,来自反射型液晶元件21的视频

光选择性地通过偏振分束器22,然后被引入投影透镜23。光(视频光)进入投影透镜23然后通过投影透镜被投影(放大并投影)到屏幕30上。

[0067] 此时,如图2示例性地示出,红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B分别以预定发射频率 $f_1(=f_{1r}, f_{1g}$ 和 $f_{1b})$ 间断地进行发射操作。因此,激光(红色、绿色和蓝色激光)以时分方式顺序地发射。在反射型液晶元件21中,基于每个颜色分量(红色、绿色或蓝色分量)的视频信号,以时分方式顺序地对相应颜色的激光进行调制。因此,基于视频信号在显示装置3上进行彩色视频显示。

[0068] [2.特征部的功能]

[0069] 接下来将与比较例相比较详细描述本发明实施方式的特征的功能(照明装置1的效果)。

[0070] [2-1.比较例]

[0071] 图5是示出根据比较例的显示装置(显示装置100)的整体结构的示图。与实施方式中的显示装置3相似,在该比较例中的显示装置100是将视频光相对于屏幕30进行投影的投影显示装置。显示装置100被构造为包括红色激光器101R、绿色激光器101G、蓝色激光器101B、分光镜102R、102G和102B、漫射元件103、电机(驱动部104)、透镜105、光调制元件106以及投影透镜107。

[0072] 在显示装置100中,来自红色激光器101R、绿色激光器101G、蓝色激光器101B的彩色激光分别在分光镜102R、102G和102B被颜色合成(光路合成),然后被引入漫射元件103。该入射光由漫射元件103漫射,然后被引入透镜105从而作为照明光照射到光调制元件106。从所述光调制元件106,所述照明光通过基于视频信号同时被调制和反射而作为视频光发射。合成的视频光通过投影透镜107被投影(放大并投影)到屏幕30上,以便基于视频信号在显示装置100上进行彩色视频显示。

[0073] 当诸如激光的相干光被引入漫射表面时,出现不同于任何普通光的斑纹图案。这种图案被称为斑纹图案。该斑纹图案由于在漫射面各点上分散的光根据与漫射面上的微观粗糙度对应的随机相位关系干涉而产生。

[0074] 通过使用激光源的如上述比较例中的显示装置100的投影仪,斑纹图案叠加在屏幕上的显示图像上。结果,人眼将该现象感知为强烈的随机噪声,从而导致显示质量的下降。

[0075] 在这种情况下,为了抑制在使用激光源的投影仪中产生这种斑纹图案(斑纹噪声),提出了使投影仪中的激光所通过的预定光学元件或屏幕微振动。人眼和大脑通常不能够感知约20至50ms内的图像闪烁。这意味着在该时间范围内的图像在人眼中被积分并均布。因此,在该时间范围内,大量独立的斑纹图案叠加在屏幕上,目的在于使斑纹噪声均布达到不成为人眼中的干扰的程度。

[0076] 因此,在上述比较例的显示装置100中,为了抑制斑纹噪声的出现,漫射元件103被电机104机械地高速旋转以改变(微振动)斑纹图案在屏幕30上的位置。

[0077] [2-2.实施方式]

[0078] 另一方面,还是在实施方式的照明装置1中,驱动部15驱动光学元件14从而使激光所通过的光学元件(棱镜阵列)14振动(微振动)。这相应地抑制了下文将详细说明的由激光导致的斑纹噪声(干涉图案)的出现。[关于抑制干涉图案的功能]

[0079] 首先,在棱镜阵列14中,进入棱镜140中的每一个的光从其一对倾斜表面的下方发射。具体地,如图6所示,光从每个棱镜140的一对倾斜表面出射,以便在入射光和复眼透镜17的入射面上的出射光之间进行位置交换,在该实施例中,复眼透镜17与棱镜阵列14之间间隔预定距离。具体地,在上述棱镜阵列14的第一棱镜140中,在倾斜表面 S_1 和 S_2 之间,在入射光和复眼透镜17的入射面上的出射光之间进行位置交换。换句话说,来自倾斜面 S_1 的光被引入光进入倾斜面 S_2 的位置(朝向第一棱镜140的出射面的下部)。另一方面,来自倾斜面 S_2 的光被引入光进入倾斜面 S_1 的位置(朝向第一棱镜140的出射面的上部)。相似地,在上述第 $(n-2)$ 个棱镜140中,在倾斜面 S_{n-1} 和 S_n 之间,在入射光和复眼透镜17的入射面上的出射光之间进行位置交换。换句话说,来自倾斜面 S_{n-1} 的光被引入光进入倾斜面 S_n 的位置(朝向第 $(n/2)$ 棱镜140的出射面的下部)。另一方面,来自倾斜面 S_n 的光被引入光进入倾斜面 S_{n-1} 的位置(朝向第 $(n/2)$ 棱镜140的出射面的上部)。注意这种入射光和出射光之间的位置交换的功能可以通过设定棱镜间距 d 和倾斜角度 θ 来任意地调节。

[0080] 然后驱动部15改变棱镜阵列14和复眼透镜17之间的相对位置。具体地,如图7中的箭头P1所示,例如,驱动部15通过使棱镜阵列14在与光轴 Z_0 正交的平面内沿棱镜140设置的方向(在Y轴方向上)振动来改变上述相对位置。这意味着来自上述棱镜140中的每一个的倾斜面的光(光被出射为在一对倾斜面之间改变位置)还在沿如图7中的箭头P21和P22所示的Y轴方向上改变(移动(shift))位置。这相应地导致了在复眼透镜17的入射面上,来自棱镜阵列14的每一个棱镜140的光的光束扫描。结果,通过上述原则(使斑纹图案多重化(时间平均)),抑制了激光引起的斑纹噪声(干涉图案)的出现。

[0081] 同样,在实施方式中,驱动部15改变棱镜阵列14和复眼透镜17之间的相对位置(在该实施例中使棱镜阵列14本身振动),从而改变复眼透镜17的入射面中的激光的入射位置和入射角中的一个或二个。这相应地减小或避免了光从棱镜阵列14入射到复眼透镜17时的光损耗,即使在上述相对位置移动的情况下(即使进行了光束扫描操作)。更详细地,通过上述比较例中的方法,由于漫射元件103使进入其中的光漫射,因此光利用率受损。另一方面,在该实施方式中,与比较例中的方法不同,当试图通过使斑纹图案多重化(时间平均)减小斑纹噪声时,激光的损耗减到最小或被避免。

[0082] [关于减小亮度不均匀的功能]

[0083] 当以这种方式使光学元件(棱镜阵列14)产生微振动时,确实抑制了干涉图案的出现,但在一些情况下,在照明光中观察到图8中示例性地示出的这种亮度不均匀(照明不均匀)。这导致显示质量的降低。这种亮度不均匀是由试图将棱镜阵列14用作比较例中的漫射元件的替代来抑制干涉图案的出现所引起的。

[0084] 换句话说,不同于漫射元件的是,棱镜阵列14被构造为改变(弯曲)入射光 Lin 的光学路径而不降低光利用率(没有光漫射)。主要地,这容易引起照明光中的亮度不均匀(在屏幕30上)。通过棱镜阵列14,由于每个棱镜140中的粗糙面(asperity)(倾斜面 S_1 至 S_n)的阴影,容易在照明光中出现亮度不均匀。另一方面,如果粗糙面的角度(倾斜面 S_1 至 S_n 的倾斜角 θ)减小到由此引起的亮度不均匀变得不可感知的程度,减小干涉图案的功能受损(减小的程度降低)。

[0085] 此外,这种亮度不均匀确实被棱镜阵列14的振动抑制到一定程度,但是可能根据棱镜阵列14的振动频率 f_0 和激光的发射频率 f_1 之间的关系而加重。也就是说,下文将详细

说明的拍现象根据振动频率 f_0 和发射频率 f_1 的值而出现,因此亮度不均匀变得容易被感知到。具体地,当振动频率 f_0 和发射频率 f_1 取彼此接近的值时,这些频率生成拍频,并且容易感知缓慢移动的亮度不均匀。

[0086] 更具体地,如图9(A)和(B)中所示,当激光源进行脉冲发射时,并且当光学元件(棱镜阵列)14振动时(振动频率 f_0 =发射频率 f_1),作为波形合成结果的照明光(屏幕30上的视频光)具有图9(C)所示的亮度,例如,即,在特定周期具有波动的定时脉冲波形。然而,周期中亮度的任何变化被平均(时间积分)而不被人眼察觉(感知),并且看起来像由图9C中的虚线所示的可感知信号,即,看起来不移动。因此,即使起初照明光具有空间亮度不均匀,亮度不均匀看起来也不移动,是静止的。

[0087] 另一方面,如图10(A)和(B)示例性地示出,当振动频率 f_0 和发射频率 f_1 之间存在微小差别时,即,当频率基本彼此相等时(振动频率 $f_0 \approx$ 发射频率 f_1),例如,照明光(屏幕30上的视频光)的亮度如图10(C)所示。特别地,例如,作为时间平均的结果的可感知信号(由图10(C)中的虚线所示)不再如上所述在数值上保持固定,而是显示低频正弦波,并且低频运动(上述拍现象的出现)变得可感知。因此,如果起初照明光具有空间亮度不均匀,亮度不均匀的运动很可能看起来像在闪烁。

[0088] 此处,考虑到人眼在最恶劣环境下具有上限约为20Hz的频率灵敏度,当由振动频率 f_0 和发射频率 f_1 生成的拍频 $|f_1 - f_0|$ 小于20Hz($|f_1 - f_0| < 20$)时,人眼感知到拍现象(亮度不均匀的闪烁)。然而,考虑到发射频率 f_1 (基本频率)的谐波分量(谐波频率),当满足 $|n \times f_1 - f_0| < 20$ 时感知到拍现象,其中, n (谐波次数)为0以上的整数。此处假设激光的发射脉冲是如图2、9和10所示的矩形,谐波分量具有与 $(1/n)$ 成比例的信号水平。因此这表明,通常认为达到约 $n \leq 10$ 的谐波可能是足够的。当 $n=0$ 时,这对应于随时发射激光的情况。这样,认为谐波 $1 \leq n \leq 10$ 是所期望的。应注意的是,对于振动频率 f_0 ,可能只需要考虑具有最大振幅分量的主频率(基本频率)(可能需要考虑谐波分量)。

[0089] 此处,上述值“20Hz”可在以下假设状态下定义,在时间对比灵敏度功能(例如,参见Hart, Jr W.M的“视觉的时间响应”)中,在亮度为50流明的图片以25英寸的尺寸投影的情况下,生成其1%的亮度的亮度分布的假设状态。该状态对应于7特罗兰得((瞳孔直径 $\phi = 3 \text{ mm}$,并且假设为完全漫射),假设亮度分布在显示屏幕(50mm)的X方向上约为10%,该状态对应于不被人眼感知的20Hz以上的频率。此处,这种状态通常更严格,如果在这种情况下,可用的频率范围将会非常窄。

[0090] 这种亮度不均匀不仅由上述原因引起,即,由试图将棱镜阵列14用作漫射元件的替代来抑制干涉图案的出现所引起的,还由于下述原因所引起。也就是说,如图11示例性地示出,当激光的远场图样(FFP)不呈圆形(各向同性),例如,在该实施例者为椭圆形,观察到照明光的亮度分布空间不均匀,因此容易导致亮度不均匀。换句话说,可能存在照明光的亮度不均匀甚至没有被复眼透镜17的功能充分地抑制(照明分布不均匀)的情况。作为因此将要采取的措施,一种可能性是提供变形透镜(该透镜的曲率不是各向同性)的方法,但这种方法可能增加组件成本。

[0091] 在该实施方式的照明装置1中,满足以下式1或式2,其中, $f_1[\text{Hz}]$ 表示发射频率, $f_2[\text{Hz}]$ 表示来自光学元件14的照明光中由照明元件14的振动所产生的亮度的变化频率, n_1 表示0以上且10以下的任意整数, n_2 表示1以上的预定整数。应注意的是,在实施方式中,假设

上述变化频率 f_2 等于振动频率 f_0 ,在以下式1和式2中,变化频率 f_2 用于式。因此,在实施方式中,难以观察到由照明光中由光学元件14的振动产生的亮度的变化频率 f_2 (振动频率 f_0)和上述发射频率 f_1 (难以被人眼感知)之间的关系引起的拍现象(由基本频率和谐波分量引起的拍现象)。此处,下文将在两种情况下说明式1和2,即,起初观察到上述亮度不均匀的情况,以及起初没有观察到亮度不均匀的情况。

[0092] $|n_1 \times f_1 - f_2| \geq 20$...式1

[0093] $|n_2 \times f_1 - f_2| \leq 3$...式2

[0094] [A.起初观察到上述亮度不均匀的情况]

[0095] 在这种情况下,考虑到人眼具有上述上限(约20Hz)的频率灵敏度,期望满足上述式1以使由振动频率 f_0 和发射频率 f_1 之间的关系引起的拍现象难以被感知(理想地,不被感知)。此外,由于上述原因,期望特别是在 $1 \leq n_1 \leq 10$ 的情况下(当 n_1 是1以上且10以下的任意整数时)满足上述式1。同样出于上述原因,如果当 n_1 是0以上的任意整数时满足上述式1,则不会感知到拍现象。

[0096] 同样,当满足式1时,当棱镜阵列14振动时在照明光中观察到的亮度不均匀的振幅(振动宽度)理想的是大于当棱镜阵列14不振动时在照明光中观察到的亮度不均匀的范围(宽度)。更具体地,当棱镜阵列14振动时在屏幕30上的照明光中观察到的亮度不均匀的运动范围优选地宽于照明光的亮度不均匀的范围。这是由于,如图12示例性地示出,屏幕30上亮度不均匀减少区域总是重叠的区域是亮度不均匀未变区域(亮度不均匀没有减小的区域)。换句话说,这意味着在棱镜阵列14振动时在屏幕30上的照明光的变化空间频率高于亮度不均匀的空间频率。也就是说,优选地是同样满足以下式3,其中 $f_{31}, \dots, f_{3M}$ (M 是2以上的整数)从最低频率侧起依次表示当棱镜阵列14不振动时照明光的亮度分布的空间频率, A_0 表示当棱镜阵列14振动时照明光的亮度分布的空间频率。此处,不包括 f_{31} 的原因在于其相当大的元件尺寸,这是由于照明光在中心部和其周围较明亮而在外围较暗导致难以被人眼感知。

[0097] $(1/f_{32}) \leq A_0$...式3

[0098] [B.起初没有观察到亮度不均匀的情况]

[0099] 另一方面,当起初没有观察到亮度不均匀时,例如,上述图9中的实例导致难以感知(优选地是无法感知)由变化频率 f_2 (振动频率 f_0)和发射频率 f_1 之间的关系引起的拍现象。换句话说,在这种情况下,满足式2而不是式1是足够的。在式2中,上限(3Hz)意味着拍现象以约0.33秒的间隔出现。以这样的发生间隔,除非对同一视频进行长时间段的显示,否则不容易感知到拍现象。然而,在这种情况下,即使出现了微小的频率变化也可以容易地感知到拍现象。因此,期望振动频率 f_0 和发射频率 f_1 以高精度彼此同步。

[0100] 此处,上限值“3Hz”对应于使上述时间对比灵敏度功能中的人眼反应灵敏度减小的频率,此外,假定式2中的上限值为“0.5Hz”,拍现象以两秒的间隔(频率)发生。因此,几乎不能感知到与通过实验确认的情形无关的拍现象。

[0101] 应注意的是,通过将值设定为满足式2,在一定程度上削弱了干涉图案的减小效果。这是由于,与图9中的实例相似,同样当干涉图案的减小效果有效时,在某个时间点(在激光的发射周期)是光斑的区域在下一个发射周期也容易被观察为光斑。然而,实际上,由于当棱镜阵列14振动时的轻微移位,抑制了干涉图案的发生。这是由于,在干涉图案中,亮

度的差异由于光的干涉产生,因此轻微移动施加较大影响。考虑到这些,在实施方式中,可以满足上述式1(20Hz以上的情况)或上述式2(3Hz以下的情况)中的任一个。

[0102] 具体实例如下所述。也就是说,红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B均设定为上述发射频率,即, $f_{1r}=f_{1g}=f_{1b}=120\text{Hz}$ ($=f_1$)。如图2所示,然后顺序发射三种颜色的激光以产生白色的照明光。此时红色、绿色和蓝色激光的脉冲发射的延迟时间分别是例如0ms、2.78ms和5.56ms。此时,图8中示例性地示出的实际上看起来像灰色条纹的这种亮度不均匀(明亮的灰色条纹)根据波长色散而间距不同。以红色激光为例,考虑到如上所述发射频率 f_{1r} 是120Hz,例如,棱镜阵列14的振动频率 f_0 被设定为90Hz以便不产生可感知的拍频率。如果是这种情况,由于 n 所取 的值(0以上的整数)满足上述式1,不会感知到拍现象。同样在这种情况下,由于当棱镜阵列14不振动时照明光的亮度分布的空间频率 f_3 约为 $5[1\text{p/mm}]$,上述式3中的照明光的亮度分布的空间振幅 A_0 满足 $A_0 \geq (1/f_3) = 0.2[\text{mm}]$ 。通过使棱镜阵列14振动以便满足这种条件式,几乎感知不到合成的亮度不均匀(变得难以感知)。此处,尽管示例的是红色激光,但同样也适用于绿色和蓝色激光。

[0103] 此外,如在实施方式中,当光源部发射多种类型波长的激光(在该实施例是红色、绿色和蓝色三种类型的激光)时,优选地,以下波长的激光满足上述式1或式2。具体地,首先,期望至少具有多个这种类型的波长中的与视觉度最高的颜色对应的波长的激光的发射频率 f_1 满足上述式1或式2。可选地,在至少具有多种类型波长中的与视觉度相对较高的两种以上颜色中的各颜色对应的波长的激光的发射频率 f_1 满足上述式1或式2。最期望多种类型的波长的激光的发射频率 f_1 均可满足上述式1或式2。

[0104] 具体地,如在实施方式中,对于三种不同波长的激光的发射,即,红色激光(R)、绿色激光(G)和蓝色激光(B),首先,期望与具有最高视觉度(绿色)的颜色对应的绿色激光(G)的发射频率 f_{1g} 满足上述式1或式2。此外,对于四种不同波长的激光的发射,即R、G、B和黄色激光(Y),或对于四种不同波长的激光的发射,即R、G、B和白色激光(W),例如,期望G、Y和W颜色的激光中的发射频率 f_{1g} 、 f_{1y} 和 f_{1w} 满足上述式1或2。再者,对于任何类型的激光发射,即,对于三种不同波长的激光的发射,即R、G和B,对于四种不同波长的激光的发射,即R、G、B和Y,对于四种不同波长的激光的发射,即R、G、B和W,最期望,所有波长(颜色)的激光的发射频率 f_1 均满足上述式1或式2。应注意的是以上示例的是各种颜色的激光具有相同发射频率 f_1 的情况,但是其也适用于发射频率不总相同的情况,例如,周期性地发射各种颜色的激光(以R、G、B和G的顺序)的情况。此外,在三种波长R、G和B的激光中,当红色激光(R)和绿色激光(G)部分地共享相同的发射周期时,例如,可在发射频率 f_1 方面对激光单独地进行考虑。

[0105] 如上所述,在实施方式中,当对来自激光源(红色、绿色和蓝色激光器11R、11G和11B)的激光(红色、绿色和蓝色激光)所通过的光学元件(棱镜阵列)14进行振动时满足式1或2。这相应地抑制了由激光引起的干涉图案的发生,并使得难以感知由照明光的亮度的变化频率 f_2 (振动频率 f_0)和发射频率 f_1 之间的关系引起的拍现象。因此,在抑制干涉图案发生的同时,亮度不均匀变得不明显(改进了显示质量)。

[0106] 此外,通过将棱镜阵列14用作上述比较例中漫射元件的替代来抑制干涉图案的发生。这相应地减小或避免了激光的损耗,因此改进了光利用效率(减小能耗)。

[0107] 再者,即使当激光的FFP的形状不是各向同性的,振动棱镜阵列14导致由这种各向异性的FFP引起的感知亮度不均匀的困难。因此,在不提供诸如畸变透镜的构件的情况下改

进了图像质量,因而避免了增加元件的成本。

[0108] 实施方式中的方法(下文多种改进的方法)适用于不同于扫描激光(照明光)的图像调制装置(即,所谓的光束扫描装置)的图像调制装置。这是由于,在光束扫描装置中,激光保持很大程度上的空间相干,因此期望采取其它措施来抑制干涉图案的发生。此外,在实施方式和其它中的方法不仅抑制了干涉图案的发生而且使亮度不均匀不明显。这在频率特征和获得的效果方面显著不同于光束扫描装置。

[0109] [变形例]

[0110] 下面说明的是上述实施方式的变形例(变形例1至变形例3)。在下文中,与实施方式中相同的元件提供有相同的附图标号,并且适当地省略了对其的说明。

[0111] [变形例1]

[0112] 以上示例的是在光学元件14的振动频率 f_0 等于照明光中的亮度的变化频率 f_2 (照明光中由光学元件14的振动产生的亮度的变化频率)的假设条件下的情况。然而,实际上,振动频率 f_0 和变化频率 f_2 通常彼此不相等。如图13示例性地示出,当光学元件14是一维阵列的柱面透镜阵列时,并且当光学元件14以两倍于其周期的振幅振动时,作为光学元件14在一个周期内振动产生的亮度分布的闪烁(变化频率 f_2)是振动频率 f_0 的四倍($f_2 = 4 \times f_0$)。

[0113] 因此,由于振动频率 f_0 起初表示亮度分布中的闪烁频率,如果是这种情况,期望在上述实施方式中说明的条件式(式1和2)中出现以下替换。也就是说,该变形例对应于考虑上述关系的实例,即,振动频率 f_0 和照明光中亮度的变化频率 f_2 之间的关系,并且满足以下式4。在式4中, N =(光学元件14的振幅/沿光学元件14振动方向的单元结构的间距)。假设光学元件是图4的棱镜阵列,棱镜140的间距 d 是单元结构间距。

[0114] $f_2 = (2 \times N \times f_0)$... 式4

[0115] 具体地,通过使用式4,使得上述实施方式中的条件式(式1和式2)可以分别被以下式5和6替代。因此,在变形例1中,需要满足式5和6。

[0116] $|n_1 \times f_1 - 2N \times f_0| \geq 20$... 式5

[0117] $|n_2 \times f_1 - 2N \times f_0| \leq 3$... 式6

[0118] 应注意的是仍存在以下问题,那种频率分量(闪烁频率分量)是主要的,甚至在上述情况中,例如,亮度分布中闪烁的主要分量是四倍频,但仍包括单频。因此,关于 f_0 和 $4f_0$,最合适的是计算上述条件式求其交集。

[0119] 同样通过参考图13,示例的是光学元件14是一维阵列的柱面透镜阵列的情况。然而,光学元件14不限制于这种结构,只要多个单元结构沿振动方向设置即可。在这些情况中,如果使用了任何特定照明技术,例如,使用镜子或其它覆盖照明图像,即,不可例外地建立上述等式,即, N =(光学元件14的振幅/沿光学元件14的振动方向的单元结构的间距)。

[0120] [变形例2]

[0121] 图14是示出变形例2中的显示装置(显示装置3A)的整体结构的图示。与上述实施方式中的显示装置3相比,该变形例的显示装置3A被构造为包括照明装置1A,下文将把照明装置1A说明为照明装置1的替代,并且其余结构与照明装置1相似。

[0122] 除额外地设置了控制部19之外,照明装置1A被构造为与上述实施方式中的照明装置1相似。

[0123] 该控制部19用于动态地(必要时随时动态地)控制驱动频率 f_0 和发射频率 νf_1 (f_{1r} 、 f_{1g} 和 f_{1b})，以便满足上述式1或2。可选地，不同于满足上述式1或2，可以满足上述式5或6。

[0124] 除上述实施方式中实现的效果之外，通过控制部19，变形2增强了使拍现象不可感知的效果(使频率设定具有较高精确度)。相应地，这使得显示质量更加提高。

[0125] [变形例3]

[0126] 图15是示出变形例3中的照明装置(照明装置1B)的主要部分(局部结构)结构的图示。在变形例3的照明装置1B中，作为在实施方式和上述变形例2中说明的棱镜阵列14的替换，下文将说明的衍射元件14B被设置为本发明的“光学元件”的具体实施例。其余结构与照明装置1相似。

[0127] 如图15所示，衍射元件14B是在出射之前将入射光衍射到准直透镜16和复眼透镜17的光学元件。

[0128] 在变形例3中，驱动部15改变衍射元件14B和复眼透镜17之间的相对位置，从而改变复眼透镜17的入射面中的激光的入射位置和入射角中的一个或二个。具体地，驱动部15通过使衍射元件14B沿衍射元件14B和复眼透镜17的光轴(光轴 Z_0)的方向(Z 轴方向)振动(微振动)来改变上述相对位置。

[0129] 因此，通过衍射元件14B衍射入射光(出射衍射光)，并且通过驱动部15使衍射元件14B在光轴方向上振动，与在上述实施方式中相似地执行光束扫描。换句话说，在复眼透镜17的入射面上，通过来自衍射元件14B的光进行光束扫描。结果，与上述实施方式相似，通过使斑纹图案多重化(时间平均)，抑制了激光引起的斑纹噪声(干涉图案)的出现。

[0130] 此外，在变形例3中，驱动部15改变衍射元件14B和复眼透镜17之间的相对位置(在该实施例中使衍射元件14B自身振动)，从而改变复眼透镜17的入射面中的激光的入射位置和入射角中的一个或二个。因此，同样在变形例3中，与上述实施例相似，这减小或避免了光从衍射元件14B入射到复眼透镜17时的光学损耗，即使如上所述地移动相对位置(即使进行光束扫描操作)。

[0131] 如图15所示，假设来自衍射元件14B的衍射光的第 m 阶光(第 m 阶衍射光)分别具有在准直透镜16和复眼透镜17的位置处距光轴 Z_0 为 H 和 T 的高度(Y 轴方向上的距离)。假设第 m 阶光具有的衍射角为 θ_m ，衍射元件14B与准直透镜16之间的距离为 Z_1 ，准直透镜16与复眼透镜17之间的距离为 D ，并且准直透镜16的组合焦距为 f (未示出)，建立以下式7。因此，假设当衍射元件14B振动时振幅为 ΔL ，复眼透镜17上高度 T 的变化量 ΔT 由以下式8表示。这意味着，在该变形例中，振动时振幅 ΔL 可以设定为使变化量 ΔT 落入对减小斑纹噪声有效的范围内。上述衍射角 θ_m 由以下式9表示，其中， p 表示衍射元件14B中衍射光栅的间距， λ 表示入射光的波长。因此，在变形例3中，假设对于复眼透镜17上的光斑减少有效的光束偏移量为 S ，对于光束偏移量 S ，建立以下式10。

$$\begin{cases}
 T = \left(Z + D \times \frac{L}{f} \right) \tan \theta_m & \dots \dots \dots (7) \\
 \Delta T = \left(D \times \frac{\tan \theta_m}{f} \right) \Delta L & \dots \dots \dots (8) \\
 \theta_m = \sin^{-1} \left(\frac{m\lambda}{p} \right) & \dots \dots \dots (9) \\
 D \times \frac{\tan \theta_m}{f} \Delta L \geq S & \dots \dots \dots (10)
 \end{cases}$$

[0132]

[0133] 同样通过这种构造的照明装置1B,并且同样通过使用照明装置1B的显示装置,通过与实施方式相似的功能实现了与上述实施方式中的效果相似的效果。具体地,在减小尺寸和改进光利用率的同时抑制了干涉图案的出现(改进了显示质量)。

[0134] 在变形例3中,示例了使用衍射元件14B作为本发明的“光学元件”的具体实施例的情况,但这当然不是限制性的。“光学元件”不仅可以是棱镜阵列、衍射元件、透镜和透镜阵列,在一些情况下也可以是漫射元件。

[0135] 同样在变形例3中,与上述变形例2相同,可以设置控制部19用于动态地控制频率。

[0136] [其它变形例]

[0137] 尽管已参照实施方式和变形例对本发明进行了详细说明,本发明不局限于上述实施方式和和其它,并且应该理解的是可以作出各种其它变形例。

[0138] 在上述实施方式和和其它中,本发明的“光学元件”通过棱镜阵列、衍射元件、镜头和镜头阵列示例。这当然不是限制性的,可以使用任何其它光学元件。相似地,本发明的“光学元件”不局限于上述实施方式和和其它中示例的复眼透镜,可以使用诸如棒状积分器(rod integrator)的任何其它光学元件。

[0139] 此外,在上述实施方式和和其它中,示例了通过由激光源以发射频率f1间断地辐射激光而使光源部以预定频率f1间断地发射激光的情况。这当然不是限定性地,可选地,光源部可被构造为通过在某种程度上阻挡来自激光源的激光,或通过使用声光调制器或例如利用电光效应的元件来以预定频率f1间断地发射激光。

[0140] 进一步,在上述实施方式和和其它中,示例了多种类型的光源(红色、绿色和蓝色光源)均为激光源的情况。这当然不是限制性的,多种类型的光源中的一个以上可能需要是激光源。这表明光源部可以在其中设置有激光源和任何其它种类的光源例如LED的组合。

[0141] 进一步,在上述实施方式和和其它中,示例了光调制元件是反射型液晶元件的情况。这当然不是限制性的,光调制元件可以是透射型液晶元件。仍可选地,可以使用不是液晶元件的光调制元件,例如,DMD(数字微镜器件)。

[0142] 进一步,在上述实施方式和和其它中,示例了使用发射具有不同波长的光的三种光源的情况。可选地,不同于使用三种类型的光源,可以使用一种、两种、或四种以上类型的光源。

[0143] 进一步,在上述实施方式和和其它中,通过其中的特定结构元件(光学系统)对照明装置和显示装置进行了说明。然而,那些结构元件不必要都需要提供,或可以额外地提供任何其它元件。具体地,例如,可以将分光镜设置为分光棱镜131和132的替代。

[0144] 进一步,在上述实施方式和和其它中,示例了包括投影光学系统(投影透镜)的投影

显示装置,投影光学系统用于将由光调制元件调制的光投影到屏幕上。本发明还适用于例如直接视图显示装置。

[0145] 能够通过本发明的上述示例性实施方式和变形例实现至少以下结构。

[0146] (1)照明装置,包括:

[0147] 光源部,包括激光源,并且该光源部以预定频率间断地发射从该激光源发射的激光;

[0148] 光学元件,从光源部间断地发射的激光通过该光学元件;以及

[0149] 驱动部,使该光学元件以预定振动频率振动,其中,

[0150] 满足以下式1或式2,其中, $f1[Hz]$ 表示频率, $f2[Hz]$ 表示从光学元件发射的照明光中由光学元件的振动产生的亮度的变化频率, $n1$ 表示0以上且10以下的任意整数, $n2$ 表示1以上的预定整数,

[0151] $|n1 \times f1 - f2| \geq 20$...式1

[0152] $|n2 \times f1 - f2| \leq 3$...式2。

[0153] (2)根据(1)的照明装置,其中

[0154] 当满足式1时,还满足以下式3,其中,

[0155] $f31$ 至 $f3M$ (M 是大于等于2的整数)从最低频率起依次表示当光学元件不振动时从光学元件发射的照明光的亮度分布的空间频率,以及

[0156] $A0$ 表示当光学元件振动时照明光的亮度分布中的空间振幅。

[0157] $(1/f32) \leq A0$...式3

[0158] (3)根据(1)或(2)的照明装置,其中,

[0159] 光源部发射多种类型的波长的激光,以及

[0160] 至少具有多种类型的波长中的与视觉度(luminosity factor,发光度因子)最高的颜色对应的波长的激光的频率满足式1或式2。

[0161] (4)根据(3)的照明装置,其中,

[0162] 至少具有所述多种类型的波长中的与具有最高和次高的视觉度的颜色对应的波长的激光的频率满足所述式1或式2。

[0163] (5)根据(4)所述的照明装置,其中,

[0164] 多种类型的波长的激光的频率均满足式1或式2。

[0165] (6)根据(1)至(5)中任一项所述的照明装置,其中,

[0166] 光学元件包括沿光学元件的振动方向设置的多个单元结构,以及

[0167] 满足 $f2 = (2 \times N \times f0)$,其中,

[0168] $f0$ 表示振动频率,并且光学元件振动时的振幅/沿振动方向的单元结构的间距 = N 。

[0169] (7)根据(6)的照明装置,包括

[0170] 控制部,动态地控制振动频率和频率以满足式1或式2。

[0171] (8)根据(1)至(7)中任一项所述的照明装置,其中,

[0172] 当 $n1$ 表示0以上的任意整数时满足式1。

[0173] (9)根据(1)至(8)中任一项所述的照明装置,包括

[0174] 发射照明光的光学构件,其中,

- [0175] 驱动部通过改变光学元件和光学构件之间的相对位置来改变在光学构件的入射面中的激光的入射位置和入射角中的一个或两个。
- [0176] (10)根据(1)至(8)中任一项所述的照明装置,其中,
- [0177] 光学元件是将入射光束分成两个以上方向并且被发射的元件。
- [0178] (11)根据(9)或(10)所述的照明装置,其中,
- [0179] 光学元件是棱镜阵列、衍射元件、透镜或透镜阵列。
- [0180] (12)根据(9)至(11)中任一项所述的照明装置,其中,
- [0181] 光学构件是复眼透镜。
- [0182] (13)根据(1)至(12)中任一项所述的照明装置,其中,
- [0183] 激光源以作为该频率的预定发射频率来间断地发射激光。
- [0184] (14)根据(1)至(13)中任一项所述的照明装置,其中,
- [0185] 光源部包括三种光源,每个光源发射红光、绿光或蓝光。
- [0186] (15)根据(14)所述的照明装置,其中,
- [0187] 该三种光源中的一个以上为激光源。
- [0188] (16)一种显示装置,包括:
- [0189] 发射照明光的照明装置;以及
- [0190] 光调制元件,其基于视频信号调制照明光,其中,
- [0191] 照明装置包括:
- [0192] 光源部,包括激光源,该光源部以预定频率间断地发射从激光源发射出的激光;
- [0193] 光学元件,从光源部间断地发射的激光通过该光学元件;以及
- [0194] 驱动部,使光学元件以预定振动频率振动,其中,
- [0195] 满足以下式1或式2,其中, $f1[Hz]$ 表示该频率, $f2[Hz]$ 表示从光学元件发射的照明光中由光学元件的振动产生的亮度的变化频率, $n1$ 表示0以上且10以下的任意整数,并且 $n2$ 表示1以上的预定整数,
- [0196] $|n1 \times f1 - f2| \geq 20$... 式1
- [0197] $|n2 \times f1 - f2| \leq 3$... 式2
- [0198] (17)根据16所述的显示单元,进一步包括:
- [0199] 投影光学系统,将由该光调制元件调制的照明光投影到投影面上。
- [0200] (18)根据(16)或(17)所述的显示单元,其中,
- [0201] 该光调制元件是液晶元件。
- [0202] 本发明包含与于2011年4月4日和2011年7月13日向日本专利局提交的日本在先专利申请JP 2011-82888和JP 2011-154593中的披露相关的主题,其全部内容结合于此作为参考。
- [0203] 本领域的技术人员应当理解,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、再组合和变形,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围之内。

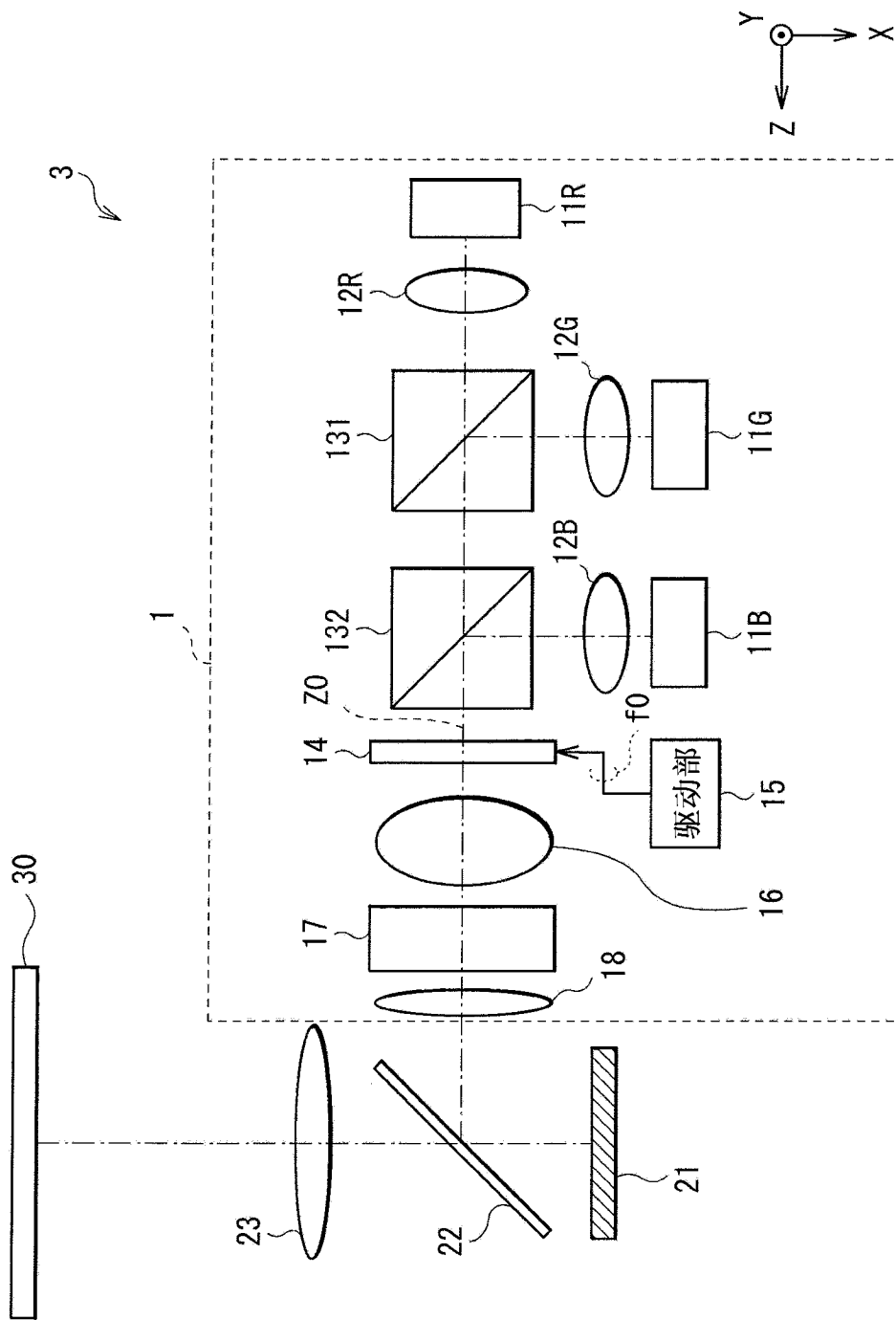


图1

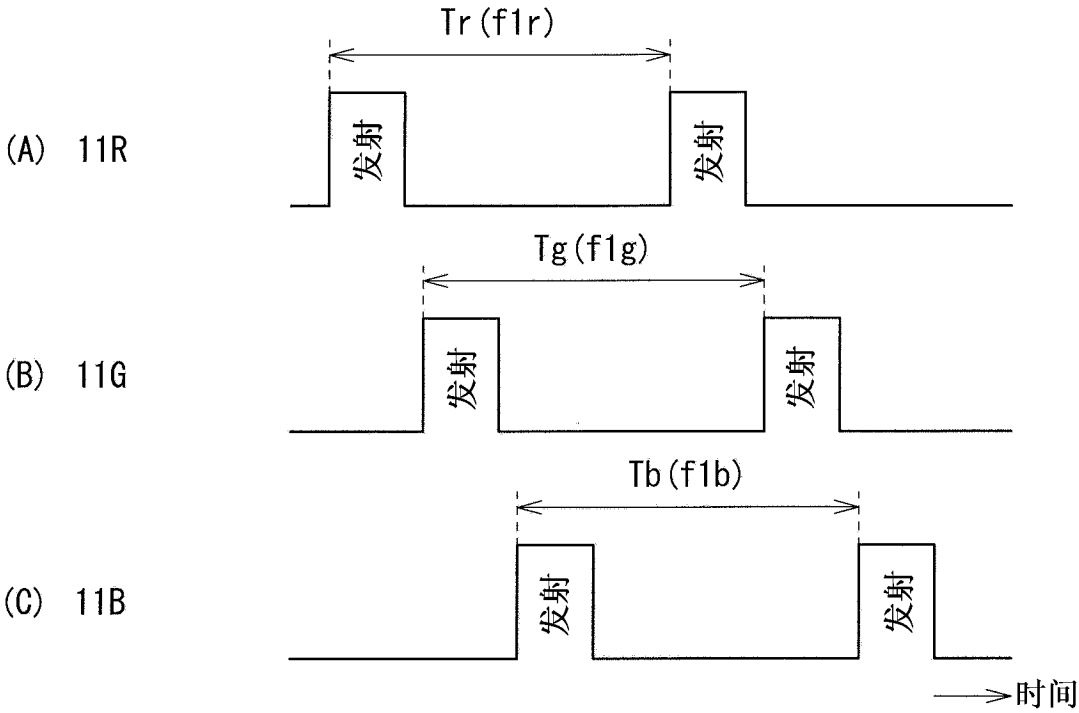


图2

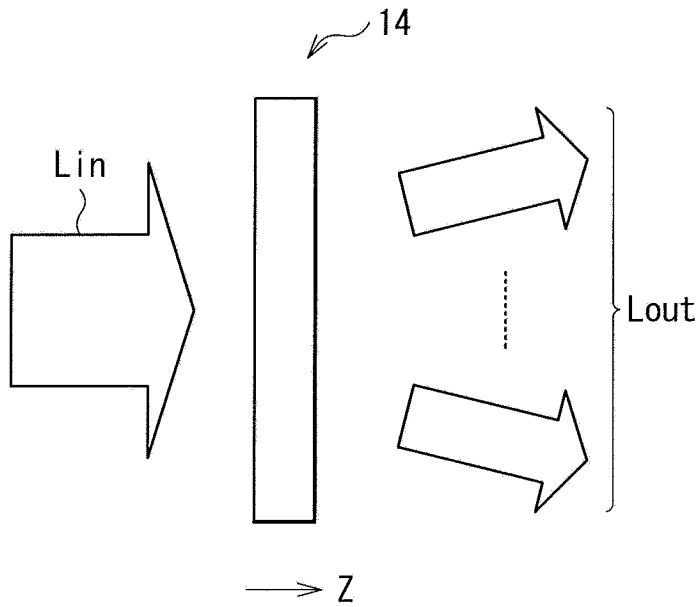


图3

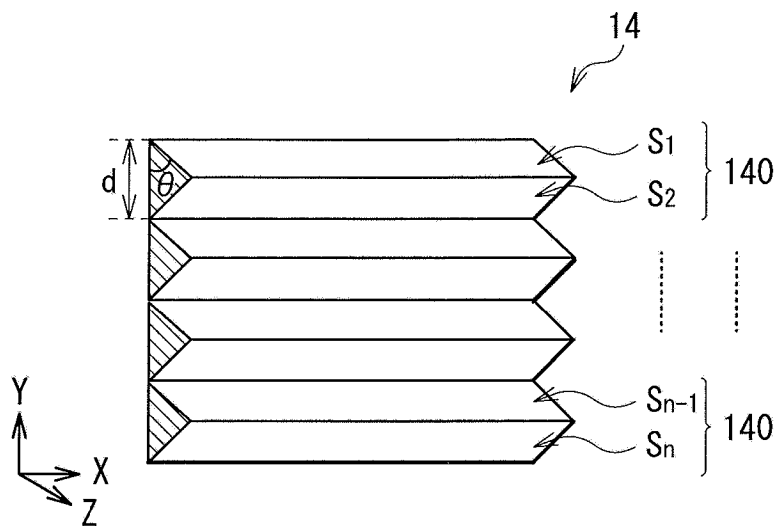


图4

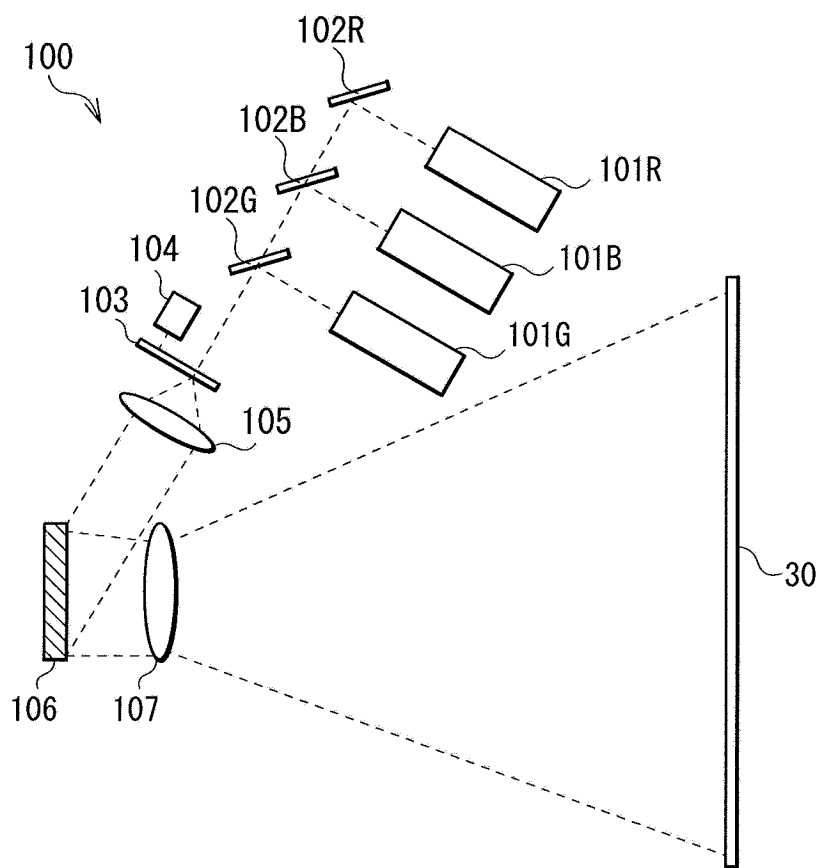


图5

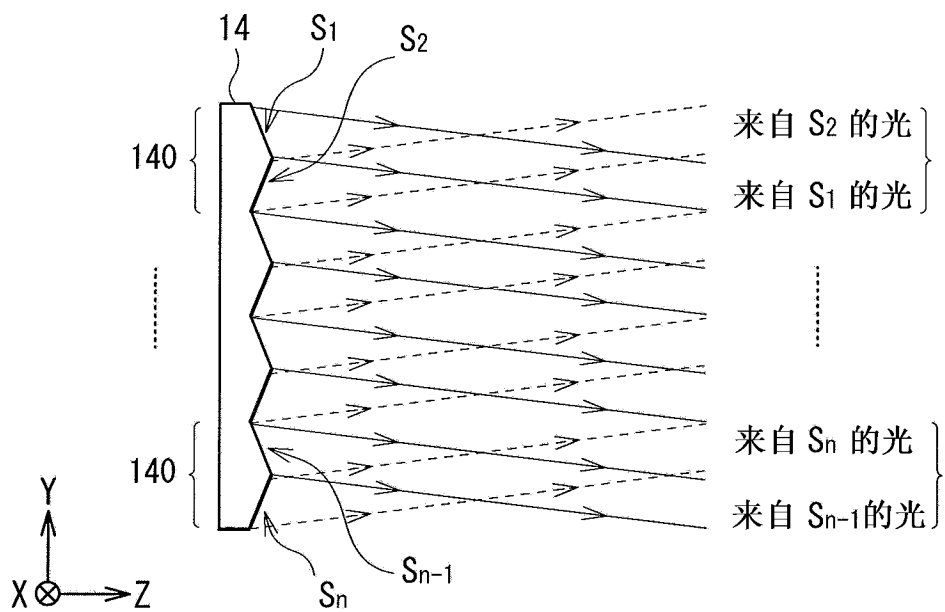


图6

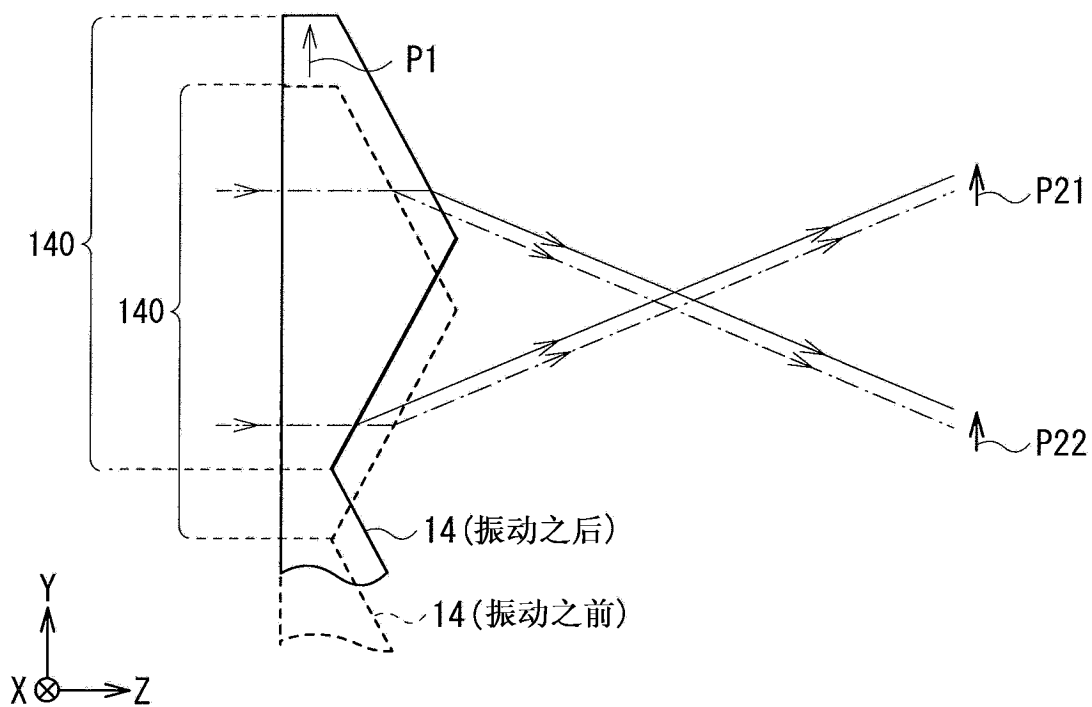


图7

30

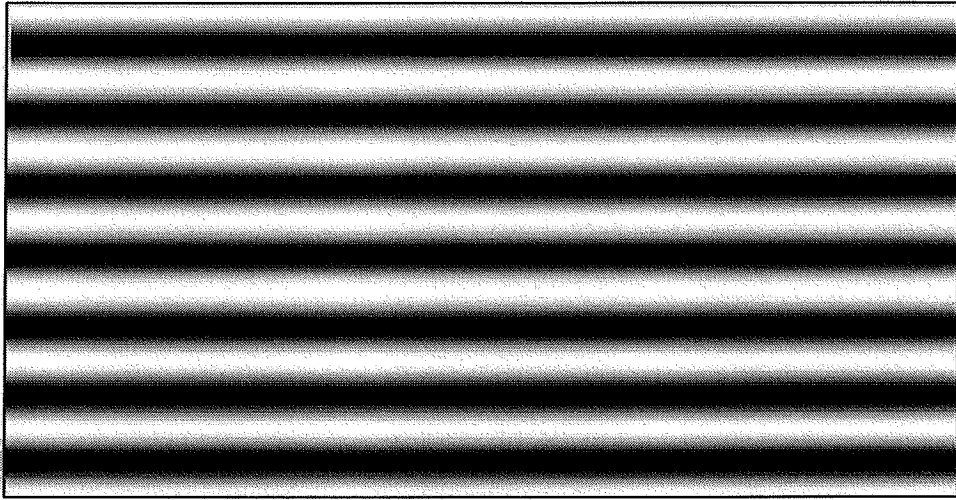


图8

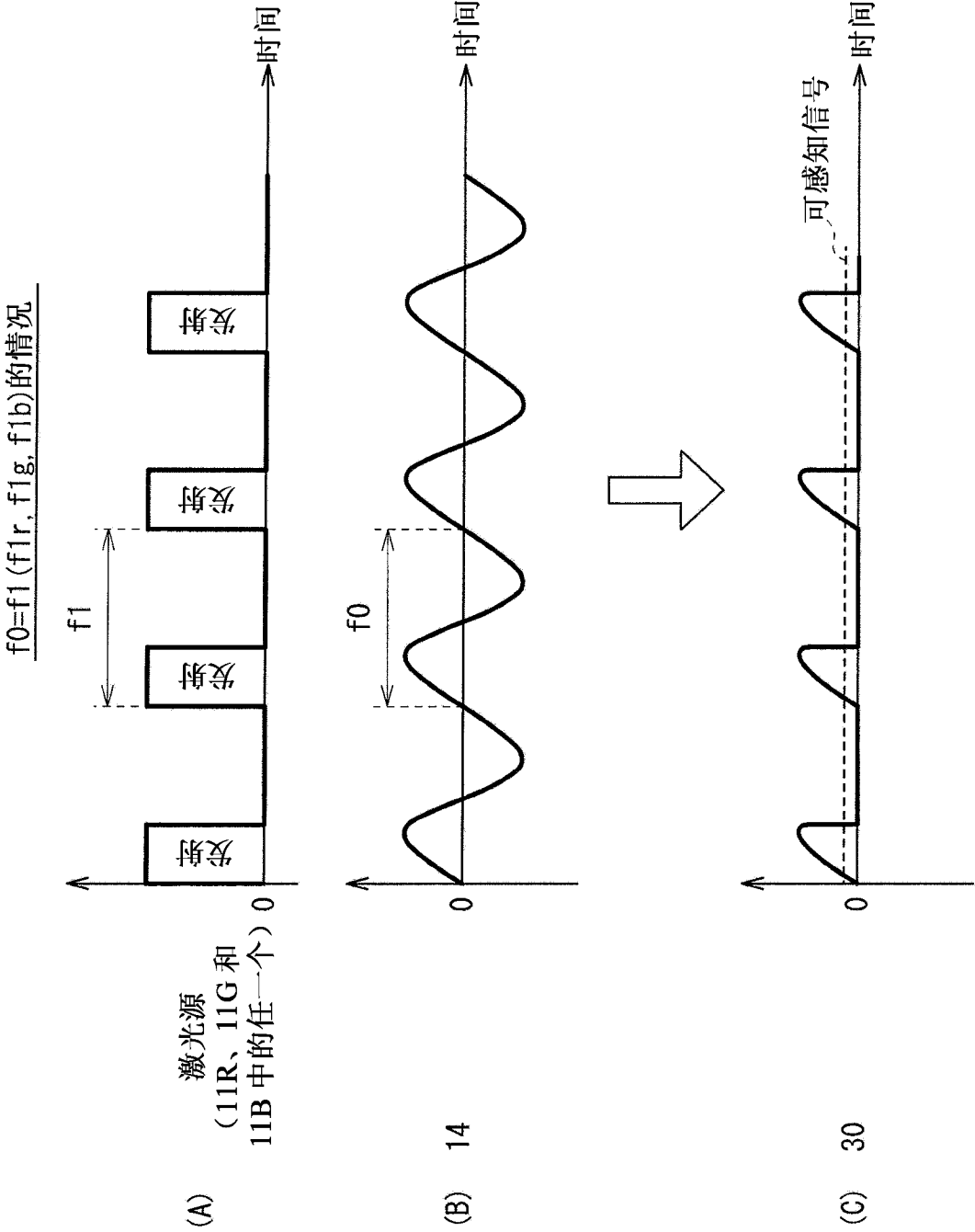


图9

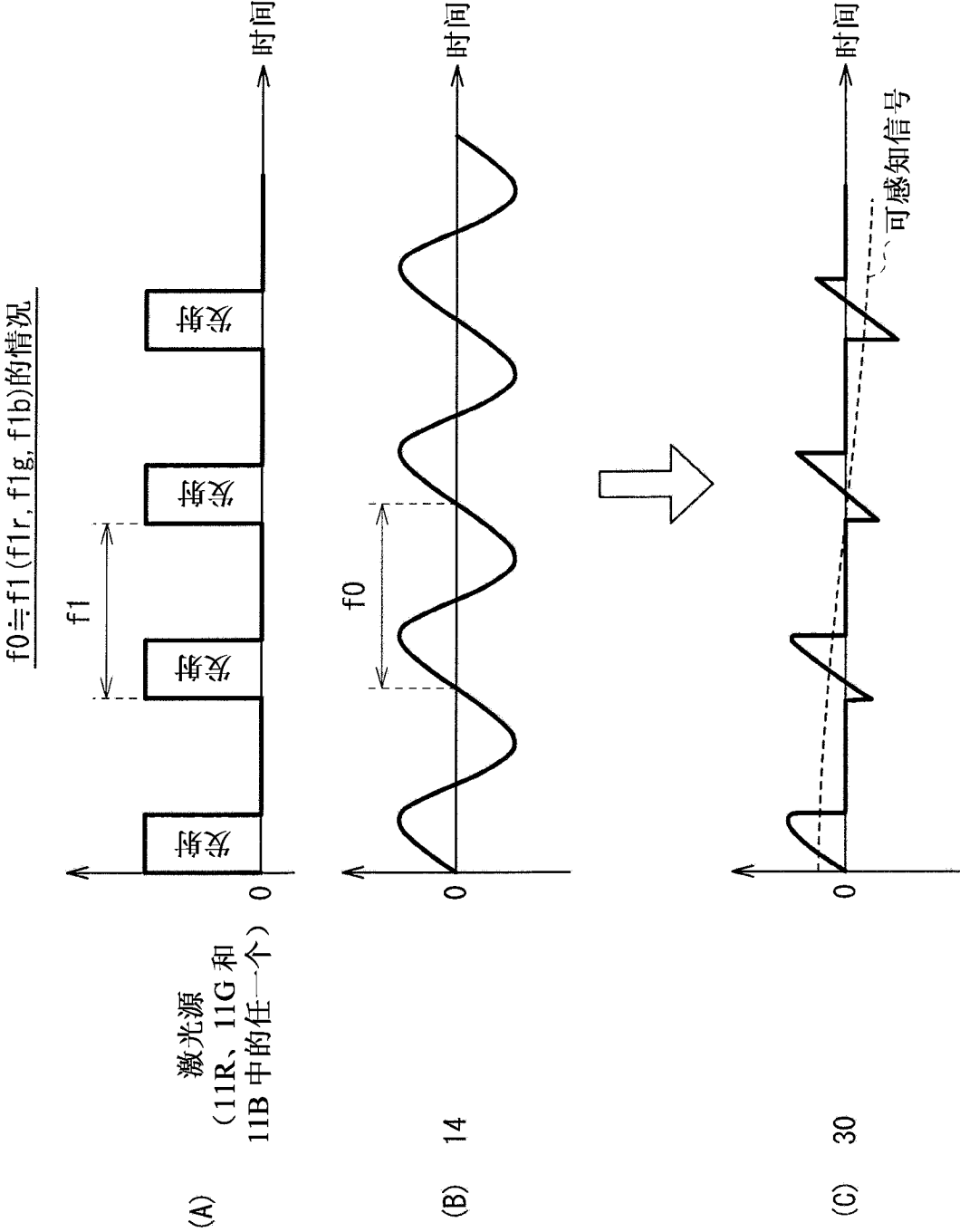


图10

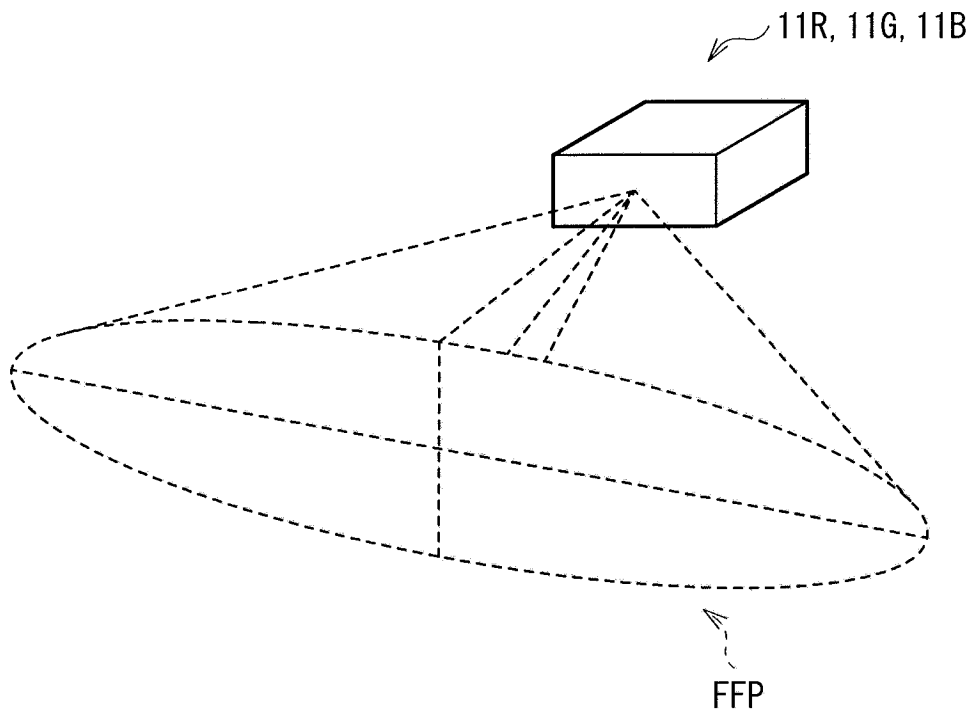


图11

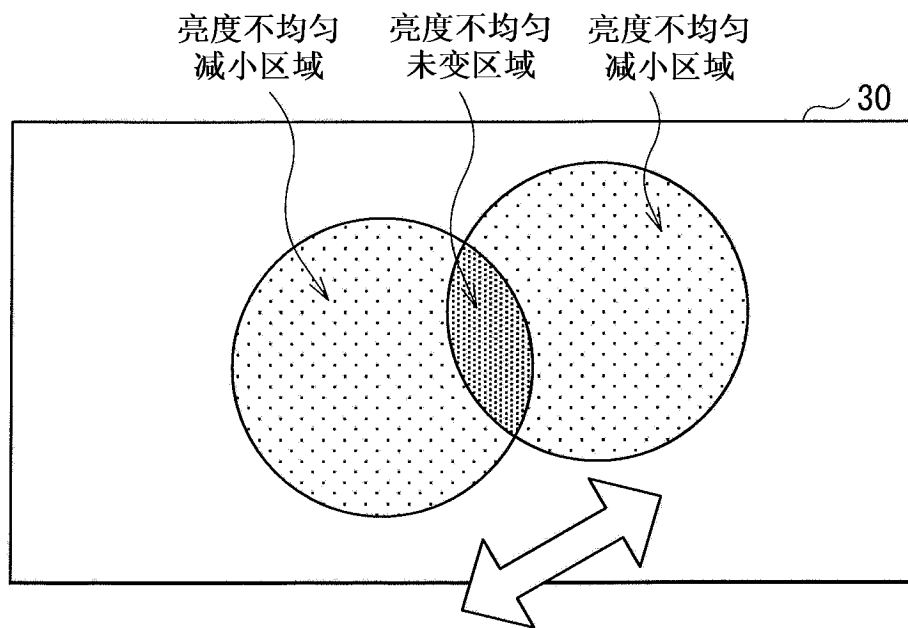


图12

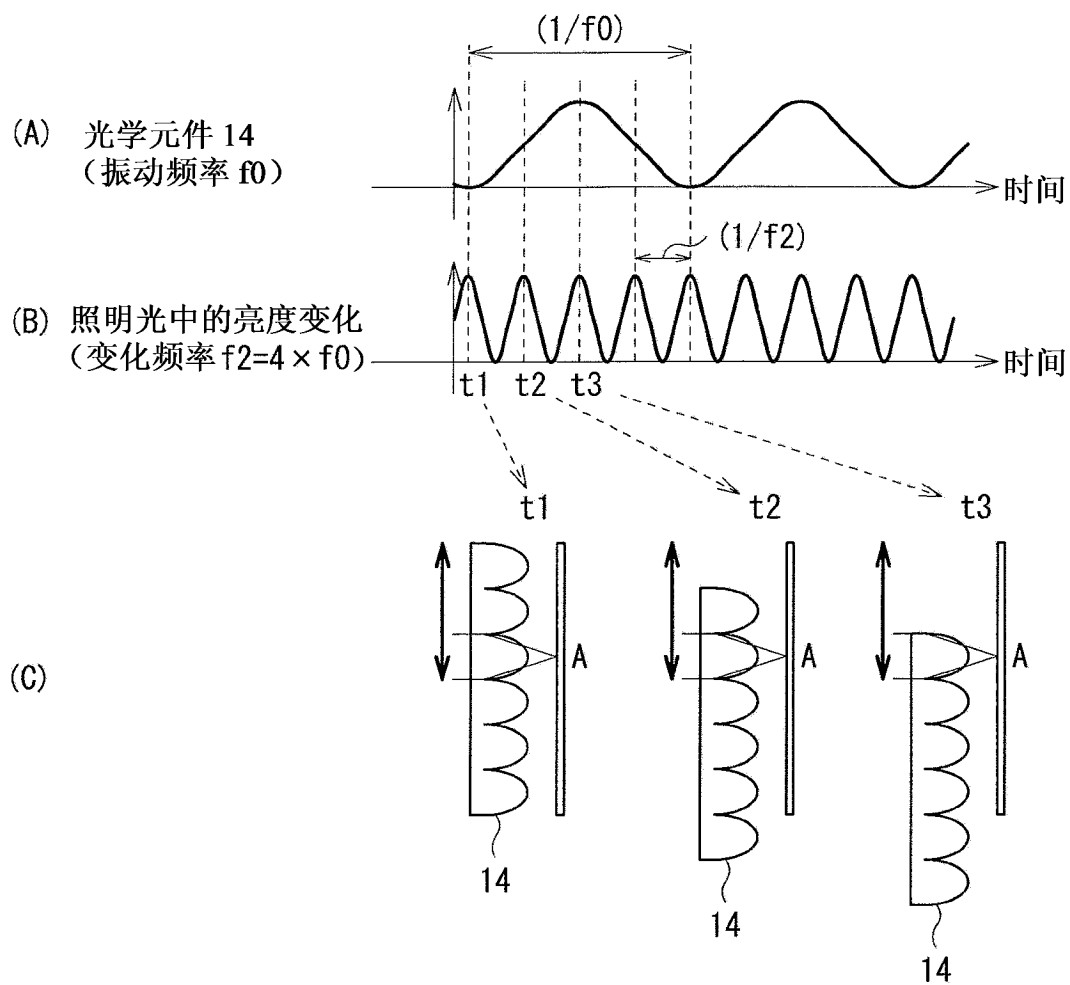


图13

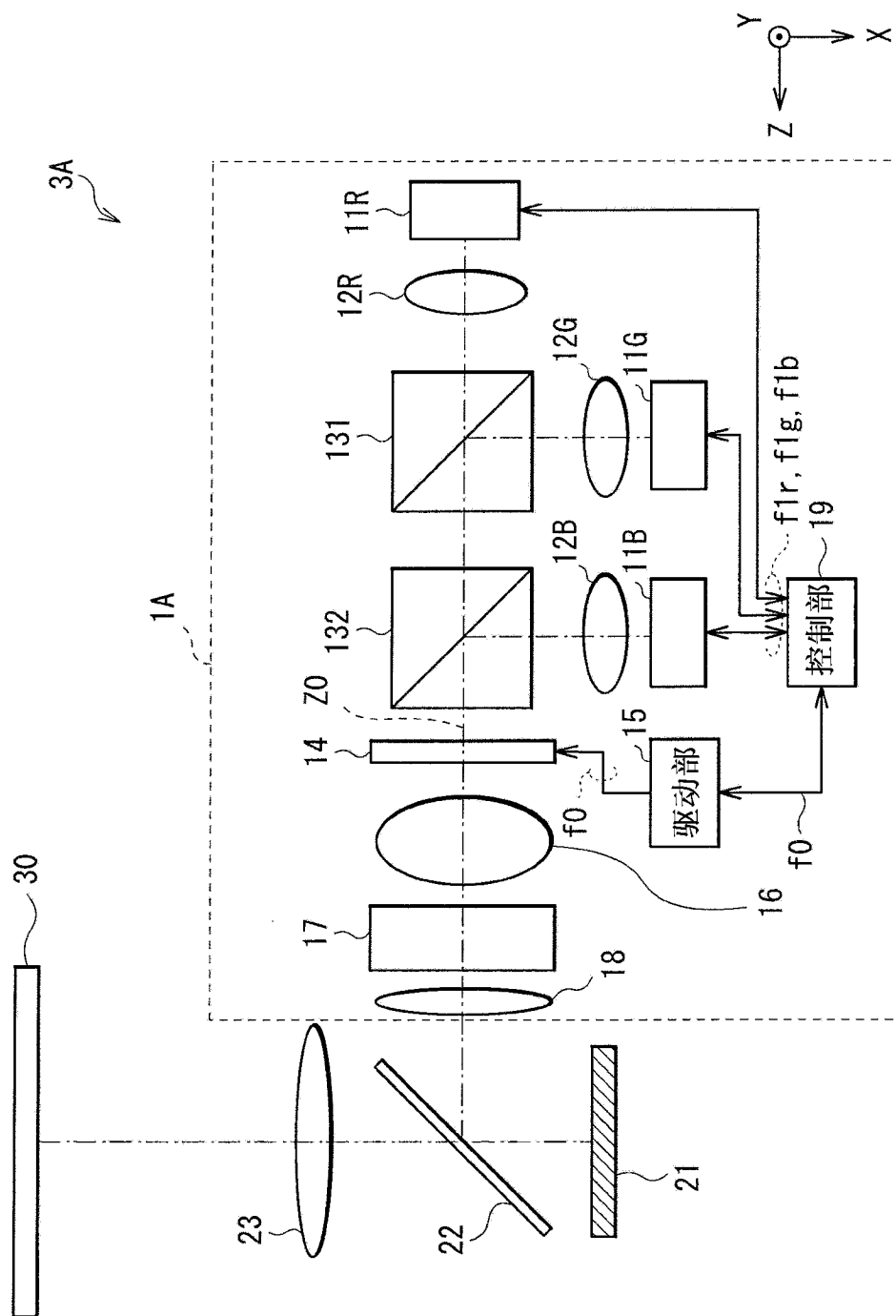


图14

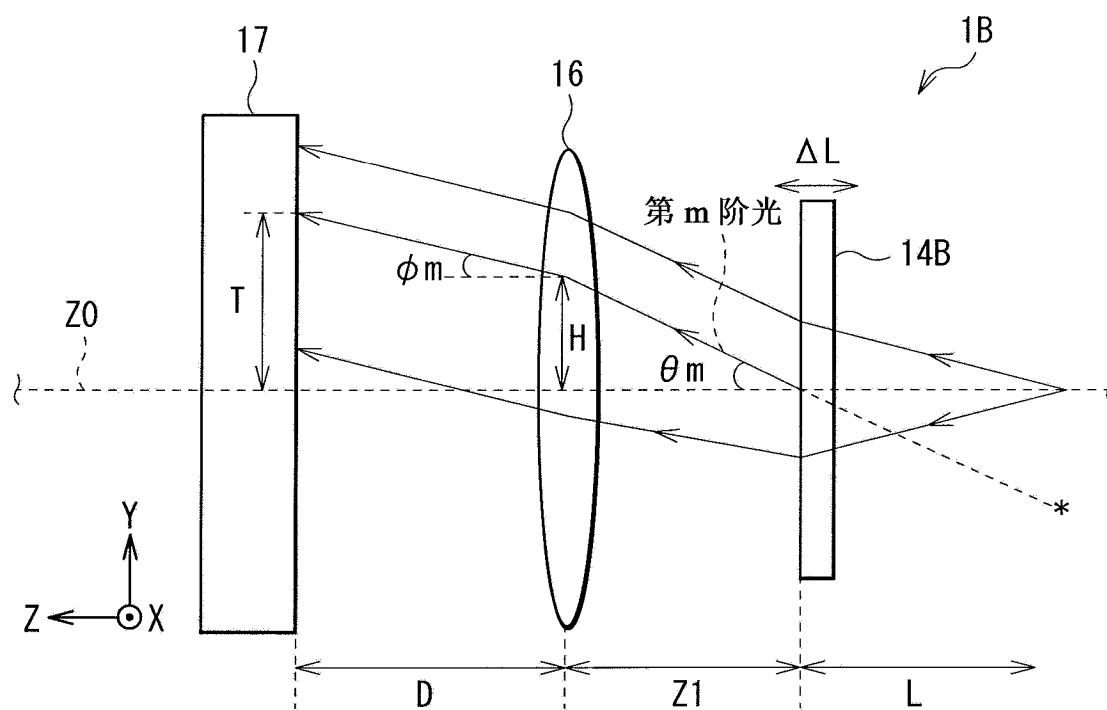


图15