

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 27/18 (2006.01)

G02B 27/10 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410031982.7

[45] 授权公告日 2006 年 7 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1265230C

[22] 申请日 1998.10.13

[21] 申请号 200410031982.7

分案原申请号 98811573.5

[30] 优先权

[32] 1997.10.16 [33] US [31] 08/951, 970

[71] 专利权人 奥罗拉系统公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 布拉德利·A·斯科特

威廉·L·德博恩顿

审查员 潘宁媛

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 黄小临 王志森

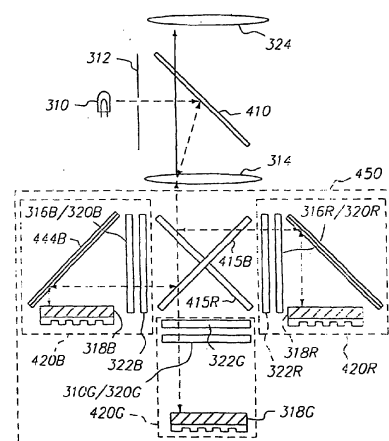
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

离轴投射器的光分离和重组系统

[57] 摘要

颜色分离和重组系统将沿光轴传输的白光束分离成三种不同颜色的光束。该系统独立地调制各颜色光束并重组这些颜色光束以产生彩色图象。该系统还包括交叉的成对分色滤光器以分离白光束和重组被调制的光束。该系统还包括使各光束所通过的玻璃的光学厚度相等的成对色差补偿元件。该相等的光学厚度使导入各光束中的色差相等。在另一个实施例中,使白光束在分离之前偏振。然后使用空间光调制器调制颜色光束的偏振。在空间光调制器与交叉的分色滤光器之间设置检偏器和半波板,以仅通过被调制光的一部分。半波板确保入射到交叉的分色滤光器的被调制光有与由交叉分色滤光器分离的白光的偏振相同的偏振。



1. 一种颜色分离系统，构成该颜色分离系统以将沿光轴传输的白光束分离成分别具有第一、第二和第三颜色的第一、第二和第三成分，该系统包括：

沿光轴设置且具有第一光学厚度的第一分色滤光器，第一分色滤光器沿不与光轴平行的第一通路反射第一成分并且通过第二和第三成分；

沿光轴设置且具有第二光学厚度的第二分色滤光器，第二分色滤光器沿不与光轴平行的第二通路反射第二成分并且通过第一和第三成分；

- 10 设置在第一通路中的第一色差补偿元件，第一色差补偿元件具有与第二光学厚度相等的第三光学厚度；和

设置在第二通路中的第二色差补偿元件，第二色差补偿元件具有与第一光学厚度相等的第四光学厚度。

2. 如权利要求 1 的系统，其中，第一和第二色差补偿元件中的至少一个 15 个是包括透明板的镜，该透明板的厚度为第一光学厚度的一半。

3. 如权利要求 1 的系统，还包括沿第一通路设置的第一光调制器，构成该第一光调制器，使其接收和调制第一成分。

4. 如权利要求 3 的系统，还包括沿第二通路设置的第二光调制器，构成该第二光调制器，使其接收和调制第二成分。

- 20 5. 如权利要求 4 的系统，还包括在第一和第二分色滤光器之后沿光轴设置的第三光调制器，构成该第三光调制器，使其接收和调制第三成分。

6. 如权利要求 5 的系统，其中第一、第二和第三光调制器包括液晶。

7. 如权利要求 5 的系统，其中第一、第二和第三光调制器分别包括：反射第一、第二和第三成分的第一、第二和第三反射表面。

- 25 8. 如权利要求 1 的系统，其中第一和第二分色滤光器相交叉。

9. 如权利要求 1 的系统，还包括设置在光通路中的偏振器和设置在投射通路中的检偏器。

10. 如权利要求 9 的系统，还包括设置在投射通路中且位于检偏器与第一分色滤光器之间的半波板。

离轴投射器的光分离和重组系统

5 本申请是下述专利申请的分案申请:

发明名称: 离轴投射器的光分离和重组系统

申请日: 1998 年 10 月 13 日

申请号: 98811573.5

10 技术领域

本发明一般涉及图象投射器, 特别涉及将光分离成各组成色并重组这些颜色的系统。

背景技术

15 图 1 表示常规投射器 100, 用于投射例如由计算机或电视信号产生的图象。投射器 100 包括照射通路 110、透射型空间光调制器(SLM)120 和投射通路 130。这些元件组合以将图象投射到表面 140 上。在操作中, 通过照射通路 110 中的准直光学部件 116 和偏振器 118, 光源 112 发射照射光束 114(用虚线表示)以照射到 SLM 120 上。

20 用图象信号控制 SLM 120, 该 SLM 120 调制偏振光束中相应于单个象素的光的偏光性(polarity)。然后, 传送被调制的光束到检偏器 132, 使偏振滤光镜取向以仅通过所选偏光性的光。SLM 120 通过调制相应于各象素的光的偏光性建立各象素的强度。SLM 120 通过调制代表一个象素的光的偏光性, 使得检偏器 132 通过该光从而提供该发光(bright)象素: SLM 120 通
25 过调制代表一个象素的光的偏光性, 使得检偏器 132 阻断该光从而提供该暗的象素(dark pixel)。偏光性调制的中间程度提供亮度的中间等级。然后, 经过分析的光束通过投射光学部件 134 到达表面 140。投射器 100 将利用 SLM 120 指定的图象投射到表面 140(例如壁)上。

30 因在 SLM 120 各象素元件处有所需驱动电子部件(未示出), 因而投射器 100 有相当大的光损失。利用其中驱动电子部件在光阀的一侧接地的反射型 SLM 来克服该缺点。在图 2 中示出常规的反射型 SLM 投射器 200。

图2的投射器200包括照射通路210、反射型SLM220和投射通路230。光源212通过准直光学部件216发射照射光束214(用虚线表示)到达偏振光束分光器218。光束分光器218使照射光束214偏振并使该偏振的光束反射到SLM220上。然后,SLM220调制偏振光束并向后通过光束分光器218
5 反射该光束,光束分光器218利用使照射光束214初始偏振的相同界面分析反射光束。经过分析的光束通过投射光学部件234到达表面240。于是投射器200将利用SLM220指定的图象投射到表面240(例如壁)上。

使用既作为偏振器又作为检偏器的光束分光器218,不允许偏振器和检偏器的最佳放置,而需要一种折衷。此外,相对较厚并要求既用作偏振器
10 又用作光束分光器的光束分光器218导致较昂贵的元件。

鉴于现有技术中的前述不足,因而需要可降低光损失、图象畸变并可使用价格便宜的薄膜偏振器作为偏振元件的颜色分离和重组系统。

发明内容

15 本发明涉及可降低光损失和图象畸变的颜色分离和重组系统。按照本发明实施例的颜色分离和重组系统包括将白光束分离成蓝、绿和红色光束的成对分色滤光器。该系统还包括使各光束所通过的玻璃的光学厚度相等的成对色差补偿元件(例如,预定厚度的后表面镜)。由于光学厚度相等,因而各光束中存在的色差大致相等。这有利于减少图象畸变和允许光束重组
20 然后按组进行校正。与单独校正各光束色差的情况相比,共同校正较容易并且便宜。

本发明的一个实施例包括在将白光分离成各颜色光束之前使其偏振成为P型偏光性的偏振器。然后使用能够选择地改变不同颜色光束的偏振的反射型SLM调制各颜色光束。然后反射各被调制光束到仅通过S型偏振光的各检偏器。在这种情况下,检偏器是偏振器,但本领域的技术人员懂得:
25 术语检偏器包括任何能够检测由SLM进行的光束调制的装置。分别配置在各S-透射型偏振器与交叉的分色滤光器之间的三个半波板确保入射到交叉的分色滤光器上的被调制光束有与用交叉的分色滤光器分离的被偏振白光相同的偏光性。

30 根据本发明,提供了一种颜色分离系统,构成该颜色分离系统以将沿光轴传输的白光束分离成分别具有第一、第二和第三颜色的第一、第二和

- 第三成分，该系统包括：沿光轴设置且具有第一光学厚度的第一分色滤光器，第一分色滤光器适于沿不与光轴平行的第一通路反射第一成分并且通过第二和第三成分；沿光轴设置且具有第二光学厚度的第二分色滤光器，第二分色滤光器适于沿不与光轴平行的第二通路反射第二成分并且通过第一和第三成分；设置在第一通路中的第一色差补偿元件，第一色差补偿元件具有与第二光学厚度相等的第三光学厚度；和设置在第二通路中的第二色差补偿元件，第二色差补偿元件具有与第一光学厚度相等的第四光学厚度。

10 附图说明

参照下列说明、权利要求书和附图，将更好地理解本发明的这些和其它特征、方案和优点，其中：

图 1 表示包括照射通路 110、透射型空间光调制器 120 和投射通路 130 的常规投射器 100。

- 15 图 2 表示常规的反射型 SLM 投射器 200。

图 3 表示按照本发明的离轴投射器 300。

图 4 是图 3 的离轴投射器 300 的俯视图。

具体实施方式

- 20 图 3 表示按照本发明实施例的离轴投射器 300。投射器 300 包括沿照射通路(虚线)通过孔 312 照射白光的灯 310、聚光透镜 314 和偏振器 316。设置该偏振器 316，使照射通路中的 P 偏振光照射在反射型 SLM 318 上。

- SLM 318 从照射通路沿投射通路(实线)反射光。投射通路包括检偏器 320、半波板 322 和投射光学部件 334。投射通路终接于所选的表面 340，
25 例如壁或观看屏幕，在该表面 340 上呈现通常由 SLM 318 选择的图象。

- 响应于图象信号，SLM 318 选择地改变来自偏振器 316 的 P 偏振光的偏振。在一个实施例中，SLM 318 是由 sVision, Inc., of Santa Clara, CA, as part no. 0400005 制造的 uLCD(微型液晶显示器)。当按“正常黑”模式操作时，SLM 318 反射 P 偏振光而不改变偏振以表示暗的象素，但将偏振从 P 偏振
30 旋转为 S 偏振以表示发亮的象素。使用不同旋转度来表示中间色调；反射光的 S 偏振分量越大，象素就越亮。

为了说明的目的，考查在所述正常黑模式例中的“暗”像素。SLM 318不旋转(延迟)与该像素有关的P偏振光束部分的偏振。结果，沿投射通路从该像素反射的光还是P偏振的光。该反射光由被取向成为仅通过S偏振光的检偏器320阻断。这样，当很少或没有入射光束的延迟时，投射器300
5 成象暗色像素。

通过对SLM 318发出信号使P偏振的入射光的偏振旋转，SLM 318沿投射通路反射S偏振光，由此投射器300投射发亮的像素。该S偏振光通过检偏器320照射在表面340上。在包括半波板322的实施例中，用该半波板使S偏振光旋转成为P偏振光。下面结合图4说明半波板322的目的。

10 灯310为例如从ILC of Sunnyvale, California购买的CermatTM 500瓦氙灯。孔312是具有与SLM 318的纵横比匹配的纵横比的常规输入孔。在一个实施例中，SLM 318和孔312的纵横比分别为4比3。

聚光透镜314是适于将光从孔312通过偏振器316传递到SLM 318表面的常规透镜或透镜系统。选择聚光透镜314的放大率等级，以便使孔312
15 放大到约为与SLM 318相同的尺寸。在一个实施例中，选择聚光透镜314的放大率，以便使孔312放大到稍大于SLM 318表面的区域以允许不严格的公差。聚光透镜314的光学规格取决于其特定的应用；本领域的技术人员容易获得特定应用的设计规格。

来自聚光透镜314的光在照射到SLM 318之前通过偏振器316。在一个
20 实施例中，偏振器316和检偏器320是由从Polaroid Corporation购置的HN42HE偏振材料构成的。半波板322的一个可接受的实例是从Meadowlark Optics of Longmont, Colorado购置的。当然，还可使用其它偏振器、检偏器和半波板，对于本领域的技术人员来说这是显然的，术语“检偏器”应该按其最宽的意义理解为包括任何能够检测或过滤由SLM进行的光束调制的
25 装置。

如图3所示，检偏器320和偏振器316彼此平行并且与SLM 318的表面平行。照射通路和投射通路相对于垂直于SLM 318表面的虚线形成夹角。在一个实施例中，照射路径和投射路径的光轴构成具有法线的平面(即，在图3的页面中)。由表面法线与任一光轴形成的夹角为12度。这样，在照射
30 光束与投射光束之间的总夹角为24度。这示于图3中，图3中示出照射通路和投射通路以大致相等的角度照射在SLM 318上和从SLM 318反射，该

照射通路和投射通路连同垂直于 SLM 318 表面的虚线位于与页面相同的平面。选择 12 度的角以允许供半波板 322 的足够空间和使照射光束与投射光束分开, 以便可分别偏振和分析这两个部分。

图 4 是图 3 的离轴投射器 300 的俯视图。可是, 图 3 表示单个 SLM 318, 而图 4 表示作为 SLM 318B、318G 和 318R 的组的 SLM 318。为了本申请的目的, 用字母 B、G 和 R 结尾的数字标号代表各基色蓝色、绿色和红色。应该指出, 蓝色、绿色和红色是示例性的, 还可组合其它颜色形成图象, 这是本领域的技术人员容易理解的。

对于各颜色光束来说, 投射器 300 的后焦距(即, 在投射透镜 324 与各 SLM 之间的距离)是一样的。交叉的分色滤光器 415R 和 415B 的物理尺寸以及为了分开偏振和延迟而分离照射光束和投射光束的需要, 要求投射器 300 的后焦距相对于投射透镜 324 的有效焦距来说较大。

灯 310 和孔 312 正如结合图 3 所作的描述。设置镜 410, 以允许灯 310 和孔 312 偏移照射通路。为常规冷光镜的镜 410 反射可见光和使红外(IR)线和紫外(UV)线通过, 从而将 IR 光和 UV 光导出该系统。这有利于减少入射到其余光学元件上的热量。例如可从 Melles Griot of Irvine, California 购得其零件号为 PN 03 MCS 007 的这种冷光镜。

来自镜 410 的可见光通过聚光透镜 314, 然后由交叉的分色滤光器 415B 和 415R 分成蓝色、绿色和红色成分或光束。本领域的技术人员将理解, 颜色成分不必是单色的, 各颜色光束包含各种波长的光。分色滤光器 415B 和 415R 分别反射蓝光和红光, 并允许其余颜色的光通过。这样, 来自镜 410 的可见光蓝色成分通过分色滤光器 415R 并被分色滤光器 415B 反射到蓝色通道光学部件 420B 上。同样地, 来自镜 410 的可见光红色成分通过分色滤光器 415B 并被分色滤光器 415R 反射到红色通道光学部件 420R 中。来自镜 410 的可见光的其余(绿色)成分通过分色滤光器 415R 和 415B 进入绿色通道光学部件 420G 中。

除将照射光束分成蓝色、绿色和红色光束之外, 分色滤光器 415B 和 415R 还在蓝色、绿色和红色光束在各自的蓝色通道光学部件 420B、绿色通道光学部件 420G 和红色通道光学部件 420R 中被分别调制之后组合它们。(下面将详细讨论本发明的该方面。)这样, 三个光束的分色滤光器和光学部件的组合被总称为分离和重组系统 450。在另外的实施例中, 仅仅为了分离

或仅仅为了重组而使用相同的结构。

在一个实施例中，分色滤光器 415B 反射波长为 400 至 500 nm 的光，分色滤光器 415R 反射波长为 600 至 690 nm 的光。绿色成分是在滤光器 415B 和 415R 的带宽之间的为 500 至 600nm 的带宽。分色滤光器 415B 和 415R 的厚度为 3 mm 并且是 BK7 玻璃。当然，如本领域的技术人员众所周知的，也可采用其它厚度和其它材料(例如石英玻璃)。一个实施例使用由 OCA Applied Optics of Garden Grove, California 生产的滤光器，也可使用由商标为 Microplasma 的 OCA Applied Optics 制备的涂层。

由蓝色通道光学部件 420B 接收的蓝色光束在半波板 322B 之下通过(见图 3)并通过偏振器 316B。如图 3 所示，因偏振器 316B 在检偏器 320B 的正上方，所以偏振器 316B 和检偏器 320B 在图 4 中被表示为单个元件 316B/320B。一旦通过偏振器 316B，P 偏振的蓝色光从可折叠的后表面镜 444B 反射到 SLM 318B 上。

镜 444B 包括其厚度为 1.5 mm 的玻璃衬底，该衬底具有涂敷例如铝之类的反射材料的后表面。相对于来自分色滤光器 415B 的入射的蓝色光束成 45 度角地布置镜 444B。

在图 4 的实施例中，选择镜 444B 的厚度为分色滤光器 415B 厚度的一半。这有利于引起色差，例如象散和彗形象差，该色差与由分色滤光器 415B 引起的通过分色滤光器 415R 和 415B 的绿色光束中的色差大致一致。镜 444B 的厚度为分色滤光器 415B 厚度的一半，因从镜 444B 后表面反射的光 2 次穿过镜 444B 的厚度。因而，就离开镜 444B 的反射光而言，通过的玻璃总量与通过分色滤光器 415B 的光的玻璃总量相同。结果，蓝色光束通过的玻璃的总厚度与绿色光束通过的玻璃总厚度相等。由于在重组绿色和蓝色光束之后允许对引入绿色和蓝色光束中的色差进行校正，因而这种等价是重要的。在没有镜 444B 的校正效果的情况下，绿色和蓝色光束中的每一个都需要单独校正，这是难以实现的。

在分色滤光器 415B 为 3 mm 的 BK7 玻璃的本实施例中，镜 444B 是 1.5 mm 的 BK7 玻璃。并且，还可以按不同的角度设置分色滤光器 415B 和镜 444B。例如，以较小角度(即，相对于镜 444B 的表面法线的入射角小于 45 度)布置镜 444B 可减小偏振效果。可是，所述 45 度的角度有利于减小某些类型的失真和简化包装。最好使镜 444B 相对于感兴趣带宽中的蓝色光的高

反射率来说最佳。

使用不是折叠镜的元件也可使色差匹配。例如，其厚度与分色滤光器 415B 的厚度相同的单个玻璃元件可垂直于蓝色光束通路地设置在分色滤光器 415B 与 SLM 316B 之间。然后可移开镜 444B 或代之以以前表面反射镜。

5 提供类似色差补偿的镜 444B 和其它元件被统称为色差补偿元件。

可以根据要求改变镜 444B 和分色滤光器 415B 的厚度和在它们两者之间的厚度之比，以使导入这些颜色光束的色差相等。如果用于镜 444B 的玻璃类型与用于分色滤光器的玻璃类型不同，或者如果按不同角度设置所选色差补偿元件，那么这都是必需的。镜 444B 或其它色差补偿元件的适当厚度
10 度和角度取决于由该元件引起的色差。重要的是导入各颜色通道中的色差应该相等。术语“光学厚度”欲覆盖导致所选色差的沿光学通路的特定厚度。这样，使两个元件的光学厚度匹配包括选择适当的角度和材料以便使由元件引起的色差相等。

各 SLM 318B、318G 和 318R 在物镜(未示出)之前，该物镜通常使颜色
15 光束的光轴改变方向以便光束通过投射透镜 324 的入射光孔。SLM 318B、318G 和 318R 独立地调制照射光束的蓝色、绿色和红色光束，产生预定的投射图象。然后按与分离它们的方式非常一致的方式重组从 SLM 反射的被调制的光束。例如，镜 444B 将来自 SLM 318B 的被调制的蓝光反射到检偏器 320B。如参照图 3 所述的那样，检偏器 320B 阻断 P 偏振光并将 S 偏振
20 光传到半波板 322B。

在一个实施例中，SLM 318B、318G 和 318R 是单色的反射式 LCD(液晶显示器)。正如本领域的技术人员所知，也可以使用其它 SLM，包括校正板、反射、透射、和 DLP。SLM 投射器 300 将与调制光而不影响偏振的 SLM 不同地构成。可是，这样的投射器仍有本文所述投射器的许多方案的
25 优点。

在被调制的蓝光照射到分色滤光器 415B 上之前，半波板 322B 将被调制的蓝光的偏振从 S 偏振改变为 P 偏振。这是重要的，因为对于 P 偏振光和 S 偏振光来说，分色滤光器 415B 的带宽稍有不同。此外，照射光束和反射光束以相同的入射角照射滤光器 415B 也是重要的。在图 4 的实施例中，
30 例如，照射光束和反射的蓝色光束以相同的角度在相反的方向上分别照射滤光器 415B。最好使半波板 322B 对蓝色光束进行颜色校正。(半波板 322G

和 322R 分别对感兴趣的颜色进行类似的颜色校正。)倘若两个照射光束有相同的偏振和相同的入射角,那么返回的光束确保按与分离它们的波长相同的波长重组光束。

5 红色通道光学部件 420R 按与结合蓝色通道光学部件 420B 的上述说明那样工作。因此为了简便起见省略对红色通道光学部件 420R 的说明。绿色通道光学部件 420G 与蓝色通道光学部件 420B 和红色通道光学部件 420R 类似,只是不包括镜。那样,绿色光束通过与蓝色和红色光束相同的玻璃量,并因此包括相同程度的色差。

10 如图 4 中所示,交叉的分色滤光器 415R 和 415B 组合被调制的蓝色光束、绿色光束和红色光束。组合的光束传过镜 410(见图 3)和通过投射光学部件 334。可以按照常规设计投射光学部件 334,以便校正所有三个(红、绿和蓝)光束中的类似色差。

15 滤光器 415R 和 415B 设置在投射器 300 的入口光孔附近,以便由接合点(juncture)产生的轻微阴影在投射的图象中不明显。即,由接合点产生的朦胧(obscuration)均匀地分布于图象中。本领域的技术人员可以将入射光孔适当地放置于投射器 300 中。入射到投射器 300 的各种元件上的强度光产生大量的热。因而 SLM、偏振器和检偏器配置有热沉,典型地附着于这些器件的安装架上。还可提供风扇,空气可在投射器 300 中自由地移动从而散热。

20 尽管已结合特定的实施例说明了本发明,但本领域的普通技术人员显然可改变这些实施例。例如分色滤光器 415R 和 415B 不必以 X 结构取向,而代之以被分开。并且,镜 444B 和 444R 的玻璃可以是契形以提供更好的色差校正。因此,所述权利要求的实质和范围并不限于前述说明。

图 1

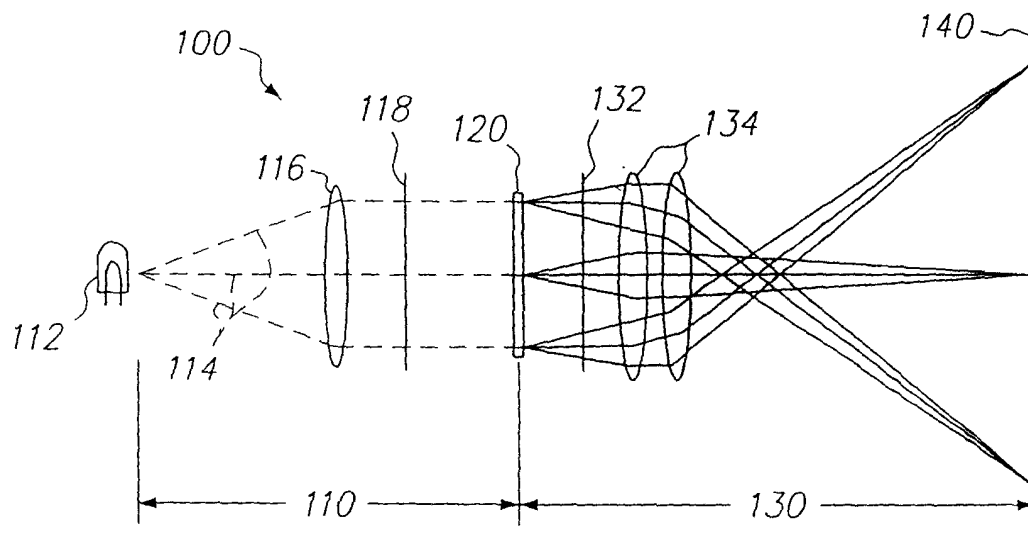


图 2

