



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102472957 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201080031468. 7

(22) 申请日 2010. 07. 13

(30) 优先权数据

12/502, 426 2009. 07. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 01. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/001965 2010. 07. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/008268 EN 2011. 01. 20

(73) 专利权人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 B·D·西尔弗斯坦 J·R·比耶特里

R·梅茨格 J·R·基尔舍

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 韩宏

(51) Int. Cl.

G03B 35/00 (2006. 01)

H04N 13/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5155623 A, 1992. 10. 13,

CN 1742227 A, 2006. 03. 01,

US 2009/0096991 A1, 2009. 04. 16,

US 2009/0153752 A1, 2009. 06. 18,

审查员 梅仙

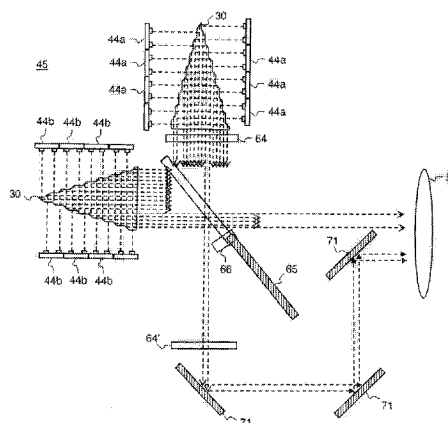
权利要求书2页 说明书18页 附图26页

(54) 发明名称

具有旋转分段盘的立体投影机

(57) 摘要

一种立体数字图像投影系统包括提供具有第一偏振态的偏振辐照的光源系统；以及分束系统，具有位于辐照中的旋转分段盘，以交替生成第一和第二光束，该旋转分段盘具有交替为透射和非透射的外部分段和与外部分段沿径向对齐并且交替为反射和透射的内部分段。在第一光束或者第二光束的路径中的偏振旋转器将第一偏振态旋转到与第一偏振态正交的第二偏振态。组合系统将第一和第二光束组合为组合光束。空间光调制器以与立体图像数据一致的方式调制组合光束，以形成具有基本正交偏振态的第一和第二调制图像。投影光学器件将调制图像投影到显示表面上。



1. 一种立体数字图像投影系统,包括:

光源系统,可激励为用于提供具有第一偏振态的偏振辐照;

分束系统,所述分束系统包括旋转分段盘,所述旋转分段盘设置在所述偏振辐照的路径中并且由所述偏振辐照交替地生成第一光束和第二光束,所述旋转分段盘包括交替为透射和非透射的外部分段以及与所述外部分段沿径向对齐并且各交替为反射和透射的内部分段,其中所述内部反射分段与所述外部透射分段相对应;

偏振旋转器,定位于所述第一光束或者所述第二光束的路径中,并且将所述第一偏振态旋转至与所述第一偏振态正交或基本正交的第二偏振态;

组合系统,将所述第一光束和所述第二光束组合为组合光束;

空间光调制器,以与立体图像数据一致的方式调制所述组合光束,以由所述组合光束中具有所述第一偏振态的辐照形成第一调制图像,并且由所述组合光束中具有所述第二偏振态的辐照形成第二调制图像;以及

投影光学器件,配置为将所述第一调制图像和所述第二调制图像投影至显示表面上。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中在所述偏振辐照透射通过透射内部分段时生成所述第一光束,并且在所述偏振辐照从反射内部分段反射并透射通过透射外部分段时生成所述第二光束。

3. 根据权利要求2所述的系统,还包括会聚光学元件,所述会聚光学元件将所述偏振辐照会聚成所述分束系统处减小的光束直径。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述会聚光学元件是透镜或反射镜。

5. 根据权利要求3所述的系统,其中所述会聚光学元件会聚所述偏振辐照,以使得所述第二光束的最小束直径出现于所述第二光束从所述反射内部分段反射之后并且透射通过所述透射外部分段之前的点。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中在所述第一光束通过所述透射内部分段时所述第一光束的第一束直径等于或基本等于在所述第二光束通过所述透射外部分段时所述第二光束的第二束直径。

7. 根据权利要求2所述的系统,其中所述分束系统还包括反射镜,所述反射镜将从所述内部反射分段反射的光导向通过所述外部透射分段。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中所述反射镜被适当地倾斜以会聚所述第一光束和所述第二光束,从而用作所述组合系统的组件。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述外部非透射分段是光吸收的。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中所述外部非透射分段是反射的。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中所述旋转分段盘仅包括两个外部分段和两个内部分段。

12. 根据权利要求1所述的系统,其中所述旋转分段盘的至少一部分以减少相干假象的方式被纹理化。

13. 根据权利要求1所述的系统,其中所述组合系统包括偏振分束器、积分条或小透镜阵列。

14. 根据权利要求1所述的系统,其中所述偏振旋转器包括半波片或反射延迟器或电子延迟器。

-
15. 根据权利要求 1 所述的系统,其中所述组合系统包括偏振束组合器。

具有旋转分段盘的立体投影机

技术领域

[0001] 本发明涉及用于投影立体数字图像的装置,更具体地涉及采用偏振固态激光器以产生用于数字电影投影的立体图像的改进装置和方法。

背景技术

[0002] 目前对于显示三维 (3D) 或感受立体内容以对大型场馆中的消费者提供增强视觉体验的高质量投影系统存在越来越大的需求。尽管许多娱乐公司已经在剧院、主题公园和其他场馆提供了立体内容,然而这些公司主要使用电影媒介用于立体图像演示。为了产生立体图像,将两组电影加载到两个分离的投影装置,每个投影装置对应一只眼睛。随后使用偏振光同时投影左右眼图像。一个偏振用于呈现给左眼的图像;而正交偏振的光用于呈现给右眼的图像。观众佩戴相应的正交偏振眼镜,该正交偏振眼镜对于每只眼睛阻挡一个偏振光图像,同时透射正交偏振光图像。

[0003] 在电影业向数字成像的转变中,一些供应商,例如 Imax 仍然继续利用两个投影系统来提供高质量的立体图像。然而,更普遍的是,传统的投影机已经被修改为能够进行 3D 投影。

[0004] 对于多色数字电影投影的这些传统投影解决方案中最有前景的方案是使用两个基本类型的其中一种的空间光调制器 (SLM) 作为图像形成设备。第一类型的空间光调制器是由位于德克萨斯的达拉斯的德州仪器公司 (Texas Instruments) 研发的数字光处理器 (DLP),即数字微镜设备 (DMD)。DLP 已成功地应用在数字投影系统中。DLP 设备已在多个专利中描述,例如美国专利 No. 4441791 ;No. 5535047 ;No. 5600383 (均属于霍恩贝克 (Hornbeck))。

[0005] 图 1 示出使用 DLP 空间光调制器的投影机装置 10 的简化框图。例如,光源 12 提供多色非偏振光进入诸如飞利浦棱镜的棱镜组件 14。棱镜组件 14 将多色光分成红色、绿色以及蓝色组分波段并将每个波段导向相应的空间光调制器 20r、20g 或 20b。随后,棱镜组件 14 重新组合来自每个空间光调整器 20r、20g 或 20b 的调制光并将该非偏振光提供给投影透镜 29,用以投影在显示屏幕或其他适合的表面上。

[0006] 对于从桌面到大电影院的绝大部分投影应用而言,基于 DLP 的投影机表现出提供必需的通光效率 (light throughput)、对比度以及颜色范围 (color gamut) 的能力。然而,在现有设备通常提供不高于 2148×1080 像素的情况下,存在固有的分辨率限制。另外,组件和系统的高成本已经限制了 DLP 设计对于更高质量的数字电影投影的适用性。而且,飞利浦棱镜或其它合适的组合棱镜的成本、尺寸、重量以及复杂度是显著的限制。此外,由于亮度要求,对于具有长工作距离的相对快的投影透镜的需求也负面地影响了这些设备的可接受性和可使用性。

[0007] 用于数字投影的第二类型的空间光调制器是 LCD (液晶设备)。LCD 通过针对每个相应的像素选择性地调制入射光的偏振态来形成作为像素阵列的图像。看起来 LCD 作为用于高质量数字电影投影系统的空间光调制器具有某些优点。这些优点包括相对大的设备

尺寸、良好的设备产量以及制造出更高分辨率设备的能力,例如可从索尼和 JVC 公司获得的 4096×2160 分辨率设备。采用 LCD 空间光调制器的电子投影装置的示例已在美国专利 No. 5808795 (Shimomura 等) 和其它处公开。LCOS (硅上液晶) 设备被认为是尤其有希望用于大幅图像投影。然而,采用 LCD 组件会难以保持数字电影尤其是对于颜色和对比度的高质量要求,因为高亮度投影的高热负荷会影响这些设备的偏振质量。

[0008] 由这些基于传统微显示器 (DLP 或 LCOS) 的投影机形成立体图像的传统方法使用两种主要技术中的任一种来区分左右眼内容。一个例如由杜比实验室使用的不太常见的技术使用颜色空间分离,如在 Maximus 等的美国专利申请公开 No. 2007/0127121 和其它地方所描述的。在白光辐照系统中利用滤光器以在一部分帧时间内暂时阻挡每个原色的部分。例如,对于左眼,红、蓝和绿 (RGB) 的较低波长光谱被阻挡一段时间。这与针对另一只眼睛阻挡红、蓝和绿 (RGB) 的较高波长光谱相互交替。与每只眼睛相关联的合适的颜色已调整的立体内容随后提供给用于该眼睛的相应调制器。观看者佩戴类似地透射两个三色 (RGB) 光谱组中的仅仅一个的相应的滤光器组。颜色分离方法相对于基于偏振的投影方法具有某些优点。例如,可以将图像投影到绝大多数屏幕上,而不需要使用更昂贵的偏振保持屏幕。然而,也存在不利之处。所需要的眼镜昂贵。观看质量会由于正常的角度偏移、头部运动以及倾斜而下降。而且,颜色空间的调节困难,并且由于滤光会存在显著的光损失。因此,会需要较高的灯输出,否则输出图像的亮度会降低。

[0009] 用于形成立体图像的第二方法使用偏振光。在 Svardal 等的美国专利 No. 6793341 以及其它地方的示例性实施例中,将两个正交偏振态中的每一个提供给两个分离的空间光调制器中的相应一个。随后,同时投影来自两个调制器的偏振光。观看者佩戴具有对于左右眼相对于彼此正交取向的偏振传输轴的偏振眼镜。尽管该设置可以有效使用光,然而其是昂贵的配置。这在对于每个色带需要一个空间光调制器的投影机设计中尤其如此。

[0010] 由位于加州的贝弗利山的 Real-D 商业化的另一个方法使用被修改成调制从一个到另一个快速切换的交替偏振态的传统投影机。这是能够实现的,例如,其中 DLP 投影机具有放置在光的输出路径的偏振器,例如图 1 中由虚线示出的位置 16 处。需要偏振器的原因在于 DLP 本身并非设计成保持输入光的偏振,输入光在设备封装的窗口由于应力诱生双折射而造成去偏时通常是非偏振的。仿照该偏振器,可以将类似于 Robinson 等人的美国申请 2006/0291053 中所描述类型的消色差偏振开关设置在位置 16 处。在用户使用偏振眼镜观看投影图像时,该类型的开关将偏振光在两个诸如线偏振态的正交偏振态之间交替地旋转,以将两个不同的图像各自呈现给各只眼睛。

[0011] Real-D 系统历史上已利用左右圆偏振光,其中眼镜由 $1/4$ 波长延迟器加偏振器的组合制成,以在阻挡一个状态前将圆偏振光改变回到线偏振光。该设置看起来对于头部倾斜不太敏感并且消色差偏振开关较容易制造。然而,该眼镜相对于仅使用偏振器的实施例而言增加了花费。在任一情况下,显示屏幕必须基本上保持入射载像光的偏振态,并且因此通常是镀银的。采用这样的基于 MEMS 的系统,由于需要使用偏振光而存在显著的光损失,这会比传统的非立体设计减少一半的输出光。由于大偏振开关以及对准特征并且安装到投影系统的前方,从而造成附加的成本。为了兼容各种可能被更新的投影机,该系统必须是灵活的。偏振开关设计也更加复杂的原因在于它必须基本上处理整个可见光谱带、不论波长而同等程度地对该光进行延迟。没有适当地实现该性能会产生不可接受的串扰,从而将图

像导向错误的眼睛并且降低立体效果的质量。在一些情况下,该类型的串扰效应甚至会对观看者造成生理上的困扰。因此,比较而言,基于 LCOS 的投影机的优点在于:在大部分配置中输出通常已经被偏振。

[0012] 关于辐照效率的长期存在的问题涉及光学扩展量 (etendue) 或,类似于涉及拉格朗日不变量。如在光学领域公知的,光学扩展量涉及能够由光学系统处理的光量。潜在地,光学扩展量越大,图像越亮。在数值上,光学扩展量与两个因数,即图像面积与数值孔径的乘积成比例。根据图 2 中示出的具有光源 12、光学器件 18 以及空间光调制器 20 的简化光学系统,光学扩展量是光源面积 A_1 与其输出角 θ_1 的乘积,并且在匹配良好的光学系统中,这等于调制器面积 A_2 与其接收角 θ_2 的乘积。为了增加亮度,期望从光源 12 的面积提供尽可能多的光。作为一般原则,当光源处的光学扩展量与调制器处的光学扩展量最接近匹配时,光学设计是有利的。

[0013] 例如,通过增加数值孔径来增大光学扩展量以使得光学系统捕获更多光。类似地,通过增加源图像尺寸以使得光来自于更大的面积,从而增大光学扩展量。为了利用辐照侧增大的光学扩展量,该光学扩展量必须大于或等于辐照源的光学扩展量。然而图像尺寸越大,通常导致系统越昂贵。这对于其中硅衬底和潜在的缺陷随着尺寸而增加的诸如 LCOS 和 DLP 组件的设备尤其如此。作为一般规则,增大的光学扩展量导致更复杂并且更昂贵的光学设计。例如,采用诸如在美国专利 No. 5907437 (Sprothery 等) 中概述的传统方法,光学系统中的透镜组件必须针对大光学扩展量进行设计。对于必须通过系统光学器件会聚的光的源图像面积是在红、绿、蓝光路径中空间光调制器的组合面积之和;特别地,这是最终所形成的多色图像的面积的三倍。即,对于在这样的传统方法中公开的配置,因为红色、绿色以及蓝色路径是分开的并且必须被光学地会聚,所以光学组件处理相当大的图像面积,因此高的光学扩展量。而且,尽管例如在 Sprothery 等的 No. 5907437 中公开的配置处理来自三倍于最终所形成的多色图像的面积的光,但是由于每个颜色路径仅包含整个光级别的三分之一,因此该配置无法提供增加亮度的任何益处。

[0014] 在光源的光学扩展量与空间光调制器的光学扩展量良好匹配时,效率提高。匹配差的光学扩展量意味着光学系统或者是光不足,不能向空间光调制器提供足够的光,或者是低效的,基本上丢失了大部分生成用于调制的光。

[0015] LCD 和 DLP 系统两者的设计人员均难以实现以可接受的系统成本为数字电影应用提供足够亮度的目标。由于需要偏振光,减少效率和增加光学扩展量、甚至其中使用偏振恢复技术,基于 LCD 的系统已经难以被采用。不需要偏振光的 DLP 设备设计已经被证实多少是更高效的,但仍然需要昂贵的、寿命短的灯以及昂贵的光学引擎,使得它们太昂贵以至于无法与传统电影投影设备竞争。

[0016] 为了与传统的高端基于胶片的投影系统竞争并且提供所谓的电子或数字电影,数字投影机必须能够相对于该早期设备实现相当的电影亮度级。一般而言,典型的电影院需要将 10000 流明数量级投影到对角线 40 英尺数量级的屏幕尺寸上。屏幕范围内的任何地方需要从 5000 流明到 40000 流明以上。除了该苛刻的亮度需求以外,这些投影机还必须提供高分辨率 (2048×1080 像素) 并且提供大约 2000 : 1 的对比度以及宽的颜色范围。

[0017] 某些数字电影投影机设计已经证实能够达到这一性能水平。然而,高设备成本和操作成本已经成为障碍。满足这些需求的投影装置的成本通常均超过 \$50000,并且该投影

装置使用需要以 500-2000 小时之间的间隔更换的高功率氙弧灯,其中通常更换的成本常常超过 \$1000。氙气灯的大光学扩展量对于成本和复杂度具有相当大的影响,因为氙气灯必需配备相对快的光学器件来采集和投影来自这些源的光。

[0018] DLP 和 LCOS LCD 空间光调制器 (SLM) 两者的共同缺点是它们使用固态光源,尤其是激光源的有限能力。尽管固态光源相对于其它类型的光源在相对光谱纯度和潜在的高亮度水平方面具有优势,然而固态光源需要不同的方法以便有效地利用这些优势。与早期的数字投影机设计一起使用的用于调节、重新导向和组合来自颜色源的光的传统方法和设备会限制激光源的良好使用。

[0019] 固态激光器有望在光学扩展量、寿命以及总体光谱和亮度稳定性方面获得改进,但是直到最近,仍然不能以足够的水平和可接受的成本为数字电影提供可见光。在更近的发展中,激光器阵列已经商业化,并且显示出有望作为潜在的光源。然而,亮度本身仍然不是足够高;需要来自多达九个单独阵列的组合光来为每个颜色提供必需的亮度。

[0020] 用于投影应用的特别感兴趣的激光器阵列包括各种类型的 VCSEL 阵列,该 VCSEL 阵列包括来自加州 Sunnyvale 的 Novalux 的 VECSEL(垂直扩展腔面发射激光器)和 NECESL(Novalux 扩展腔面发射激光器)设备。然而,使用这些设备的传统解决方案易于出现许多问题。一个限制在于设备产量。主要由于关键组件的热量以及封装问题,商业化的 VECSEL 阵列在长度上延伸,但在高度上受限;通常,VECSEL 阵列仅有两行发射组件。多于两行的使用往往会急剧地增加产量上的难度。而且,传统的 VECSEL 设计易于在功率连接和散热方面出现困难。这些激光器具有高功率;例如,来自 Novalux 的频率两倍于两行设备的单行激光设备产生 3W 以上的可用光。因此,存在显著的电流需求和来自未使用电流的热负荷。寿命和束质量极大地取决于稳定的温度保持。

[0021] 激光源与投影系统的耦合提出了另一个使用传统方法不足以解决的困难。例如,使用 Novalux 的 NESEL 激光器,对于每个颜色需要大约 9 个 2 行 $\times$ 24 的激光器阵列来满足大多数电影院 10000 流明的需求。期望将这些光源以及电子传输和连接以及相关的热与主要的热敏感的光学系统分开,以实现投影引擎的最佳性能。诸如传统的边缘发射激光二极管的其它激光源是可能的。然而,它们更加难以封装成阵列形式,并且传统上在越高的亮度水平下具有越短的寿命。

[0022] 如前所述,增大的光学扩展量导致更加复杂和更加昂贵的光学设计。一般来说,在光学扩展量小并且光学扩展量在辐照光学器件和光调制器之间是良好匹配时,获得最好的性能和最低的成本。使用偏振光的传统立体投影系统往往将光学扩展量加倍,以在同一光路上投射两个偏振态的光。提供使用偏振光来区分左右眼图像,但是采用相对于先前设计减小的光学扩展量的立体投影机将是有益的。

[0023] 因此,能够看出,使用传统的方法无法满足提供具有电影或接近电影的性能和亮度的立体颜色投影系统的需求。需要采用固态光源提供减少的光学扩展量并提高的亮度的立体投影机。

发明内容

[0024] 本发明的目的在于满足对于使用诸如 DLP 的基于 MEMS 的数字空间光调制器和相关的微型显示空间光调制设备进行立体成像的需要。根据所意图的目的,本发明提供一种

立体数字成像投影系统,包括:

[0025] 光源系统,可激励为用于提供具有第一偏振态的偏振辐照 (illumination);

[0026] 包括旋转分段盘的分束系统,该旋转分段盘设置在所述偏振辐照的路径中并且由所述偏振辐照交替地生成第一光束和第二光束,所述旋转分段盘包括交替为透射和非透射的外部分段以及与所述外部分段沿径向对齐并且各交替为反射和透射的内部分段,其中所述内部反射分段与所述外部透射分段相对应;

[0027] 偏振旋转器,定位于所述第一光束或者第二光束的路径中并且将所述第一偏振态旋转至与所述第一偏振态正交或基本正交的第二偏振态;

[0028] 组合系统,将所述第一光束和第二光束组合为组合光束;

[0029] 空间光调制器,以与立体图像数据一致的方式调制所述组合光束,以由所述组合光束中具有所述第一偏振态的辐照形成第一调制图像并且由所述组合光束中具有所述第二偏振态的辐照形成第二调制图像;以及

[0030] 投影光学器件,配置为将所述第一调制图像和第二调制图像投影到显示表面上。

[0031] 本发明的特征在于提供用于改进辐照与调制组件之间的光学扩展量 (etendue) 匹配的方法。

[0032] 本发明的优点在于能够使用单个光源来提供交替的偏振态,从而消除了对于重复使光源开和关的需要。

[0033] 其他优点在于提供了用于平衡两个偏振态的光输出的方便机构。而且,本发明提供了减少两个偏振态之间的转变时间的优点。

[0034] 进一步的优点在于提供具有减小的光学扩展量的光学系统用于立体投影装置,该立体投影装置使用偏振态来区分左右眼图像。

[0035] 本发明的另一优点在于关键系统组件的热负荷较低。

[0036] 本发明实施例的其它优点包括减小的热负荷、减小的鬼像 (ghosting) 以及提高的亮度和对比度。

[0037] 通过阅读以下详细描述,结合示出并描述本发明说明性实施例的附图,对于本领域技术人员,本发明这些和其它目的、特征以及优点将明显。

附图说明

[0038] 虽然申请文件以权利要求书具体地指出和清楚地声明了本发明的主题,但是相信根据以下描述在结合附图时将更好地理解本发明,其中:

[0039] 图 1 是使用用于不同颜色光路径的组合棱镜的传统投影装置的示意性框图;

[0040] 图 2 是示出光学系统的光学扩展量的典型图;

[0041] 图 3A 和图 3B 是示出不同固态光阵列和光组合器配置的相对的填充因数的平面图;

[0042] 图 4 是示出使用用于立体图像投影的辐照组合器的投影装置的一般配置的示意性框图;

[0043] 图 5 是示出沿着相同的辐照路径如何能够提供来自多个固态光阵列的偏振光的示意性侧视图;

[0044] 图 6 是图 5 的光组合设置的透视图;

- [0045] 图 7A 是在一个实施例中使用偏振分束器的示意性侧视图,该偏振分束器用于引导来自多个固态光阵列的一个偏振态的辐照;
- [0046] 图 7B 是在一个实施例中使用偏振分束器的示意性侧视图,该偏振分束器用于引导来自多个固态光阵列的正交偏振态的辐照;
- [0047] 图 8 是示出用于立体图像显示的偏振态的交替时序的时序图;
- [0048] 图 9A 是示出在一个实施例中使用光重新导向棱镜用于组合来自多个固态光阵列的辐照的示意性侧视图;
- [0049] 图 9B 是图 9A 的光重新导向棱镜的透视图;
- [0050] 图 10 是在可替换的实施例中光重新导向棱镜的示意性侧视图;
- [0051] 图 11 是示出使用两个光重新导向棱镜的示意性侧视图,每个光重新导向棱镜均提供来自固态光阵列的光,每个光重新导向棱镜具有不同偏振;
- [0052] 图 12 是示出使用从两侧接收光的光重新导向棱镜的实施例的示意性侧视图;
- [0053] 图 13 是使用图 12 的光重新导向棱镜用于每个偏振的辐照装置的示意性侧视图;
- [0054] 图 14 是具有图 12 的光重新导向棱镜而没有光导的使用偏振辐照的替换投影装置的示意图;
- [0055] 图 15 是使用与宽带电子偏振旋转设备相结合的图 14 的配置的立体投影装置的示意图;
- [0056] 图 16 是使用与单独的色带电子偏振旋转设备相结合的图 14 的配置的立体投影装置的示意图;
- [0057] 图 17 是示出单个像素调制器及其旋转轴的透视图;
- [0058] 图 18 是交替选择每个正交偏振光的快门系统的示意图;
- [0059] 图 19A 和图 19B 分别示出用于从一侧反射光并通过另一侧透射光的快门的正视图和侧视图;
- [0060] 图 20 是交替地将光转换为两个正交偏振态的循环辐照系统的实施例的示意图;
- [0061] 图 21 是图 20 中示出的循环辐照系统的替换实施例;
- [0062] 图 22 是使用由图 21 中描述的辐照系统提供的交替正交偏振态的立体投影装置的示意图;
- [0063] 图 23 示出具有透射和非透射段的交替模式的快门盘;
- [0064] 图 24 是示出在一个半周期期间分束系统中光处理的示意图;
- [0065] 图 25 是示出在交替的半周期期间分束系统中光处理的示意图;
- [0066] 图 26 是示出使用分束系统的光输出状态的时序图;
- [0067] 图 27 是示出一个实施例中立体投影系统的示意图;
- [0068] 图 28A 和 28B 示出用于提供两个偏振态的光的具有光吸收元件的分段盘的实施例;以及
- [0069] 图 29 示出本发明的可替换实施例,其中反射元件执行束组合系统的功能。

具体实施方式

[0070] 本说明书特别涉及形成根据本发明的装置的一部分的元件,或与根据本发明的装置更直接地协作的元件。应当理解,没有具体示出或描述的元件可以采用各种本领域技术

人员公知的形式。

[0071] 在此提供的所描述和所示附图用于说明根据本发明的操作的原理,并且所绘制的附图并非显示实际尺寸和比例。因为本发明的激光器阵列的组件部分的相对尺寸,为了强调基本结构、形状以及操作原理进行了必要的放大。在各实施例中用于描述组件的术语:第一、第二等等并非表示任何特定的顺序或重要性,而是更一般地用于区分一个元件与另一个元件。

[0072] 在以下公开内容中,短语“左眼图像”表示由立体显示装置形成并且意图由观看者的左眼观看的图像。同样的,短语“右眼图像”指的是意图由观看者的右眼观看的图像。类似的,对于双观看者成像装置,“第一观看者图像”和“第二观看者图像”分别是第一和第二组观看者的单独图像。

[0073] 本发明的实施例解决了在使用偏振态以区分左右眼图像的立体投影装置中减少光学扩展量的需要。本发明的实施例利用从 VECSEL 激光器阵列或其它类型的固态光阵列发出的光的固有偏振。本发明的实施例的其它优点包括减少的热负荷以及提高的亮度。

[0074] 根据本发明实施例的用于减少热负荷的一个方法是使用波导结构将光源与光调制组件隔离。将来自多个固态光源阵列的光耦合到将光提供给调制设备的偏振保持光波导。当这实现时,光源至波导界面的几何结构可以被最优化,以使得波导输出与空间光调制器的长宽比良好匹配。在实践中,这意味着为了保持最佳光学扩展量水平,波导孔径被基本上填满或略低于填满。该设置也有助于最小化辐照光学器件的速度需求。参考图 3A 和图 3B,在横截面中示出光导 52 的输入孔径。如果正确缩放,固态光阵列 44 所示为其将出现在光导 52 的输入孔径处。如图 3A 所示,该孔径未填满,这会容易在光导 52 的空间光调制器端造成差的光学扩展量匹配。在图 3B 中,通过将光导 52 的输入孔径从其传统的圆形重新改变形状,阵列 44 和光导 52 的长宽比被良好匹配。在图 3A 或图 3B 中未示出的其它设置中,可以组合多个阵列 44 以有效地形成更大的阵列。随后将更详细地描述多个阵列 44 的组合方法。

[0075] 在使用该方法的实施例中,能够使用光纤用于光导 52。在一个实施例中,使用矩形芯的光纤。例如,来自 Lohaja 的 Liekki 的矩形芯光纤,已经制造了 Finland 以更好地匹配源的长宽比。

[0076] 为了更好理解本发明,描述本发明的装置和方法能够可操作的整个背景是有益的。图 4 的示意图示出在本发明的多个实施例中使用的投影装置 10 的基本设置。示出三个光调制组件 40r、40g 以及 40b,每一个光调制组件调制来自辐照组合器 42 的红、绿或蓝 (RGB) 原色。在每个光调制组件 40r、40g 以及 40b 中,可选透镜 50 可以将光导入可选的偏振保持光导 52 中。随后,透镜 54 在光导 52 的输出处,或者以其它方式从透镜 50 接收光并将光导向通过积分器 51,积分器 51 例如为复眼积分器或积分条 (bar)。该光到达空间光调制器 60。空间光调制器 60 是诸如 DLP 或其它类型的反射 MEMS 组件的微机电系统 (MEMS) 设备,其包括任意类型的通过反射或衍射调制光的 MEMS 调制器组件。这些设备可以被认为是“偏振态中性 (neutral)”,因为它们并未通过调制像素的偏振态调制每个像素处的光;对于任一像素的入射光的偏振态的任何改变均是无意 (inadvertent) 的,该改变为该像素的入射光从 MEMS 表面反射时入射角度的函数。如随后描述的,能够调节光进入 MEMS 空间光调制器的入射角以最小化任何不想要的偏振效应。对于本发明的实施例,调制器必须获

取两个正交输入偏振态的光和对应于各自输入态的两个正交偏振态的输出光。然而,输出偏振态可以相对于输入态旋转。

[0077] 由于投影光学器件 70 有许多可能的实施例,因此在图 4 中大致以虚线轮廓中示出投影光学器件 70,该投影光学器件 70 将调制图像导向显示表面 80。接着,在图 4 中示出的整个配置用于本发明的后续实施例,其中各种设置用于辐照组合器 42。在一些实施例中,可以将来自任意光调制组件 40r、40g 以及 40b 的辐照导向积分器 51 而不使用光导 52。随后,光调制组件 40r、40g 以及 40b 将偏振光提供给偏振态中性空间光调制器 60 并且随后提供给投影透镜 70。

[0078] 图 5 示出一种用于组合多个固态光阵列 44 和 44' 以形成更大阵列的方法。图 6 示出图 5 的配置的透视图。在图 5 和图 6 中,一个或多个散布的反射镜 46 用于按照阵列 44 的光轴布置附加阵列 44' 的光轴,以提供导向可选透镜 50 的组合的光阵列。然而,可以理解,热量和空间要求会限制能够以该方式堆叠阵列 44 的数量。

[0079] 可以略微修改图 5 和图 6 所示的设置以允许使用具有不同偏振态的偏振光,如在图 7A 和图 7B 中以及图 8 的时序图中所示。图 8 的时序图示出在任意一个光调制组件 40r、40g 以及 40b 中,使用两组偏振激光器,被导向同一空间光调制器 60 (图 4) 的光如何能够在两个正交偏振态之间快速交替以由此提供左右眼图像。对于该示例,使用固态激光器阵列 44a 和 44b。如图 7A 和图 7B 所示,偏振固态激光器阵列 44a 和 44b 例如对于该组阵列的其中之一使用半波片 64 以提供正交偏振态光。如图 7A 所示,在交替辐照周期的一半中,激励固态激光器阵列 44a。该偏振光从偏振分束器 62 反射。如图 7B 所示,在交替辐照周期的另一半中,激励固态激光器阵列 44b。该光的偏振被旋转,以透射通过偏振分束器 62。随后将偏振光束导向可选透镜 50。对于非立体应用,来自偏振激光器 44a 和 44b 的光可以一起用于提供更亮的图像,或以半功率使用从而均衡每个激光源的寿命。

[0080] 该设置有利地将任一偏振的光布置在相同的辐照轴上。使用该方法的光学扩展量与图 5 中用于单个通道的早期示出的配置中的光学扩展量保持相同。因此在非立体应用中,其中两个偏振态被成像,源的亮度有效地加倍。然而,在期望立体显示的情况下,在一个特定的时刻仅利用单个光源,因此有效的亮度与图 5 中的保持相同。尽管该设置因为其简单而是优选的并且该设置向空间光调制器 60 提供交替的正交偏振态,然而其需要激光器在所需的频率范围内一致地操作,以使每个正交组合激光器阵列开启和关闭。对于数字电影应用而言,目前,以 120hz 还是 144hz,这取决于设置。然而,许多激光器会表现出热稳定性方面的困难,从而造成该频域中不稳定的功率波动。因此,在一些情况中,需要或者在调制器处,或者随后接着的调制处,间接地交替光的正交态(即,不通过源调制)。

[0081] 图 9A 和图 9B 分别示出辐照组合器 42 的实施例的侧视图和正交视图,该辐照组合器组合来自集中在较小面积内的四个固态光阵列 44 的激光。如图 9B 所示,固态光阵列 44 具有在长度方向 L 上延伸的多个激光器 26。光重新导向棱镜 30 具有入射面 32,该入射面接收从固态光阵列 44 沿发射方向 D1 发射的光。光经由输出面 34 重新定向到与发射方向 D1 基本正交的输出方向 D2。光重新导向棱镜 30 具有重新导向表面 36,该重新导向表面具有光重新导向小平面 38。在重新导向表面 36 上的光重新导向小平面 38 和其他小平面在长度方向 L 上延伸。光重新导向小平面 38 具有相对于发射方向 D1 的倾斜角并且对从激光器 26 发出的光进行全内反射(TIR)。在如图 9A 和图 9B 中所示设置时,这些特征有助于变窄

用于该辐照的光路径,以提供较窄的光束。

[0082] 多个变型是可能的。例如,图 10 的横截面侧视图示出可替换实施例,其中光重新导向棱镜 30 的光导向小平面 38 被改变尺寸以同时重新导向来自多行激光器 26 的光。入射面 32 可以不相对于发射方向 D1 垂直,允许相对于光阵列 44 的设置存在一定偏移并且需要考虑光重新导向棱镜 30 的折射率 n 。

[0083] 图 11 的示意性框图示出在使用交替偏振态的辐照组合器 42 的实施例中如何使用多个光重新导向棱镜 30 以提供增加的亮度。如参考图 7A 和图 7B 在前描述的,来自光阵列 44a 和 44b 的交替辐照与半波片 64 和偏振分束器 62 相结合将正交偏振态的光导向可选透镜 50 以及空间光调制器 60(图 4)上用于提供立体图像。

[0084] 图 12 的横截面侧视图示出辐照组合器 42 中的光重新导向棱镜 30 的另一实施例,该辐照组合器 42 提供比图 9A-图 10 所示实施例甚至更加紧凑的辐照设置以使用固态光阵列。在该实施例中,光重新导向棱镜 30 具有两个重新导向表面 36,该重新导向表面接收来自彼此面对的固态光阵列 44 并沿相对发射方向 D1 和 D1' 的光。每个固态光阵列 44 由激光器 26 构成。每个重新导向表面 36 具有两种类型的小平面:光重新导向小平面 38 和与来自相应的固态光阵列 44 的入射光正交的入射小平面 28。光重新导向小平面 38 将光束重新导向至输出方向 D2。

[0085] 图 12 的配置通过将少量残余光从防反射涂层面向后反射回到每个激光器,使得更容易将各种激光器模块与光重新导向棱镜 30 对准。该向后反射可以用作产生可以导致激光器模式不稳定的敏感外部腔的手段。尽管在典型应用中这样的模式跳跃会被认为是噪声,然而该噪声可以通过进一步减少激光相干性(和激光之间的相干性),从而减少图像平面的视觉散斑(speckle),来有助于该投影。而且,采用该双侧方法,激光器模块与来自彼此邻近的不同模块的光交错,当光在光学系统中进一步光学积分时提供进一步的空间混合源。这再一次有助于减少可能的散斑并且增加系统一致性。

[0086] 图 13 示出采用半波片 64 和偏振分束器 62,可以如何使用图 12 所示类型的一对棱镜 30 将来自两组固体激光器阵列 44a 和 44b 的正交偏振态的光导向透镜 50。

[0087] 同时可以看出图 12 中棱镜 30 对于固态光阵列 44 的取向对于许多应用而言是方便的,为了组合辐照源,光束并不需要相对于输入或输出面的正交入射。然而,通常有利的是,在棱镜 30 的输出面 34 出射的重新导向光束基本上彼此平行。为此需要仔细考虑多项因素。这些因素包括每一侧的固态光阵列 44(当它们是不同的)到每一侧的入射小平面 28 的入射角和光重新导向棱镜 30 中基于材料折射率的折射的结合。而且,必须考虑每一侧的光重新导向小平面 38(它们在每一侧上也可以不同)的反射,并且其与光重新导向棱镜 30 的折射的结合必须相配合以使得来自输出面 34 的输出光束平行。

[0088] 图 14 的示意性框图示出投影机装置 10 的实施例,该投影机装置使用具有光重新导向棱镜 30 的辐照组合器 42,用于三个独立的红色、绿色以及蓝色通道。每个光调制组件 40r、40g 以及 40b 具有一对光重新导向棱镜 30,该光重新导向棱镜 30 具有与如图 13 所示类似的偏振导向组件设置。在每个光调制组件中,将来自一个或另一个光重新导向棱镜 30 的偏振光,经由偏振分束器 62 导引至透镜 50 和积分器 51 并到空间光调制器 60 上,以形成调制图像。空间光调制器 60 是数字微镜或其它 MEMS 设备,其调制相对于输入光的正交方向保持输出光的两个正交方向的光。在所示的实施例中,设计为使用微镜设备的角度调

制,薄膜涂层二向色表面 68 被处理为根据其入射角反射或透射入射光,以将调制光导向至二向色组合器 82。二向色组合器 82 具有根据波长可选择地反射或透射光的二向色表面 84 的设置,将来自每个光调制组件 40r、40g 以及 40b 的调制光组合到单个光路上,从而通过投影光学器件 70。虽然在激光器与调制器之间可以使用光导,但是由于这样的光导会使得透射光的偏振降级,因此本实施例还是有利的。对于这样的实施例,小透镜阵列将有利于使辐照均匀化,因为偏振态被保持。然而,这类实施例无法获得由光导(未图示)提供的优点,例如,激光器辐照部分与调制器投影光学器件部分之间改善的热分离。在任一实施例中,激光光可以使用在近场条件或远场条件下,其中提供光的预混合以减少可能的散斑并且进一步改进提供给积分器 51 的光的均匀性。通过使用被组合形成单个辐照源的独立激光器的设置以及使用如小透镜阵列的均匀化光学器件来进一步的减少激光散斑。

[0089] 本发明允许根据在此描述的示意性实施例得到多个变型。例如,多个偏振激光源可以用于替代 VECSEL 和其它激光器阵列。光重新导向棱镜 30 可以由许多高透射材料制成。对于低功率应用,可以选择塑料。对于较高功率应用,玻璃更加适宜的。

[0090] 使用激光器的重要优点之一是它们小的光学扩展量,从而使得具有更高效率、更简单的光学系统。遗憾的是,如前所述,在用于基于数字电影的系统时,小光学扩展量也意味着组件上相对高的能量密度。在激光器不能直接调制以产生交替正交偏振的系统中,必需通过替代手段旋转偏振态或阻挡正交偏振态的其中之一。这样做的一个方法是使用电子偏振旋转器或快门,例如液晶延迟器或液晶快门。

[0091] 图 15 示出立体实施例,其中宽带电子偏振旋转器 75 用于连续在用于左右眼图像的两个输出偏振态之间切换。偏振旋转器 75 位于组合调制束的束组合器 82 之后的光路中。电子偏振旋转器 75 被认为是宽带的原因在于它必须能够在由组合光源生成的可见光谱内同等地旋转偏振态。因为投影束尺寸相对较大,所以该位置是有利的。因此,对于组合束而言,电子偏振旋转器 75 上的能量密度接近最低。取决于对偏振特性的选择,可选的四分之一波片 76 可以直接放置在偏振旋转器 75 之前或之后。在该情况下,期望来自所有光源的所有激光具有相同的偏振方向。可以沿着光路径使用半波片或颜色选择延迟器以正确地取向偏振态。而且,在电子偏振旋转器 75 之前,可以使用偏振器以阻挡或反射任何伪偏振态。

[0092] 液晶可变延迟器作为电子偏振旋转器 75 的示例更加容易制成为具有在输入偏振态为圆形时相对于波长的相对均匀的延迟。对于这一设备类型,优选在束组合器 82 之后并且在电子偏振旋转器 75 之前直接放置四分之一波片 76。可替换地,四分之一波片可以放置在每个原色路径中,然而这需要多个元件。因此,通过与液晶旋转器 75 同步地对意图用于每只眼睛的相应图像内容进行定时来产生立体成像。而且,使用偏振保持显示表面并且提供观看者偏振眼镜,以便于每只眼睛仅仅接收所意图的正交偏振态的光。

[0093] 尽管图 15 的实施例使组合图像的能量密度最小化,然而该能量密度仍然可能不会低到足以防止对偏振旋转器造成损害。在许多情况下,更简单的是针对窄带光构造电子偏振旋转器。图 16 中所示的可替换实施例在辐照部分 40r、40g、40b 的每个支路中具有窄带偏振旋转组件 75r、75g、75b。在该情况下,电子控制偏振旋转器仅需要对于 1nm 量级的单个颜色带的窄光谱执行基本上半波旋转。在电子偏振旋转器属于基于液晶的电子延迟器的情况下,这大大简化了该结构并且在线偏振光时工作良好。因此减少了这些旋转器中每一个的成本和复杂度。将偏振延迟器放置在积分器 51 之后消除可能由更直接的激光照射

而发生的潜在的更高能量密度“热点”。该均衡的光 / 热负荷改进了设备的稳定性和性能。而且,因为该设备仅使用并且仅保持单个带而不需要调制,因此相比于图 15 所示以及在前描述的实施例能够提供更一致并且更低的能量密度。如前所述,可选的四分之一波片延迟器可以用于每个颜色带,或者如图 15 所示,在系统中的颜色组合器之后。类似的,可以在电子偏振旋转器之前使用偏振器以提供最佳偏振态。

[0094] 可以如图 14 所示利用多个激光组合器,其中每个组合器具有不同的正交偏振态以及与其相关联的相邻波长光谱。例如,辐照单元 40b 可以包括具有线性 p- 偏振态的第一组合器和具有 s- 偏振态的第二组合器。第一组合器的主光谱相对于第二组合器偏移 15-25nm。可以使用偏振分束器 62 将两组激光组合在一起。随后,可以在偏振分束器 62 之后的路径中使用颜色可选偏振延迟器以仅旋转两个组合器光谱波长之一 90 度,从而使其偏振态与来自交替组合器的相邻光谱的偏振态一致。以这种方式,在系统中光学扩展量没有增加,并且可以利用来自图 15 的电子偏振旋转器 75 以正交旋转单个偏振态,从而产生用于成像到每只相应眼睛的光。

[0095] 用于产生交替的正交偏振以生成立体视觉体验的另一个方法是在如图 18 中所示的两个正交态之间机械地切换。在辐照组合器 43 中,将激光器 44b 进行组合以生成第一线偏振态,而激光器 44a 与半波片 64 相结合生成与第一线偏振态正交的第二线偏振态的光。(也可以通过简单地旋转一组激光器以使得输出偏振是正交的,从而形成两个正交偏振态。)用于第一和第二正交偏振态的旋转快门盘 65 放置在光轴的路径中,并且产生合并的光轴。通过控制电机 66 的控制逻辑处理器 90 来控制旋转快门盘 65 的旋转位置。

[0096] 在图 19A 和图 19B 的平面图和侧视图中分别示出的旋转快门盘 65 优选具有包括至少两个分段的玻璃盘。第一透明分段 65a 设计为基本上透射所有入射到其上的光。第二反射分段 65b 设计为基本上反射所有入射到其上的光。在透明分段 65a 沿着光轴定位时,来自激光器 44b 的光透射至下游的系统组件,而来自激光器 44a 的光被束流收集器 (beamdump) 69 吸收。可替换地,在反射分段 65b 沿着光轴定位时,来自激光器 44a 的光反射到下游的系统组件,而来自激光器 44b 的光导向束流收集器 69。以这种方式,通过与在空间光调制器上形成立体图像同步地旋转快门盘 65,将交替正交偏振光提供给空间光调制器以产生立体图像。应该注意,如图 19A 中所示,在偏振态之间存在转变区 73,其中光束跨越透明分段 65a 和反射分段 65b 之间的边界。这里,辐照光 67 跨越透明分段 65a 和反射分段 65b 之间的边界。在这种情况下,将两个偏振态无意地提供给空间光调制器。这种状况造成两眼图像之间串扰,也称作鬼像,这也会降低对比度。一定量的串扰是可接受的。然而,如果串扰过量,则空间光调制器在该转变时段期间会转向关闭 (off) 状态,从而以损失一些光的代价来消除串扰。因此,期望最小化该转变区。这可以通过最小化辐照光的光点尺寸或者通过扩大快门轮,实践上将辐照光尽量朝向外径放置来实现。

[0097] 在图 18 的实施例用于交替导向至空间光调制器的光的偏振态时,超过 50% 的光损失于束流收集器 69。这基本将系统效率减少至传统方法的系统效率。图 20 所示的另一实施例扩展了快门盘 65 的功能以恢复先前提供给束流收集器 69 的光。在辐照组合器 45 中,束流收集器路径中先前的光具有由半波片 64' 转换的偏振态。这将光转换到由快门盘 65 直接提供给空间光调制器的同一偏振态。随后,该偏振转换光由反射镜 71 导向至与直接来自于快门盘 65 的光相邻的路径。现在具有相同偏振态的两个激光器阵列的组合光提供

给均匀化光学器件并且提供给空间光调制器。此外,通过使用电机 66 旋转快门盘 65,将光交替地以正交偏振态提供。

[0098] 对于图 20 的实施例,可以看出光源的光学扩展量相对于图 18 中提供的状态已经加倍。可以将该光学扩展量提供给具有双倍面积的均匀化光学器件,其中原始的和所转换的束是并排的并且在相同的角度空间。可替换地,来自每个激光源的光可以具有一定的重叠量。由于投影透镜通常是远心的,因此更加期望角度重叠,因为通过在该空间中混合以实现对于所有像素的均匀辐照将更加容易。虽然沿着辐照路径的光学器件需要处理这一大的光学扩展量以更加高效时,但是由于激光源的低起点的光学扩展量的特性,这不是非常困难的问题。

[0099] 图 21 示出也使用所恢复的偏振光而需要较少组件的可替换实施例。在这个情况中,使用反射棱镜 72 对先前由束流收集器 69 捕获的光重新导向,并且透过旋转该偏振的半波片 64'。图 22 示出结合均具有图 21 中示出类型的三个辐照组合器 45r、45g 以及 45b 的投影系统。辐照组合器 45r、45g 以及 45b 均产生交替的正交偏振并且直接辐照用于每个颜色通道的相应的空间光调制器 60。随后,束与二向色板 84 组合并且通过投影光学器件 70 投射。

[0100] 这个相同的方法也适用于非立体投影,即使在转变区期间也没有额外的光损失。因此,与传统解决方案不同,不必为了提高通光效率而移除快门轮或偏振开关,以利用投影系统用于传统的非立体成像。在这种情况下,当投影系统用于传统的非立体成像时,可以关闭电机 66 以节省寿命或功耗,优选使快门的透射区域在光路中以最小化不必要的涂层损坏和热量累积。

[0101] 图 19A 和图 19B 的旋转快门机构除了提供交替的正交偏振特性以外还提供了散斑减少的附加功能。先前讨论的散斑是对于激光投影的潜在问题。虽然多个激光器的使用往往减少激光的一般相干性从而实质上减少了散斑,然而会具有残留的相干性,特别是在使用较少的激光器的小屏幕的情况下。为了减少散斑假象 (artifact),可以将相干性阻断涂层涂覆于快门的一侧或两侧。而且,使用与由于快门衬底的波前偏差而导致的光路的变化相结合地在空间上或者角度上混合光的均匀化光学器件,基本上减少了任何残余的相干性,并因此减少了散斑。

[0102] 图 19B 示出具有一个漫射侧 65c 和一个抛光侧 65d 的快门盘 65。漫射侧 65c 以毛砂面 (ground surface) 制成,而抛光侧 65d 以抛光面制成。在本发明的优选实施例中,抛光侧 65d 在一个分段中具有防反射涂层并且在交替的分段中具有反射镜涂层。漫射侧 65c 的表面粗糙度应该高到足以消除可视散斑,但低到不足以实质上增加源的角度范围。使用这个相对粗糙的表面并结合由旋转轮提供的空间运动能够减少或消除任何来自系统的残余散斑假象。

[0103] 可替换地,如在前描述的,可以将快门盘 65 的两侧抛光。然而,在这种情况下,表面不应该是光学平坦的,以在旋转快门盘时,将多个波的光程差引入光束。该配置相对于使用漫射表面的优点在于:它并没有实质上增加辐照光的角度范围并为此增加光学扩展量。

[0104] 本发明的优选实施例使用旋转元件,例如旋转分段快门盘,作为光束分离装置的一部分,用以从单个偏振光束交替地生成分离的第一和第二光束,以使得该束的其中之一可以随后使其偏振旋转到不同的偏振态。参照图 23,示出配置为分束系统的一部分的分段

盘 122 的平面图和示意性侧视图,该分束系统与偏振旋转器协作用以由单个光源提供交替偏振态。分段盘 122 具有交替设置的内部反射分段 124 和外部非透射分段 125 以及内部和外部透射分段 126a 和 126b,从而提供用于生成交替光束的机构。相应的内部分段 124 和 126a 与外部分段 126b 和 125 沿径向对齐,以使得外部非透射分段 125 对应于内部透射分段 126a 并且是内部透射分段 126a 的外围。类似地,外部透射分段 126b 对应于内部反射分段 124 并且是内部反射分段 124 的外围。应该注意,图 23 的实施例仅具有两个内部分段 124 和 126a 以及两个外部分段 126b 和 125。可以替换地使用具有多于两个外部-内部分段对的实施例。外部非透射分段 125 可以是反射的或,可替换地是光吸收的。

[0105] 为了更好地理解分段盘 122 以交替的方式生成第一和第二光束的作用,并且为了更好地理解本发明的可替换实施例的多个改进,考虑该设备如何有助于提供用于立体图像投影的辐照是有用的。参照图 24 和图 25,分束系统 120 接收来自光源系统 110 的偏振辐照。光源系统 110 可以使用如在前描述的光重新导向棱镜 30 及其支持组件,或使用一些其他偏振辐照源。分束系统 120 包括分段盘 122。与在前示出的基本上将准直光导向旋转的快门盘的快门盘设置不同,诸如透镜或反射镜的可选的会聚光学元件 112 将偏振辐照会聚成分段盘 122 上减小的光束直径。束组合系统 130 配置成将不同偏振态的各自的光束引导到同一光路上。束组合系统 130 的配置包括支撑反射镜、反射元件 128 和 129、偏振旋转器 134 以及偏振束组合器 132。电机或其它致动器(未图示)提供实现分段盘 122 提供分离束的旋转运动。诸如线栅、薄膜板或立体偏振分束器、或布鲁斯特角束组合元件的偏振分束器可以交替地用于反射元件 128 和 129。薄膜板通作为反射元件 128 和 129 常是成本较低的解决方案并且能够提供可接受的性能。

[0106] 图 24 示出在旋转分段盘 122 定位为使得从分段盘 122 的内部反射分段 124 朝向用作转向反射镜的反射元件 128 反射偏振辐照时半周期期间的光路。该光透射通过外部透射分段 126b,并且通过诸如改变辐照的偏振态的半波片、反射延迟器、或电子延迟器的偏振旋转器 134。在图 24 所示的示例中,来自光源系统 110 的光是 S- 偏振的,而由偏振旋转器 134 发出的光是正交的,或 P- 偏振的。可以理解其他配置也是可能的,包括不使用半波片,以使得来自偏振旋转器 134 的光的各自偏振态不必正交于从光源系统 110 发射的光的偏振态的实施例。在一个实施例中,来自偏振旋转器 134 的光的正交偏振态是相反的圆偏振态。在另一实施例中,通过使用反射延迟器作为反射元件 128,将反射元件 128 和偏振旋转器 134 的功能进行组合。

[0107] 仍参照图 24,束组合系统 130 中的偏振束组合器 132 随后透射该偏振态的光以提供用于调制的第一光束 104。偏振束组合器 132 可以是诸如线栅、薄膜板或立体偏振分束器、或布鲁斯特角束组合元件的偏振分束器。薄膜板作为偏振束组合器 132 通常是成本较低的解决方案并且能够提供可接受的性能。

[0108] 图 25 示出在旋转分段盘 122 定位为使得偏振辐照透射通过分段盘 122 的内部透射分段 126a 并且朝向反射元件 129 时的交替半周期期间的光路。反射元件 129 用作转向反射镜并且将光以其原始偏振态,重新导向到偏振束组合器 132。随后,偏振束组合器 132 反射该光作为第二光束 106。第二光束 106 所处的偏振态实质上正交于第一光束 104 的偏振态(在这个示例中,第二光束 106 是 S- 偏振的)。以这种方式,将第一光束 104 和第二光束 106 两者沿着相同的光路交替地导入作为组合光束。在单独的时间段期间提供每个光束

104 和 106 以使得组合光束的偏振态在两个实质上正交的偏振态之间反复交替。

[0109] 返回来参照图 23 中的分段盘 122 的平面图,可以理解,在入射辐照束的一部分被透射并且在同一时间其他部分被反射的分段盘 122 的旋转期间,存在某个转变间隔。相对于分段盘 122 的整个周期时间,该周期时间的“转变的”间隔是不可用的,因为所有的辐照在该间隔期间没有相同的偏振态。因此,所具有的优点在于减少了辐照束宽度以使得束直径小并且在其恰好入射到分段盘 122 上之后的某点处具有最小尺寸。因为分段盘 122 接收来自光源系统 110 的会聚光,入射在分段盘 122 上的束宽度被显著减少,从而减少了转变间隔的时间,有效地增加了可用于调制的辐照量。分段盘 122 上的入射光的束宽度对于透射光和反射光两者均是相同的。在一个使用基本准直光的实施例,在第一光束经过透射内部分段 126a 时该第一光束的第一束直径等于或基本等于在第二光束经过透射外部分段 126b 时该第二光束的第二束直径。在另一实施例中,由分束系统 120 提供的第一和第二光束可以会聚在组合系统 130 中的空间光调制器处或光积分器元件处,例如积分条或小透镜阵列,或一些其它组件。

[0110] 可以调节分段盘 122 或其它束分离设备的角度和位置,以产生对于从束组合系统 130 输出的第一光束 104 和第二光束 106 的光输出强度的基本匹配。可替换地,可以有意地调节分段盘 122 或偏振旋转器 134 的角度、位置以及光学参数以针对光学系统中其它位置的条件进行校正,包括定位偏振束组合器,以使得其提供小于最大的偏振旋转。

[0111] 本发明的分束系统 120 的另一个优点在于消除了对于两个偏振态中的每一个偏振态使用单独光源的需要以及消除了对于重复使光源开和关的需要。代替地,本发明的实施例使用相同的光源系统 110 以提供用于两个偏振态的光。而且,普遍已知交替偏振用于提供来自相干光源的减少到一定水平的散斑。(即使对于数字投影系统没有用于立体投影,而是根据本发明的方法使用交替偏振以传统视频序列显示图像的情况,也是如此。)

[0112] 对于投影机可以提供在此没有示出或特别描述的、但对于电子图像投影领域的技术人员熟知的感测和控制逻辑,以使分段盘 122 的相对时序与提供给多个颜色通道中的每一个颜色通道内的空间光调制器的信号相协调。图 26 的简化时序图示出:在此是固态光阵列 44b 的光源持续地处于“开”位置,同时交替改变光输出的偏振态。如前所述,采用会聚光学元件 112 所提供的会聚光路,将减小未在图 26 的时序中示出的偏振态之间的转变间隔。

[0113] 图 27 的示意图示出图像投影系统 100,该图像投影系统采用本发明的辐照装置以将交替偏振态的辐照提供给在此显示为红色通道 140r、绿色通道 140g 以及蓝色通道 140b 的每个颜色通道中的空间光调制器 60。每个颜色通道包括其自己的光源系统 110、分束系统 120 以及束组合系统 130。在每个颜色通道中,空间光调制器 60 以与立体图像数据一致的方式调制来自其相应的束组合系统 130 的组合光束,以由组合光束中具有第一偏振态的辐照形成第一调制图像,并且由组合光束中具有第二偏振态的辐照形成第二调制图像。图像投影系统 100 还包括用于组合来自每个颜色通道的光的所需组件(在该实施例中为二向色表面 84)和用于在显示表面上形成立体图像的投影光学器件 70。

[0114] 参照图 23-图 26 描述的束分离方法的一个优点在于每个偏振半周期内光的特性。因为在光源系统 110 中使用相同源的光,组合光束的空间和角度的特性在交替偏振态之间是基本等同的。第一和第二光束的光路中的组件的厚度、入射角以及折射率方面可以配置成支持等同或基本等同的空间和角度特性。

[0115] 在使用分段盘 122 时,由于无意地反射或透射的杂散光会造成引起左右眼图像之间串扰的鬼像效应。用于减少可检测的鬼像效应的可能性的一种方法是将分段盘 122 制造得尽可能薄。其它方法包括在分段盘 122 的前方或入射光表面或者相对的后表面上使用各种光吸收材料。例如,非透射分段 125 可以是光吸收的。图 28A 的示意性侧视图示出应用于分段盘 122 的后表面并在非透射分段 125 背面的光吸收元件 136。从透射分段 126a 的前表面反射并且没有由非透射分段 125 吸收或者反射回去的杂散光 116 在光吸收元件 136 处被吸收。图 28B 的示意性侧视图示出应用于分段盘 122 的后表面并在反射分段 124 背面的光吸收元件 136',减少了透射通过反射分段 124 的杂散光的可能性。

[0116] 可以采用各种方法来处理分段盘 122 的前后表面中的任一个或两个,或者它们分段中的任一个,以影响光处理。例如,外部非透射分段 125 可以是反射的、吸收的、散射的或这些或其他特性的某种组合,例如吸收和散射两者。可以在分段盘 122 的至少一些部分上提供纹理化 (texturing),用以减少相干假象或其它问题。

[0117] 还可以包括可选的均匀化元件作为辐照系统的一部分。图 24 和图 25 示出来自光源系统 110 的偏振光束的路径中的一个可能位置处可选的均匀化系统 138。图 24 和图 25 还示出组合光束的路径中的可替换位置处的可选的均匀化系统 138'。例如,可以使用任意多个类型的均匀化元件,诸如积分条或小透镜阵列。如上所述,使用会聚光学元件 112 可以将光会聚到均匀化系统 138' 上。

[0118] 在图 29 中示出本发明的替换实施例。在这种情况下,取消了偏振束组合器,并且反射元件 128 设置为执行束组合系统 130 的功能。在图 29 中,分段盘 122 定位为使得来自光源系统的光束从内部反射分段 124 反射,接着从反射元件 128 反射,透射通过外部透射分段 126b,随后通过偏振旋转器 134 以形成第一光束 104。在旋转分段盘 122 时,来自光源系统的光束交替地透射通过内部透射分段 126a 以形成第二光束 106。反射元件 128 适当地倾斜以将第一光束 104 和第二光束 106 会聚到空间光调制器 60 上。该设置减少了所需的光学组件的数量,尽管它具有增大入射到空间光调制器上的光的光学扩展量的折衷。可替换地,第一和第二光束可以会聚在诸如积分条或小透镜阵列的均匀化系统上。在这种情况下,均匀化系统可以被认为是束组合系统的组件。

[0119] 诸如 DLP 设备的大多数微机电结构 (MEMS) 使用通常由铝形成的金属反射器。金属反射镜在处理来自倾斜角度的光时产生在反射上非常小的相位偏移。如图 17 所示,DLP 设备在反射之后保持偏振态的优选偏振方向具有或者与微反射镜 74 的铰链枢轴倾斜一致或者正交于微反射镜的铰链枢轴倾斜的偏振轴。轴 A 表示 DLP 微反射镜的铰链枢轴线。然而,在对于残余偏振 (residual polarization) 的影响最小的情况下,也可以使用沿着相对于微反射镜的平面的其他轴取向的偏振态。

[0120] 优选地,对于传统的 DLP 封装的修改用于盖板密封封装。传统的封装设计成提供密封环境以及无缺陷表面,以防止散射影响图像质量。由此,激光焊接处理以及热熔成机械框架的窗口对每个封装造成显著且不一致的双折射。已经观察到样本设备超过 3nm 的延迟变化。这将不利地影响设备外的偏振态的保持。因此,为了以偏振光合适地利用 DLP 设备,新的窗口封装将是有用的。可以通过利用具有低应力系数或的热致双折射的玻璃,诸如 SF57 来改善封装。替换方法将是向窗口框架提供窗口的无应力安装,例如使用 RTV 在适当的位置粘接窗口。期望进一步的隔绝以使得窗口框架的结构相对于窗口是刚性的,但相对

于至芯片框架的粘接表面是柔性的。同样的,该方法可以颠倒。而且,如果用于将窗口粘接到框架并且将框架固定到芯片底座的工序在小心控制的芯片操作温度下执行,以避免来自操作和封装温度差异的应力,则会是有利的。

[0121] 使用偏振激光光源对于立体成像的投影具有显著优点。在前论述的相对于传统辐照源的效率提高使得投影机更容易提供具有与传统 2D 投影相当的亮度的图像。

[0122] 具体参照某些优选实施例已详细地描述了本发明,但应该理解,可以在本发明的精神和范围内实施变型和修改。例如,虽然在详细的实施例中描述了激光器阵列,但是也可以使用其它固态发射组件作为替代。支撑透镜和其它光学组件也可以增添到每个光路。在此所示的光学组件中,均匀化或光积分和中继的顺序可以颠倒,而没有效果上的显著差异。

[0123] 因此,提供一种使用偏振辐照的装置和方法,用于具有增强亮度和提高的对比度的立体数字电影投影。

[0124] 部件列表

[0125] 10、投影机装置

[0126] 12、光源

[0127] 14、棱镜组件

[0128] 16、位置

[0129] 18、光学器件

[0130] 20、20r、20g、20b. 空间光调制器

[0131] 26、激光器

[0132] 28、入射小平面

[0133] 29、投影透镜

[0134] 30、光重新导向棱镜

[0135] 32、入射面

[0136] 34、输出面

[0137] 36、重新导向表面

[0138] 38、光重新导向小平面

[0139] 40r、40g、40b. 光调制组件

[0140] 42、辐照组合器

[0141] 43、辐照组合器

[0142] 44、44'. 固态光阵列

[0143] 44a、44b. 固态激光器阵列

[0144] 45、45r、45g、45b. 辐照组合器

[0145] 46、反射镜

[0146] 50、透镜

[0147] 51、积分器

[0148] 52、光导

[0149] 54、透镜

[0150] 60、空间光调制器

[0151] 62、偏振分束器

- [0152] 64、64' . 半波片
- [0153] 65、快门盘
- [0154] 65a、透明分段
- [0155] 65b、反射分段
- [0156] 65c、漫射侧
- [0157] 65d、抛光侧
- [0158] 66、电机
- [0159] 67、辐照光
- [0160] 68、二向色表面
- [0161] 69、束流收集器
- [0162] 70、投影光学器件
- [0163] 71、反射镜
- [0164] 72、反射棱镜
- [0165] 73、转变区
- [0166] 74、微反射镜
- [0167] 75、电子偏振旋转器
- [0168] 75r、75g、75b. 窄带偏振旋转组件
- [0169] 76、四分之一波片
- [0170] 80、显示表面
- [0171] 82、二向色组合器
- [0172] 84、二向色表面
- [0173] 90、控制逻辑处理器
- [0174] 100、图像投影系统
- [0175] 104、第一光束
- [0176] 106、第二光束
- [0177] 110、光源系统
- [0178] 112、会聚光学元件
- [0179] 116、杂散光
- [0180] 120、分束系统
- [0181] 122、分段盘
- [0182] 124、反射分段
- [0183] 125、非透射分段
- [0184] 126a、126b. 透射分段
- [0185] 128、129. 反射元件
- [0186] 130、束组合系统
- [0187] 132、偏振束组合器
- [0188] 134、偏振旋转器
- [0189] 136、136' . 光吸收元件
- [0190] 138、138' . 均匀化系统

- [0191] 140r、红色通道
- [0192] 140g、绿色通道
- [0193] 140b、蓝色通道
- [0194] A、轴
- [0195] A1、光源面积
- [0196] A2、调制器面积
- [0197] D1、D1' . 发射方向
- [0198] D2、输出方向
- [0199] L、长度方向
- [0200] θ_1 、输出角
- [0201] θ_2 、接收角
- [0202] S、P. 偏振态

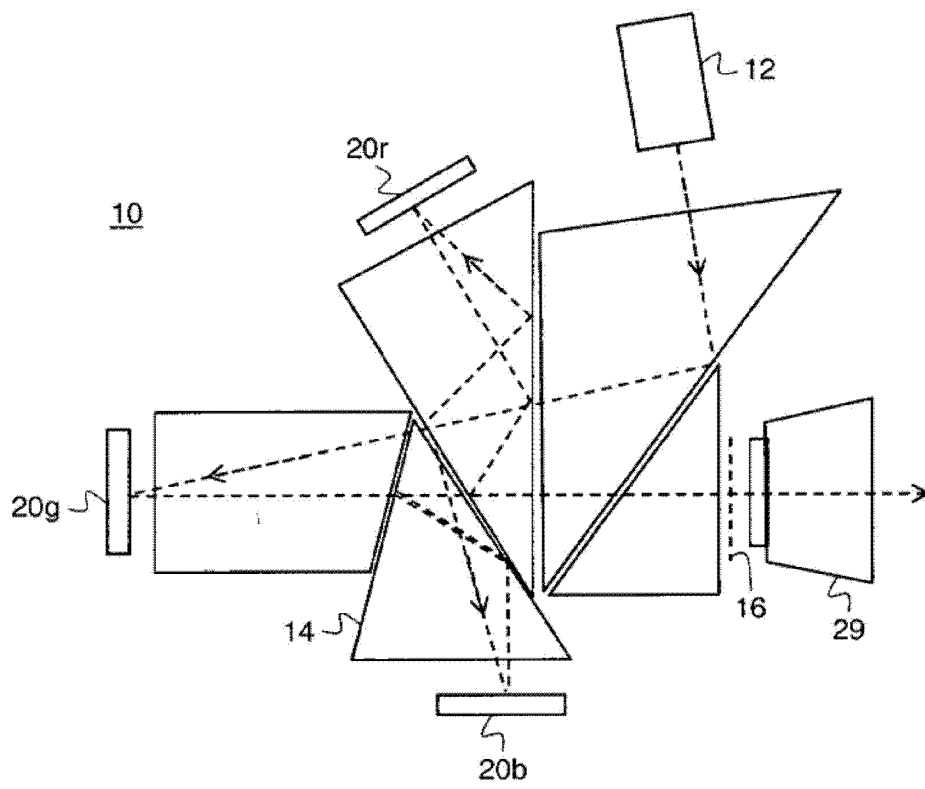


图 1 现有技术

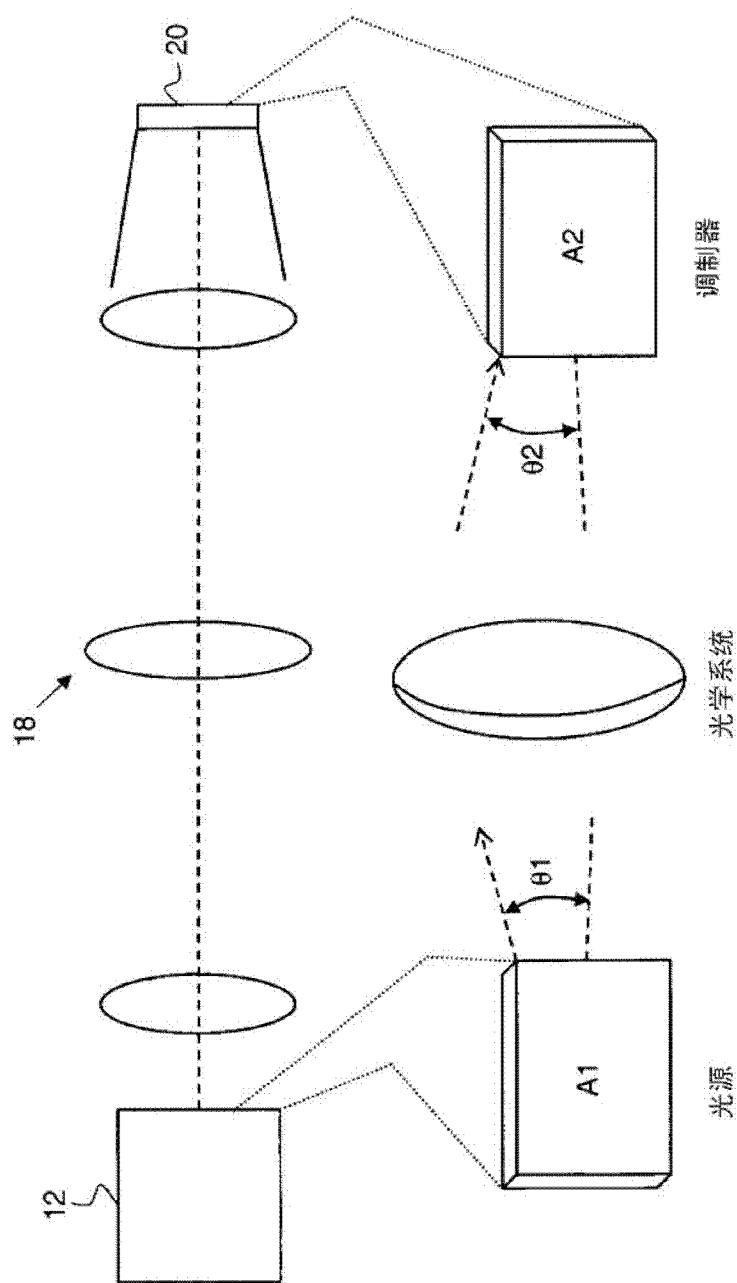


图 2

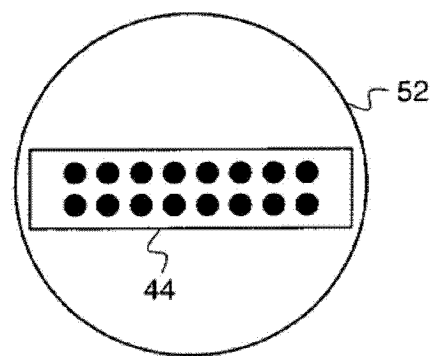


图 3A

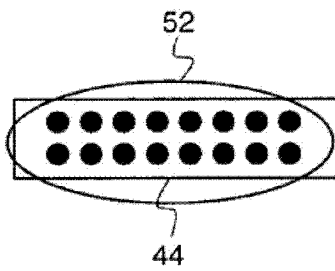


图 3B

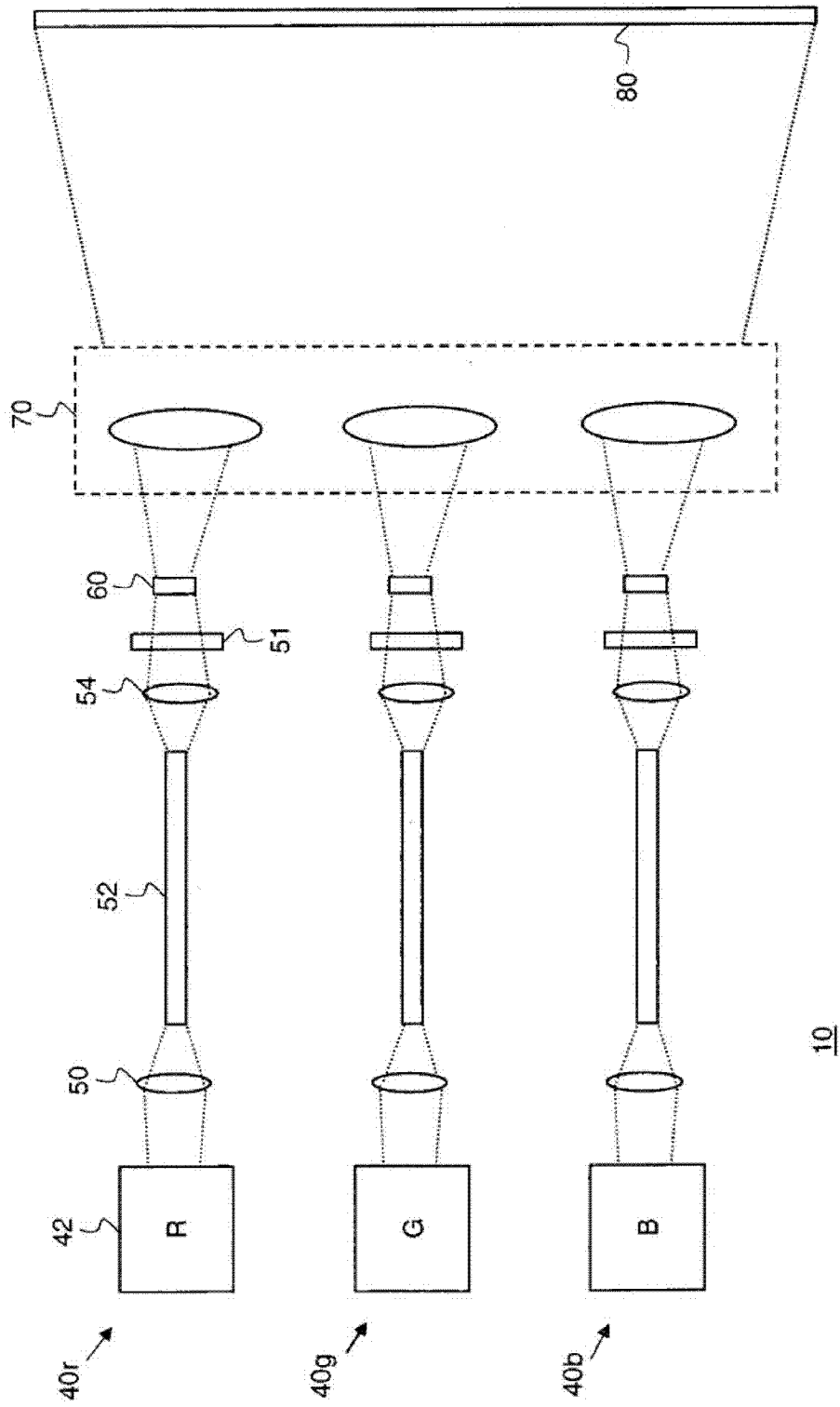


图 4

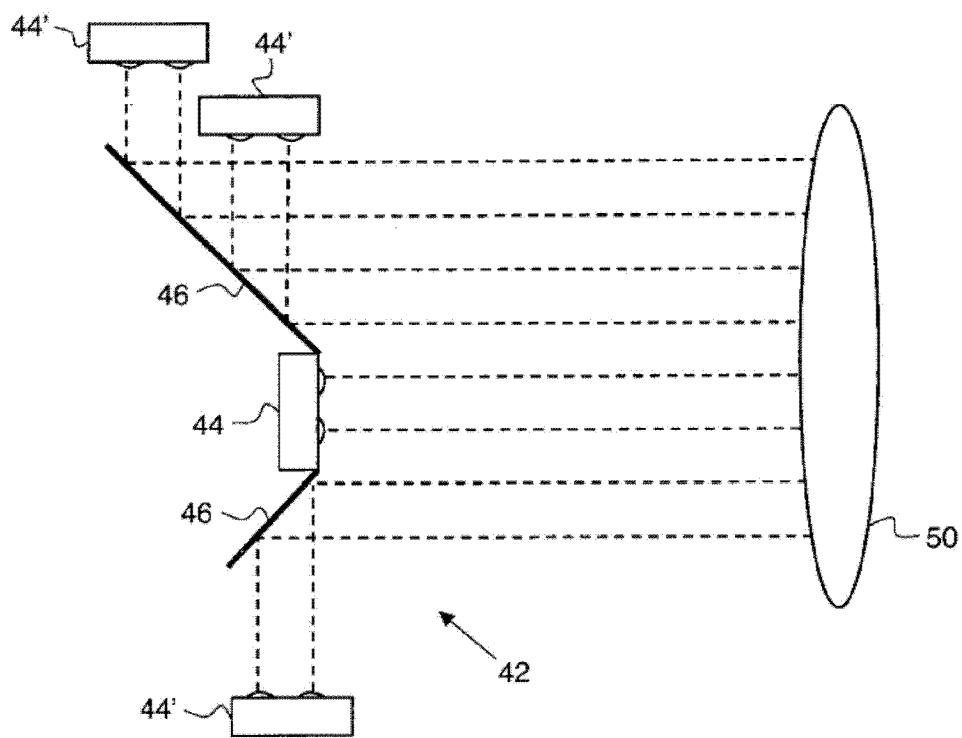


图 5

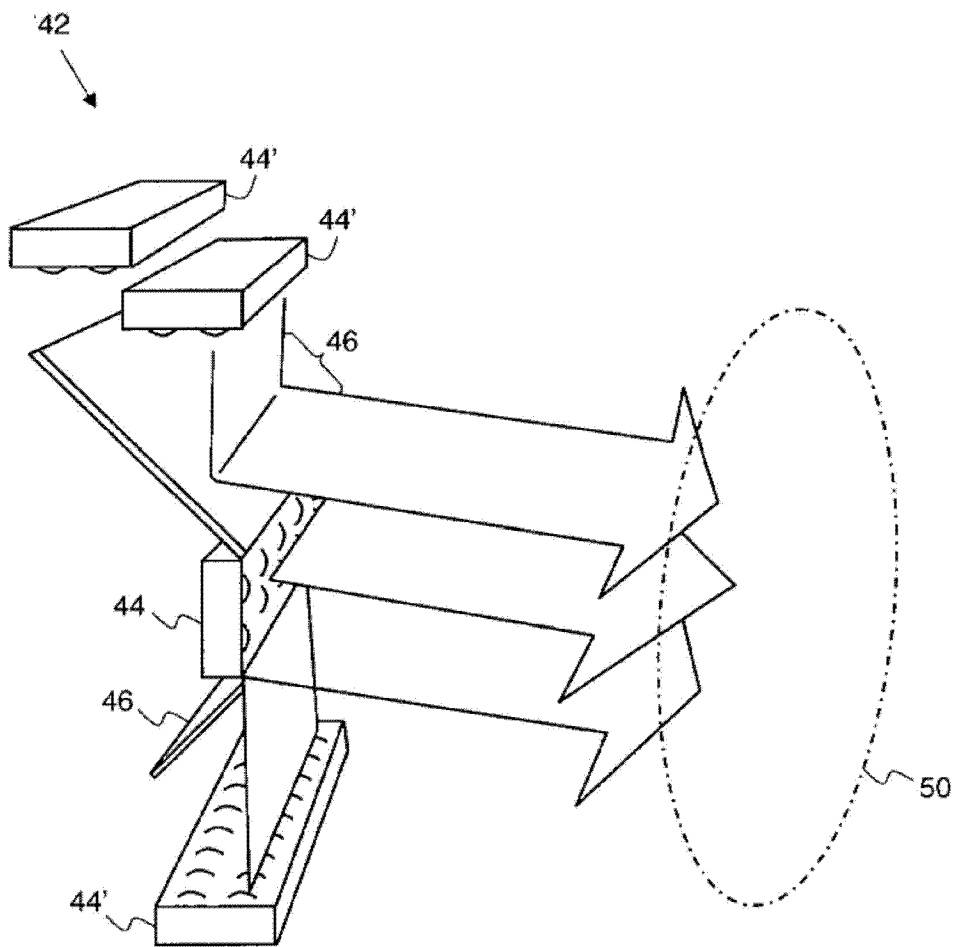


图 6

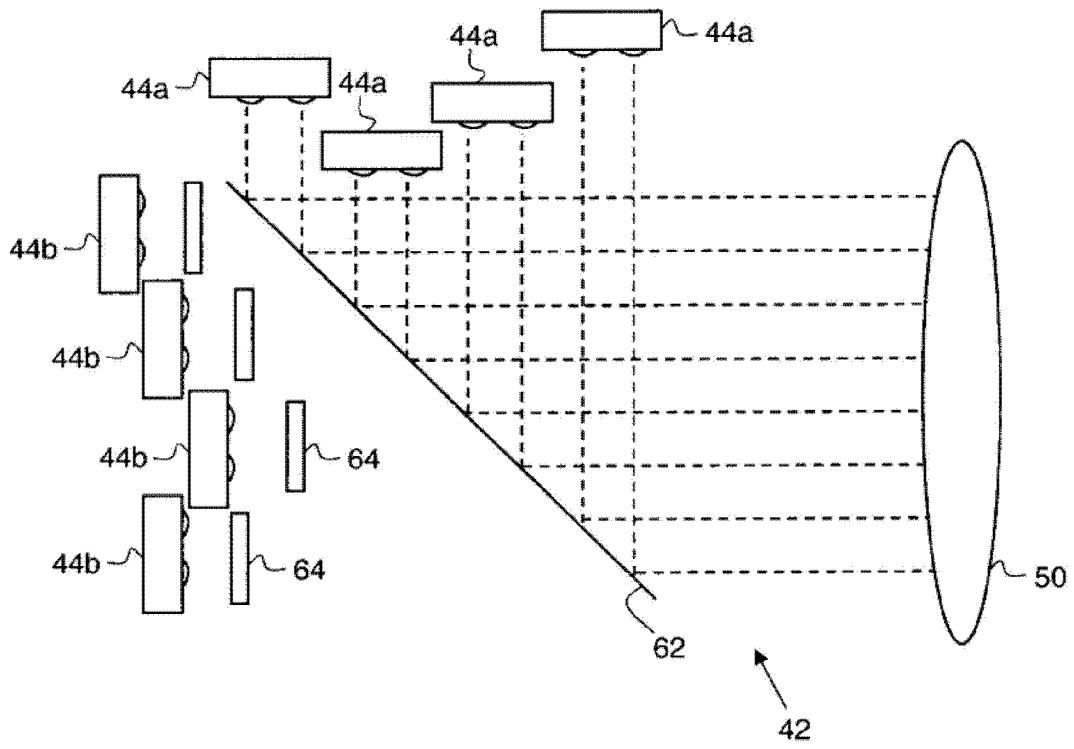


图 7A

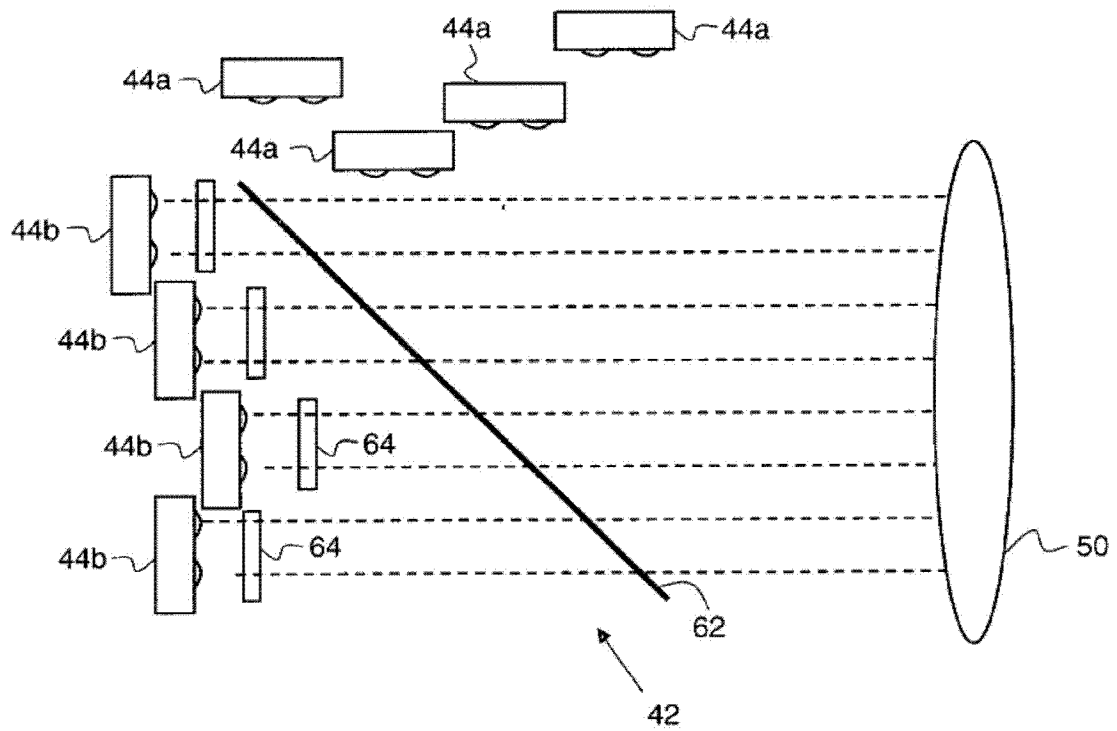


图 7B

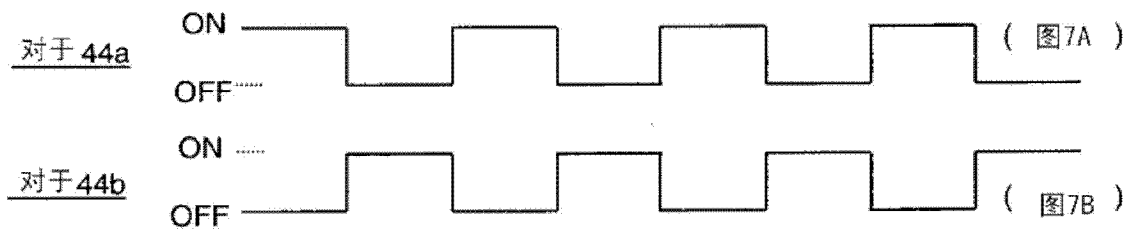


图 8

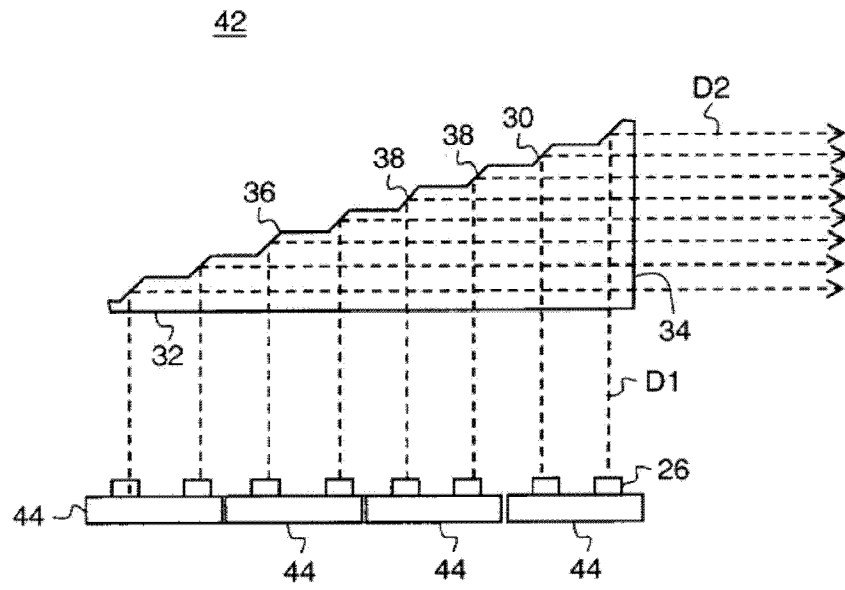


图 9A

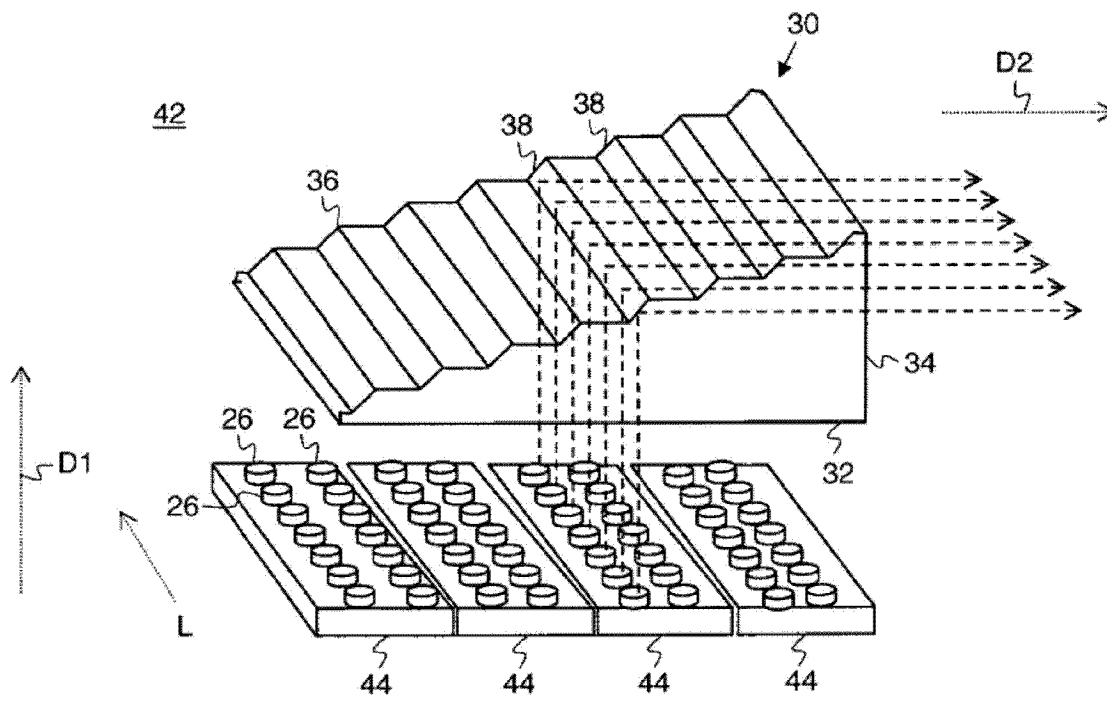


图 9B

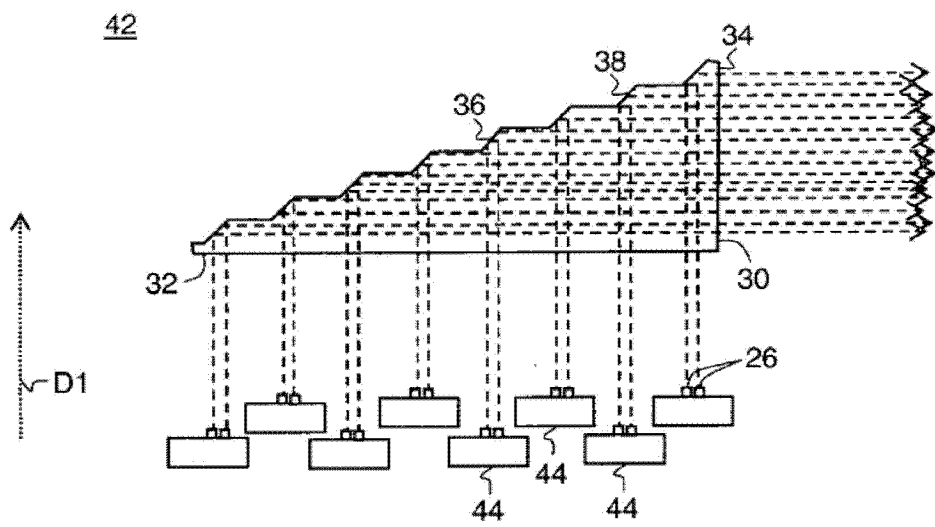


图 10

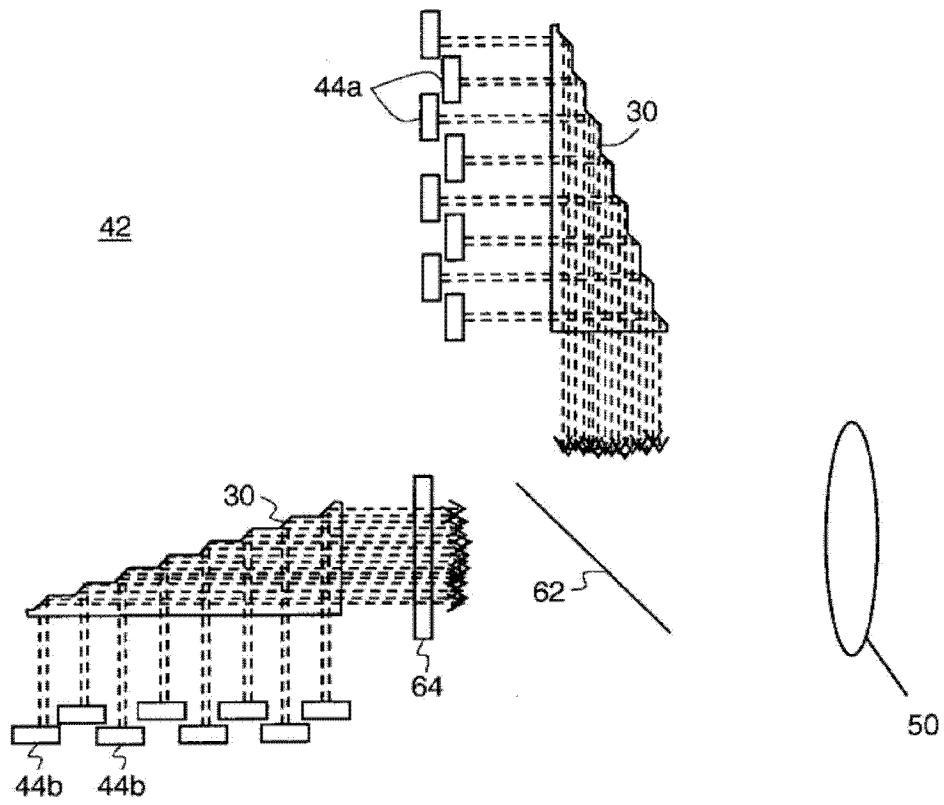


图 11

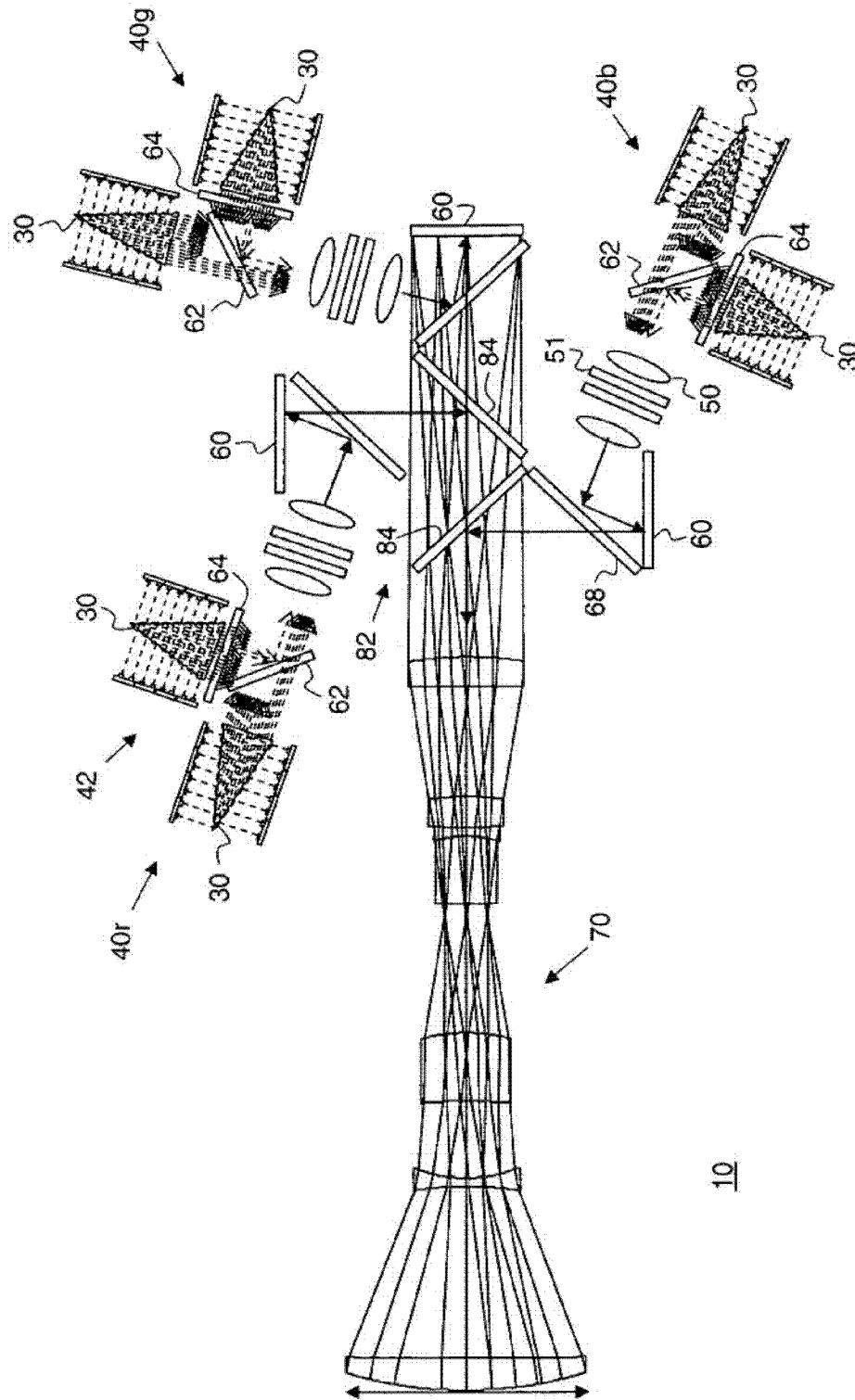


图 14

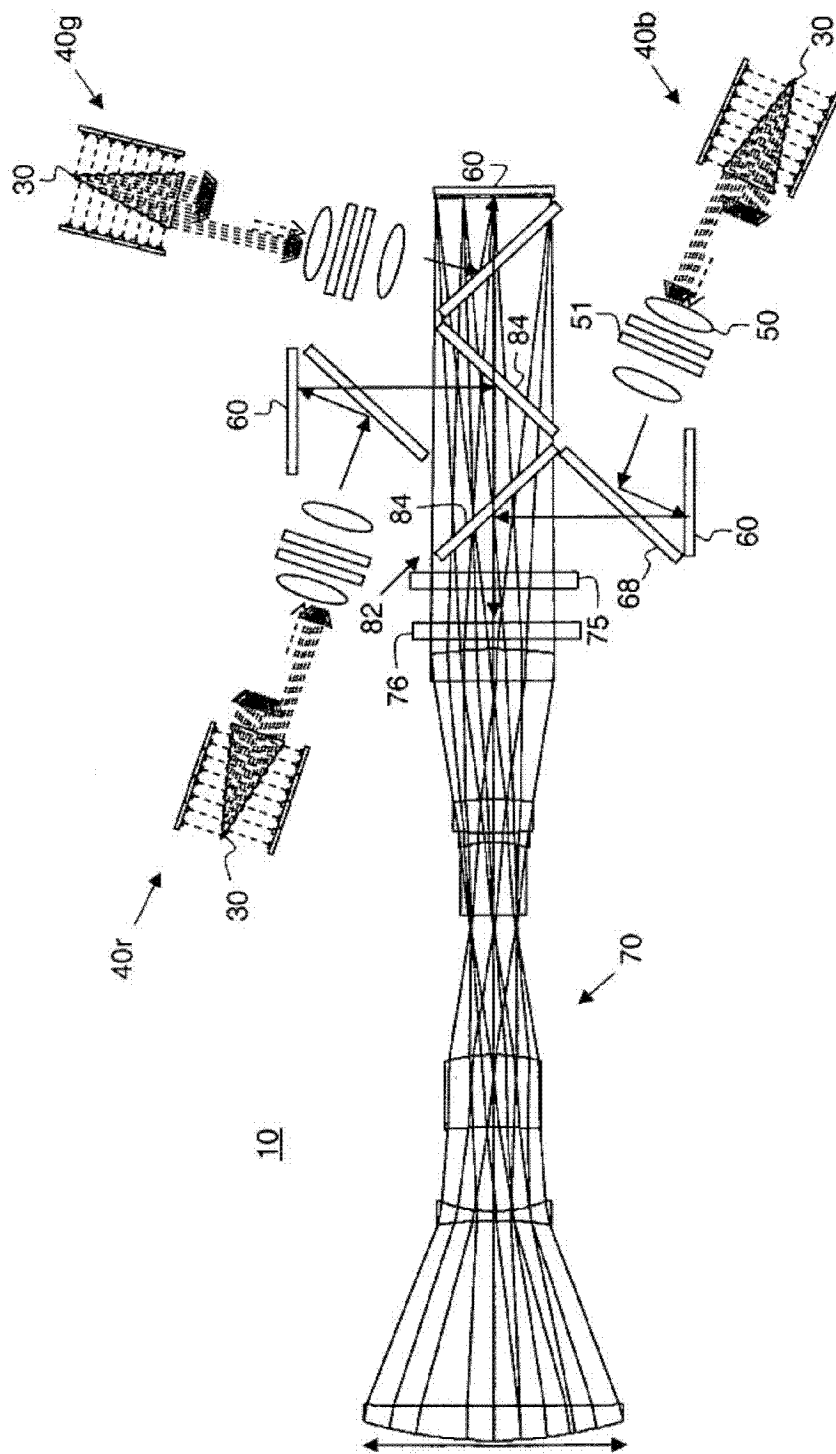


图 15

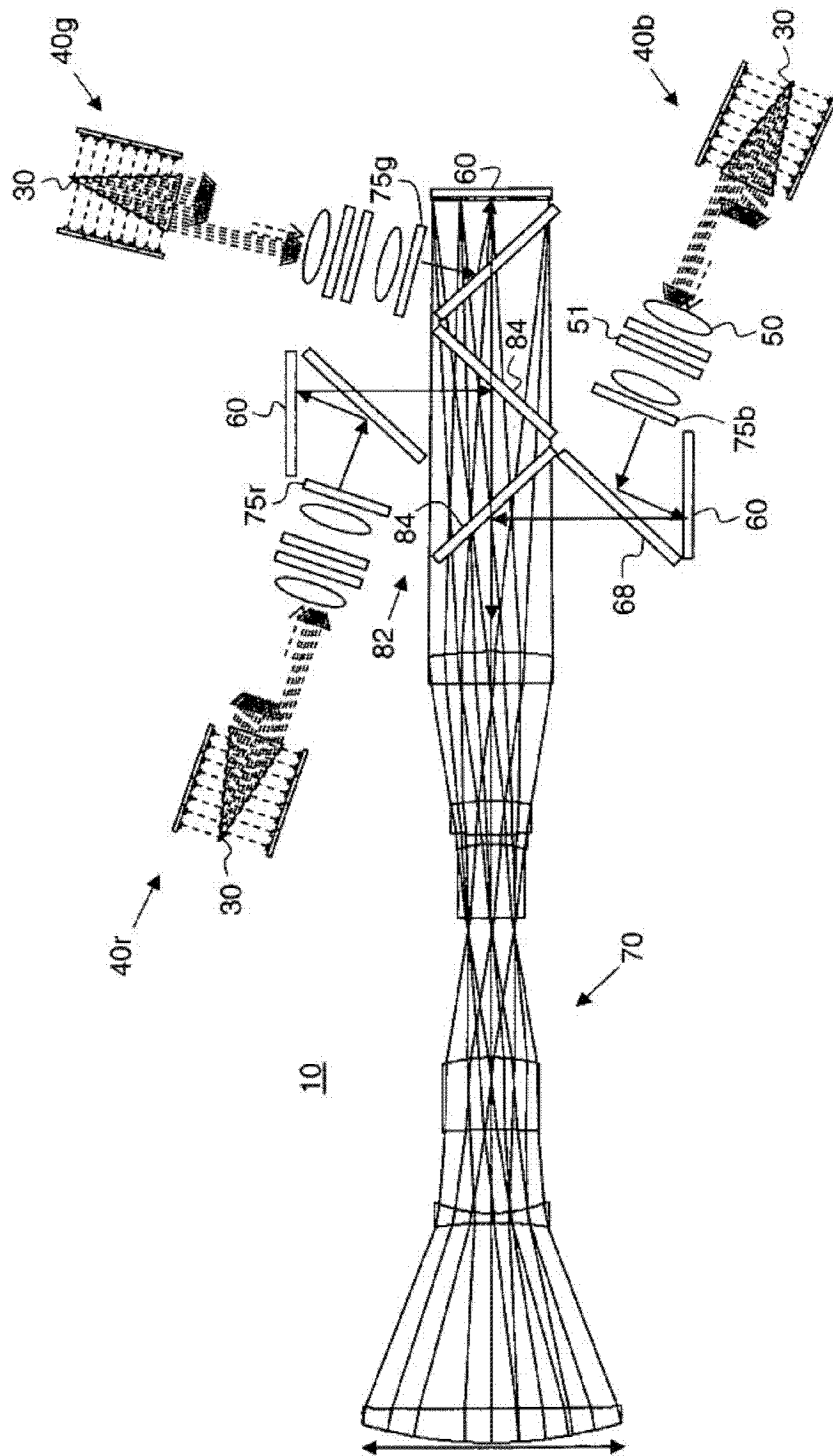


图 16

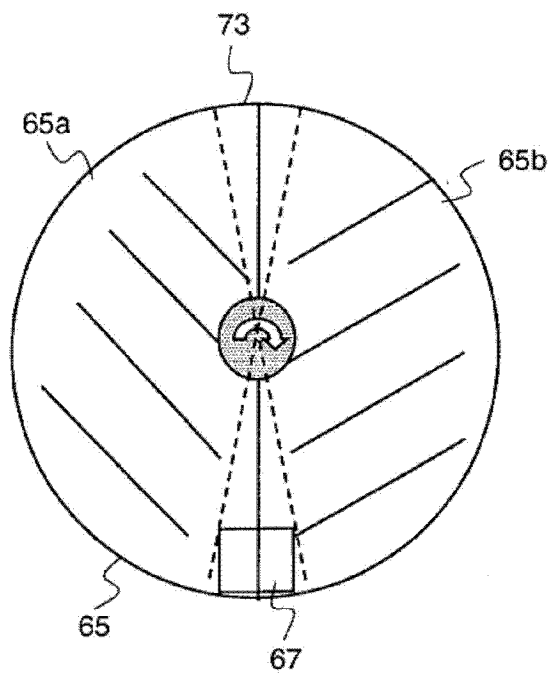


图 19A

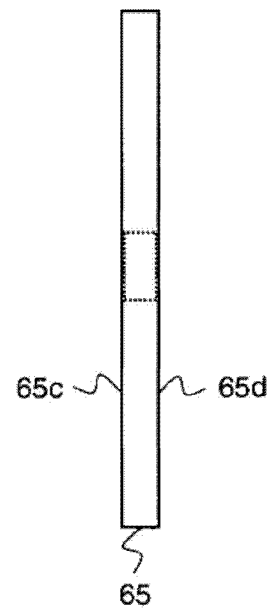


图 19B

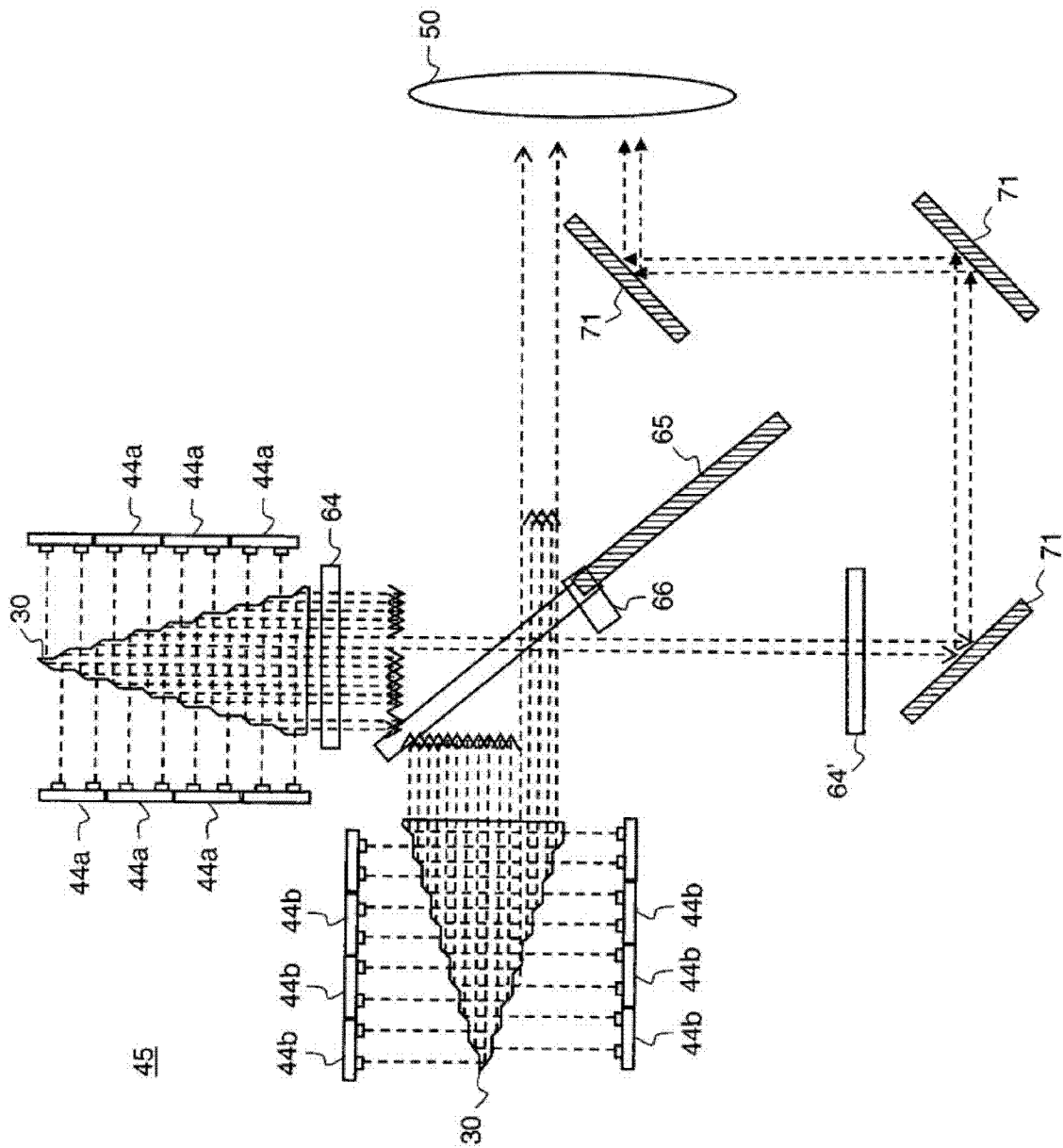


图 20

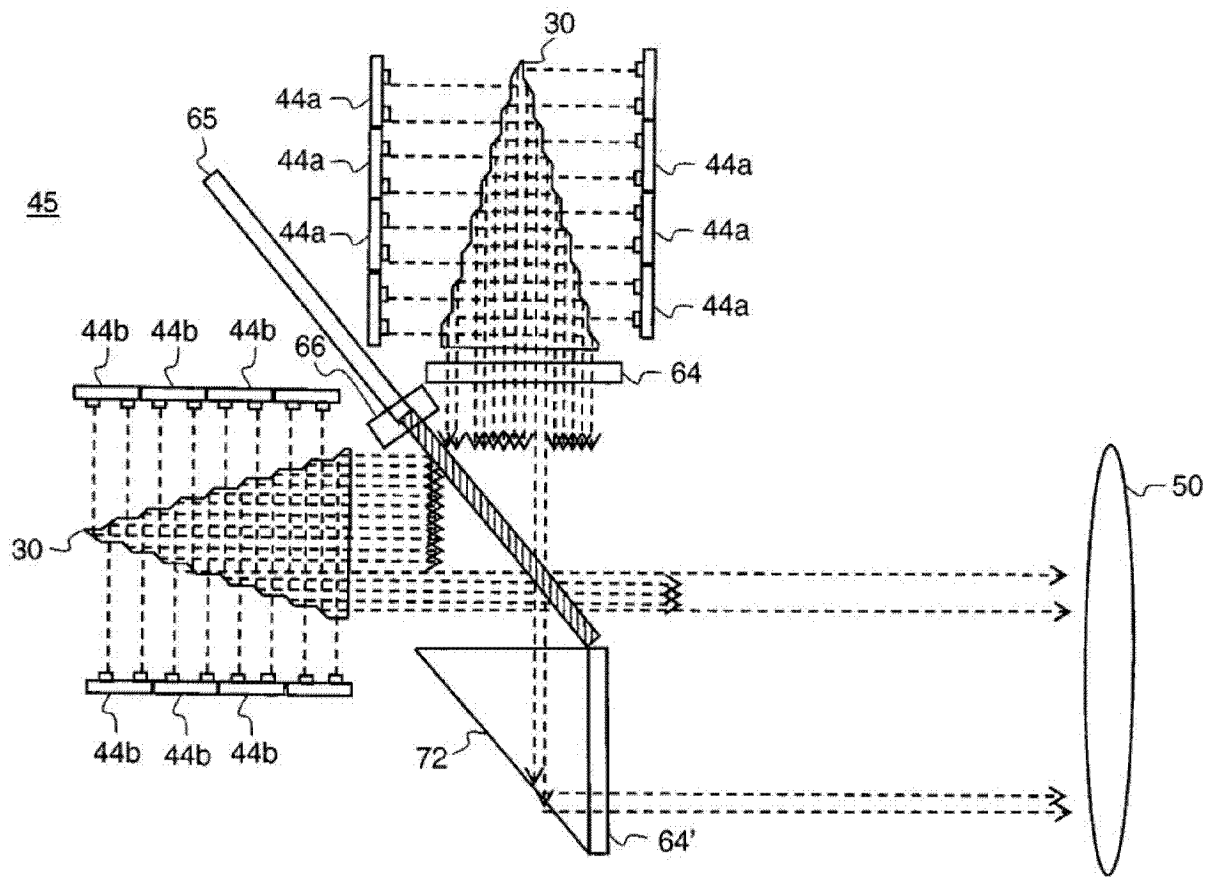


图 21

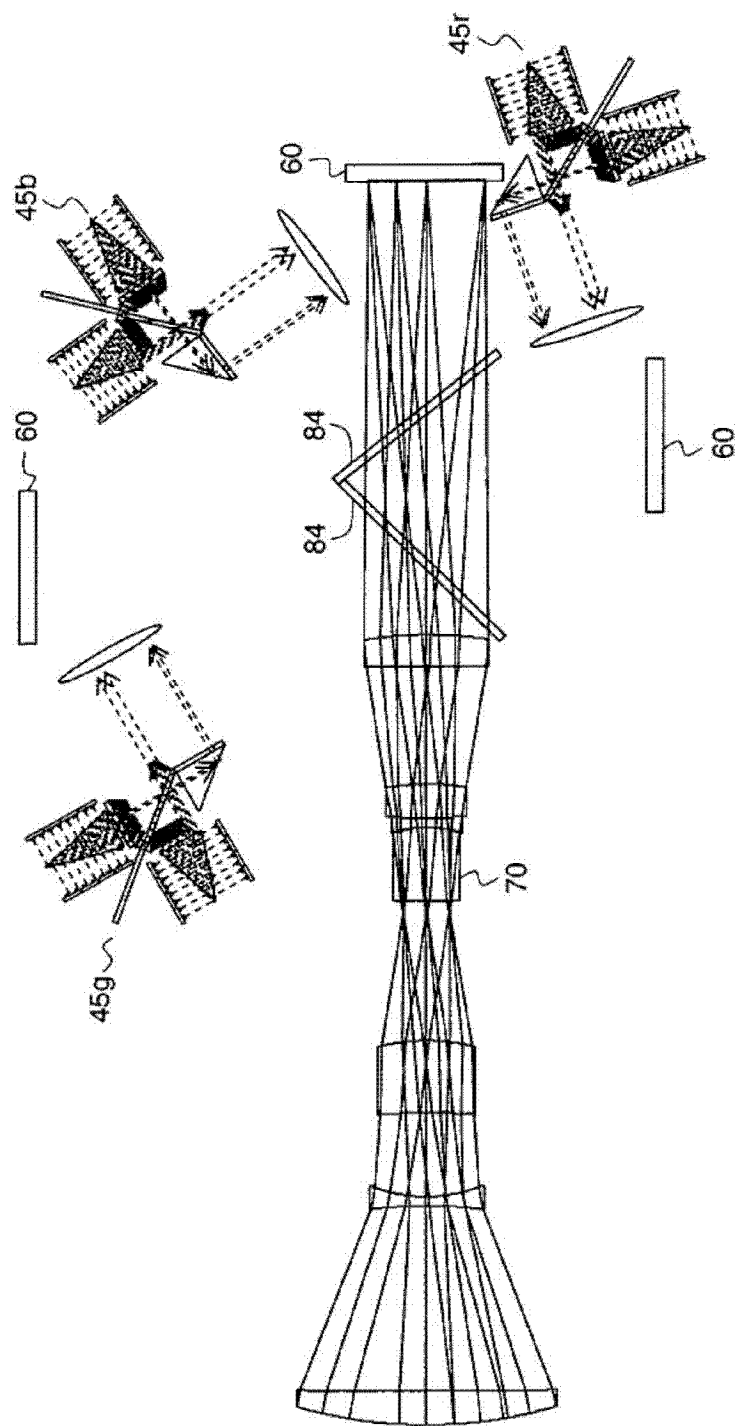


图 22

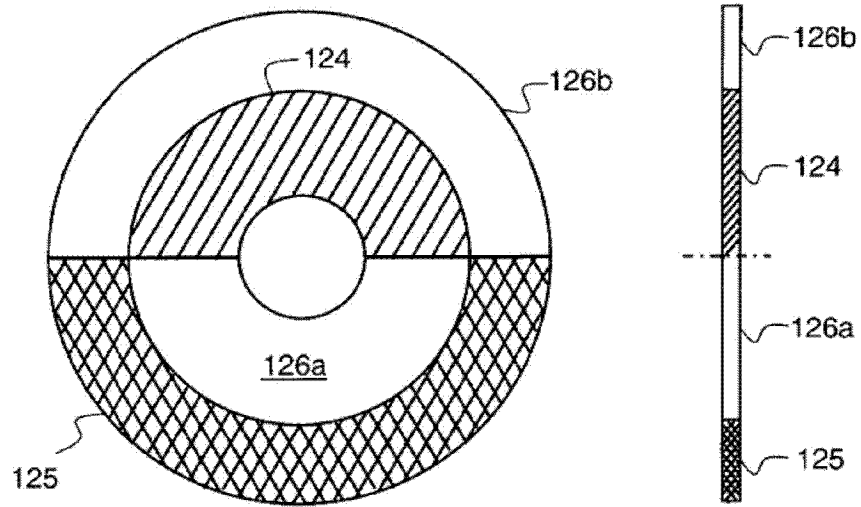
122

图 23

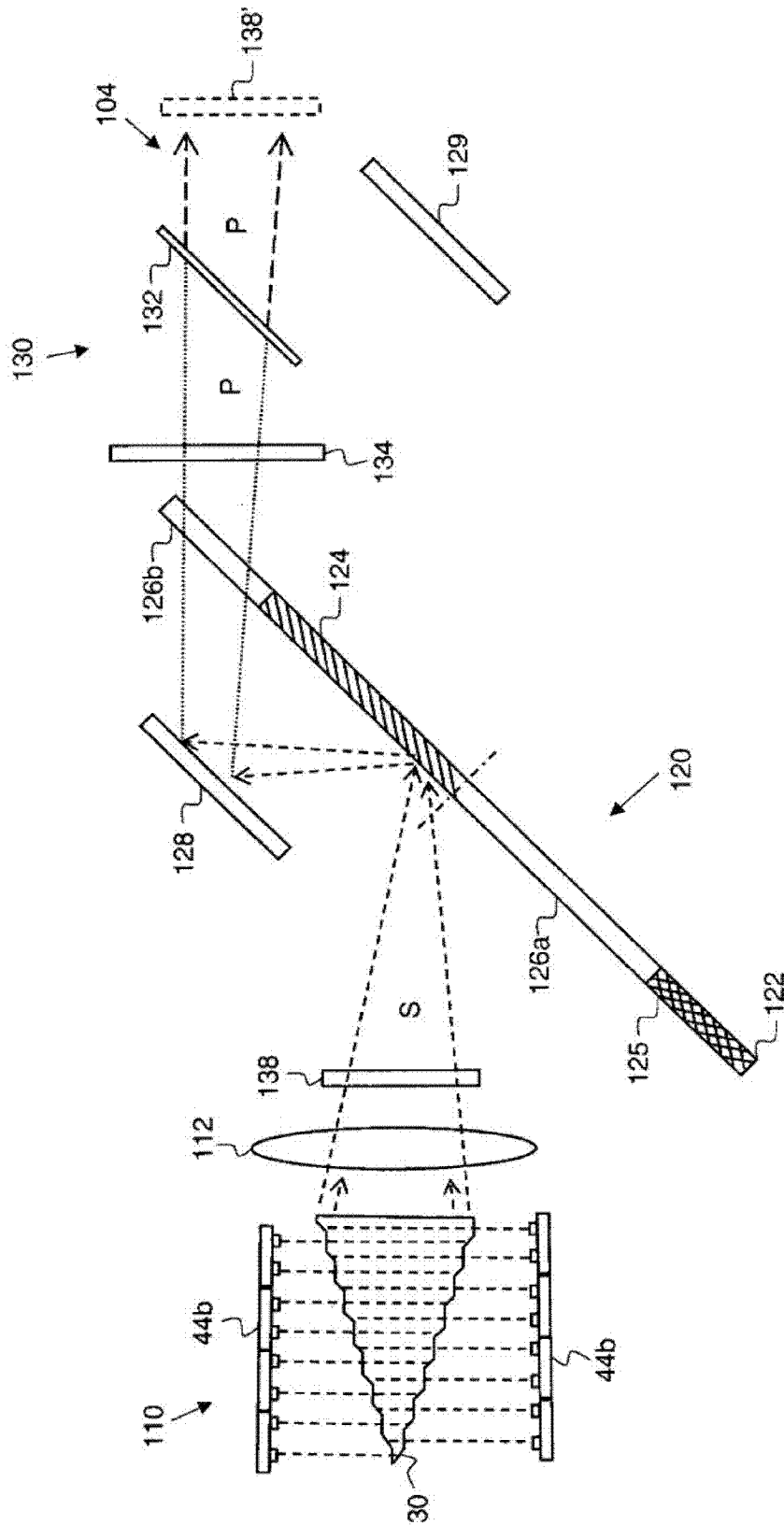


图 24

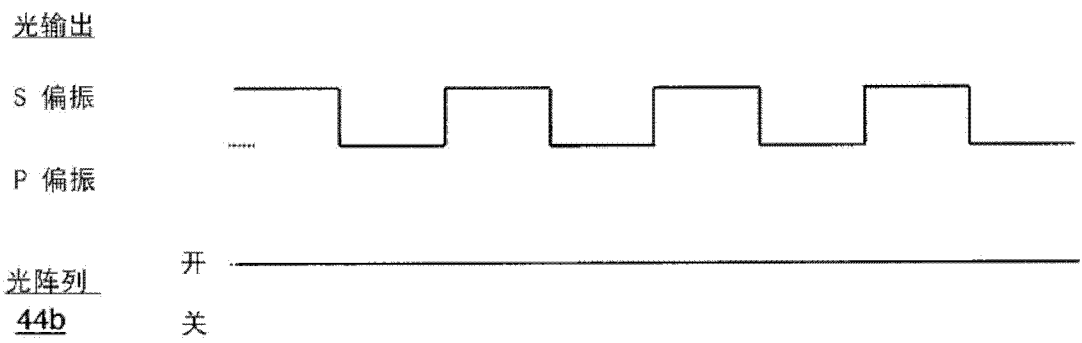


图 26

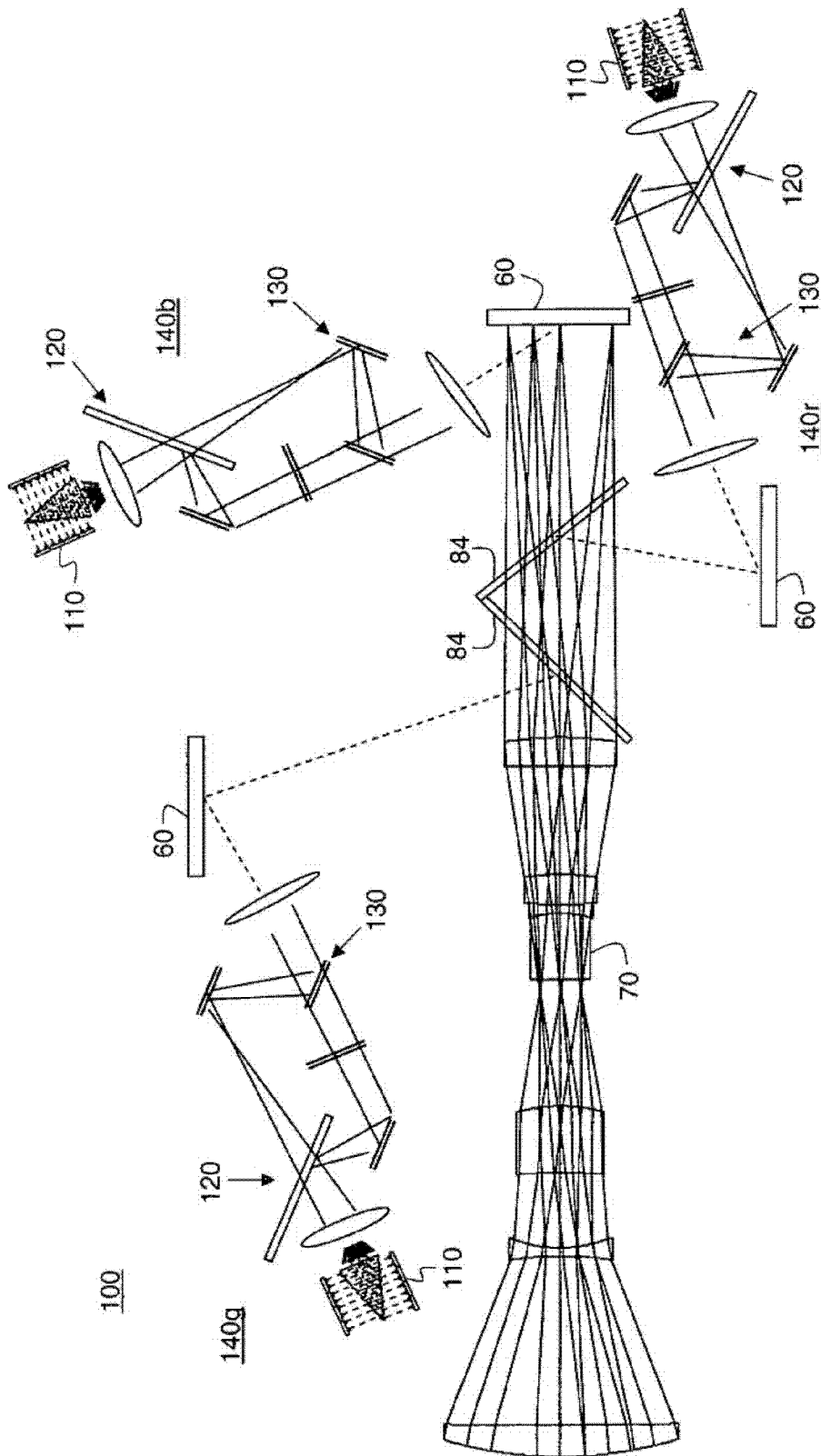


图 27

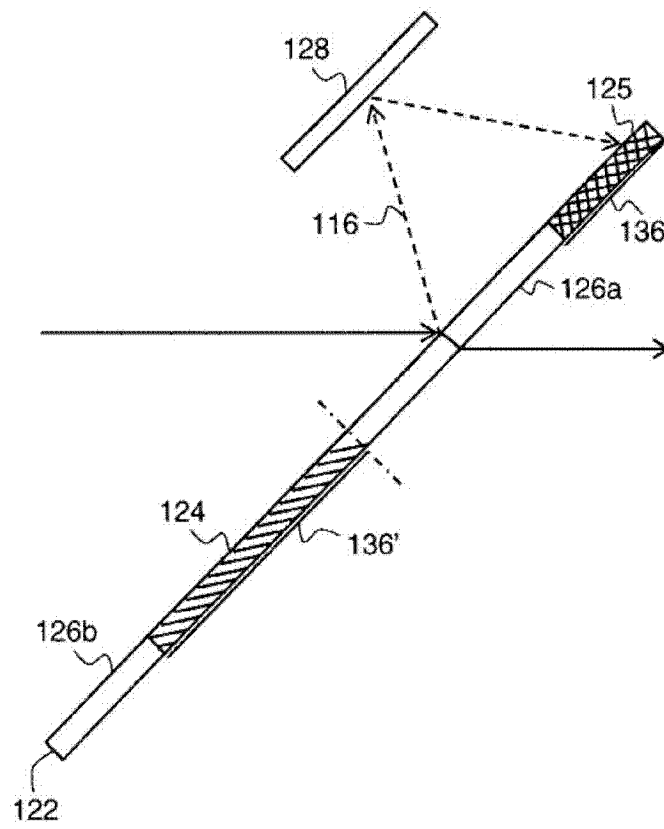


图 28A

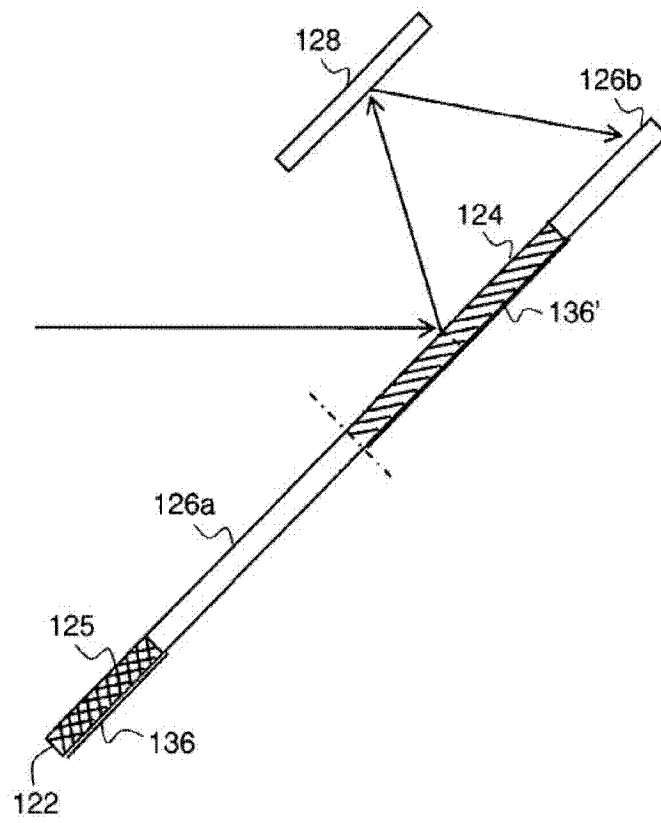


图 28B

