



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101421661 B

(45) 授权公告日 2010.08.11

(21) 申请号 200780012648.9

G03B 21/00(2006.01)

(22) 申请日 2007.04.10

G03B 21/14(2006.01)

(30) 优先权数据

G02F 1/13(2006.01)

109491/2006 2006.04.12 JP

G09G 3/02(2006.01)

307427/2006 2006.11.14 JP

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

CN 1167278 A, 1997.12.10, 全文.

2008.10.07

JP 5-150209 A, 1993.06.18, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

US 5537258 A, 1996.07.16, 全文.

PCT/JP2007/057911 2007.04.10

JP 2005-352172 A, 2005.12.22, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

US 6183092 B1, 2001.02.06, 说明书 29-35

W02007/119723 JA 2007.10.25

栏、附图 5-7.

审查员 于子江

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 古屋博之 水内公典 横山敏史

伊藤达男 黑冢章 山本和久

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪惠民

(51) Int. Cl.

G02B 27/18(2006.01)

G02B 26/10(2006.01)

G02F 1/13357(2006.01)

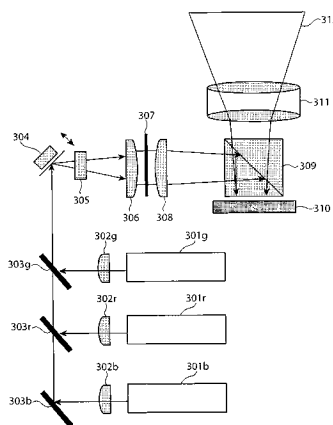
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 28 页

(54) 发明名称

图像显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种使用激光光源的二维图像显示装置。通过结合激光光源的特性控制射束扫描部的扫描时机,将激光光源的发光时间设为射束扫描部的扫描周期的整数倍,从而能够用激光射束均匀地照明空间光调制元件。因此,不会导致明线的出现、亮度的不均、对比度的降低,从而能够高精度地显示图像。



CN 101421661 B

1. 一种图像显示装置,其特征在于包括:
激光光源;
射束扫描部,扫描从所述激光光源射出的激光射束;
空间光调制元件,空间地数字调制由所述射束扫描部扫描的激光射束;
扩散部件,被设置在所述射束扫描部与所述空间光调制元件的之间,使由所述射束扫描部扫描的激光射束在所述射束扫描部的扫描方向扩散,其中,
所述射束扫描部,扫描所述激光射束以使一帧图像通过多个场的连续显示而形成,
所述射束扫描部的扫描时机与所述激光光源的发光时机同步,
所述射束扫描部的扫描周期 T_{scan} 与所述激光光源的发光时间 T_{Laser_ON} 满足公式 $T_{Laser_ON} = n \cdot T_{scan}$,其中 n 为整数。
2. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于还包括:
检测部,检测所述激光光源的输出;
控制部,基于所述检测部的检测值来控制所述激光光源的输出。
3. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述空间光调制元件是用铁电液晶制成的反射型液晶元件。
4. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述空间光调制元件是微镜元件。
5. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述扩散部件的扩散角在 3° 以上 5° 以下。
6. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:
所述激光光源为绿色激光光源,
所述绿色激光光源包括,
含有激光活性物质、形成有光纤光栅的光纤;
向所述光纤射入激发光的激发光源;
将从所述光纤射出的激光的基本波变换为高谐波的波长变换元件,其中,
从所述波长变换元件输出的高谐波被进行频率调制。
7. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述激光光源在所述射束扫描部的扫描开始之后进行发光。
8. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:
所述激光光源包含红色激光光源、蓝色激光光源以及绿色激光光源三个激光光源,
所述场通过红色、蓝色以及绿色三个彩色场的连续显示而形成,并且所述三个彩色场的显示占空比为 $1/3$ 。
9. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述多个场的数目是偶数。
10. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述射束扫描部以谐振频率被驱动。
11. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:当显示在与所述射束扫描部的扫描方向垂直的方向具有灰度层次的灰度层次图像时,补偿因所述扫描部的扫描引起的、构成所述灰度层次图像的各像素的像素值的变化。
12. 根据权利要求 11 所述的图像显示装置,其特征在于:所述空间光调制元件,根据色

调曲线被逆变换的结果,对由所述射束扫描部扫描的激光射束进行空间地数字调制,其中,所述色调曲线是随构成所述灰度层次图像的各像素的像素值的变化而成的。

13. 根据权利要求 1 所述的图像显示装置,其特征在于:所述射束扫描部的扫描频率 f_s 与所述激光光源的发光频率 f_i 满足公式 $f_s = (n-0.5)f_i$,其中 n 为整数,从而所述射束扫描部的扫描方向按所述多个场的显示顺序而逆转。

14. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于还包括:
检测部,检测所述激光光源的输出;
控制部,基于所述检测部的检测值来控制所述激光光源的输出。

15. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:所述空间光调制元件是用铁电液晶制成的反射型液晶元件。

16. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:所述空间光调制元件是微镜元件。

17. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:所述扩散部件的扩散角在 3° 以上 5° 以下。

18. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:
所述激光光源为绿色激光光源,
所述绿色激光光源包括,
含有激光活性物质、形成有光纤光栅的光纤;
向所述光纤射入激发光的激发光源;
将从所述光纤射出的激光的基本波变换为高谐波的波长变换元件,其中,
从所述波长变换元件射出的高谐波被进行频率调制。

19. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:所述激光光源在所述射束扫描部的扫描开始之后进行发光。

20. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:
所述激光光源包含红色激光光源、蓝色激光光源以及绿色激光光源三个激光光源,
所述场通过红色、蓝色以及绿色三个彩色场的连续显示而形成,并且所述三个彩色场的显示占空比为 $1/3$ 。

21. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:所述多个场的数目是偶数。

22. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:所述射束扫描部以谐振频率被驱动。

23. 根据权利要求 13 所述的图像显示装置,其特征在于:当显示在与所述射束扫描部的扫描方向垂直的方向具有灰度层次的灰度层次图像时,补偿因所述扫描部的扫描引起的、构成所述灰度层次图像的各像素的像素值的变化。

24. 根据权利要求 23 所述的图像显示装置,其特征在于:所述空间光调制元件,根据色调曲线被逆变换的结果,对所述射束扫描部扫描的激光射束进行空间地数字调制,其中,所述色调曲线是随构成所述灰度层次图像的各像素的像素值的变化而成的。

图像显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种影像投影机、电视接收机、液晶面板等图像显示装置,特别是涉及一种小型的、适于携带的图像显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,通过将发光效率高、并被小型化的红色、绿色以及蓝色的激光光源与液晶元件、扫描镜、微镜等空间光调制元件进行组合而实现了激光器,将该激光器作为光源的图像显示装置的开发变得非常活跃。由于激光器具有单色性,因此,上述的图像显示装置与以往的使用了滤色器的液晶显示器/投影机、使用了荧光体的 CRT、等离子显示器等相比,可具有 1.2 至 1.7 倍的色彩再现范围。并且,由于激光容易进行聚光以及具有直线性,因此能够使光学系统小型化。因而,有望实现以往难以实现的高精度显示器、超小型投影机等。

[0003] 如美国专利公报第 3818129 号(以下称作“专利文献 1”)所揭示的那样,很早以前就开始进行激光显示器的研究。在研究开始的当时,作为激光光源几乎都使用气体激光器,而作为空间光调制元件使用的是扫描镜、检流镜(galvano mirror)。近年来,红色以及蓝色的半导体激光器实现高输出化,并且开发了利用固体激光器和基于非线性光学效果的波长变换的绿色激光器、以及各种空间光变化元件。在美国专利公报第 5255082 号(以下称作“专利文献 2”)中公开了一种组合了上述激光光源、扫描镜、以及一维微镜的图像显示装置。另外,在美国专利公报第 5506597 号(以下称作“专利文献 3”)中开发、报告了使用二维微镜的图像显示装置,在美国专利公报第 6183092 号(以下称作“专利文献 4”)以及第 6910774 号(以下称作“专利文献 5”)中开发、报告了使用小型液晶面板、反射型液晶面板(LiquidCrystal On Silicon:LCOS)的图像显示装置。

[0004] 另外,关于上述图像显示装置的装置结构,在专利文献 4 和 5 中公开了按色彩进行了二维调制之后,通过棱镜进行合波的方法。图 24 示意了专利文献 4 和 5 中记载的二维图像显示装置的结构。从激光光源 101 发出的激光 102 通过透镜 103 以及柱透镜 104 而被准直。准直光在设置在镜驱动装置 106 中的平面镜 105 被扫描。经过扫描的射束 107 通过场透镜 108 以及偏振棱镜 109 而射入 LCOS 元件 112。入射的射束 110 中偏振方向被转动的射束 111 穿过偏振棱镜 109 的棱镜面,通过中继透镜 113、光路变换镜 115、以及投影透镜 117,作为射出光 118 而射出。

[0005] 图 25 示意了以往的激光显示器的概要结构。来自红色、绿色、蓝色的各个激光光源 5100a 至 5100c 的光,其射束直径通过扩束器 5102 而被扩大,并射入光学积分器(opticalintegrator)5103 中。光学积分器 5103 是以相同的照明强度照明空间光调制元件 5107 上的矩形开口的均匀照明光学系统。光学积分器 5103 具有串接配置了两枚矩形形状的单位透镜排列成二维格子状的复眼透镜的构造。

[0006] 穿过了光学积分器 5103 的光通过扩散板 5106 照明空间光调制元件 5107。由空间光调制元件 5107 调制的各色的光,在分色棱镜 5109 合波,通过投影透镜 5110 作为全色的图像而成像于屏幕 5111 上。

[0007] 在此,扩散板 5106 降低激光显示装置中特有的斑点噪声。激光光源 5100a 至 5100c 的谱宽较窄,干涉性较高。因此,被投影、散射在屏幕 5111 上的光相互随机地发生干涉,产生细微的颗粒状的斑点噪声。扩散板 5106 用给予入射的光的波面随机的相位分布的毛玻璃状的透明基板做成。当通过扩散板摇动单元 5113 摇动扩散板 5106 时,随着扩散板 5106 的移动,投影到屏幕 5111 上的光的相位分布发生变动。其结果,斑点噪声的细微图案也随时间发生变化。通过摇动扩散板 5106 以便使斑点噪声的图案变化比观察者的残像时间更快,斑点噪声则在观察者的眼中被进行了时间平均,从而感知到没有噪声的高画质的图像。

[0008] 在上述的图像显示装置中,对于红色、绿色以及蓝色的各激光光源 5100a、5100b、5100c,一对一地对应配置有空间光调制元件 5107。因此,由于各激光光源 5100a、5100b、5100c 分别需要均匀照明光学系统,所以部件的件数较多,并且使用如分色棱镜那样成本高的部件。另外,由于均匀照明光学系统占据较大的体积,并且为了降低斑点噪声另外还需要扩散板摇动单元 5113,因而存在装置整体变大的问题。

[0009] 另一方面,与上述在棱镜进行合波的方法不同,一种使各光源依次点灯,利用人眼的残像使彩色图像显示的场序方式 (field sequential method) 在将发光二极管作为光源的二维图像显示装置中被进行研究。从图像的美感、亮度方面来看,前者的在棱镜进行合波的方法较为理想,而从省空间、减少部件的件数(成本)方面来看,后者的场序方式较为理想。目前,采用该场序方式,组合了两个扫描镜与红色、绿色以及蓝色的激光光源的烟盒大小的袖珍投影机的开发非常盛行。

[0010] 在上述场序方式中,作为空间光调制元件可采用以数字微镜器件 DMD(DigitalMicromirror Device) 为代表的微镜阵列、或采用使用了铁电液晶 (ferroelectric liquidcrystal) 的反射型液晶元件 (LCOS)。这些空间光调制元件通过数字地切换光的 ON/OFF 来进行光调制。在表现中间色调 (halftone) 时,通过按像素改变相对光源的点亮时间的空间光调制元件的 ON 时间来表现。

[0011] 利用图 26 来说明将 LCOS 作为空间光调制元件使用时的层次 (gradation) 表现方法。相对光源的点亮时间 t_{LD} , 控制 LCOS 驱动信号 a 至 f 的 ON/OFF 切换。即,在 t_{LD} 为 100% 的期间,通过将驱动信号设为 ON(驱动信号 a 的情况下) 来实现明亮的状态。另外,改变驱动信号的相位,在相对 t_{LD} ON 时间变为 0 时(驱动信号 f 的情况下),实现暗状态。其中间的层次可以通过让 LCOS 的驱动信号的 ON 时机的相位逐渐地位移来实现(驱动信号 b 至 e 的情况下)。通过按像素进行上述的动作来形成影像。上述动作不仅在 LCOS,在进行数字调制的 DMD(数字微镜器件)中也同样地进行。

[0012] 然而,可知,在使用了如上述那样的激光器的二维图像显示装置中,当采用上述的空间光调制元件和扫描镜,用场序方式点亮激光光源时,在表现中间色调的像素中,会产生像素的显示误差增大、对比度降低、沙尘暴状的噪声等问题。该问题可能成为阻碍在实现小型、便于携带的图像显示装置上不可缺少的场序方式实现的主要原因。

[0013] 如上所述,近年来,使用激光光源的显示装置备受关注。在使用激光光源的显示器中,激光光源的各个光是单色光,因此通过使用适当的波长的激光光源能够显示色彩纯度高、非常鲜明的图像。另外,由于激光光源的指向性较高,可以高效率地聚光,因此便于将光学系统小型化。并且,与以往的灯光光源相比,由于电光转换效率较高,因此可节省电力。基于上述特征,通过使用激光光源能够实现更小型的显示装置,最近,如袖珍投影机那样的便

携投影装置也备受瞩目。

[0014] 但是,在场序方式中需要显示速度较快的空间光调制元件。在日本专利公开公报特开平 5-150209 号(以下称作“专利文献 6”)中,公开了一种利用了单一的空间光调制元件的场序方式的激光投影装置的结构。在该结构中,将固定的激光射束扩大后照射到空间光调制元件上。因此,没有对降低斑点噪声进行考虑,从而无法实现高画质的图像。

[0015] 作为显示速度较快的空间光调制元件,有铁电液晶元件(ferroelectric liquid crystalelement)。铁电液晶元件与以往的使用了向列型液晶相(nematic liquid crystal phase)的元件不同,使用具有自发极化(spontaneous polarization)的手性近晶 C 相液晶相(chiralsmectic C liquid crystal phase)。在该手性近晶 C 相液晶相中,液晶分子形成层结构,在与层垂直的方向上具有自发极化(PS),当在该方向上施加电场时,分子重新排列以使自发极化与电场方向一致,从而处于双稳态。通过组合一对偏振板(偏振光镜和检偏镜),能够进行黑白显示。由于以往的向列液晶为顺电性(paraelectric),因此通过施加电场引起的响应速度是毫秒(msec)级,而由于铁电液晶通过自发极化和电场的直接相互作用而切换,因此可以达到 3 位数大小的较快的微秒(μ sec)级的响应速度。因此,上述的铁电液晶元件适于场序方式,通过黑白显示的时间宽度的调制进行数字化层次显示。作为采用上述铁电液晶元件的产品,有使用半导体硅片为背板(backplane)的 LCOS 型微显示器(例如 Displaytech 公司的 LV311)。

[0016] 在此,考虑到为了进一步减小显示装置,需要使均匀照明光学系统小型化。如采用激光器作为光源,则由于通过扫描已聚光的激光射束可以高效地进行均匀化,因此均匀照明光学系统的小型化成为可能。并且,通过激光穿过扩散板,还能够同时降低斑点噪声。然而,由于上述的铁电液晶元件通过时间宽度调制进行层次显示,所以,可能会有无法根据射束扫描与像素显示的时机来适当地进行层次显示的情况。因此,需要采用模拟层次显示的空间光调制元件,但可进行模拟层次显示的空间光调制元件的显示速度较慢,不适合场序方式。即,场序方式的实现比较困难。因此,仍然需要图 25 所示的各激光光源都需要空间光调制元件的以往结构,因而无法实现装置的小型化。

发明内容

[0017] 本发明的目的在于实现一种可以高精度地显示图像的、小型且便于携带的图像显示装置。

[0018] 本发明所提供的图像显示装置包括:激光光源;扫描从上述激光光源射出的激光射束的射束扫描部;空间性地数字调制由上述射束扫描部扫描的激光射束的空间光调制元件;被设置在上述射束扫描部与上述空间光调制元件之间,使由上述射束扫描部扫描的激光射束在上述射束扫描部的扫描方向上扩散的扩散部件,其中,上述射束扫描部扫描上述激光射束,以使一帧图像通过多个场的连续显示而形成,上述射束扫描部的扫描时机与上述激光光源的发光时机同步。

[0019] 根据上述的图像显示装置,可实现兼具均匀化和斑点噪声降低效果的、小型且简单的照明光学系统。

附图说明

[0020] 图 1 是表示本发明的实施例 1 的二维图像显示装置的结构概要图。

[0021] 图 2A 是表示来自激光光源 301 的激光经由棱镜 309 射入 LCOS310 而被改变了偏振方向之后从 LCOS310 射出的情形的示意图,图 2B 是表示施加于 LCOS310 的驱动电压的时间变化的图。

[0022] 图 3A 是表示使蓝色(波长 450nm)半导体激光器进行调制动作时的发光时间与光强度的关系的图,图 3B 是表示使红色(波长 640nm)半导体激光器进行调制动作时的发光时间与光强度的关系的图。

[0023] 图 4A 表示激光光源 301b、301r、301g 的光强度的时间变化的图,图 4B 是表示激光光源 301b、301r、301g 的点亮开始时机与扫描镜 304 的驱动信号的相位不一致的情况的图,图 4C 是表示激光光源 301b、301r、301g 的点亮开始时机与扫描镜 304 的驱动信号的相位一致、并且照明光在 LCOS310 上仅扫描一次的情况的图,图 4D 是表示激光光源 301b、301r、301g 的点亮开始时机与扫描镜 304 的驱动信号的相位一致、并且照明光在 LCOS310 上扫描两次的情况的图。

[0024] 图 5A 是屏幕 312 的示意图,图 5B 是表示图 4B 的情况下图 5A 的直线 x-x' 上的面内位置与光强度的关系的图,图 5C 是表示图 4C 的情况下图 5A 的直线 x-x' 上的面内位置与光强度的关系的图,图 5D 表示图 4D 的情况下图 5A 的直线 x-x' 上的面内位置与光强度的关系的图。

[0025] 图 6A 是表示从图 1 的二维图像显示装置中拆除了扩散板 307 时的屏幕 312 上的照射区域的图,图 6B 是表示图 1 的二维图像显示装置的屏幕 312 上的照射区域的图。

[0026] 图 7 是表示驱动图 1 的 LCOS310 的 LCOS 信号的垂直同步信号与红色、绿色以及蓝色激光光源 301r、301g、301b 的发光时机、以及扫描镜 304 的驱动信号的关系的时间图。

[0027] 图 8 是表示驱动图 1 的 LCOS310 的 LCOS 信号的垂直同步信号与红色、绿色以及蓝色的激光光源 301r、301g、301b 的发光时机、以及扫描镜 304 的驱动信号的关系的时间图。

[0028] 图 9 是用于说明控制图 1 的激光光源 301r、301g、301b、扫描镜 304 以及 LCOS310 的结构例的概要图。

[0029] 图 10 是表示图 9 的 V-SYNC 信号 1107 与发光触发信号 1108 之间的关系的图。

[0030] 图 11 是表示本发明的实施例 2 的二维图像显示装置的结构概要图。

[0031] 图 12 是用于说明取代图 11 的光强度补正表 1305 而设置有光强度补正电路 1306 的激光器以及扫描镜驱动电路 1103 的结构例的概要图。

[0032] 图 13A 是表示图 12 的驱动信号 1109 的波形的图,图 13B 是表示对图 13A 的驱动信号 1109 进行全波整流之后的波形的图,图 13C 是表示从图 13B 的全波整流后的驱动信号 1109 生成的激光调制信号 1304 的波形的图。

[0033] 图 14 是表示作为本发明的实施例 3 的二维图像显示装置的绿色半导体激光器而使用的光纤激光器的结构的概要图。

[0034] 图 15A 是表示光纤激光器的基本波的输出波形的图,图 15B 是表示光纤激光器的高谐波的输出波形的图。

[0035] 图 16 是表示图 14 的光纤激光器的发光时机以及高谐波的输出波形的图。

[0036] 图 17 是表示本发明的实施例 4 的二维图像显示装置的结构概要图。

[0037] 图 18A 是表示图 17 的扫描镜 55 处于中立位置并省略了扩散板 58 时的照明光的情形的图,图 18B 是表示扫描镜 55 处于中立位置、射束穿过扩散板 58 时的照明光的情形的图,图 18C 是表示向某一方向驱动扫描镜 55、射束的光轴到达画面的右端时的照明光的情形的图,图 18D 是表示向与图 18C 的情况相反的方向驱动扫描镜 55、射束的光轴到达画面的左端时的照明光的情形的图。

[0038] 图 19A 是用于说明本发明的实施例 4 的图像显示装置的动作的时间图(画面的左端附近的像素)。

[0039] 图 19B 是用于说明本发明的实施例 4 的图像显示装置的动作的时间图(画面的中央附近的像素)。

[0040] 图 19C 是用于说明本发明的实施例 4 的图像显示装置的动作的时间图(画面的右端附近的像素)。

[0041] 图 20 是表示频率倍率与 AAD 之间的关系图。

[0042] 图 21A 是表示上下方向的直线性的灰度层次图像的图,图 21B 是表示以频率倍率为 1 进行了扫描时的计算结果的图,图 21C 是表示以频率倍率为 0.5 进行了扫描时的计算结果的图。

[0043] 图 22A 是表示上下方向的直线性的灰度层次图像的图,图 22B 是表示以频率倍率为 0.5 进行了扫描时的计算结果的图,图 22C 是用于说明从色调曲线求出逆变换曲线的步骤的图。

[0044] 图 23 是用于说明脉冲振荡红色激光光源 51a 的情况的图。

[0045] 图 24 是表示以往的二维图像显示装置的结构概要图。

[0046] 图 25 是表示以往的另外的二维图像显示装置的结构概要图。

[0047] 图 26 是用于说明将 LCOS 作为空间光调制元件来使用时的层次表现方法。

具体实施方式

[0048] 以下参照附图对本发明的实施方式进行说明。在以下的附图的记载中,对相同的要素或类似的要素附加相同或类似的符号,有时省略其说明。

[0049] (实施例 1)

[0050] 图 1 表示本发明的实施例 1 的二维图像显示装置的结构。本实施例的二维图像显示装置包括蓝色激光光源 301b、红色激光光源 301r、绿色激光光源 301g、准直透镜 302b、302r、302g、反射镜 303b、303r、303g、扫描镜 304、柱透镜 305、中继透镜 306、扩散板 307、场透镜 308、棱镜 309、二维空间光调制元件 310、投影透镜 311、屏幕 312。在本实施例中,记述作为二维空间光调制元件 310 使用了铁电液晶显示装置(LCOS)的情况,当然,本实施例的二维空间光调制元件 310 并不限定于 LCOS。

[0051] 从蓝色激光光源 301b、红色激光光源 301r、绿色激光光源 301g 发出的激光,通过准直透镜 302r、302g、303b 而被准直为平行光。反射镜 303r、303b、303g 是分别在红色(波长为 600nm 以上)、蓝色(波长为 400 至 460nm)、绿色(波长为 520 至 560nm)区域具有反射特性的电介质多层镜。对透镜 302r、302g、302b 以及反射镜 303r、303g、303b 的配置进行调整,以便使蓝色激光光源 301b、红色激光光源 301r、绿色激光光源 301g 的各射束路径在紧接反射镜 303g 之后同轴。扫描镜 304 在图 1 的纸面内的方向扫描从反射镜 303g 射出的

射束。柱透镜 305 将由扫描镜 304 扫描的射束整形为线状的明线。扩散板 307 设置于中继透镜 306 与场透镜 308 之间,将由柱透镜整形为明线的射束进一步整形为带状。棱镜 309 是偏振射束分束器。LCOS310 的 ON/OFF 的切换是通过转动光的偏振方向来进行的。因此,棱镜 309 必须为偏振射束分束器。由扫描镜 304 改变光路的射束以 S 偏振光射入棱镜 309。由于棱镜 309 内的反射膜被设计成反射 S 偏振光,因此 S 偏振光的光照明 LCOS310。

[0052] 接下来,用图 2A 及 B,说明图 1 的 LCOS310 的动作。图 2A 是表示来自激光光源 301 的激光经由棱镜 309 射入 LCOS310 而被改变了偏振方向之后从 LCOS310 射出的情形的示意图,图 2B 是表示施加于 LCOS310 的驱动电压的时间变化的图。LCOS310 在不施加驱动电压的状态下为随机偏振,例如通过施加正电压,偏振方向转动 90 度,通过施加负电压,偏振方向得以维持。该偏振方向的转动/维持基于 LCOS310 的元件结构。由于在不施加电压的状态下偏振是随机的,因此在显示黑色时也需要施加电压。

[0053] 在 LCOS310 的像素中通过施加正电压而成为 ON 的对象中,偏振方向转动 90 度。因此,来自激光光源 301 的 S 偏振光的激光被变更为 P 偏振光。然后,再次射入棱镜 309。P 偏振光的光维持原样地穿过棱镜 309,由投影透镜 311 放大,影像被投影于屏幕 312。由扫描镜 304 扫描光的目的在于照明 LCOS310 的整个显示区域。设计为随着扫描镜扫描一个周期,明线在 LCOS310 的显示区域往复一次。

[0054] 已知在使用了上述激光光源的二维图像显示装置中,在利用 LCOS 等空间光调制元件和扫描镜,通过场序方式 (field sequential method) 点亮激光光源的情况下,会出现在表现中间色调的像素中,产生像素的显示误差增大、对比度降低、沙尘暴状的噪声等问题。

[0055] 另一方面,在通过场序方式依次点亮激光光源时,由于激光光源的温度特性等原因,其光强度不固定。图 3A 是表示使蓝色 (波长为 450nm) 半导体激光器进行调制作时的发光时间与光强度的关系的图,图 3B 是表示使红色 (波长 640nm) 半导体激光器进行调制作时的发光时间与光强度的关系的图。例如,在调制容易受热影响的波长为 635 至 640nm 的红色半导体激光器的情况下,如图 3B 所示,在其光强度波形中发生称为“下坠 (droop)”的变形,存在刚点亮后的光强度较大,然后渐渐地光强度降低的问题。从图 3A 的标绘图可知,不仅是红色半导体激光器,在蓝色半导体激光器中也存在上述的倾向。在使用上述的光源时,会造成在显示画面上出现明线、亮度不均、对比度下降等现象。

[0056] 图 4A 至 D 表示激光光源 301b、301r、301g 的光强度与扫描镜 304 的驱动信号之间的关系。图 4A 是表示激光光源 301b、301r、301g 的光强度的时间变化的图,图 4B 是表示激光光源 301b、301r、301g 的点亮开始时机与扫描镜 304 的驱动信号的相位不一致的情况的图,图 4C 是表示激光光源 301b、301r、301g 的点亮开始时机与扫描镜 304 的驱动信号的相位一致、并且照明光在 LCOS310 上仅扫描一次 (照明光仅单程扫描反射镜) 的情况的图,图 4D 是表示激光光源 301b、301r、301g 的点亮开始时机与扫描镜 304 的驱动信号的相位一致、并且照明光在 LCOS310 上扫描两次 (照明光往复扫描反射镜) 的情况的图。

[0057] 另外,图 5A 是屏幕 312 的示意图,图 5B 是表示图 4B 的情况下图 5A 的直线 $x-x'$ 上的面内位置 (应为画面位置) 与光强度的关系的图,图 5C 是表示图 4C 的情况下图 5A 的直线 $x-x'$ 上的面内位置与光强度的关系的图,图 5D 表示图 4D 的情况下图 5A 的直线 $x-x'$ 上的面内位置与光强度的关系的图。另外,在图 5B 至 5D 中,还示意地表示了观察者所看到的屏幕 312 上的亮度和色彩。

[0058] 图 5B 表示用图 4B 的驱动信号让扫描镜 304 扫描的情况。在屏幕 312 的直线 $x-x'$ 上的途中出现激光光源点亮、光强度为最强的部分。因此,在屏幕 312 内出现明线。另外,由于在照明整个屏幕 312 之前激光光源熄灭,因此存在照明光未照射的区域 Y。

[0059] 图 5C 表示用图 4C 的驱动信号让扫描镜 304 扫描的情况。此时,使激光光源的点亮时间与驱动信号的相位一致。虽然可以照明整个屏幕 312,但是由于激光光源特有的下坠,在屏幕 312 的左右产生明暗差。这是由于照明光在 LCOS310 上仅扫描一次。

[0060] 如上所述,在使用脉冲驱动激光光源和扫描光学系统时,如图 5B 及 C 所例示的那样,存在不能均匀地照明 LCOS310 的同步方法、扫描次数。

[0061] 因此,用图 4D 的驱动信号让扫描镜 304 扫描,使激光光源的点亮时间与驱动信号的相位一致,并且使照明光在 LCOS310 上往复。图 5D 表示该情况下的结果。与图 5B 及 C 的情况相比,屏幕上的光强度均匀。

[0062] 这样,通过将扫描镜的驱动信号的周期 T_{scan} 与激光光源的点亮时间 T_{Laser_ON} 的关系设为 $T_{Laser_ON} = n \cdot T_{scan}$ (n 为整数),能够更均匀地照明屏幕 312。图 4D 的情况下 $n = 1$ 。

[0063] 在本实施例的情况下,扫描镜 304 使用可动磁体(移动磁体)方式的电磁致动器,在谐振频率附近的频率下使用。电磁致动器具有结构简单、制造成本低的优点。越增大扫描镜 304 的驱动频率,照明的均匀化效果变得越好。但是,如果增大驱动扫描镜 304 的电磁制动器的谐振频率,则难以得到足够的用于 LCOS310 的照明的摆角。因此,通过使用扩散板 307,即使是相同的扫描速度以及摆角,也能够增大单位时间内可照明的面积。由此,减小扫描镜 304 的摆角成为可能,从而可以使扫描镜 304 高速化。下面,用图 6A 及 B,对扩散板 307 的效果进行说明。

[0064] 图 6A 是表示从图 1 的二维图像显示装置中拆除了扩散板 307 时的在屏幕 312 上的照射区域的图,图 6B 是表示图 1 的二维图像显示装置的在屏幕 312 上的照射区域的图。图 6A 及 B 均表示停止扫描镜 304 扫描时的在屏幕 312 上的照射区域。从图 6A 及 B 明显可知,通过扩散板 307 的配置,照射区域得到扩展。停止了扫描时的照射区域为图像显示区域的 20 至 50% 左右较为理想。另一方面,在考虑了扩散板 307 的扩散角的情况下,如果扩散角过大会造成光量的损失。因此,扩散角在 3 至 10° 的范围内较为理想,而在 3 至 5° 的范围内则更佳。

[0065] 图 7 及 8 表示驱动图 1 的 LCOS310 的 LCOS 信号的垂直同步信号(V-SYNC)与红色、绿色以及蓝色激光光源 301r、301g、301b 的发光时机、以及扫描镜 304 的驱动信号的时间图。图 7 表示的是单程照明 LCOS310 的情况,此时的扫描镜 304 的驱动信号的频率为 543Hz。图 8 是在 LCOS310 上往复一次的情况,此时的扫描镜 304 的驱动信号的频率为 1086Hz。

[0066] 图 7 及 8 所示意的内容说明了以 V-SYNC 的周期的两倍的速度点亮光源、在两倍速模式下驱动各激光光源的情况,但是为了避免产生色彩断裂(color breaking)等问题,至少在 4 倍速以上较为理想。另一方面,存在电磁扫描设备的驱动频率越高,摆角越小的倾向,在摆角为 $\pm 5^\circ$ 的情况下,2kHz 左右为极限。于是,通过插入扩散板 307 使摆角减小到 $\pm 3^\circ$,即使以 4 倍速也可以进行驱动。

[0067] 接着,说明控制图 1 的激光光源 301r、301g、301b、扫描镜 304 以及 LCOS310 的结构。图 9 是用于说明控制图 1 的激光光源 301r、301g、301b、扫描镜 304 以及 LCOS310 的结构例的图。另外,对与图 1 相同的部分标注相同标记。

[0068] 控制器 1101 包括 LCOS 驱动电路 1102、激光器及扫描镜驱动电路 1103、以及激光器电流源 1104。当来自控制器 1101 的外部的视频信号 1105 被输入到 LCOS 驱动电路 1102 后, LCOS 驱动电路 1102 生成 LCOS 驱动信号 1106。LCOS 驱动电路 1102 将 LCOS 信号 1106 输出到 LCOS310, 并且将作为其一部分的 V-SYNC 信号 1107 输出到激光器及扫描镜驱动电路 1103。激光器及扫描镜驱动电路 1103 以 V-SYNC 信号 1107 为触发信号, 生成扫描镜 304 的驱动信号 1109、以及决定激光光源 301r、301g、301b 的发光时机的发光触发信号 1108。激光器及扫描镜驱动电路 1103 将驱动信号 1109 输出到扫描镜 304, 并且将发光触发信号 1108 输出到激光器电流源 1104。激光器电流源 1104 按照发光触发信号 1108 向激光光源 301r、301g、301b 提供电流 1110。V-SYNC 信号 1107 是 60Hz 的脉冲信号, 以该 V-SYNC 信号 1107 为基础, 在 2 倍速模式的情况下, 生成 120Hz 的发光触发信号 1108。也就是说, 如果是 n 倍速的情况, 则生成 $n \cdot 60\text{Hz}$ 的发光触发信号 1108。决定激光光源 301r、301g、301b 的发光时间的占空比由作为二维空间光调制元件的 LCOS310 的驱动方法来决定。图 10 表示上述 V-SYNC 信号 1107 与发光触发信号 1108 之间的关系。随着层次接近黑色, LCOS310 的驱动信号 1106 的 ON 时机的相位慢慢发生位移。在达到黑显示之前, 驱动信号 1106 的 ON 时机的相位位移了 $920 \mu\text{s}$, 因此, 需要将驱动信号 1106 的占空比设为 33%。

[0069] (实施例 2)

[0070] 接着, 对本发明的实施例 2 进行说明。本实施例是在上述实施例 1 的二维图像显示装置中应用自动控制半导体激光器的输出的自动输出控制 (自动功率控制: APC) 的实施例。通过自动控制半导体激光器的输出, 改良在使半导体激光器依次发光时产生的“下坠”。图 11 表示本实施例的二维图像显示装置的结构。

[0071] 在图 11 的二维图像显示装置中也使用 LCOS 作为二维空间光调制元件 310, 这一点与上述的实施例 1 相同。在本实施例 2 的二维图像显示装置中, 用光检测器 1301r、1301g、1301b 分别监视红色、绿色以及蓝色半导体激光器 301r、301g、301b 的各输出。光检测器 1301r、1301g、1301b 向激光器电流源 1104 反馈监视信号 1303。激光器电流源 1104 将来自激光器及扫描镜驱动电路 1103 的激光调制信号 1304、与来自外部的各激光光源 301r、301g、301b 的输出设定值 1302 相乘, 通过比较其积和来自光检测器 1301 的监视信号 1303, 使各激光光源的发光强度均匀, 从而可以抑制下坠的产生。

[0072] 此时, 可以在激光器及扫描镜驱动电路 1103 内设置光强度补正表 1305。激光器及扫描镜驱动电路 1103, 可以通过参照光强度补正表 1305 设定激光调制信号 1304, 来补正光学部件、激光光源的特性等引起的色彩不均、亮度不均。例如, 在屏幕上中央部分明亮、左右部分比中央部分暗的情况下, 通过增加照明屏幕上的左右部分时的激光光源的输出, 能够进行均匀的照明。光强度补正表 1305 例如可以用半导体存储器构成。由于可以为每一设备预先设定激光光源的输出的调整数据, 因此能够简便地进行光学调整。

[0073] 图 12 表示取代上述的光强度补正表 1305 而设置有光强度补正电路 1306 的激光器及扫描镜驱动电路 1103 的结构。光强度补正电路 1306 根据扫描镜 304 的驱动信号 1109 生成激光调制信号 1304。例如, 光强度补正电路 1306 在图 13A 所示的驱动信号 1109 被输入时, 对驱动信号 1109 进行全波整流。然后, 通过将来自外部的各激光光源 301r、301g、301b 的输出设定值 1302 加到图 13B 所示的全波整流后的驱动信号 1109 中, 生成激光调制信号 1304。根据该结构, 无需增加部件成本, 即可实现均匀的照明。

[0074] (实施例 3)

[0075] 接着,对本发明的实施例 3 进行说明。本发明的该实施例的二维图像显示装置,是使用光纤激光器的第二高谐波作为上述实施例 1 及 2 的绿色半导体激光光源的实施例。图 14 表示作为本实施例的二维图像显示装置的绿色半导体激光器而使用的光纤激光器的结构。

[0076] 将从激发用(泵浦用)LD1501 射出的激光射入添加作为激光介质的稀土类的包层泵浦光纤 1503,通过使其在包含作为反射镜的光纤光栅 1502 及 1504 的激光谐振器内谐振,激光发生振荡。偏振器(polarizer)1505 是为了使激光的偏振方向单一而插入的。该光纤激光器的射束质量较好,能够以出口侧的光纤光栅 1504 中的反射光谱的线宽规定振荡波长光谱。因此,将光纤激光器作为基本波光源,非常适于使用了非线性光学晶体的高谐波发生(称为波长变换光源)。第二高谐波发生(SHG)模块 1508 是用于产生第二高谐波的机构,通过使用该机构,最终射出两倍的第二高谐波 1507。

[0077] 在进行光纤激光器的调制时,大致有下列的两个方法:

[0078] (1) 采用光纤放大器的结构,放大经过调制的种子光(seed light)的方法;

[0079] (2) 对激发光进行强度调制的方法。

[0080] 在上述的方法(1)中,由于能够高速地进行调制定作,因此能够抑制上述的实施例 2 中所记述的下坠。然而,种子光的激光器价格很高,在成本方面存在问题。另一方面,对于上述的方法(2),虽然在成本方面有利,但是存在基本波以及第二高谐波上升时产生巨脉冲(giant pulse)的问题。在图 15 的 A 及 B 中示意出上述的巨脉冲。由于该巨脉冲的产生,无法使用实施例 2 中所述的用于改良下坠的自动输出控制(自动功率控制:APC)。因此,通过将光纤激光器设为 10kHz 左右的脉冲驱动,将用于输出调整的调制方法设为 FM 调制,能够使激光光源的点亮时间内的光强度固定。通过设成上述的结构,能够在波长变换时利用巨脉冲,还能够提高向绿色光的变换效率。图 16 中示意出本实施例中的调制波形。在图 16 中,上段表示激光光源的发光时机,下段表示第二高谐波的输出。关于将本实施例的光纤激光器用作绿色半导体激光器这一点,对下述的实施例 4 也同样能适用。

[0081] 如以上所说明,根据本发明的实施例 1 至 3,能够避免明线、亮度的不均、对比度的降低。

[0082] 另外,通过与扩散角为 3 度以上的扩散板组合,能够更好地表现中间色调。因此,能够进一步提高对比度。

[0083] 在上述的实施例 1 至 3 中,使用 LCOS 作为二维空间光调制元件,但是也可以使用以数字微镜器件(DMD)为代表的数字调制的微镜元件(MEMS 元件)。

[0084] 在上述的实施例 1 至 3 中,说明了对二维空间光调制元件的照明方法是基于使红色、绿色以及蓝色激光依次点亮的场序方式的方法,但也可以采用用各色错开照明照射位置的滚动照明。通过采用滚动照明,可以增加发光时间,因此能够提高屏幕面上的亮度。

[0085] 在上述的实施例 1 至 3 中,通过设定在从激光光源射出激光之前,使扫描镜进行动作,可以防止高强度的激光照射于二维空间光调制元件。从而能够保护二维空间光调制元件免受激光损伤。

[0086] 另外,在使用数字层次的二维空间光调制元件时,会产生因进行扫描照明而导致层次恶化的问题。然而,与上述的实施例 1 至 3 同样,通过使用扩散板能够增加单位区域附

近的照明时间,并且还能够实现扫描镜的高速化。由此,能够得到扫描镜的高速化带来的单位区域的照明时间扩大的效果,从而能够抑制层次恶化。

[0087] 而且,上述的实施例 1 至 3 并不限定于二维图像显示装置,也可以作为利用了经过调制的红外光的距离图像传感器等感测用途而予以使用。

[0088] 另外,以上的各实施例中所示的二维图像显示装置仅仅是一个例子,当然也能够采用其他方式。

[0089] (实施例 4)

[0090] 接着,对本发明的实施例 4 进行说明。在上述的实施例 1 至 3 中,是通过让扫描镜在激光光源的点亮时间内进行多次扫描,使照明光多次照射空间光调制元件。而在本实施例中,是在采用基于时间调制进行层次显示的空间光调制元件的情况下,在激光光源的连续的点亮时间,使照明光照射空间光调制元件的扫描方向反转。

[0091] 图 17 是表示本实施例的二维图像显示装置的结构概要图。本实施例的二维图像显示装置包括红色激光光源 51a、绿色激光光源 51b、蓝色激光光源 51c、准直透镜 52、反射镜 53、分色棱镜 54、扫描镜 55、凹透镜 56、场透镜 57、扩散板 58、偏振射束分束器 59、二维空间光调制元件 510、投影透镜 511、屏幕 512。

[0092] 从红色激光光源 51a、绿色激光光源 51b、蓝色激光光源 51c 射出的光分别通过准直透镜 52 而成为平行光,并由反射镜 53 或分色棱镜 54 反射。各激光被合波而成为一个射束导入作为射束扫描单元的扫描镜 55 中。典型的扫描镜 55 是电磁驱动的谐振镜。

[0093] 由扫描镜 55 反射的射束通过凹透镜 56 在一维方向(与图 17 的纸面垂直的方向)被扩大而成为线型射束,经过场透镜 57、扩散板 58、偏振射束分束器 59 照射空间光调制元件 510。空间光调制元件 510 按照输入的影像信号 521 通过控制电路 522 而被驱动,对各像素分别进行 ON/OFF 来调制照明射束。照射 ON 像素的光的偏振光转动,穿过偏振射束分束器 59,通过投影透镜而被投影于屏幕 512,图像得以显示。

[0094] 在此,线型射束为图像的纵方向,在横方向上扫描射束,由此照明整体。同时,通过穿过扩散板 58 来扫描射束,照射于空间光调制元件 510 的各像素的光的入射角度时刻发生变化。由此,具有减少投影图像的斑点噪声的效果。

[0095] 控制电路 522 将从影像信号 521 得到的同步信号发送到激光驱动电路 524,来控制各激光光源 51a、51b、51c 的点亮时机,并且与该点亮时机同步地通过扫描镜驱动电路 523 驱动扫描镜 55。

[0096] 扫描镜 55 以固定频率受到谐振驱动,其驱动频率可以至少在显示图像的帧频以上,但是,被投影的图像因与空间光调制元件 510 显示图像的时机的关系而千变万化,因此需要选择能够投影良好的图像的频率。

[0097] 下面,说明本实施例的图像显示装置的动作。

[0098] 图 18 的 A 至 D 是表示本实施例的图像显示装置的射束扫描与投影图像的关系的图。图 18A 是扫描镜 55 处于中立位置并省略了扩散板 58 时的状态与此时的照明光的情形。通过凹透镜 56 在上下方向被扩大,在水平方向被收缩而成为较细的线型射束,照射画面的中央。

[0099] 图 18B 是与图 18A 相同扫描镜 55 处于中立位置,射束穿过扩散板 58 时的状态。被扩散的射束的宽度扩大,广泛地照射画面中央部。在此,射束的光轴位于画面中央,照射画

面中央的光 531 垂直地照射在空间光调制元件 510 上。

[0100] 图 18C 是向某一方向驱动扫描镜 55, 射束的光轴到达画面的右端时的状态。此时, 射束光轴偏离画面中央, 照射画面中央的光 531 是射束的一端的光, 斜向照射在空间光调制元件 510 上。

[0101] 图 18D 是向与图 18C 的情况相反的方向驱动扫描镜 55, 射束的光轴到达画面的左端时的状态。此时, 射束光轴从画面中央向与图 18C 的情况相反的方向偏离, 照射画面中央的光 531 是射束的另一端的光, 从与上述的情况相反的方向斜向照射在空间光调制元件 510 上。

[0102] 这样, 通过扫描在扩散板 58 扩散的射束来照射空间光调制元件 510, 照射画面的各像素的光的入射角度时刻发生变化, 由此可以有效地减少投影图像的斑点噪声。而且, 由于扩散的射束具有一定的宽度, 所以不需要将射束扫描的振幅扩展到画面的整个宽度。因此, 只要使射束扫描的振幅为画面的整个宽度的大致 70 至 80% 左右的振幅, 即可均匀地照明大致整个画面。

[0103] 根据这样的结构, 可实现兼具均匀化和斑点噪声降低效果的、小型且简单的照明光学系统。

[0104] 接下来, 对图像的显示时机与射束扫描的关系进行说明。

[0105] 图 19 的 A 至 C 是用于说明本实施例中的图像显示装置的动作的时间图。在图 19A 至 C 的各时间图中, 第一段表示各激光光源 51a、51b、51c 的点亮时机, 第二段表示扫描镜 55 的驱动波形, 第三段表示 SLM(空间光调制元件) 510 的一个像素的像素值, 第四段表示照射于上述像素的照明光强度, 第五段表示上述像素的投影光强度。

[0106] 在图 19A 至 C 中, 图像的一帧被分割为两个场, 同一帧图像被显示两次 (1/2 场、2/2 场)。并且, 在各场中, R、G、B 三色的彩色场以 1/3 的占空比予以显示 (R1 ~ 2、G1 ~ 2、B1 ~ 2)。

[0107] 在帧频为 60Hz 时, 场频为 120Hz, 彩色场频为 360Hz, 而各色的激光光源 51a、51b、51c 的点亮期间进一步达到 3 倍的 1080Hz。

[0108] 对此, 将扫描镜 55 的驱动频率设为激光光源 51a、51b、51c 的一半的 540Hz, 并且, 使扫描镜 55 的驱动的相位与激光光源 51a、51b、51c 的点亮的相位一致。这样, 如图 19A 至 C 所示, 在激光光源 51a、51b、51c 的点亮期间内, 扫描镜 55 进行的照射光的扫描为从画面的一端到另一端的单程扫描。在此, 如上所述, 将各色的彩色场的点亮占空比设为 1/3。因此, 如图 19A 至 C 的各图的第二段的箭头所示, 每到连续的点亮期间, 照射光扫描画面的方向反转。并且, 在各色的 1/2 场与 2/2 场之间, 扫描方向反转。另外, 如果点亮占空比为 1/2, 则在所有的点亮期间扫描方向相同。

[0109] 在各点亮期间内, 空间光调制元件 510 的各像素根据图像数据调制 ON 时间宽度, 由此显示层次。即, 控制成使像素值高的色彩的 ON 时间长, 像素值低的色彩的 ON 时间短。

[0110] 而且, 照射于像素的照明光强度根据在画面内的位置随着扫描时机而变化。例如, 如图 19A 所示, 对于画面的左端附近的像素, 在点亮期间的开始与结束时产生峰值。如图 19B 所示, 对于画面的中央附近的像素, 在点亮期间的中央时产生峰值。同样地, 如图 19C 所示, 对于画面的右端附近的像素, 在点亮期间的开始与结束时, 在与图 19A 的情况相反的时机产生峰值。

[0111] 这样,由各像素的 ON 时机与照明光强度的时机来决定投影光强度。即使是相同的像素值,实际显示的层次也会随着照明光的时机即画面的位置而变化。

[0112] 这样,模拟扫描照明光所得到的投影图像,求出与原图像的误差。

[0113] 作为扫描镜 55 的扫描条件,频率倍率 = 扫描镜驱动频率 / 光源点亮期间频率得以改变,作为误差的指标,使用了 $AAD = \text{差的绝对值的平均} = (\text{原图像与扫描图像的各像素值之差的绝对值的总和}) / \text{像素数} / 255$ 。在图 20 中表示了对某图像进行计算的结果。

[0114] 如提高扫描镜 55 的驱动频率,虽然误差会减小,然而与将频率倍率设为整数倍相比,将频率倍率设为 $n-0.5$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) 时误差更小。在 $n-0.5$ 倍时,由于每到点亮期间扫描方向就反转,因此,由扫描产生的相反的层次变化在两个场中重叠而形成一帧,从而具有误差左右均等、且被分散而变得不显眼的效果。与此相对,特别是一倍时的误差变得非常大,这是因为在点亮期间内正好为往复一次扫描的时间,在所有的点亮期间只是重复相同方向的扫描。因此,虽然在各点亮期间实现了照明光的均匀化,但是没有相反方向的重叠效果,从而成为在左右层次变化差异较大的图像,处于误差较大的状态。

[0115] 如提高扫描镜 55 的驱动频率,则需要较大的电力驱动扫描镜 55,而且容易产生振动或噪音。因此,设定以最低的频率得到良好的图像的 0.5 倍最为合适。

[0116] 图 21A 至 C 表示扫描灰度层次 (grayscale) 时的投影图像的计算结果。图 21A 表示原图像,是上端像素值 = 0 为黑、下端像素值 = 255 为白的上下方向的直线性的灰度层次图像。图 21B 是以频率倍率为 1 进行了扫描时的计算结果。对画面的左、中央、右的纵线上的像素值进行了描绘。图 21C 是以频率倍率为 0.5 进行了扫描时的计算结果。相同地,对画面的左、中央、右的纵线上的像素值进行了描绘。

[0117] 由上述结果可知,作为扫描的结果,直线性的灰度层次根据场所而经受不同的层次变化、绘出不同的色调曲线。频率倍率为 1 的情况下,左右经受不平衡的层次变化,误差也高达 0.108。各部分的色调曲线也形成极端的形状,很难进行补正。

[0118] 另一方面,频率倍率为 0.5 时,为左右对称的图像,误差也减小为 0.077。是比较平缓的曲线,容易进行补正。

[0119] 根据这样的结果,如果对随着图像的位置而不同的色调曲线计算出图像的横像素数,并求出各自的用于进行逆变换的补正量,则可以对原图像进行补正。为了高精度地进行补正,需要用层次位数以上的位数进行处理,但是如果预先选择误差较小的扫描条件,则能够以比较少的位数进行良好的补正。如果扫描补正后的图像,则能够得到大致接近原图像的投影图像。

[0120] 在此,使用图 22A 至 C 对上述的补正处理步骤进行说明。图 22A 表示原图像,是上端像素值 $D = 0$ 为黑、下端像素值 $D = 255$ 为白的上下方向的直线性的灰度层次图像。图 22B 是以频率倍率为 0.5 扫描了图 22A 的原图像时的计算结果。图 22C 是用于说明根据图 22B 的色调曲线求出上述逆变换曲线的步骤的图。

[0121] 如图 22A 所示,原图像是水平方向的像素数为 N 、垂直方向的像素数为 256 的垂直灰度层次图像。在此,将图 22A 的原图像的坐标 (i_n, j_n) 的像素的像素值设为 $P(i_n, j_n)$ 。另外,由于图 22A 的原图像是垂直灰度层次图像,因此 $P(i_n, j_n)$ 为 D_n 。

[0122] 下面对坐标 (i_n, j_n) 的像素的像素值 $D_n = P(i_n, j_n)$ 通过扫描而被变换为 $D_x = P'(i_n, j_n)$ 的情况进行说明。在这种情况下,求出在色调曲线上作为像素值 D_x 的坐标 $(i_m,$

j_n), 求出在图 22A 的原图像中的坐标 (i_m, j_n) 的像素值 D_m 。并且, 作为上述补正的补正量, 可以为坐标 (i_n, j_n) 的像素的像素值设定补正量 D_m 。通过对各像素施以该补正量, 能够得到相对 $P(i_n, j_n) = D_n$ 与上述色调曲线对称的逆变换曲线。

[0123] 通过设定该补正量, 能够补正扫描引起的坐标 (i_n, j_n) 的像素的像素值 D_n 向 D_x 的变换。通过为水平方向的 N 个像素数预先保持该补正量, 能够对任意的像素进行上述的补正。

[0124] 并且, 如果控制像素的 ON 时机与射束扫描的时机同步, 则误差进一步变小。由于扫描射束在各点亮期间以正弦波状移动, 因此能够预先计算到达画面的任意位置的时机。从而可以根据该计算结果来控制像素的 ON 时机。

[0125] 如果在该状态下, 使用如上所述的灰度层次图像的扫描结果同样地计算补正量, 并对原图像进行补正, 则能够进一步缩小误差。

[0126] 该补正的处理也同样可应用于上述的实施例 1 至 3。

[0127] 在本实施例中, 对单纯的时间宽度调制进行了说明, 但也同样能够应用于作为数字层次显示方式, 通过生成位组合 (bit pattern) 而更细微地重复 ON/OFF 那样的情况。

[0128] 另外, 在本实施例中, 各激光光源 51a、51b、51c 在点亮时间内连续射出激光, 但是本实施例并不限于此。例如, 让图 23 的红色激光光源 51a 在点亮期间内脉冲振荡。在这种情况下, 需要使点亮时机的相位在 1/2 场的点亮期间与 2/2 场的点亮期间的之间反转。由此, 与上述的实施例 4 同样, 每到点亮期间可以使扫描方向反转。因此, 能够得到与上述的实施例 4 相同的效果。并且, 通过让激光光源脉冲振荡, 能够谋求耗电的降低。当然, 如果激光光源的输出功率下降, 则可以将激光光源的振荡从脉冲振荡变更为连续振荡。由此, 能够维持来自激光光源的输出功率。

[0129] 如以上所说明, 根据本发明的实施例 4, 通过使由扫描镜扫描的激光射束穿过扩散板而照射于空间光调制元件, 可以由扩散板扩散射束, 并且时刻改变照射画面的各像素的光的入射角度。由此, 能够有效地减少投影图像的斑点噪声。

[0130] 另外, 由于扩散后的射束具有一定宽度, 因此不需要将射束扫描的振幅扩大到画面的整个宽度, 以画面的整个宽度的大致 70 至 80% 左右的振幅即可均匀地照明大致整个画面。根据这样的结构, 可实现兼具均匀化和斑点噪声降低效果的、小型且简单的照明光学系统。

[0131] 此外, 如果将扫描镜的驱动频率的倍率设为 $n-0.5$ 倍 ($n = 1, 2, 3, \dots$), 则每到点亮期间扫描方向就反转。由此, 因扫描产生的逆方向的层次变化在两个场中重叠而形成一帧, 因此具有扫描照明光得到的投影图像与原图像的误差左右均等、且被分散而变得不显眼的效果。而且, 由于以较低的驱动频率能够减小误差, 因此能够以低电力降低振动、噪音。

[0132] 根据上述的各实施例, 将本发明概括如下。即, 本发明的图像显示装置包括: 激光光源; 扫描从上述激光光源射出的激光射束的射束扫描部; 空间性地数字调制由上述射束扫描部扫描的激光射束的空间光调制元件; 设置于上述射束扫描部与上述空间光调制元件之间, 使由上述射束扫描部扫描的激光射束在上述射束扫描部的扫描方向扩散的扩散部件; 其中, 上述射束扫描部扫描上述激光射束, 以使一帧图像通过多个场的连续显示而形成, 上述射束扫描部的扫描时机与上述激光光源的发光时机同步。

[0133] 根据本发明的图像显示装置, 可实现兼具均匀化和噪声降低效果的、小型且简单

的照明光学系统。

[0134] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述射束扫描部的扫描周期 T_{scan} 与上述激光光源的发光时间 T_{Laser_ON} 满足公式 $T_{Laser_ON} = n \cdot T_{scan}$ (n 为整数)。

[0135] 根据该结构,通过将激光光源的发光时间设为射束扫描部的扫描周期的整数倍,能够用激光射束均匀地照明空间光调制元件。因此,不会导致明线的出现、亮度的不均、对比度的降低,从而能够高精度地显示图像。

[0136] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是还包括:检测上述激光光源的输出的检测部;根据上述检测部的检测值来控制上述激光光源的输出的控制部。

[0137] 根据该结构,由于能够高精度地把握从激光光源射出的激光射束的输出,因此,激光光源的发光强度被均匀化,从而更高精度地显示图像。

[0138] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述空间光调制元件是由铁电液晶制成的反射型液晶元件。

[0139] 根据该结构,由于能够高速地数字调制激光射束,因此能够更高精度地显示图像。

[0140] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述空间光调制元件是微镜元件。

[0141] 根据该结构,由于能够高速地数字调制激光射束,因此能够更高精度地显示图像。

[0142] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述扩散部件的扩散角在 3° 以上 5° 以下。

[0143] 根据该结构,能够缩小激光扫描部的扫描角,从而能够提高激光扫描部的扫描速度。

[0144] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述激光光源为绿色激光光源,上述绿色激光光源包括:含有激光活性物质、形成有光纤光栅的光纤;向上述光纤射入激发光的激发光源;将从上述光纤射出的激光的基本波变换为高谐波的波长变换元件,其中,从上述波长变换元件输出的高谐波被进行频率调制。

[0145] 根据该结构,既可以谋求绿色光的高输出化,又能够稳定激光光源在点亮期间内的输出强度。

[0146] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述激光光源在上述射束扫描部的扫描开始之后进行发光。

[0147] 根据该结构,能够防止激光光源刚刚发光后的高强度的激光射束照射在空间光调制元件上,由此能够抑制空间光调制元件的因激光射束照射所造成的损伤。

[0148] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述激光光源包含红色激光光源、蓝色激光光源以及绿色激光光源三个激光光源,上述场通过红色、蓝色以及绿色三个彩色场的连续显示而形成,并且上述三个彩色场的显示占空比为 $1/3$ 。

[0149] 根据该结构,每到连续的彩色场可以使激光扫描部的扫描方向反转,并且在同一色彩的彩色场间也能够使激光扫描部的扫描方向反转。

[0150] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述多个场的数目是偶数。

[0151] 根据该结构,由于同一的一帧图像通过偶数个场的连续显示而形成,因此能够可靠地使射束扫描部的扫描方向逆转。

[0152] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述射束扫描部以谐振频率被驱动。

[0153] 根据该结构,由于能够稳定地驱动射束扫描部,因此能够降低耗电,抑制振动、噪

音的产生。

[0154] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,当显示在与上述射束扫描部的扫描方向垂直的方向具有灰度层次的灰度层次图像时,补偿因上述扫描部的扫描引起的、构成上述灰度层次图像的各像素的像素值的变化,另外,上述空间光调制元件根据色调曲线被逆变换的结果,空间地数字调制由上述射束扫描部扫描的激光射束,其中,所述色调曲线是随构成上述灰度层次图像的各像素的像素值的变化而成的。

[0155] 根据该结构,能够显示更接近原图像的图像。

[0156] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述射束扫描部的扫描频率 f_s 与上述激光光源的发光频率 f_i 满足公式 $f_s = (n-0.5)f_i$ (n 为整数),由此上述射束扫描部的扫描方向按上述多个场的显示顺序而逆转。

[0157] 根据该结构,通过将射束扫描部的扫描频率设为激光光源的发光频率的 $(n-0.5)$ 倍 ($n = 1, 2, 3, \dots$),射束扫描部的扫描方向按多个场的显示顺序而逆转。因此,由于因扫描而产生的相互逆方向的层次变化能够在两个场中重叠而形成一帧,因此即使降低射束扫描部的频率,扫描激光射束得到的图像与原图像的误差左右均等,并且被分散而变得不显眼。

[0158] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是还包括:检测上述激光光源的输出的检测部;根据上述检测部的检测值来控制上述激光光源的输出的控制部。

[0159] 根据该结构,由于能够高精度地把握从激光光源射出的激光射束的输出,因此激光光源的发光强度被均匀化,从而可以更高精度地显示图像。

[0160] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述空间光调制元件是用铁电液晶制成的反射型液晶元件。

[0161] 根据该结构,由于能够高速地数字调制激光射束,因此能够更高精度地显示图像。

[0162] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述空间光调制元件是微镜元件。

[0163] 根据该结构,由于能够高速地数字调制激光射束,因此能够更高精度地显示图像。

[0164] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述扩散部件的扩散角在 3° 以上 5° 以下。

[0165] 根据该结构,能够缩小激光扫描部的扫描角,从而能够提高激光扫描部的扫描速度。

[0166] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述激光光源为绿色激光光源,上述绿色激光光源包括:含有激光活性物质、形成有光纤光栅的光纤;向上述光纤射入激发光的激发光源;将从上述光纤射出的激光的基本波变换为高谐波的波长变换元件,其中,从上述波长变换元件输出的高谐波被进行频率调制。

[0167] 根据该结构,既可以谋求绿色光的高输出化,又能够稳定在激光光源的点亮期间内的输出强度。

[0168] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述激光光源在上述射束扫描部的扫描开始之后进行发光。

[0169] 根据该结构,能够防止激光光源刚刚发光后的高强度的激光射束照射在空间光调制元件上,由此能够抑制空间光调制元件的因激光射束照射所造成的损伤。

[0170] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述激光光源包含红色激光光源、蓝色

激光光源以及绿色激光光源三个激光光源,上述场通过红色、蓝色以及绿色三个彩色场的连续显示而形成,并且上述三个彩色场的显示占空比为 1/3。

[0171] 根据该结构,每到连续的彩色场能够使激光扫描部的扫描方向反转,并且在同一色彩的彩色场间也能够使激光扫描部的扫描方向反转。

[0172] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述多个场的数目是偶数。

[0173] 根据该结构,由于同一的一帧图像通过偶数个场的连续显示而形成,因此能够可靠地使射束扫描部的扫描方向逆转。

[0174] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,上述射束扫描部以谐振频率被驱动。

[0175] 根据该结构,由于能够稳定地驱动射束扫描部,因此能够降低耗电,抑制振动、噪音的产生。

[0176] 在上述的图像显示装置中,较为理想的是,当显示在与上述射束扫描部的扫描方向垂直的方向具有灰度层次的灰度层次图像时,补偿因上述扫描部的扫描引起的、构成上述灰度层次图像的各像素的像素值的变化,另外,上述空间光调制元件根据色调曲线被逆变换的结果,空间地数字调制由上述射束扫描部扫描的激光射束,其中,所述色调曲线是随构成上述灰度层次图像的各像素的像素值的变化而成的。

[0177] 根据该结构,能够显示更接近原图像的图像。

[0178] 产业上的利用可能性

[0179] 根据本发明,由于通过简单的结构与较少的部件实现使用了激光光源的全色、斑点噪声少的高画质的影像显示装置,因此可用于兼具均匀化和斑点噪声降低效果的、小型且简单的照明光学系统。

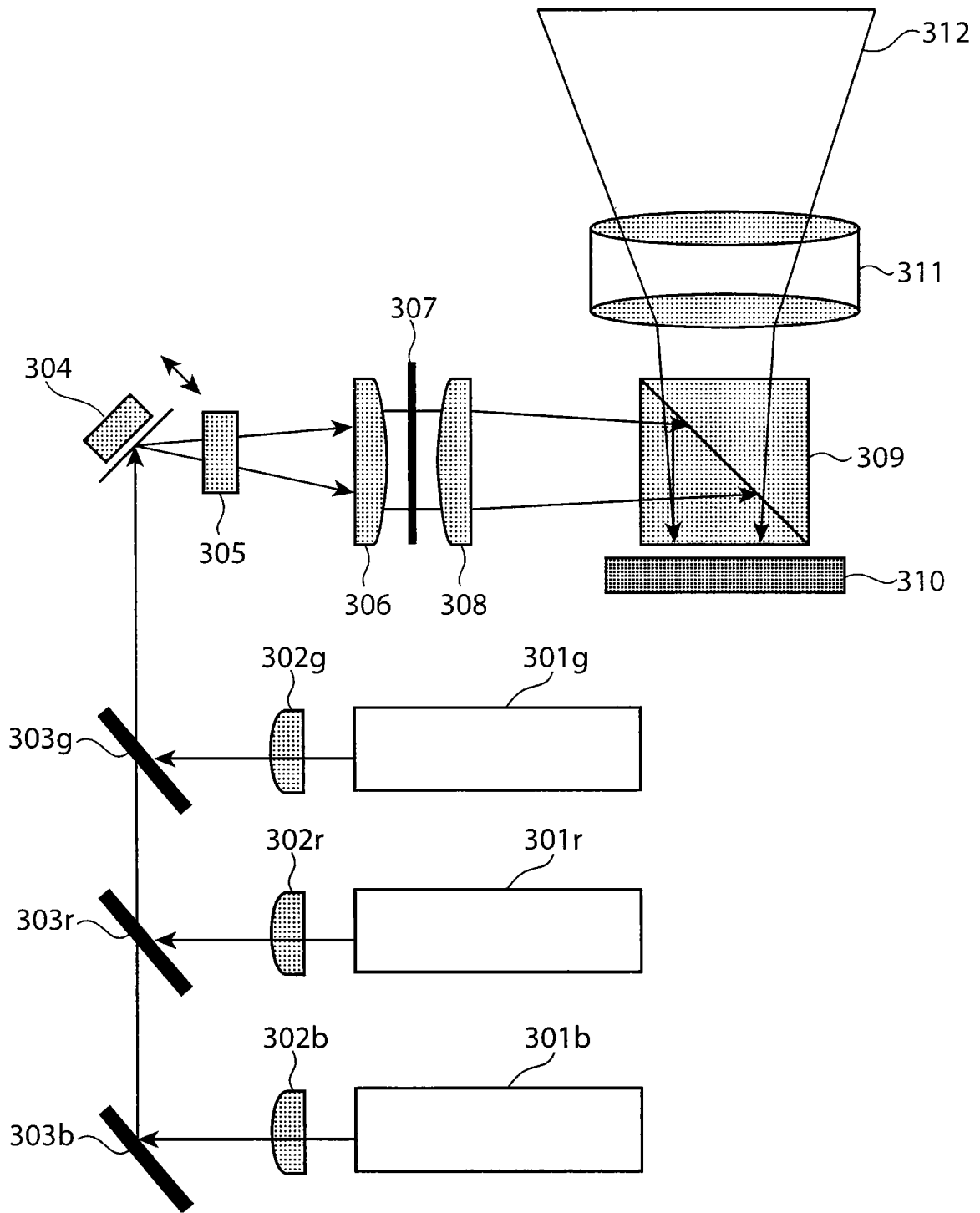


图 1

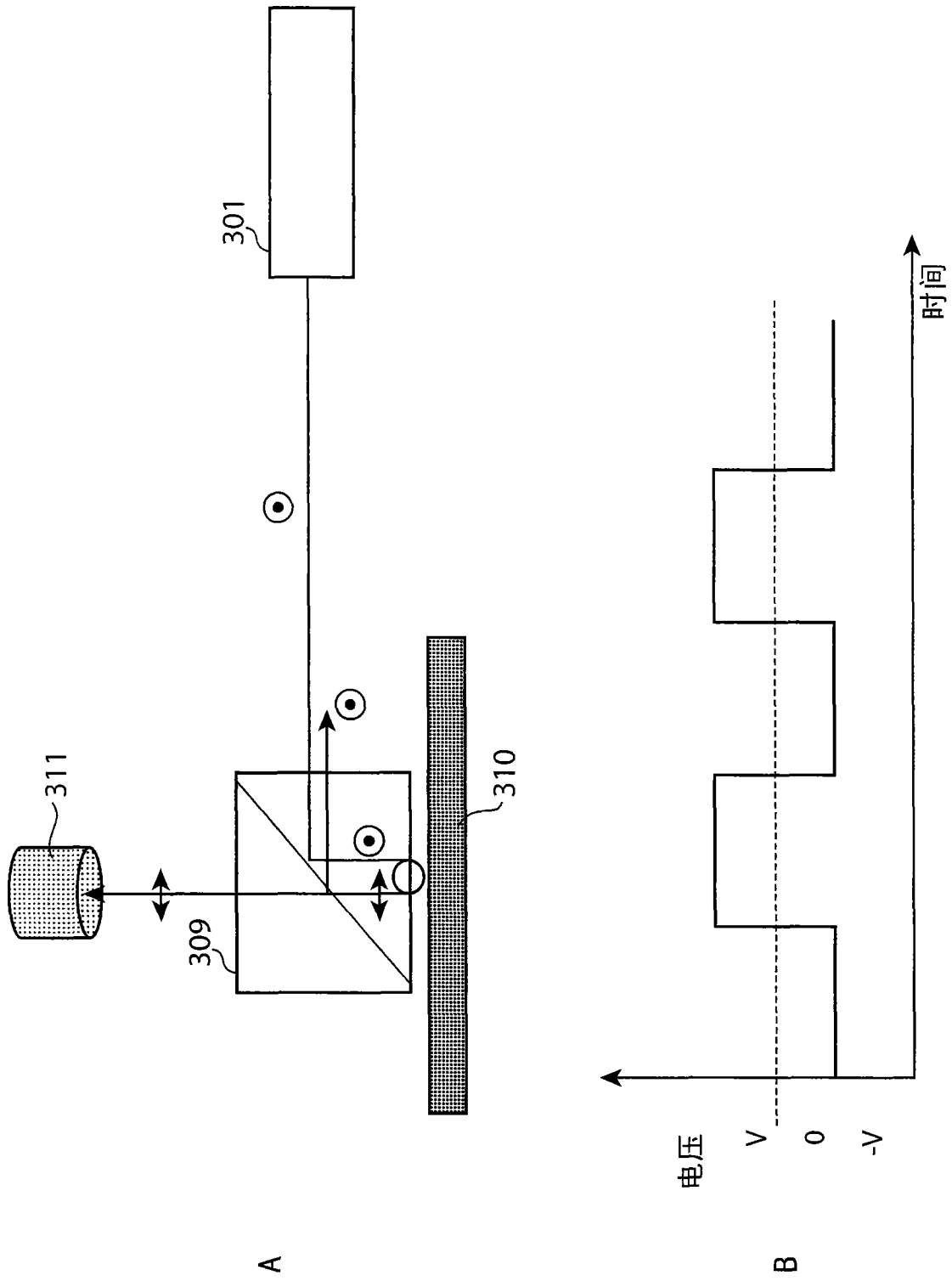
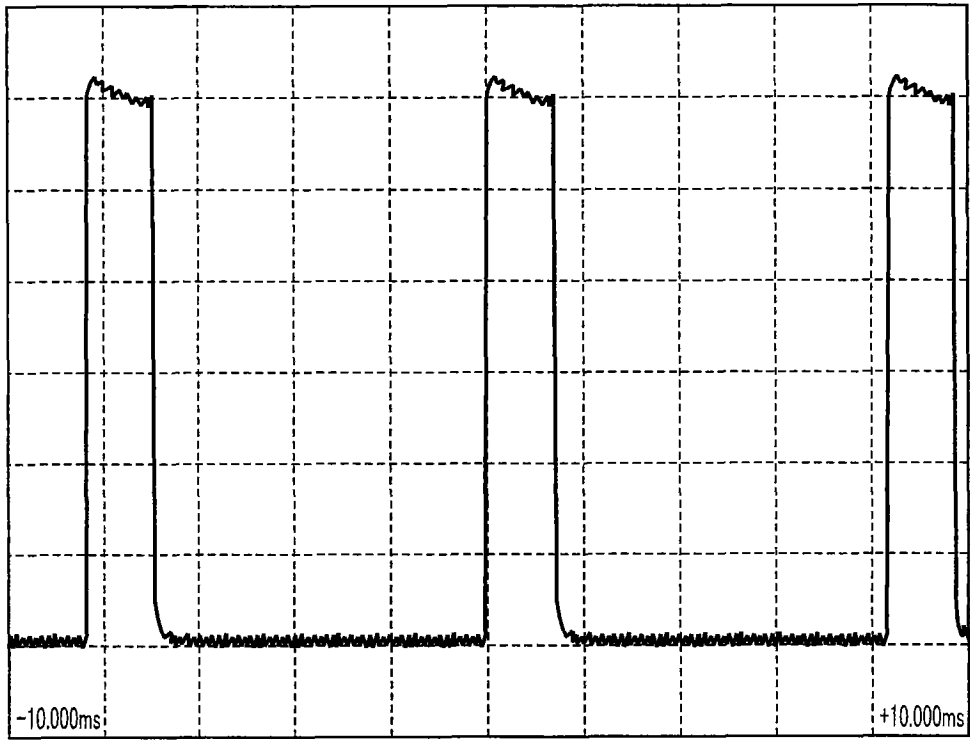


图2

A



B



图 3

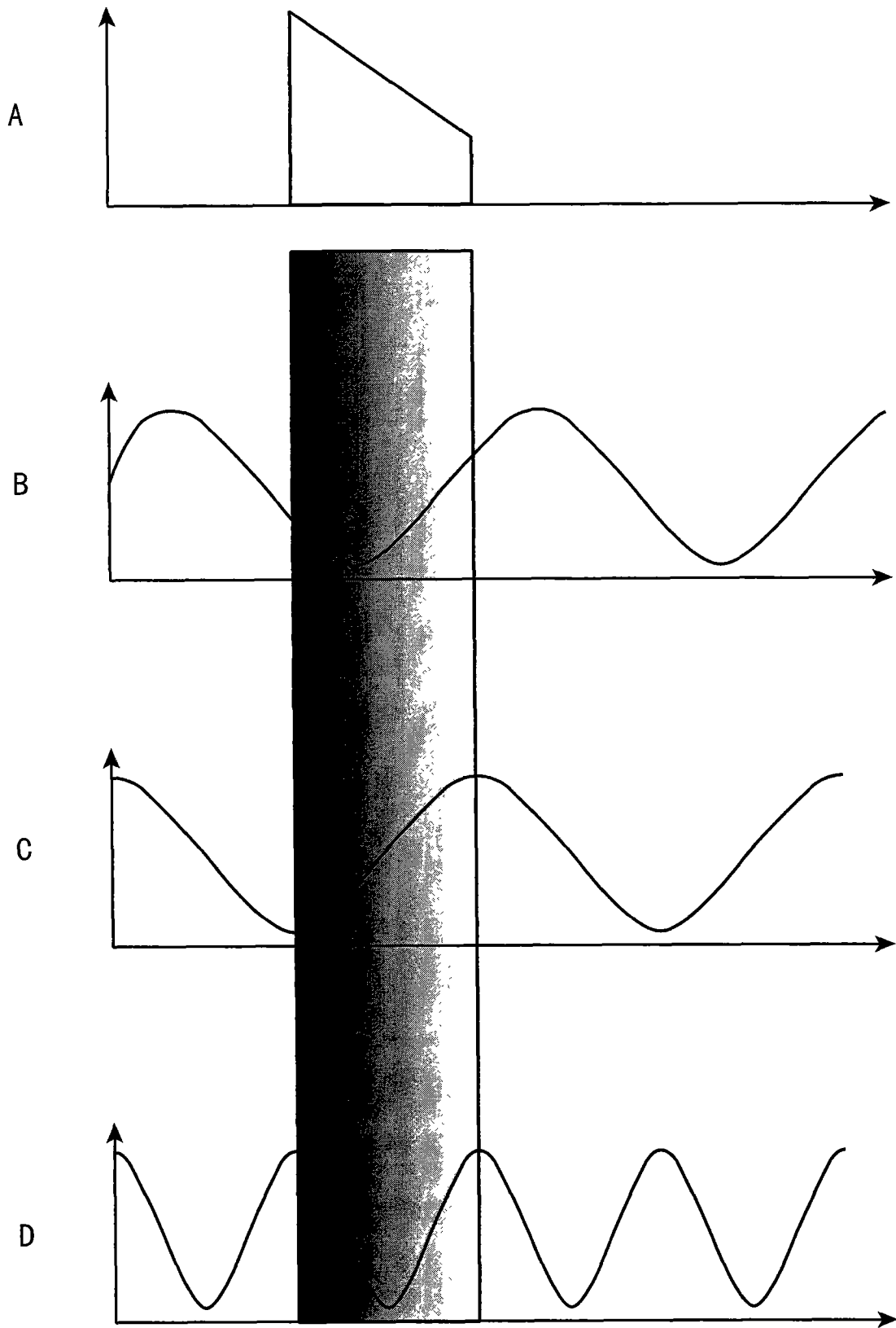


图 4

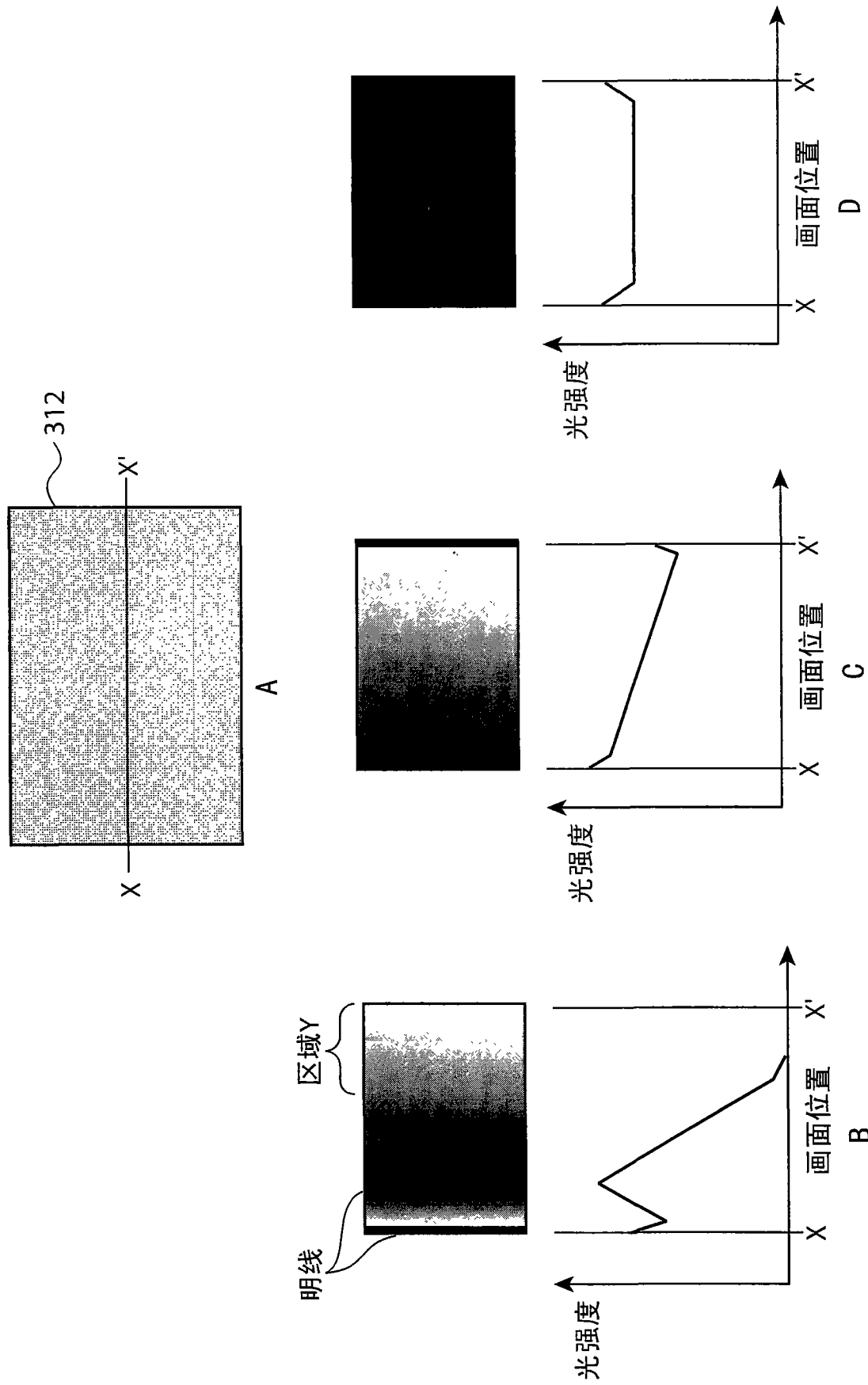


图5

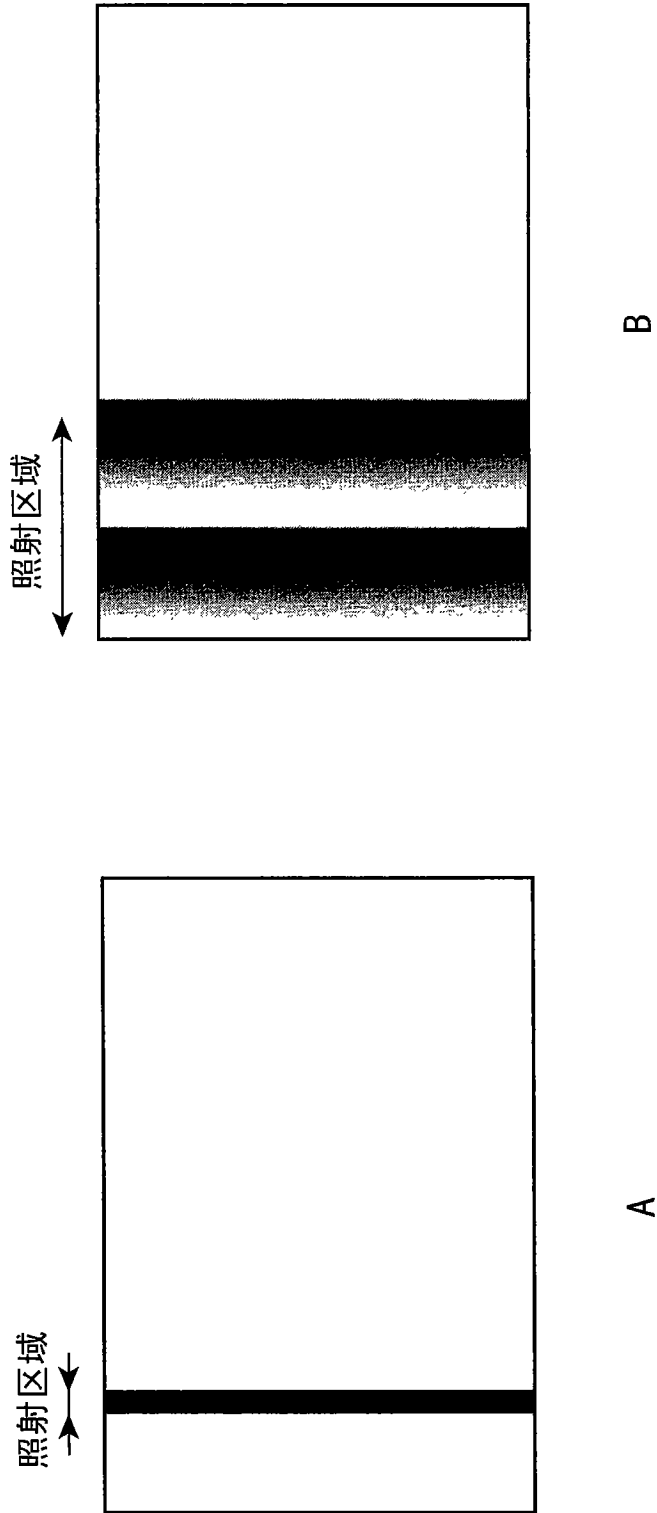


图6

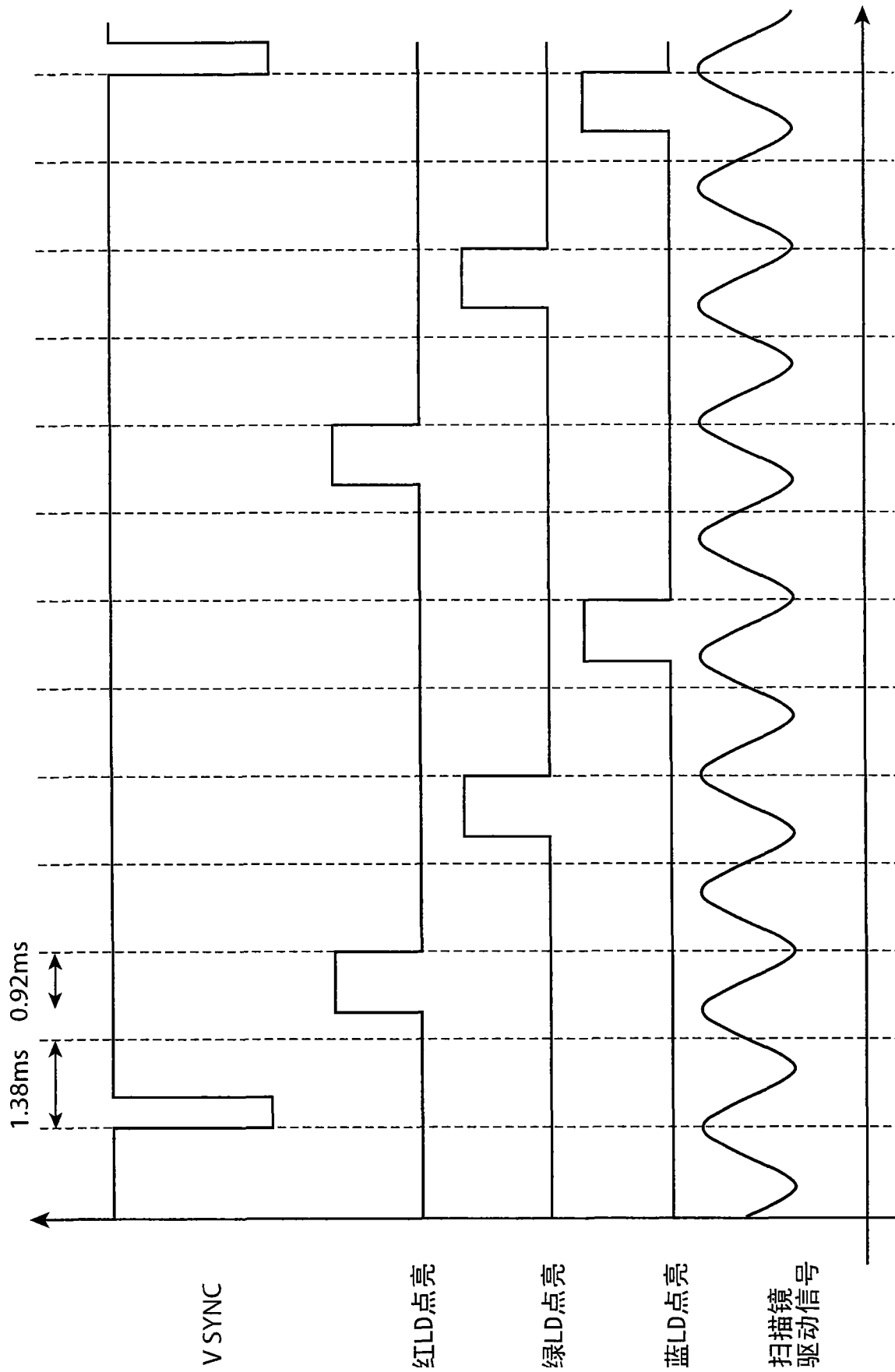


图7

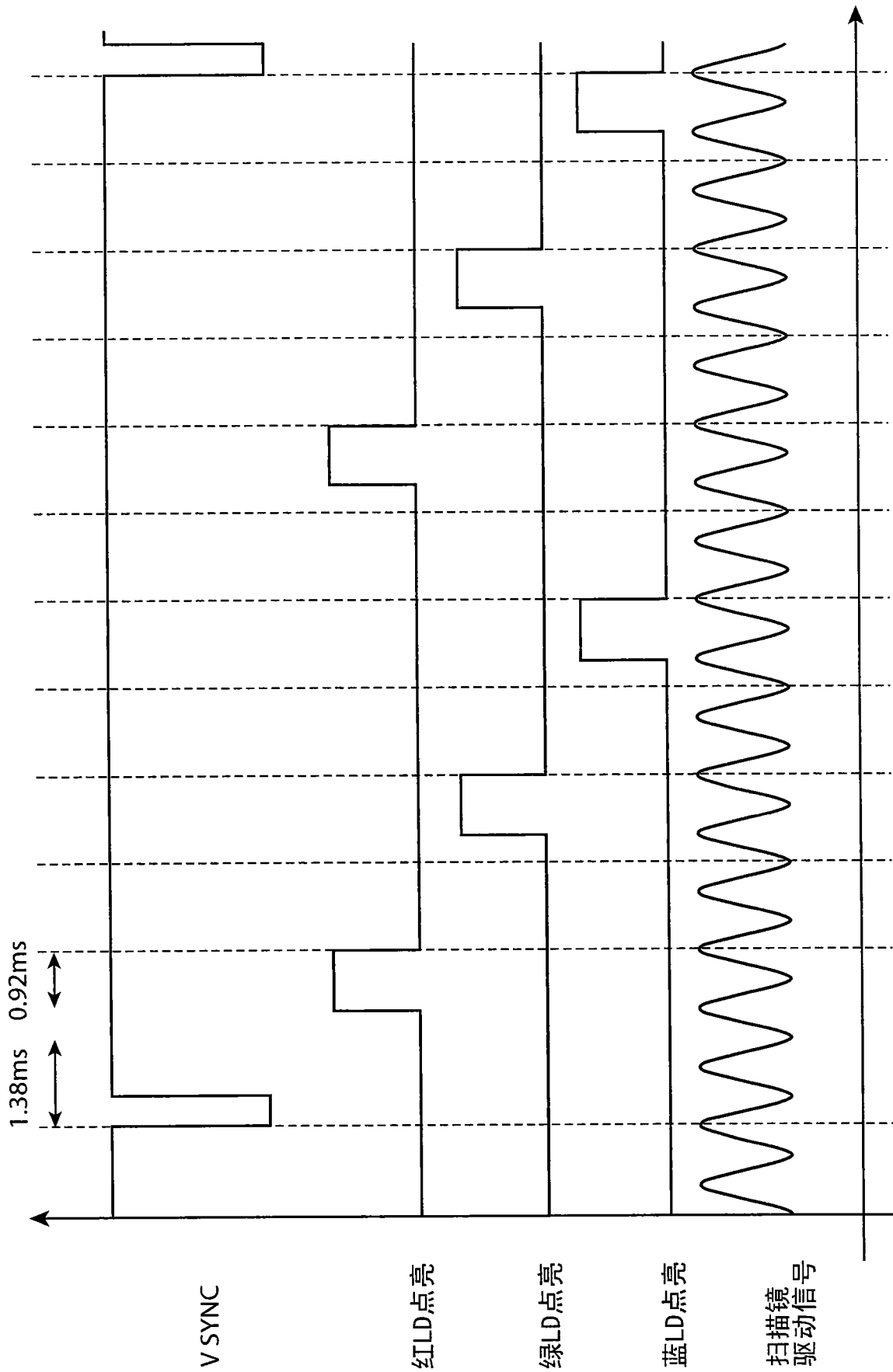


图8

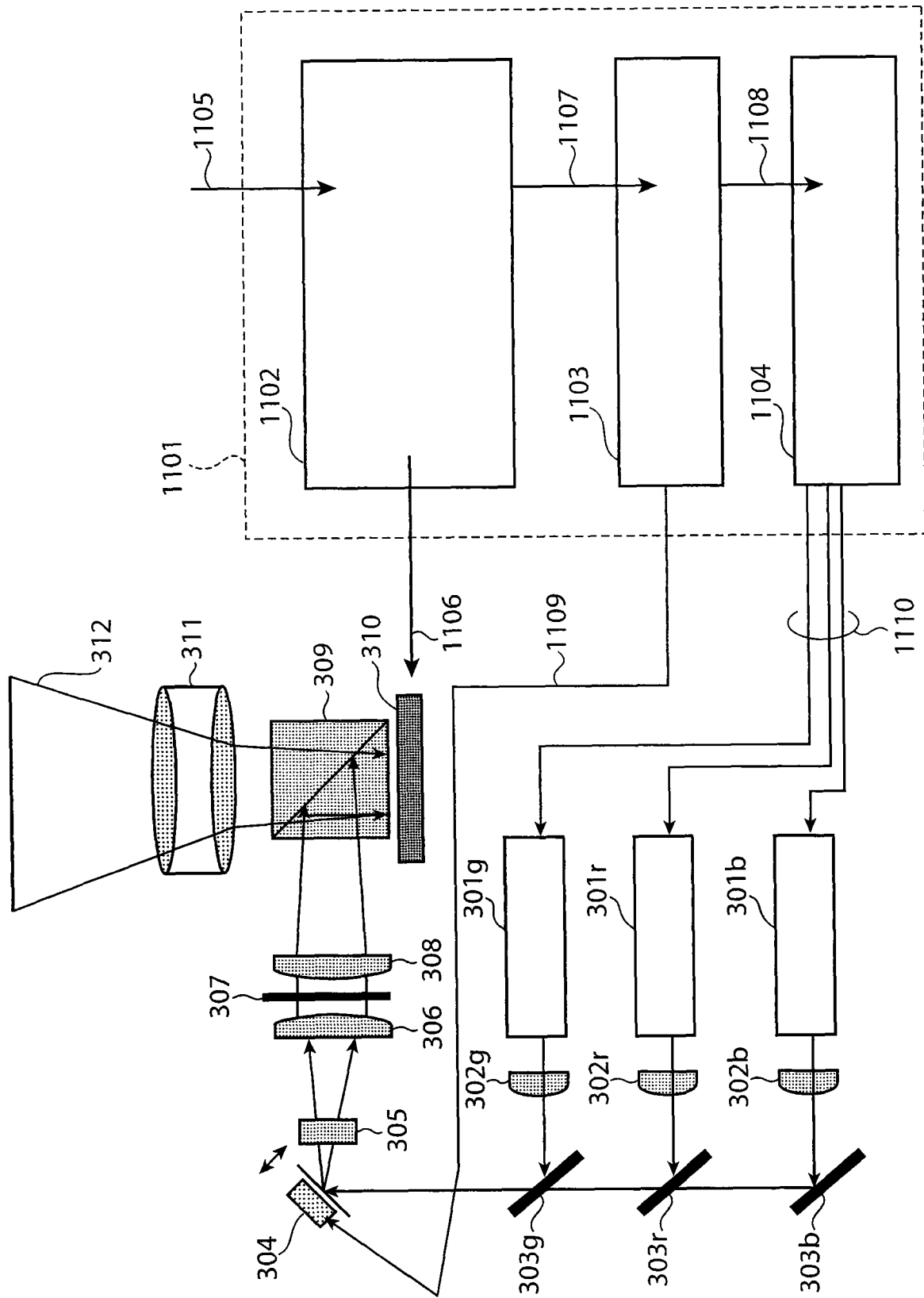


图9

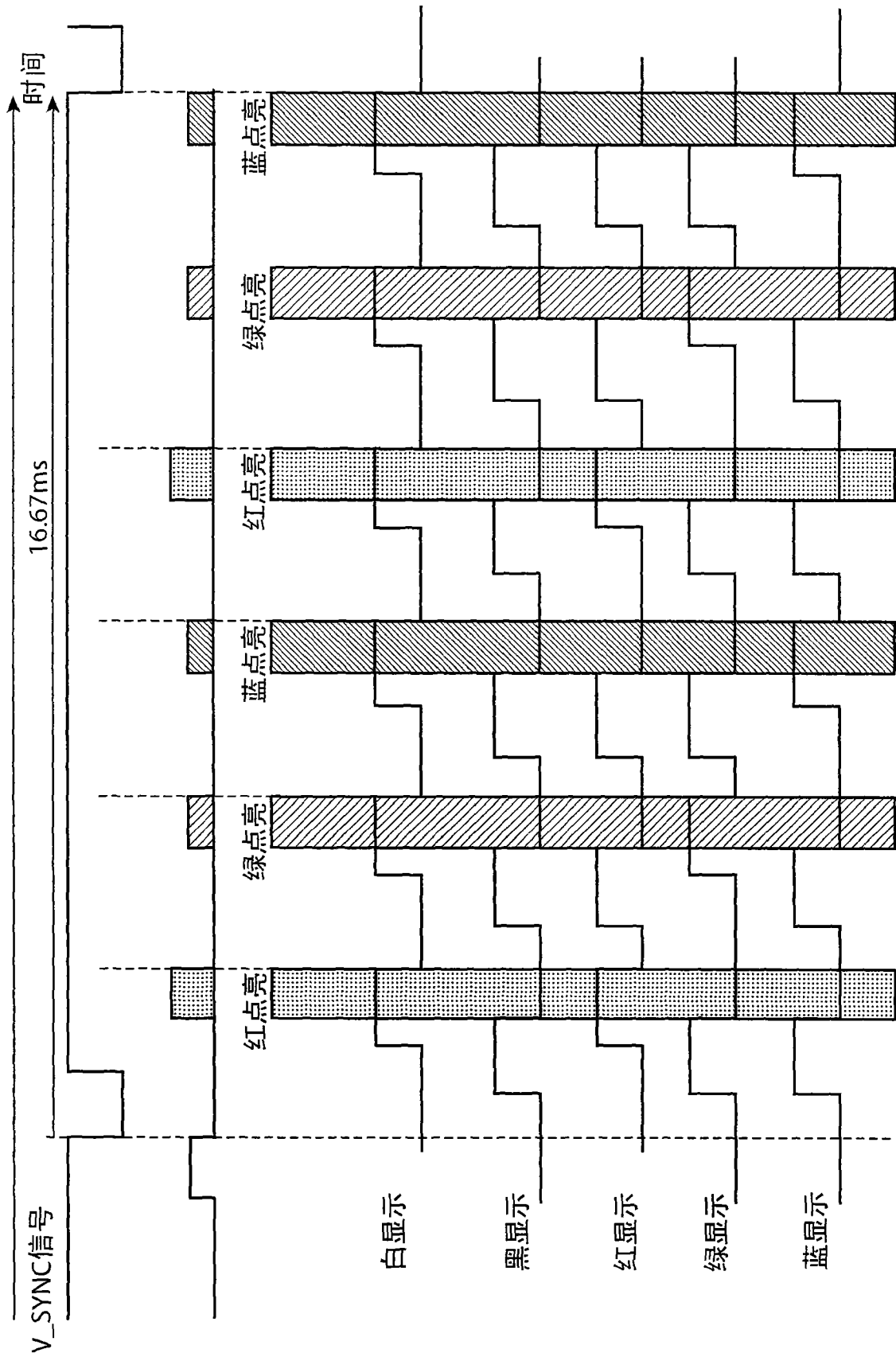


图10

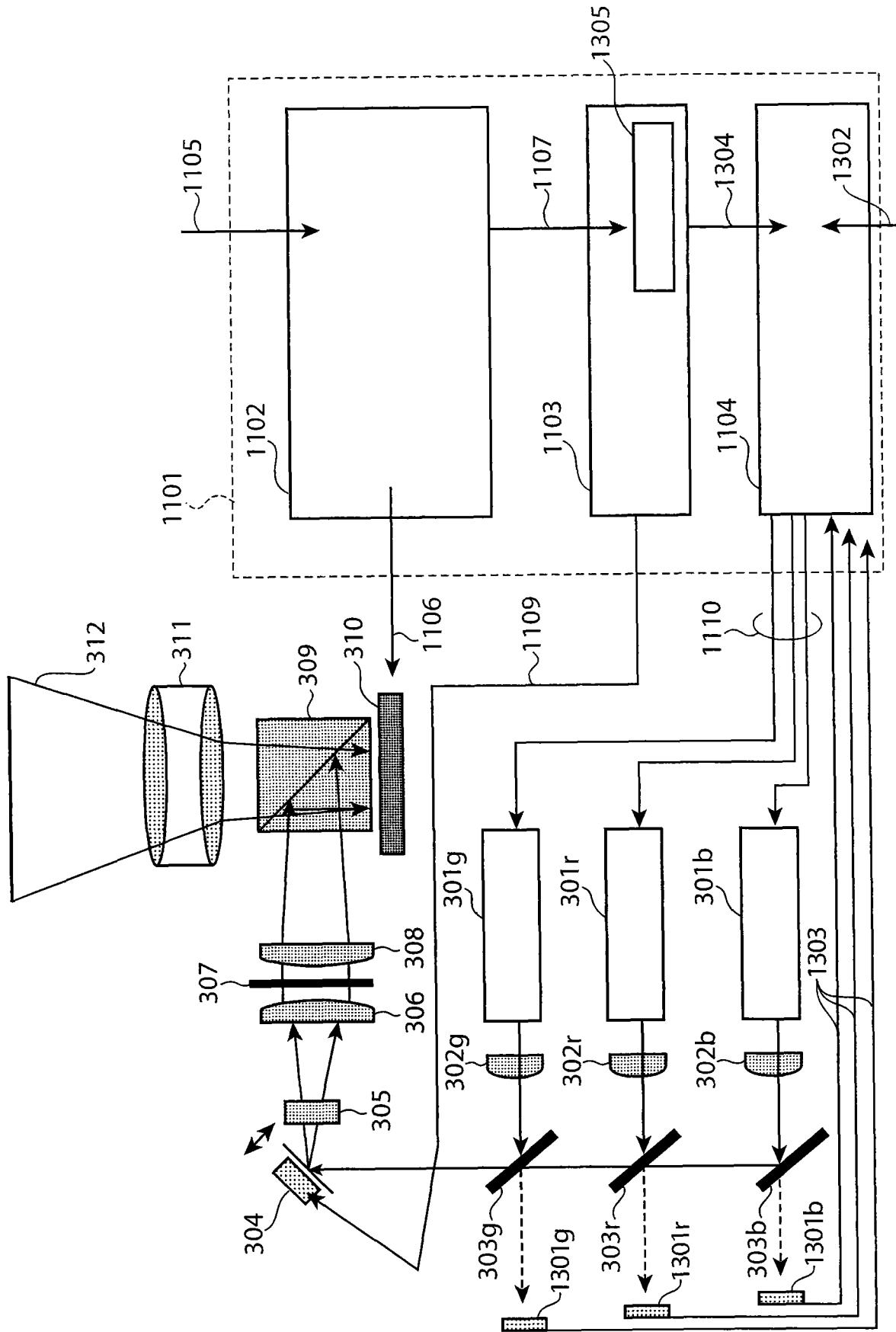


图11

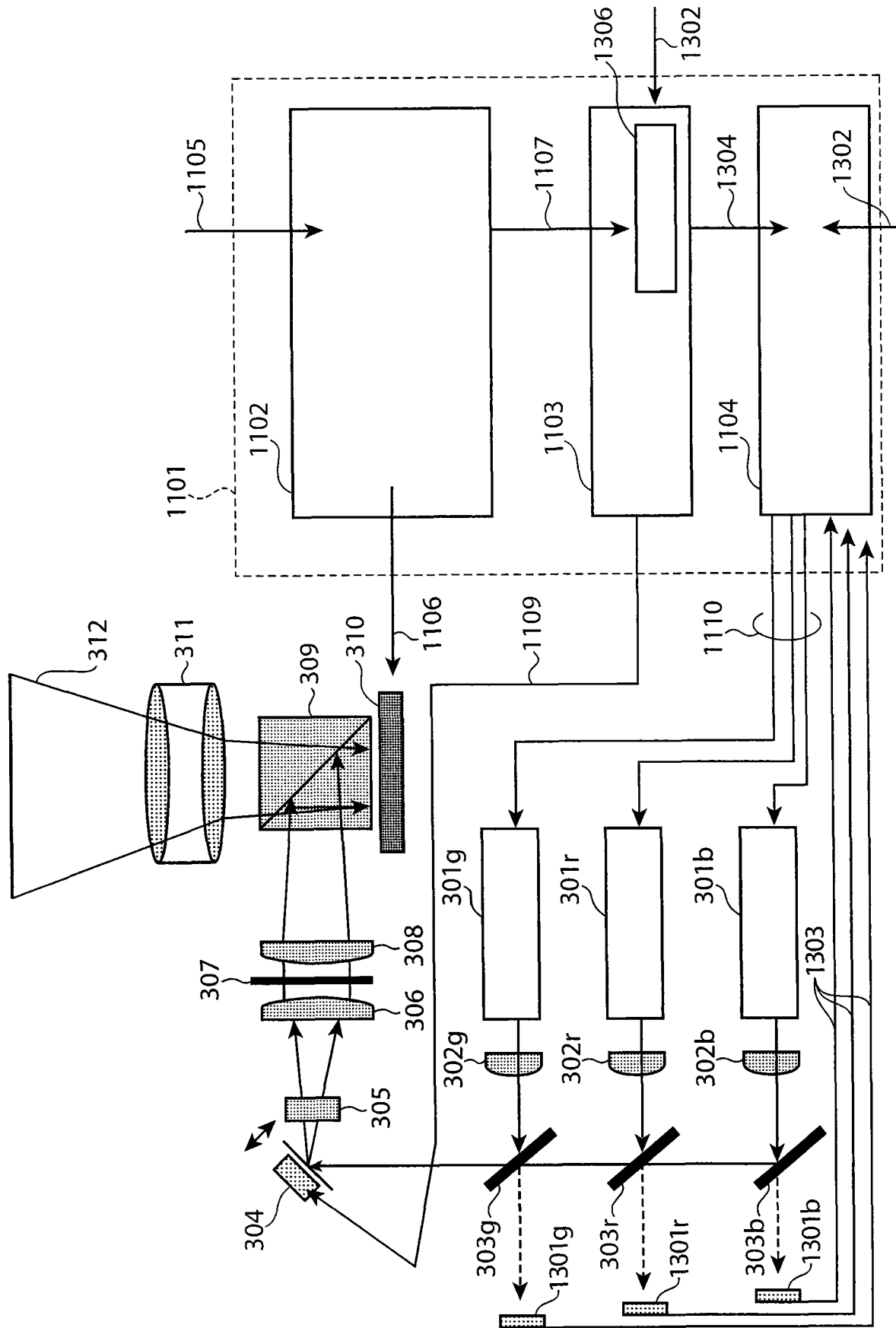
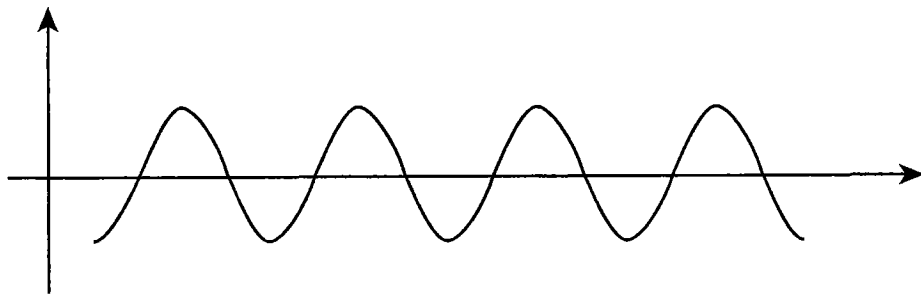
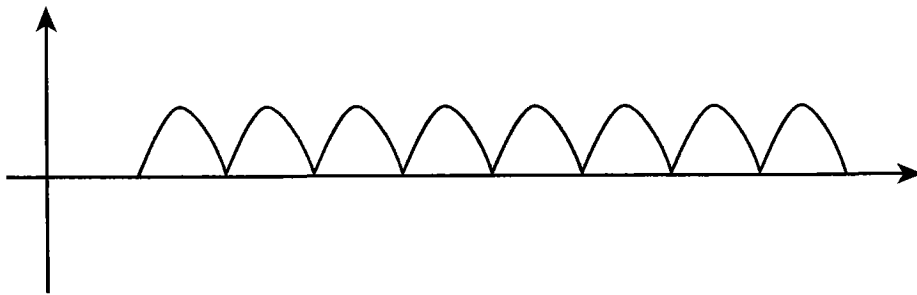


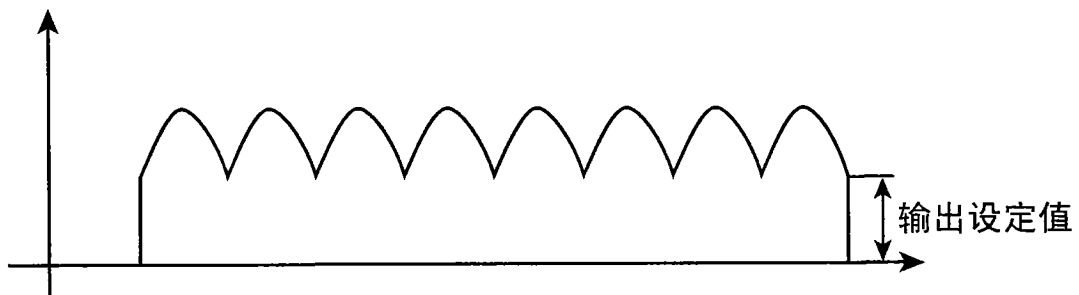
图12



A



B



C

图 13

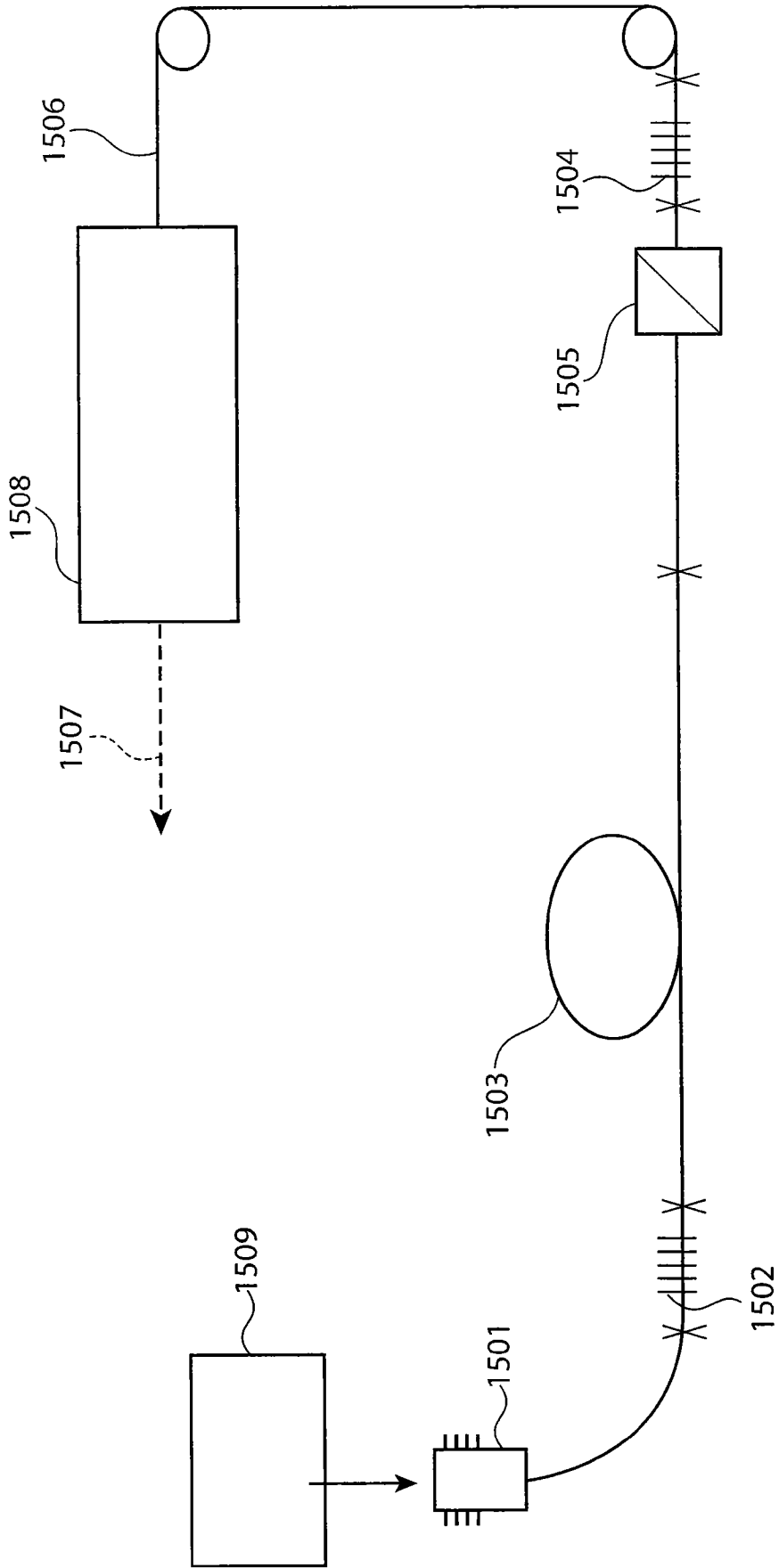


图14

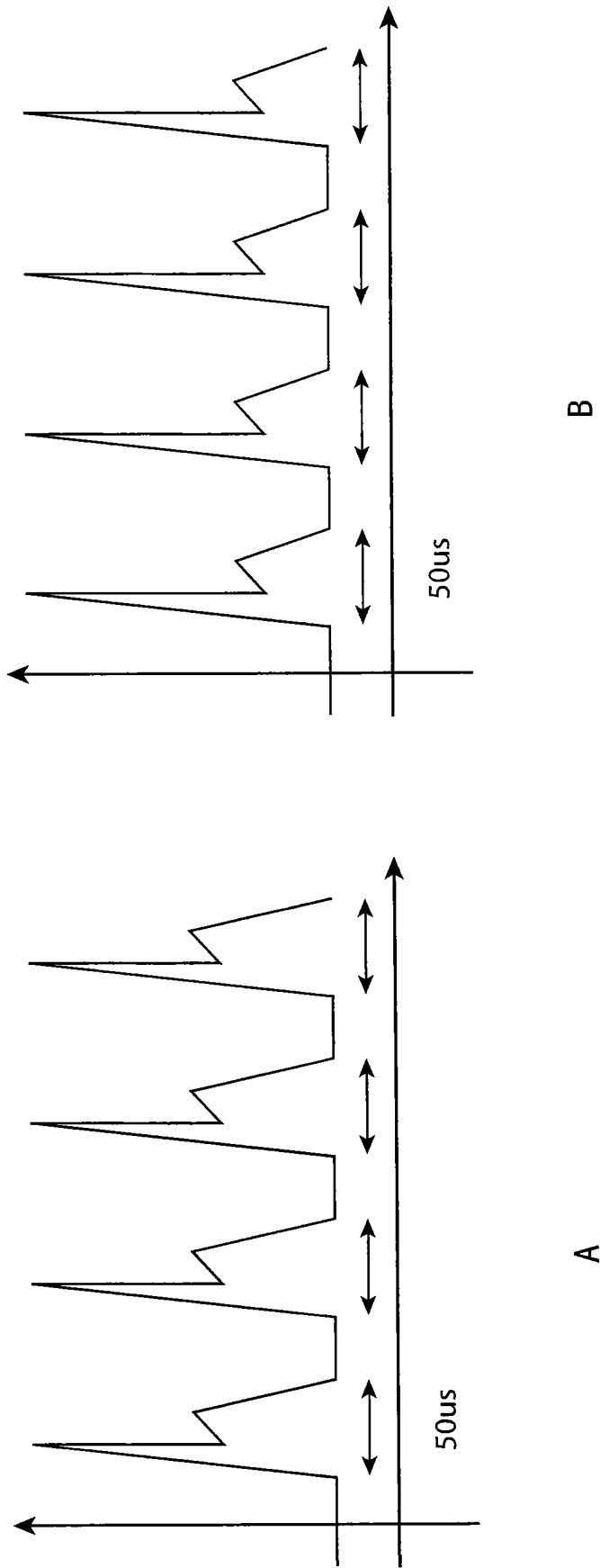


图15

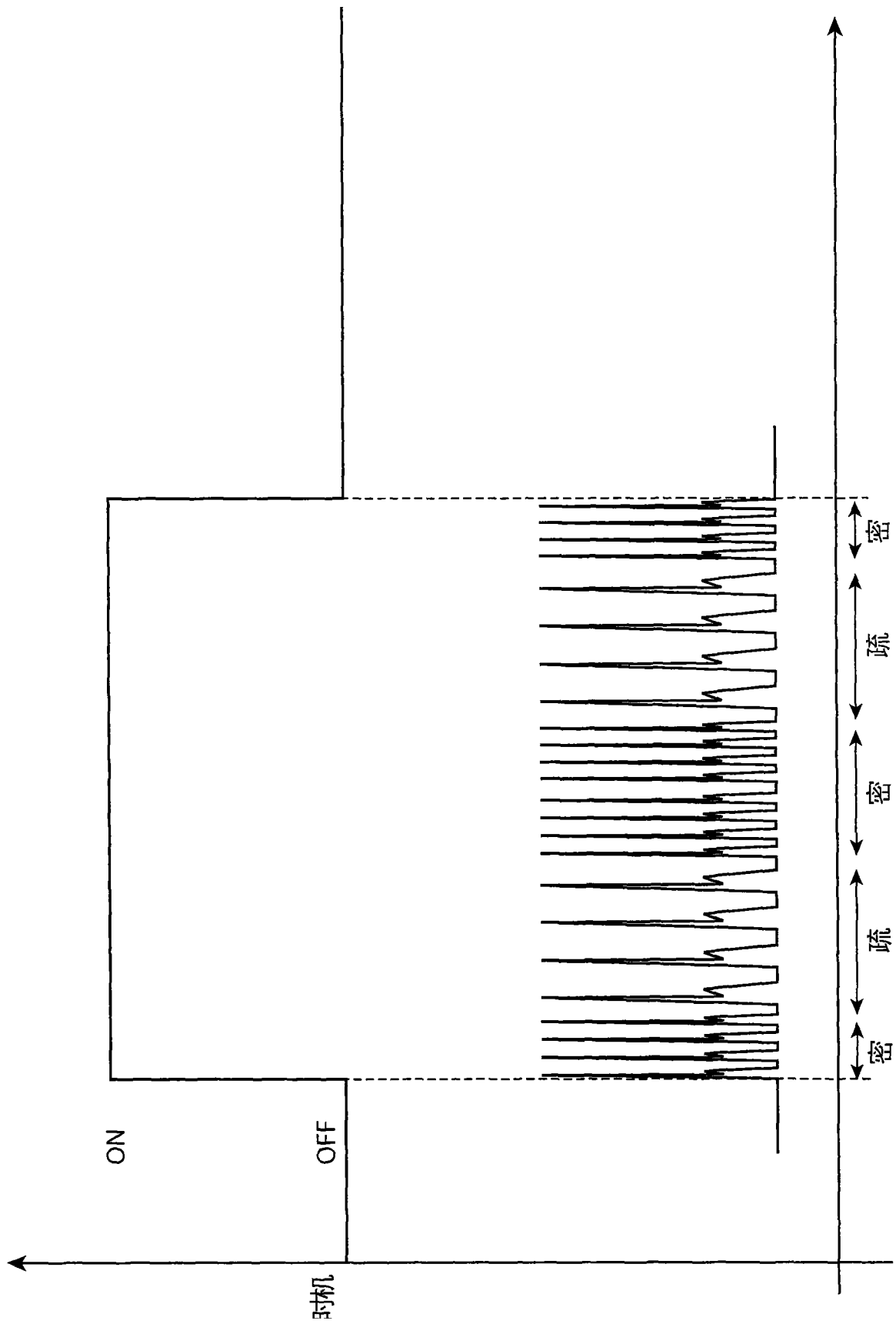


图16

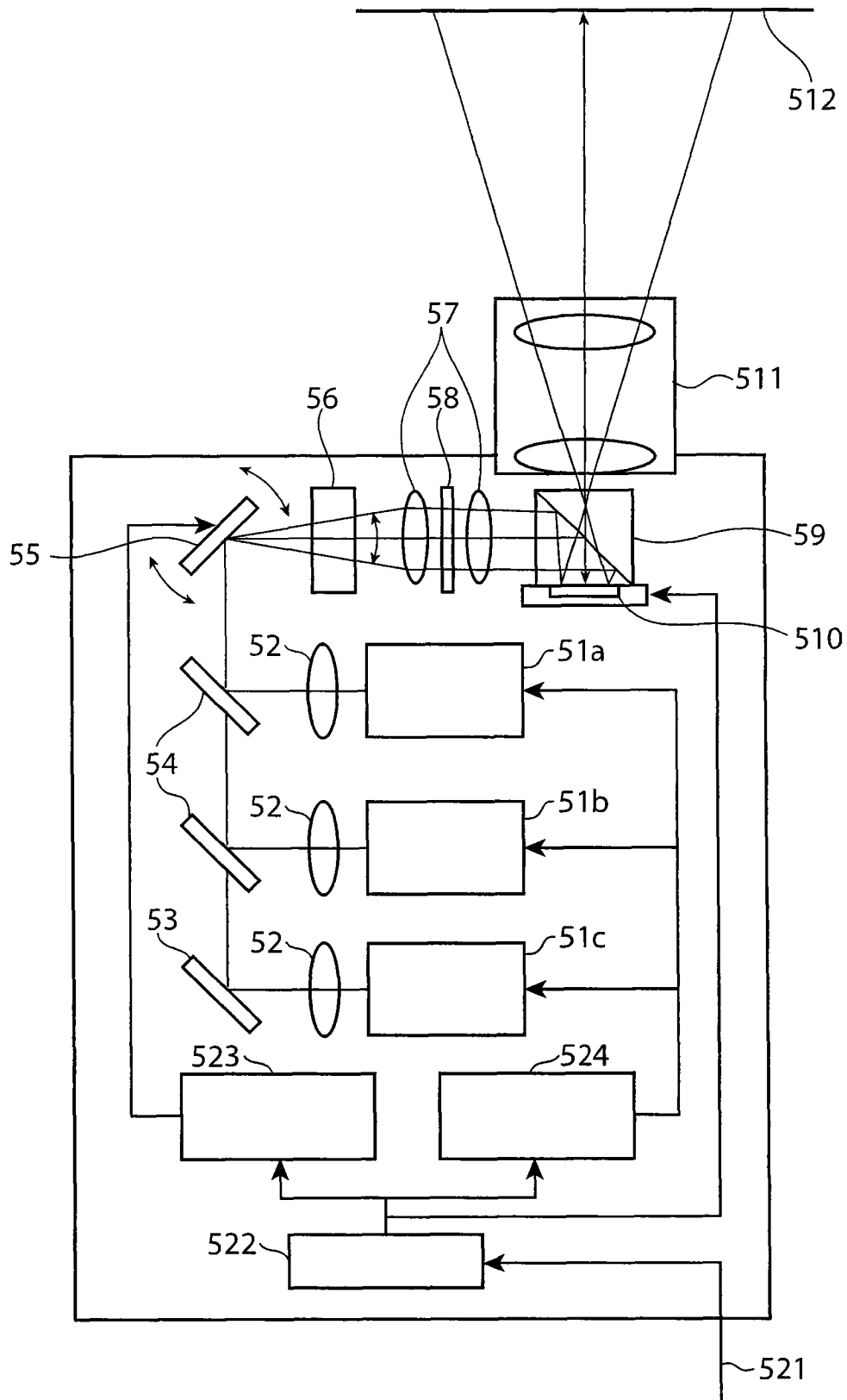


图 17

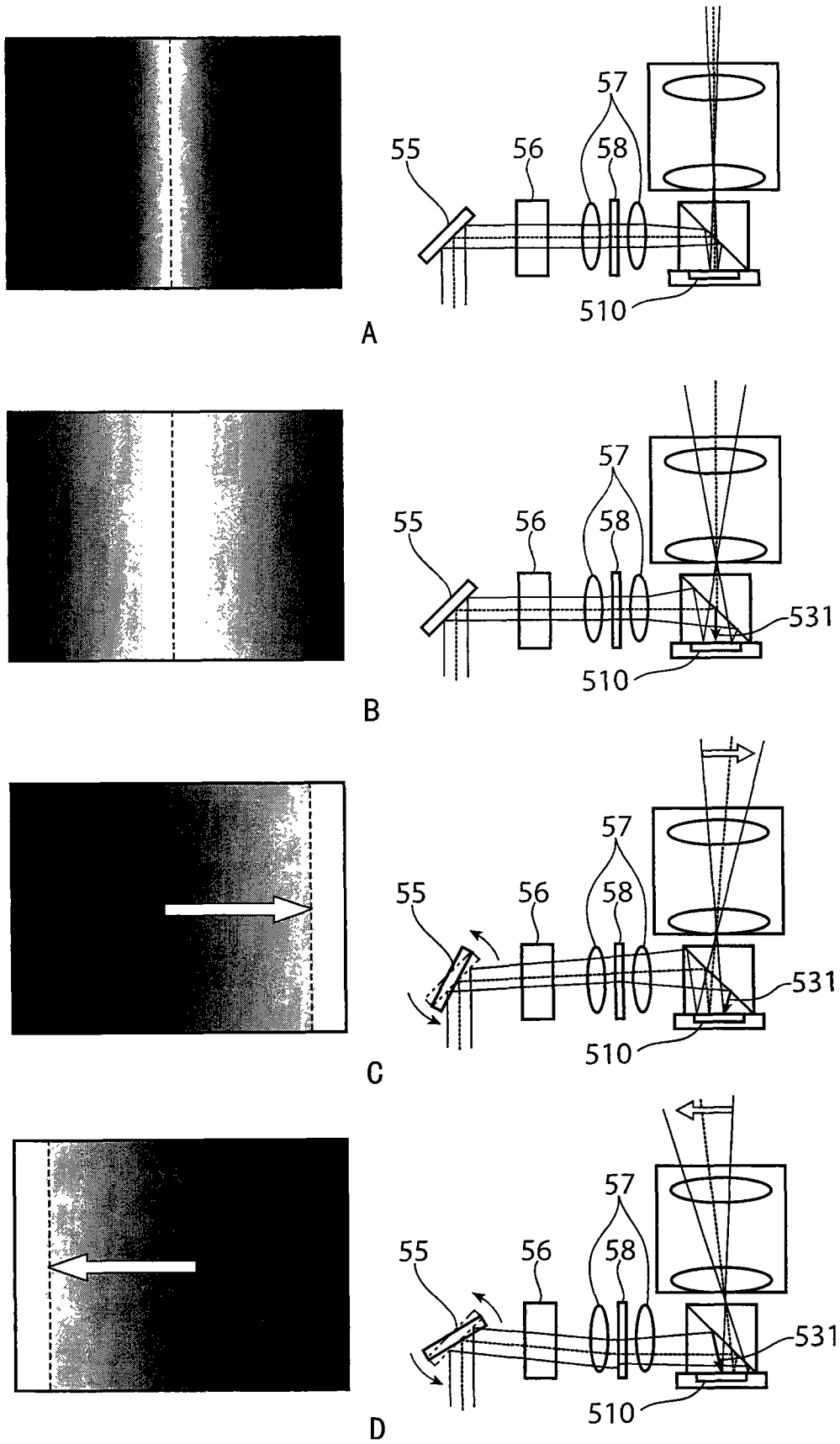


图 18

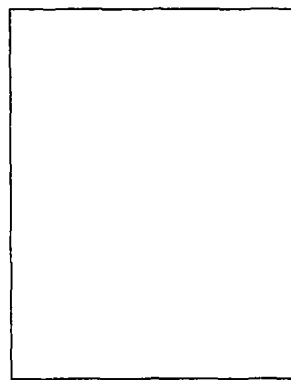
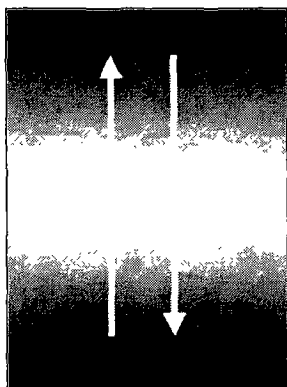
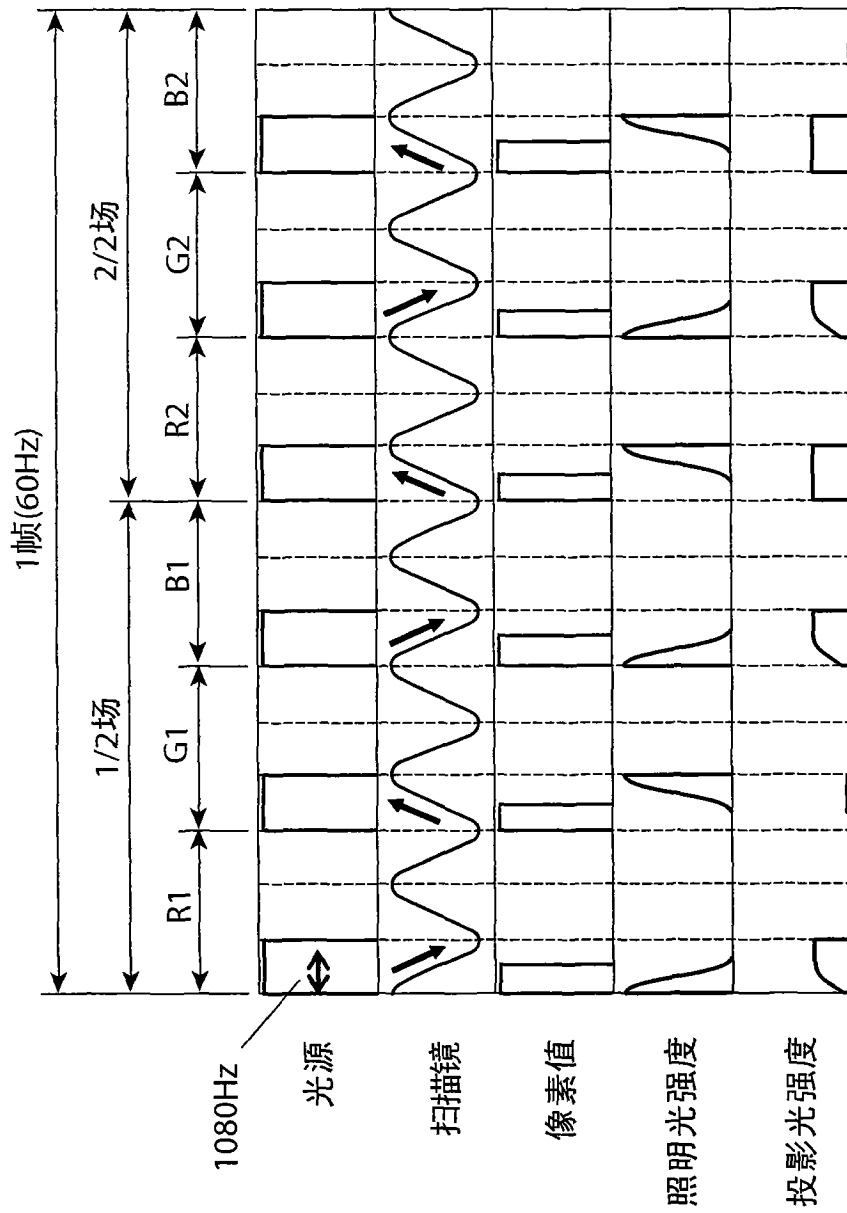


图19A

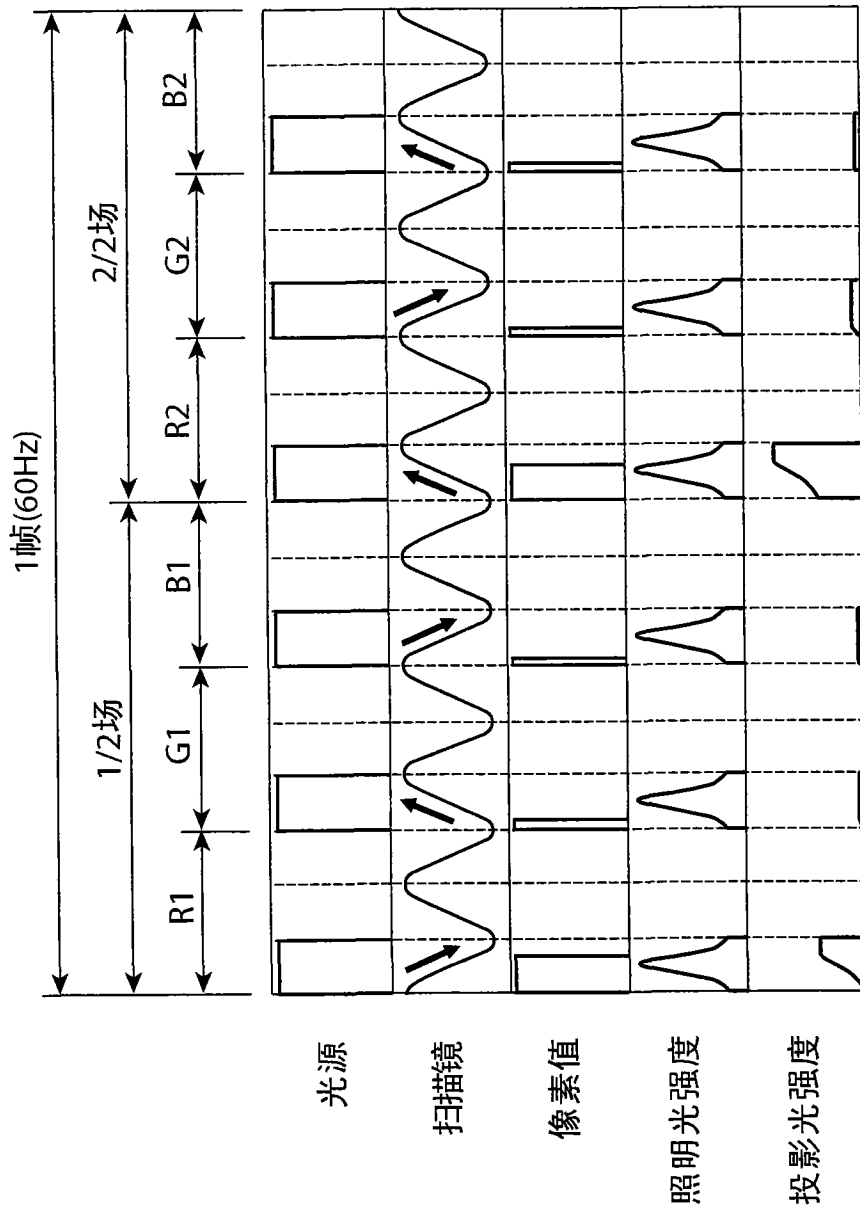
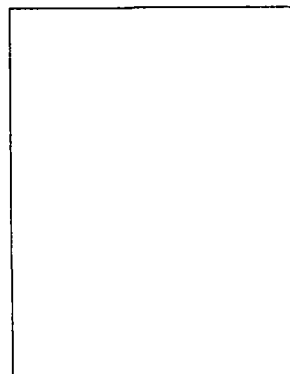
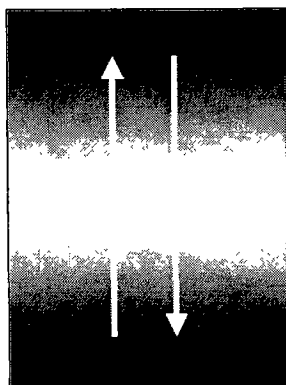


图19B



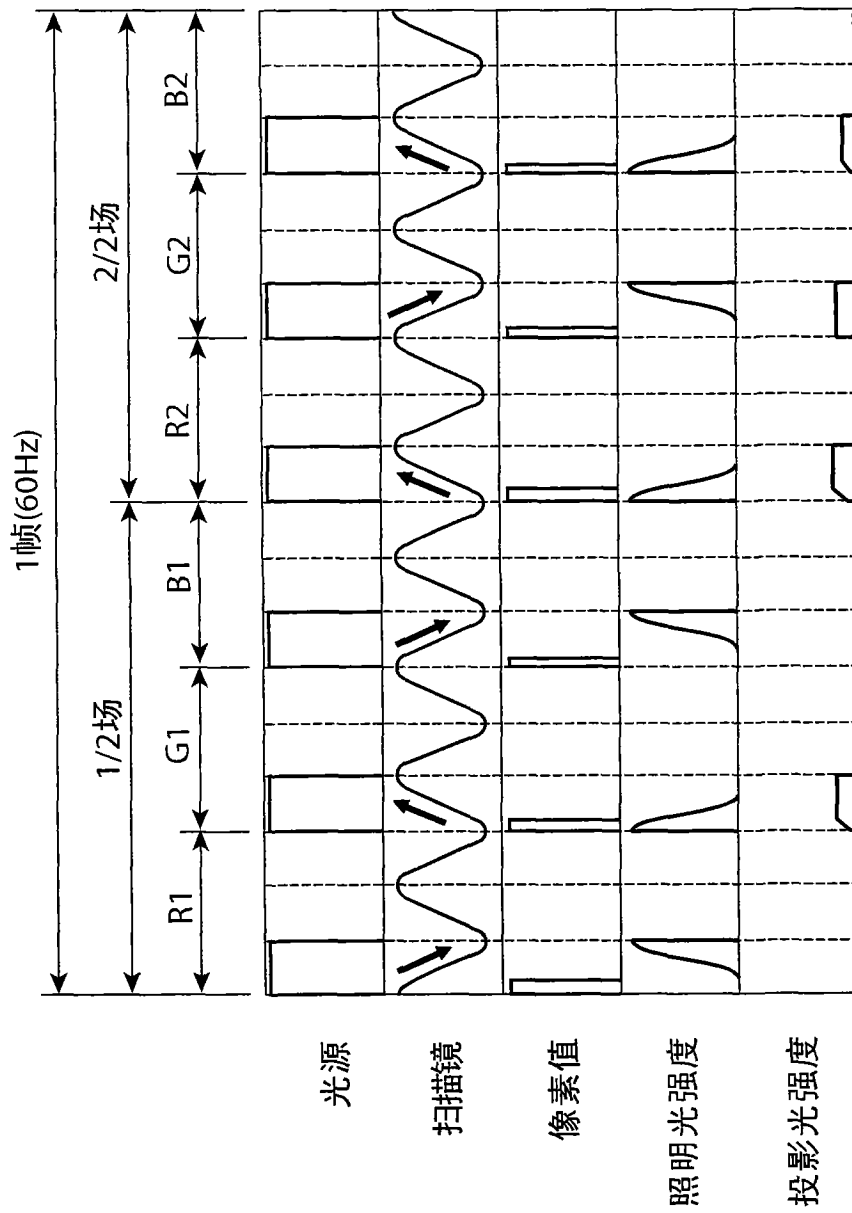
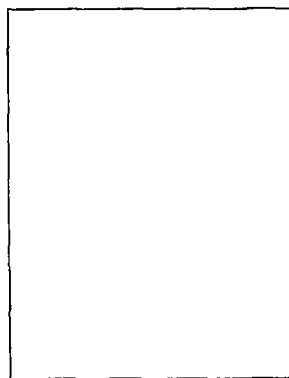
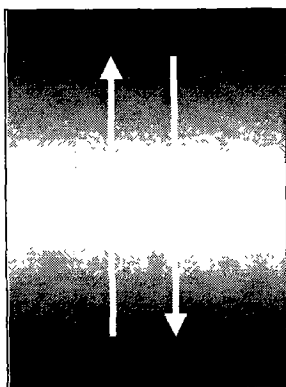


图19C



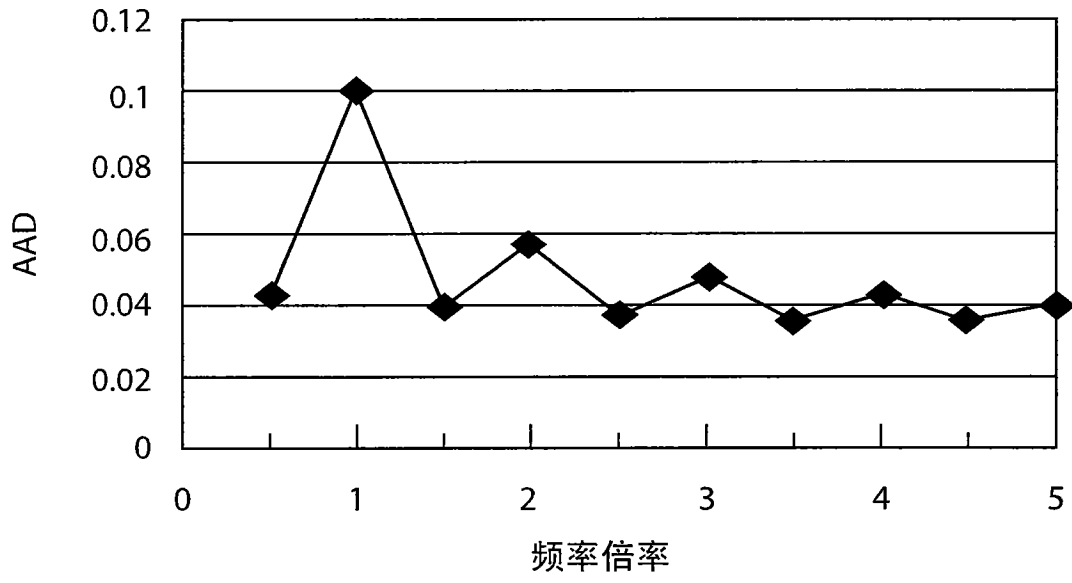


图 20

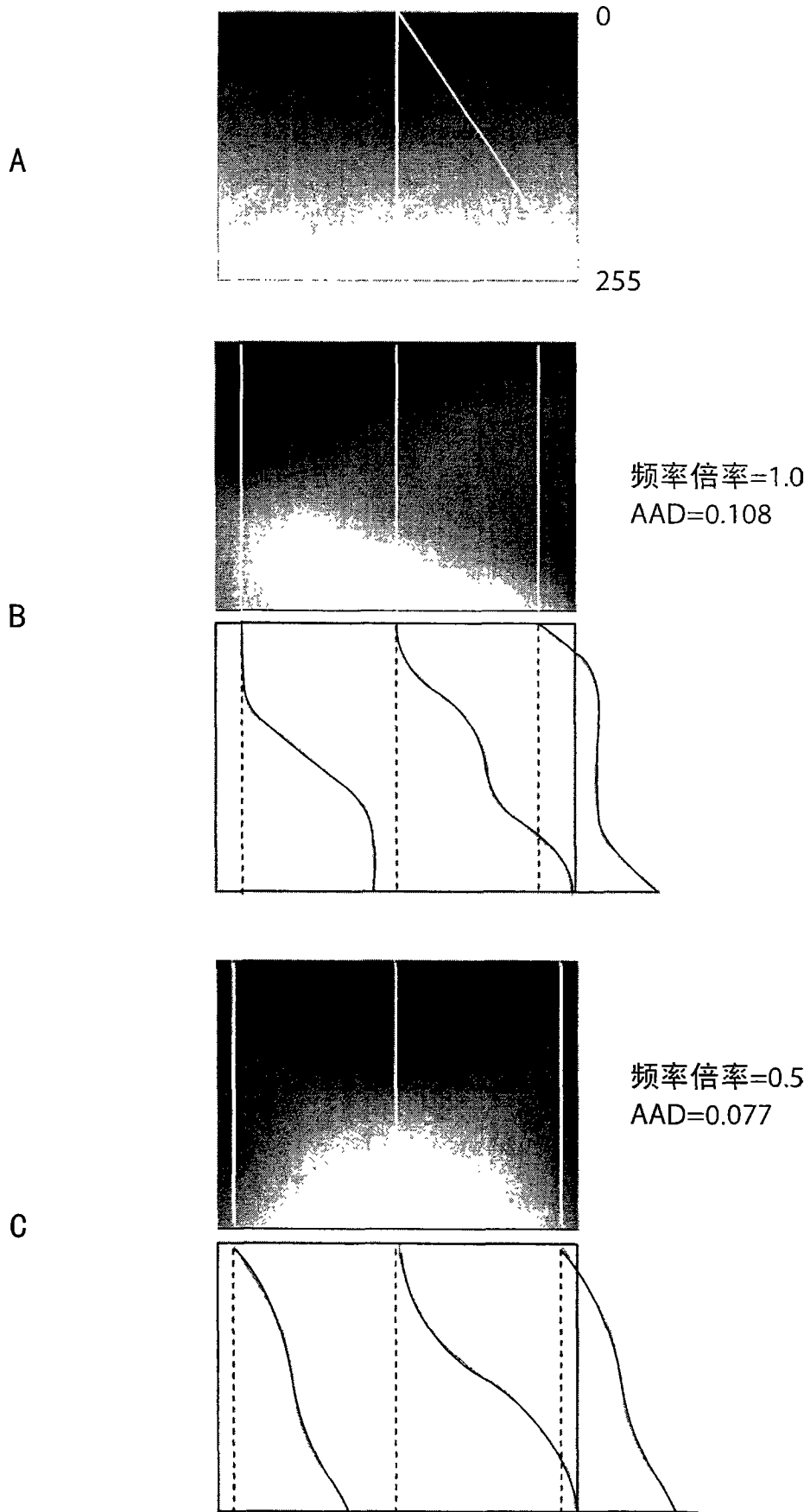


图 21

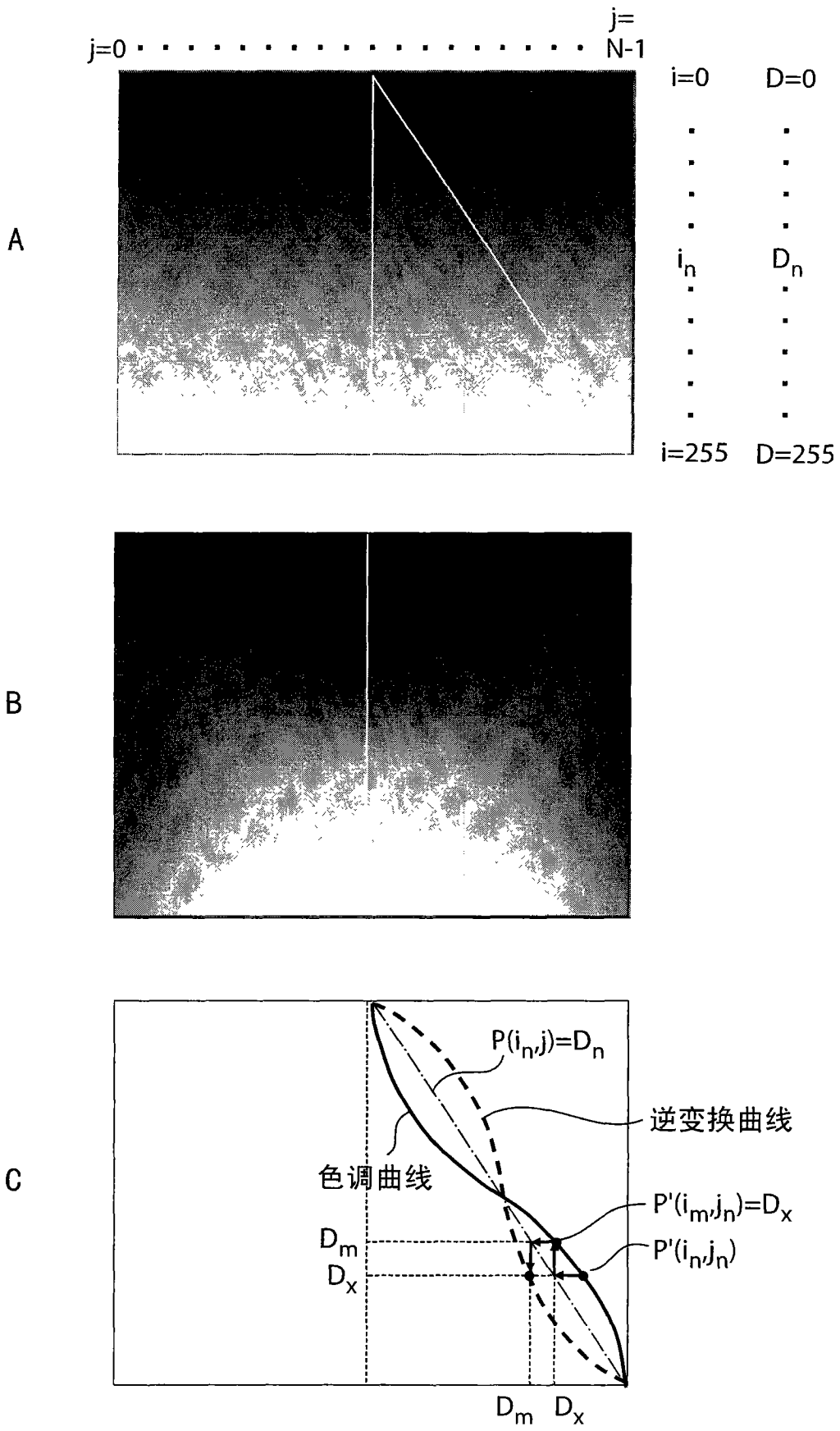


图 22

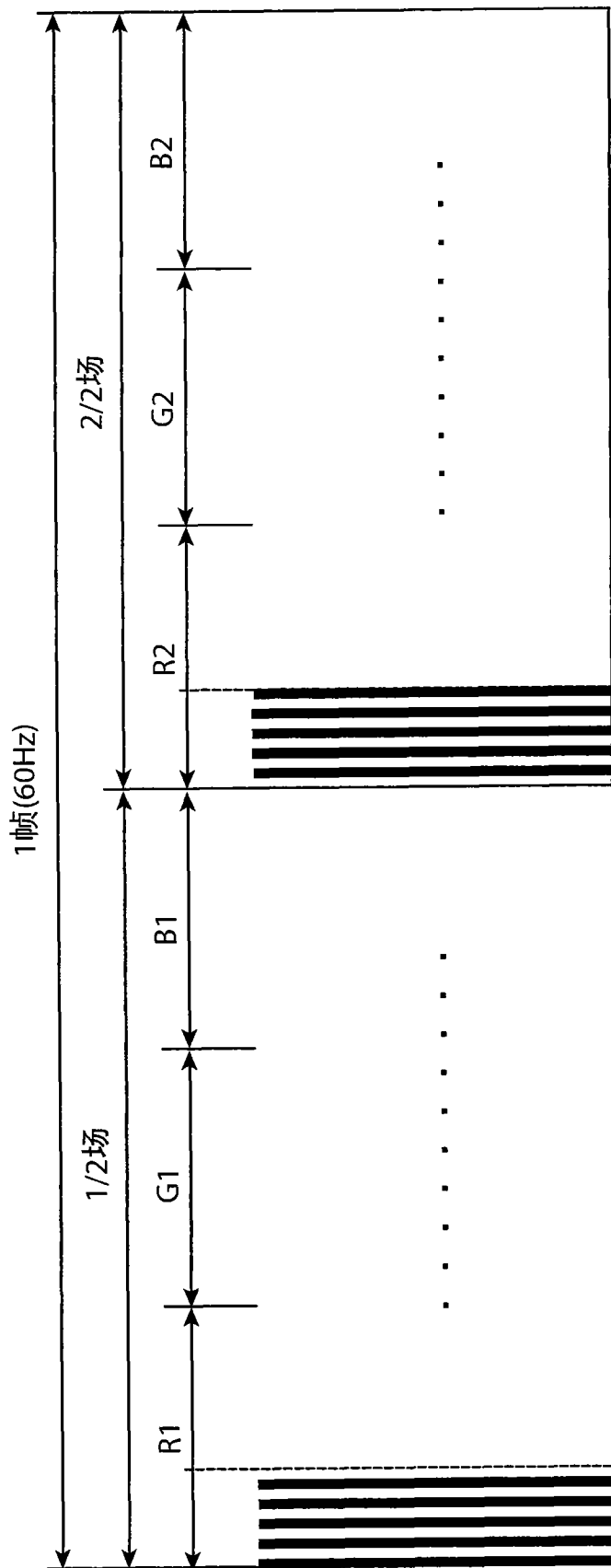


图23

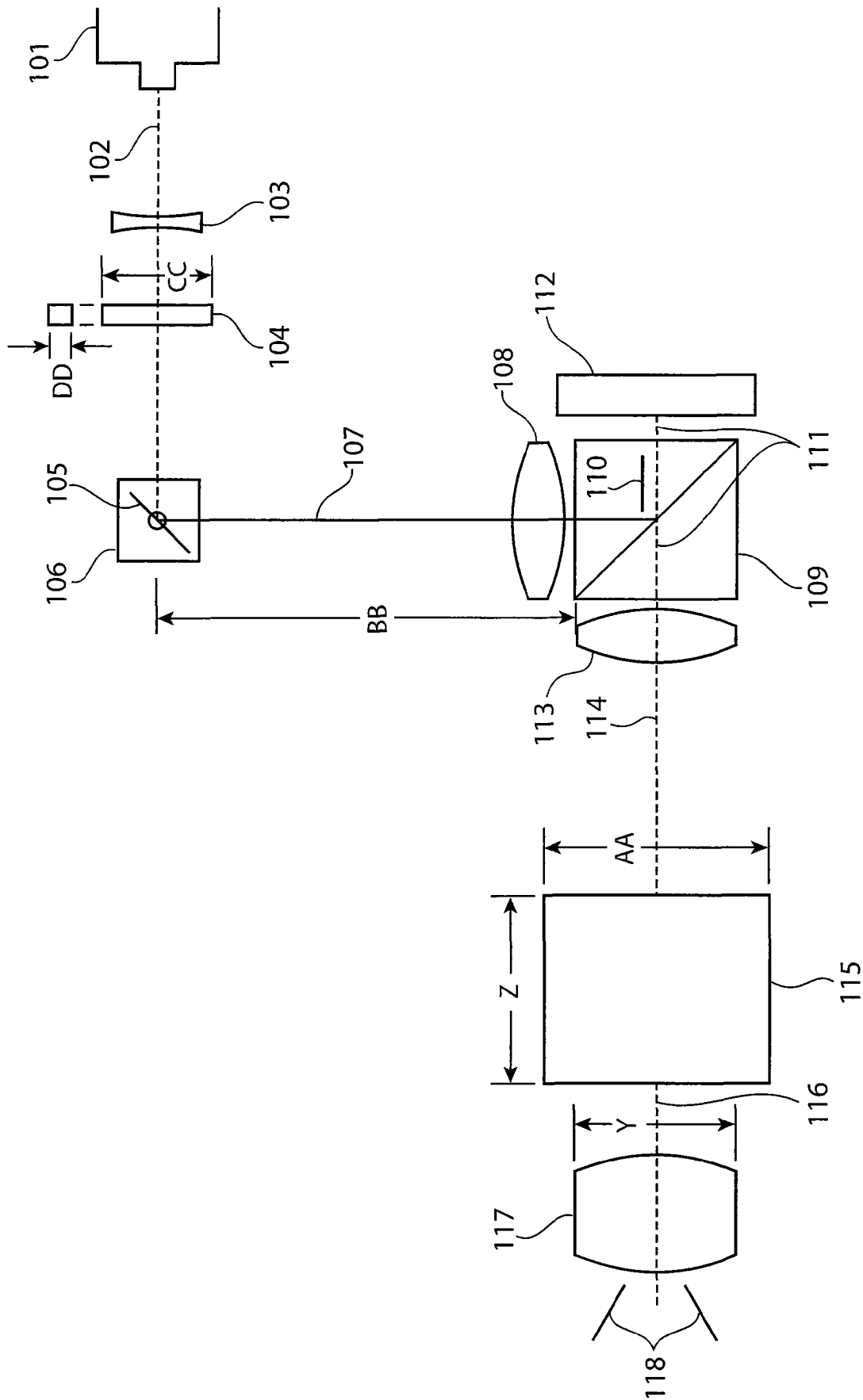


图24

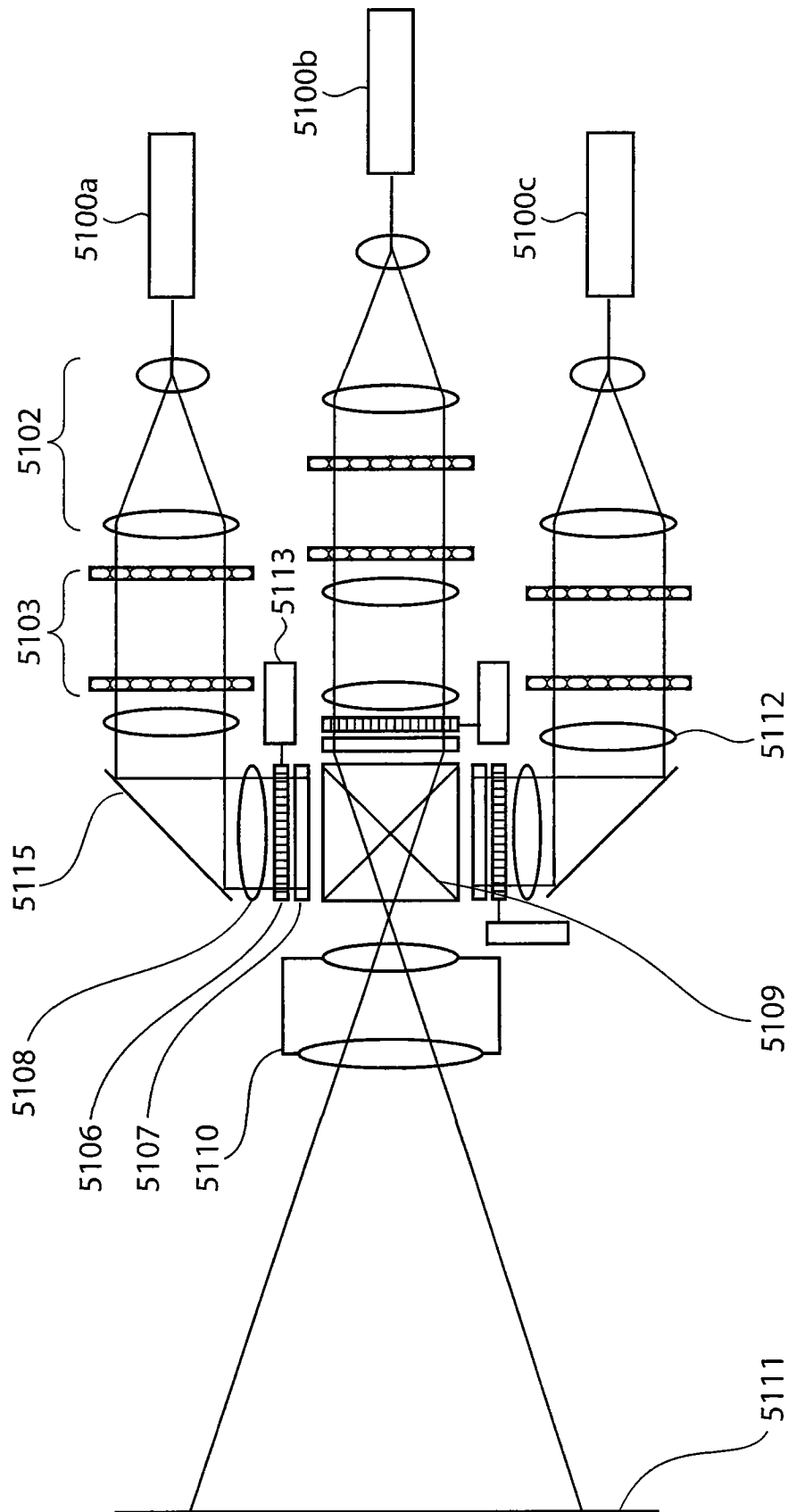


图25

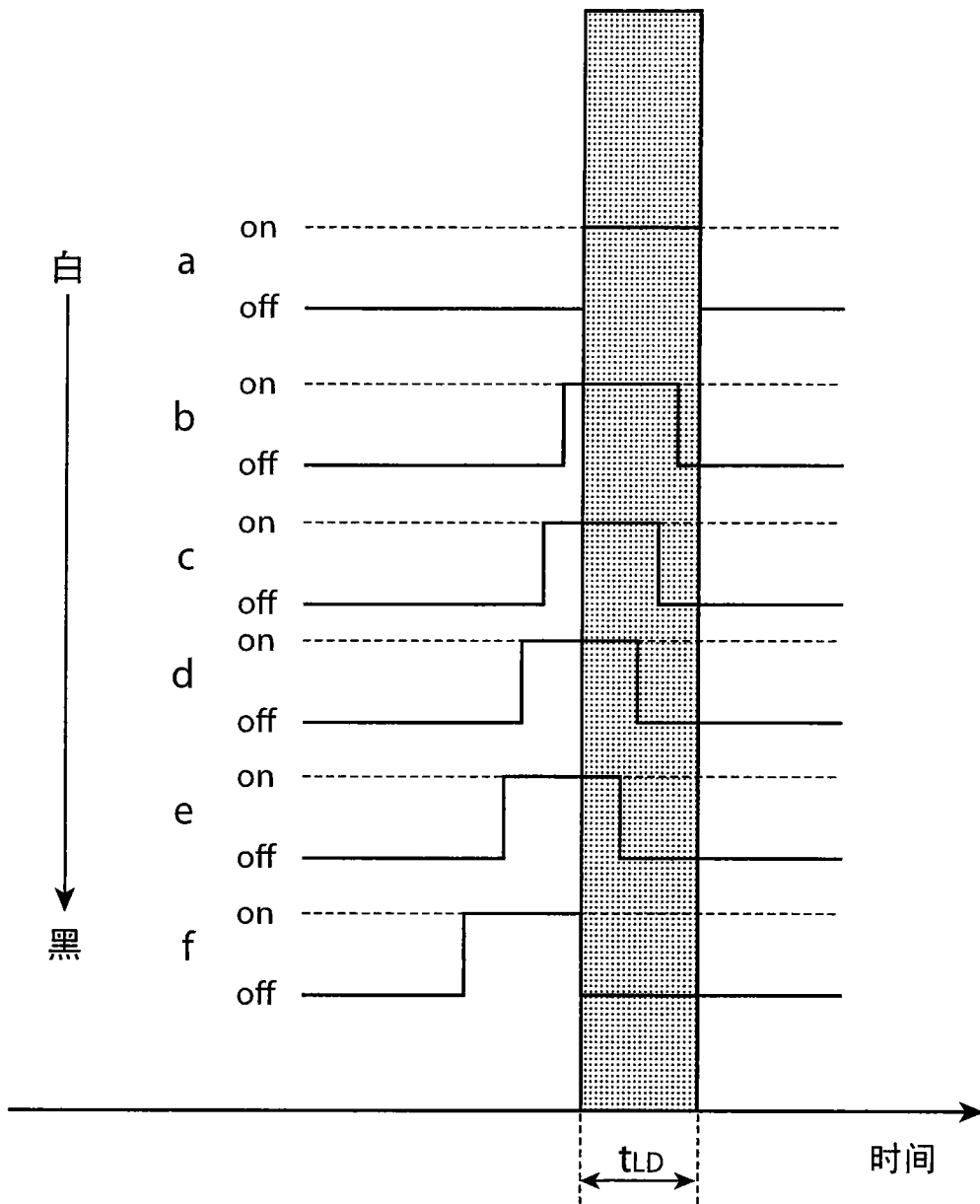


图 26