

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 27/18

G02B 27/10

G02F 1/01

G02B 3/08

G02B 3/02



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410083216.5

[11] 公开号 CN 1624525A

[43] 公开日 2005年6月8日

[22] 申请日 2004.9.29

[21] 申请号 200410083216.5

[30] 优先权

[32] 2003.9.30 [33] DE [31] 10345433.0

[71] 申请人 卡尔蔡司耶拿有限公司

地址 德国耶拿

[72] 发明人 阿恩·特勒尔奇

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 谢丽娜 顾红霞

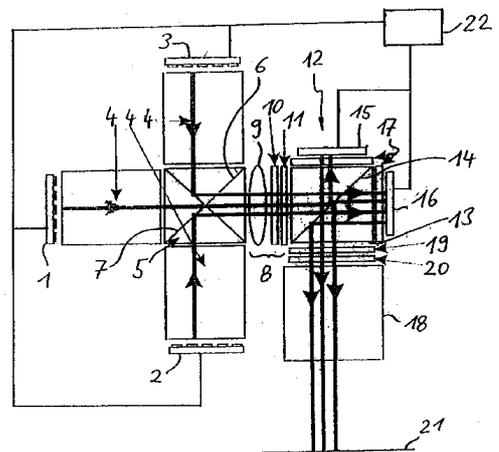
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

[54] 发明名称 投影装置

[57] 摘要

本发明提供一种投影装置，包括：发射不同波长光的第一、第二和第三光源(1、2、3)，其中通过叠加混合来自所述三个光源(1、2、3)光的颜色，在白点的最大光通量被第一光源(1)的最大光通量限定；将来自光源(1、2、3)的光耦合进照明通道(8)的颜色单元(5、33)；直接跟随在照明通道(8)之后、并且调制来自光源(1、2、3)的光的光调制器装置(12)；和把调制光投影到投影面(21)上的投影光学系统(18)。其中光调制器装置(12)包括第一和第二光调制器(15、16)和设置在所述光调制器(15、16)之前的分色单元(13)，所述分色单元(13)有来自照明通道(8)的光照射在其上，并且引导来自第一光源(1)的光到第一光调制器(15)上，引导来自第二和第三光源(2、3)的光到第二光调制器(16)上，其中设置有将来自光调制器(15、16)的光引导至投影光学系统(18)的颜色组合单元(13)和控制单

元(22)，控制单元(22)使第二光调制器(16)被来自第二和第三光源(2、3)的光按时间顺序地照明，并且通过光源(1、2、3)的亮度和/或者接通时间实现白平衡调节。



1. 一种投影装置包括：发射不同波长光的第一、第二和第三光源（1、2、3），其中通过叠加混合来自所述三个光源（1、2、3）的光的颜色，在白点的最大光通量被第一光源（1）的最大光通量限定；将来
5 自光源（1、2、3）的光耦合进照明通道（8）的颜色单元（5、33）；直接跟随在照明通道（8）之后、并调制来自光源（1、2、3）的光的光调制器装置（12）；以及将调制光投影到投影面（21）上的投影光学系统（18），其特征在于光调制器装置（12）包括第一和第二光调制器
10 （15、16）以及设置在所述光调制器（15、16）之前的分色单元（13），所述分色单元（13）有来自照明通道（8）的光照射在其上，并且引导来自第一光源（1）的光到第一光调制器（15）上，引导来自第二和第三光源（2、3）的到第二光调制器（16）上，其中设置有将把来自光调制器（15、16）的光引导至投影光学系统（18）的颜色组合单元（13）
15 和控制单元（22），控制单元（22）使第二光调制器（16）被来自第二和第三光源（2、3）的光按时间顺序地照明，并且经过光源（1、2、3）的亮度和/或者接通时间实现白平衡调节。

2. 如权利要求1所述的投影装置，其特征在于该控制装置（22）
20 控制将来自光源（1、2、3）的光施加到光调制器（15、16），使得在给定的色温，在白点获得由第一光源（1）的光通量限定的光通量。

3. 如上述任何一项权利要求所述的投影装置，其特征在于光源（1、2、3）每个都设置为发光二极管光源，优选发射红、绿和蓝光。
25

4. 如上述任何一项权利要求所述的投影装置，其特征在于每个光调制器都设置为反射光调制器（15、16），并且分色单元和颜色组合单元是同一个单元（13）。
30

5. 如上述任何一条权利要求所述的投影装置，其特征在于颜色单

元（5）将光耦合进照明通道（8），而与来自光源（1、2、3）的光的偏振的无关，并且第一偏振单元（10、11）设置在照明通道（8）中，该偏振单元对来自第一光源（1）的光施加与来自第二第三光源（2、3）的光不同的偏振条件，其中，分色单元（13）作为光的偏振条件的函数实现分色。

6. 如权利要求 1 至 4 任何一项所述的投影装置，其特征在于颜色单元（33）是偏振敏感的，并且颜色单元（33）的来自第一光源（1）的光被施加以与来自第二和第三光源（2、3）的光不同的偏振条件，并且其中分色单元（13）作为光的偏振条件的函数实现分色。

7. 如权利要求 5 或者 6 所述的投影装置，其特征在于光调制器设置为偏振敏感的光调制器。

8. 如上述任何一项权利要求所述的投影装置，其特征在于把来自光调制器（15、16）的调制光带入相同偏振条件的第二偏振单元（19、20）被设置在颜色组合单元（13）和投影光学系统（18）之间。

9. 如上述任何一项权利要求所述的投影装置，其特征在于第一透镜阵列（242）设置在至少光源（1、2、3）之一和颜色单元（5、33）之间，并且具有正折射能力的调焦光学系统（9）设置在颜色单元（5、33）和光调制器（15、16）之间，其中第一透镜阵列（242）和聚焦光学系统（9）形成蜂窝结构的聚光器系统。

10. 如权利要求 9 所述的投影装置，其特征在于，一方面从调焦光学系统（9）到第一透镜阵列（242）的光程，另一方面到光调制器（15、16）的光程，分别对应调焦光学系统（9）的焦距（F）。

11. 如权利要求 9 或 10 所述的投影装置，其特征在于该蜂窝结构的聚光器系统包括位于第一透镜阵列（242）和相应光源（1、3）之间

的第二透镜阵列（241）。

12. 如权利要求 11 所述的投影装置，其特征在于该第二透镜阵列（241）的透镜的焦点位于第一透镜阵列（242）的平面内。

5

13. 如权利要求 11 或 12 所述的投影装置，其特征在于两个透镜阵列（241、242）被设置为第一串联透镜阵列。

14. 如权利要求 13 所述的投影装置，其特征在于第二串联透镜阵列（23）设置在第一串联透镜阵列（24）和光源（1、2、3）之间。

10

15. 如权利要求 9 至 14 任何一项所述的投影装置，其特征在于至少一个透镜阵列（231、232、241、242）被设置为圆柱体透镜阵列。

16. 如权利要求 9 至 15 任何一项所述的投影装置，其特征在于该调焦光学系统（9）设置为菲涅耳透镜。

15

17. 如权利要求 9 至 16 任何一项所述的投影装置，其特征在于该调焦光学系统（9）设置为非球面透镜。

20

18. 如权利要求 9 至 16 任何一项所述的投影装置，其特征在于该颜色单元包括第一和第二组合单元（43、44），第一组合单元（43）引导来自第二和第三光源（2、3）的光进入从第一组合单元（43）延伸到第二组合单元（44）的部分光路，其中第一微透镜阵列（24）之一设置为第二和第三光源（2、3）的共用微透镜阵列，并且第二组合单元（44）引导来自部分光路的光和来自第一光源（1）的光进入照明通道（8）。

25

19. 如上述任何一项权利要求所述的投影装置，其特征在于该颜色单元（13、43、44）包括偏振光束分束器。

30

投影装置

5 本发明涉及一种投影装置，包括发射不同波长光的第一光源、第二光源和第三光源，其中，通过将来自所述三个光源的光的颜色叠加混合，在白点的最大光通量被第一光源的最大光通量所限定；将来自光源的光耦合进照明通道的颜色单元；紧随照明通道之后并调制来自光源的光的光调制器装置；以及将调制光投影到投影面上的投影光学系统。

10 为了获得投影光的最大照度，在许多情况下，光调制器装置包括三个光调制器，它们与三个光源相关，以便能够用每个光调制器产生每个要被投影的图像的一个部分颜色图像。然而，这与相当大的光学复杂性相联系，使投影装置沉重并且昂贵。

15 考虑到这个问题，本发明的目的是改进上述投影装置，以便以简化的复杂性来获得投影图像的最大光通量。

20 依照本发明，通过上述类型的投影装置达到这个目的，其中，光调制器装置包括第一光调制器和第二光调制器（具体说只有第一和第二光调制器）以及设置在光调制器前面的分色单元，来自照明通道的光照射在分色单元上，并且分色单元将来自第一光源的光引导到第一光调制器上，将来自第二和第三光源的光引导到第二光调制器上，其中将来自光调制器的已调制光引导到投影光学系统的颜色组合单元和控制单元一起设置，该控制单元使第二光调制器被来自第二和第三光源的光及时按时间顺序地照明，并且通过光源的亮度和/或者接通状态时间实现白平衡调节。

30 关于这一点，依照本发明的投影装置利用发光二极管光源的实际

情况，特别是，实际可获得的光通量与为了达到白平衡调节所需要的光通量相当不同。这样，例如，发射 5.0lm (lm=流明) 光通量蓝光 (波长 455nm) 的发光二极管，发射 25lm 光通量绿光 (波长 530nm) 的发光二极管，和发射 44lm 光通量红光 (波长 627nm) 的发光二极管，是可获得的。然而，对于蓝色，绿色和红色 (与绿色相比)，用于白平衡调节的色温在 6000K 的光通量分别只有 2.5lm, 25lm 和 9.8lm。由于可获得的蓝色和红色光通量明显过大，因此，如果第二光调制器被蓝光 (50%的时间) 和红光 (22%的时间) 按时间顺序照明并且在 28%的时间不被照明，如果第一光调制器被绿光不断照明，就足够了。在这种情况下，造成了 37.3lm 的光通量 (2.5lm+25lm+9.8lm)。这个光通量和包括三个光调制器的投影装置的光通量的大小相同，其中每个光调制器分别被红色，绿色和蓝色照射，因为限定的光通量是绿光发光二极管的光通量。因此，即使在包括三个光调制器的投影装置中，也能够用上述发光二极管来获得色温在 6500K 的用于白平衡调节只有 37.3lm 的最大光通量。这样，在当前描述的例子中，依照本发明的投影装置甚至达到了和包括三个光调制器的投影装置一样的效率，并且与其相比光学上简单得多。

控制装置优选地控制从光源到光调制器的光的运用，使得，在给定的色温，被第一光源的光通量限定的光通量在白点被获得。这允许象上述数值的例子一样的光源的最佳使用。

发光二极管光源的使用在白光光源中的其它普通反射器的范围内也是有利的，可以避免所需要的分色。此外，发光二极管具有非常长的寿命。最后，在依照本发明的投影装置中，发光二极管也优选地只有当需要它们的光时才被接通。这进一步增加了发光二极管的寿命并且减少了它们产生的热量。

特别是，依照本发明的投影装置中的光调制器可以提供为反射光调制器并且分色单元和颜色组合单元可以是同一个单元。这样，又增

加了投影装置的紧凑性。

在依照本发明的投影装置的优选实施例中，颜色单元把光耦合进照明通道，而与来自光源的光的偏振的无关；并且第一偏振单元设置在照明通道中，该偏振单元对来自第一光源的光施加与来自第二和第三光源的光不同的偏振条件。在这种情况下，分色单元作为光的偏振条件的函数实现分色。一方面这允许对来自第一光源的光实现良好的分色，另一方面，允许对来自第二光源的光实现良好的分色。如果对偏振敏感的光调制器被用作光调制器，这是特别有利的。在这种情况下，适合的偏振条件由第一偏振单元直接施加给光。

此外，在依照本发明的投影装置中，颜色单元可以是对偏振敏感的，并且颜色单元的第一光源的光可以被施加以与来自第二和第三光源的光不同的偏振条件，其中分色单元作为光的偏振条件的函数实现分色。如果光源发射已经偏振的光，这个过程是特别特别优选的。如果光源不发射偏振光，在本实施例中能够实现良好的偏振，因为在照明通道中的重叠之前实现了光的偏振。

此外，在依照本发明的投影装置中，第二偏振单元可以设置在颜色组合单元和投影光学系统之间，该偏振单元赋予已调制的红、绿和蓝光相同的偏振条件。如果第二偏振单元还包括只允许所述偏振条件的光通过的偏振器，该投影图像的对比度将获得显著提高。

依照本发明的投影装置的特别优选的实施例在于，在颜色单元和至少一个光源之间提供第一透镜阵列，并且具有正折射能力的调焦光学系统设置在颜色单元和光调制器之间，其中第一透镜阵列和调焦光学系统分别形成蜂窝结构的聚光系统或者蜂窝结构的聚光器系统。使用这样的蜂窝状聚光系统，能够实现光调制器良好的均匀照明。同时投影装置非常紧凑，因为所需要的颜色单元设置在蜂窝结构的聚光系统内，所以需要的空间减少到最小。

特别是，提供蜂窝结构的聚光系统使得一方面从调焦光学系统到第一透镜阵列的距离，另一方面到光调制器的距离，分别对应调焦光学系统的焦距。这允许以最小的尺寸获得最佳的照明。在这种情况下，蜂窝结构的聚光系统与在成像侧具有远心光路和 *etendue conservation* 的系统相符合。

依照本发明的投影系统的另一个实施例在于，蜂窝结构的聚光器系统在每个第一透镜阵列和每个对应的光源之间包括第二透镜阵列，第二透镜阵列的透镜焦点优选地位于第一透镜阵列的平面内。使用两个相互跟随排列的透镜阵列使得调节均匀性以确定光调制器中要被照明表面的纵横比特别容易。这样，例如，可以使用两个相互相对旋转 90° 的圆柱体透镜阵列，以便所需要的矩形纵横比是可容易调节的。这在圆柱体透镜阵列容易制造的情况下也是特别有利的。

设置成相互跟随的两个透镜阵列可以设置成串联的透镜阵列，其中该透镜阵列设置在衬底的前后表面上。因此提供了非常紧凑的光学元件，使整个照明装置具有紧凑的结构。这两个阵列优选具有同样的结构并且相互相对被调整过。

也可以使用一个单独的透镜阵列来替代两个圆柱体透镜阵列，其中透镜排列成行和列，这样减少了阵列的数目。透镜阵列可以设置成使得它与两个相互跟随排列并且彼此相互旋转 90° 的圆柱体透镜阵列具有相同的光学效果，当然它也可以进一步具体化为串联透镜阵列。

可以进一步在串联透镜阵列和相应的光源之间提供一个额外的串联透镜阵列。在这种情况下，两个串联透镜阵列可设置为彼此相对旋转的串联圆柱体透镜阵列。两个串联圆柱体透镜阵列的圆柱体透镜阵列的不同的透镜参数允许要被照明表面有最佳调节（特别是，如果所说的表面是矩形）。

此外，调焦光学系统可以包括或者由菲涅耳透镜组成。这样做的优点是：一方面颜色单元和调焦透镜和颜色单元之间的空间增加了，另一方面调焦透镜和光调制器之间的空间增加了，而投影装置整体的尺寸没有增加。

在依照本发明的投影装置中特别优选地提供非球面透镜的调焦光学系统。这样，能够由仅仅一个单独的透镜实现需要的成像性质。

在依照本发明的投影装置的另一个实施例中，颜色单元包括第一组合单元和第二组合单元，其中第一组合单元引导来自第二和第三光源的光进入从第一组合单元延伸到第二组合单元的部分光路，其中第一微透镜阵列之一设置为第二光源和第三光源的共用微透镜阵列。第二组合单元引导来自部分光路的光和来自第一光源的光进入照明通道。整体上，这使投影装置非常紧凑，因为只需要提供一个透镜阵列用于两个光源。这也减少了光学元件的数量，所以能够以降低的成本制造投影装置并且其具有更轻的重量。

第二组合单元和/或者第一组合单元能够实现为线栅偏振器、偏振光束分束器或者由具有二向色涂层的玻璃板实现。

本发明将结合附图以举例方式进行详细说明，其中：

图 1 示出了依照本发明的投影装置的第一实施例；

图 2 示出了用来说明在图 1 中使用的蜂窝结构的聚光系统的光学原理的示意图；

图 3 示出了依照本发明的投影装置的第二实施例；

图 4 示出了依照本发明的投影装置的第三实施例。

在图 1 所示的实施例中，投影装置包括发射绿光，蓝光和红光的第一，第二和第三发光二极管的光源 1, 2, 3。在每个光源 1 到 3 之后，

设置有仅仅示意地示于图 1 的透镜阵列 4, 它引导来自光源 1 到 3 的光到被设置为颜色立方体的颜色单元 5 的三个面上。该颜色立方体包括两个交叉的分色层 6 和 7, 它们一起围成 90° 角, 并且分别相对于来自光源 1 至 3 的光的光传播方向倾斜 45° 。

5

颜色单元 5 引导来自光源 1 至 3 的光进入照明通道 8, 在照明通道 8 中, 沿着从光传播方向看的顺序排列有具有正折射能力的调焦透镜 9, 用于将通过它的光线偏振的偏振器 10, 以及对波长选择的延迟器 11。

10

在照明通道 8 之后, 排列有光调制器装置 12, 它包括具有分束面 14 的偏振光束分束器 13, 分束面 14 相对光传播方向倾斜 45° , 以及两个反射和偏振敏感的光调制器 15 和 16。此外, $\lambda/4$ 延时器 17 也可以分别设置提供在光调制器 15, 16 和偏振光束分束器之间。

15

通过照明通道 7 来自光源 1 至 3 的光由偏振器 10 线偏振, 使得光关于偏振光束分束器 13 的分束面 14 被 P 偏振。随后排列的延迟器 11 适合只把绿光的偏振方向旋转大约 90° , 使得这个光现在相对于分束面 14 是 S 偏振。在偏振光分束器 13 中, S 偏振光 (也就是绿光) 然后被分束层 14 向上反射 (见图 1), 而 P 偏振光 (也就是红光和蓝光) 被透射。

20

在没有 $\lambda/4$ 延迟器 17 的实施例中, 照射在要被变黑的像素上的光的偏振条件不改变, 而照射在要被变亮的像素上的光的偏振条件被旋转 90° 。这样, 要被变黑 (关于绿光) 的像素的光被分束层 14 再次反射回照明通道 8 中并且被透射, 对于红光和绿光, 经过分束层 14 并进入照明通道 8。偏振方向被旋转了 90° 的绿光, 沿向下方向通过分束层 14 (见图 1), 而偏振方向也被旋转了 90° 的红光和蓝光, 被分束层 14 反射, 因此也向下通过并照射在投影光学系统 18 上。如图 1 所示, 也可以在投影光学系统 18 和偏振光束分束器 13 之间设置波长选择延迟

25

30

器 19 和偏振器 20，延迟器 19 只将绿光的偏振方向旋转大约 90° ，所以绿光、蓝光和红光具有相同偏振方向，偏振器 20 确保只有具有预定的偏振方向的绿光通过投影光学系统。延迟器 19 和偏振器 20 为改进对比度发挥作用。

5

光然后由投影光学系统 18 投影到投影面 21 上。

此外，还提供控制单元 22，它根据给定的图像数据控制光调制器 15，16 和光源 1 至 3。

10

这里使用的光源 1 至 3 具有 25lm（绿光发光二极管），5.0lm（蓝光发光二极管）和 44lm（红光发光二极管）的光通量。然而，对于绿光发光二极管的 25lm 的光通量，在色温为 6500K 的白平衡调节对蓝光二极管只需要 2.5lm 的光通量，红光发光二极管只需要 9.8lm 的光通量。因此，光源 1 至 3 的发光二极管由控制单元 22 控制，以使绿光发光二极管一直被接通，所以第一光调制器 15 也一直被绿光照射在其上。然而，相对于给定的时间单元，蓝光发光二极管（第二光源）只接通所述时间单元的 50%。第三光源的红光发光二极管接通所述时间单元的 22%，所以第二光调制器 16 使红光和蓝光及时顺序地照射在其上并且在所说时间单元的 28%不被照明。这样，绿光部分颜色图像一直产生而红和蓝部分颜色图像由光调制器 15，16 临时产生，它们由偏振光束分束器 13 叠加并且由投影光学系统 18 投影到投影面 21 上。因此，在所描述的投影装置中，光源 1 至 3 能够被最佳利用以获得极好的颜色显示。

25

可选择的 $\lambda/4$ 延迟器 17 用来改进对比度。此外，所述 $\lambda/4$ 延迟器 17 被排列成使延迟器的快轴平行于（或者垂直于）输入偏振。这样，由分束层引起的，并且取决于因光束的发散而变化的入射角度的入射光的偏振方向的旋转被补偿。这也通常被称为在分束层上的几何效应的补偿。

30

图 2 是图 1 中使用的聚光器系统的图示。分别被设置为两个串联圆柱体透镜阵列 23、24 的透镜阵列 4 分别设置在光源 1 到 3 和颜色单元 5 之间。

5

这里使用的串联透镜阵列表示一个透镜阵列 231、232；241、242 每个都设置在衬底的前表面和后表面，它们在这种情况下都是一样的并且相对于彼此被调节。两个串联透镜阵列 23、24 的衬底厚度被选择成使得在前表面上的各自透镜阵列 231、241 的透镜的焦点位于在衬底的后表面上（焦长 f ）的各自透镜阵列的透镜的主平面上。透镜阵列 23 和 24 被具体化为两个交叉的串联圆柱体透镜阵列并且适合于要被照明的光调制器的矩形表面（成像区域）。

10

聚光器系统还包括调焦透镜 9，它的到透镜阵列 242 的光程与调焦透镜 9 的焦距 F 对应。以同样的方式，从调焦透镜 9 到光调制器 15、16 的光程也是 F 。颜色单元 5，虽然在图 2 中没有显示，设置在透镜阵列 24 和调焦透镜 9 之间。串联圆柱体透镜阵列 23、24 优选排列成使它们相对彼此旋转 90° ，因此允许光调制器 15 和 16 的成像区域所需要的矩形纵横比的调整。总体上，图 2 中表示的聚光器系统导致光调制器 15 和 16 的图像区域非常均匀的照明。

15

20

图 3 示出了依照本发明的投影装置的第二实施例，其中与图 1 中相同的元件用相同的附图标记表示，并且对于它们的描述参考上面的说明。

25

与图 1 的实施例相比，图 3 的投影装置在光源 1 至 3 和各自的透镜阵列 4 之间每个都提供有一个预先偏振器 30、31、32。预先偏振器 30 实现绿光的线偏振使得它是相对于分束面 14 的 S 偏振。预先偏振器 31 和 32 实现蓝光和红光的线偏振使得它是相对于分束面 14 的 P 偏振。此外，提供对偏振敏感的颜色单元 33 来取代颜色立方体 5，颜色单元

30

33 包括两个交叉的偏振敏感层 34、35，它们透射（相对于分束层 14）S 偏振光（也就是绿光）并且反射（相对于分束层 14）P 偏振光（也就是红光和蓝光）。其余的结构与图 1 的一致。

5 在这种情况下光调制器 15 和 16 是 LcoS 模块。

 例如，也可以使用线栅偏振器来替代偏振光束分束器，在这种情况下，可以实现影响偏振方向的元件的调节。

10 也可以使用镜子矩阵来替代对偏振敏感的光调制器，在这种情况下，一方面绿光的分离，另一方面红光和蓝光的分离，优选地由二向色层实现。

 图 4 示出了依照本发明的投影装置的又一个的实施例，其中跟随在照明通道 8 之后的光学元件未被详细示出，但是只有光调制器 15 和 16 的位置被示意性地指出。然而，投影装置这个部分的准确结构可以例如以如图 1 或者如图 3 所示的方式实现。此外，用相同的附图标记描述那些与已经描述的实施例的元件一样的图 4 的实施例的元件。对于这些元件的描述，可以参考上面的说明。

20

 图 4 所示的实施例与已经描述的实施例的本质不同在于光源 1，2 和 3 每个只包括一个单独的发光二极管，随后设置有各自的准直光学系统 40，41 和 42。准直光学系统 40，41 和 42 每个设置为非球面透镜。

25 与上述的实施例进一步的不同还在于只需要为第二和第三光源 2、3 提供一个单独的串联透镜阵列 4，因为来自第二和第三光源的光被通过线栅偏振器 43 施加给包括透镜阵列 23 和 24 的串联透镜阵列。因为线栅偏振器反射 S 偏振光而透射 P 偏振光，所以由颜色选择的延迟器 45 给透射的红光和蓝光以相同的偏振条件，并且因为把来自第一组合单元 43 的两个光源 2、3 的光叠加在来自第一光源的光的第二组合单
30

元 44 也被提供为线栅偏振器，在这里红光的偏振方向被延迟器 45 旋转 90°，所以其后以和被线栅偏振器 43 透射的蓝光同样的方式被第一线栅偏振器 45 反射的红光是 P 偏振光。所述 P 偏振光被第二线栅偏振器 44 透射，而所述 S 偏振的绿光被第二线栅偏振器 44 反射，所以所有的三种颜色被耦合进照明通道。根据特定的应用，另一个颜色选择延迟器 46 然后可选择地被设置成如图所示的那样。

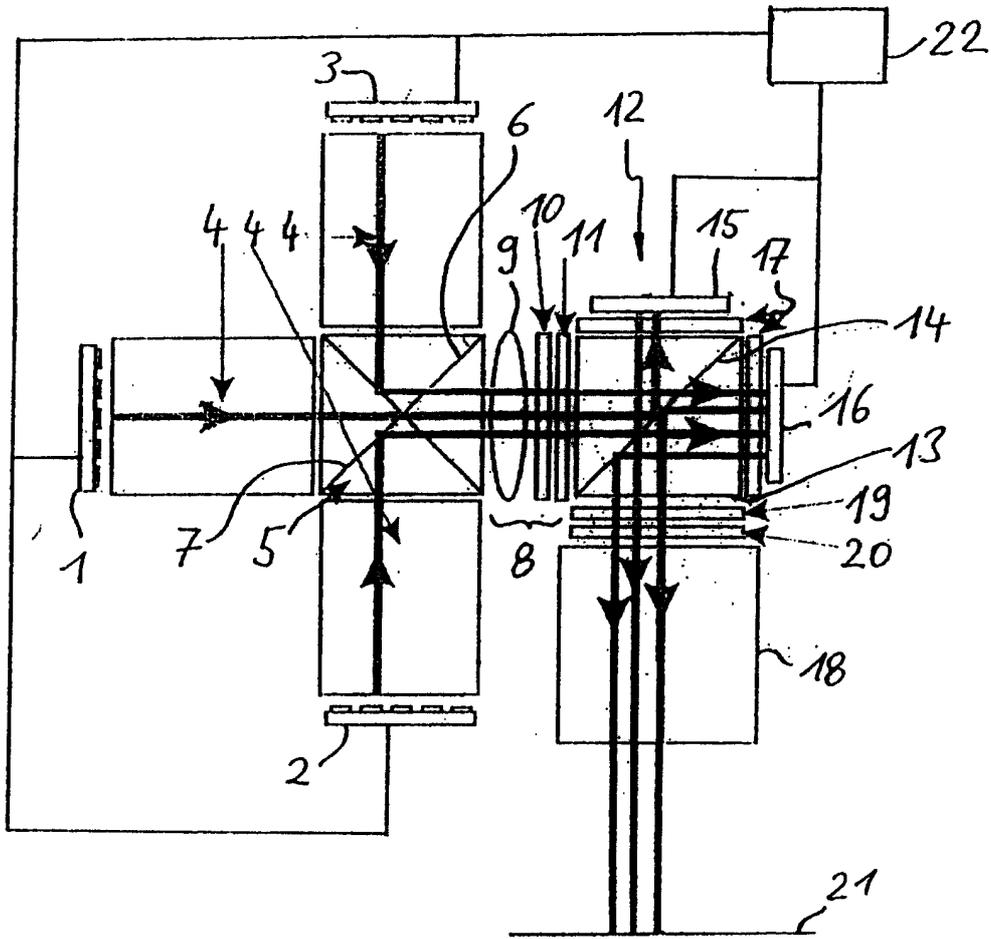


图1

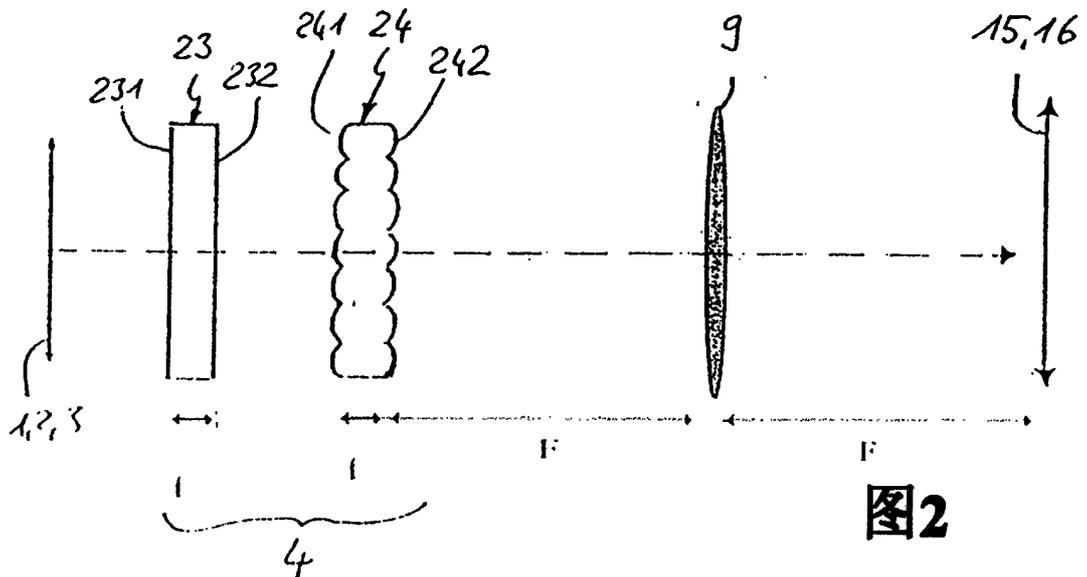


图2

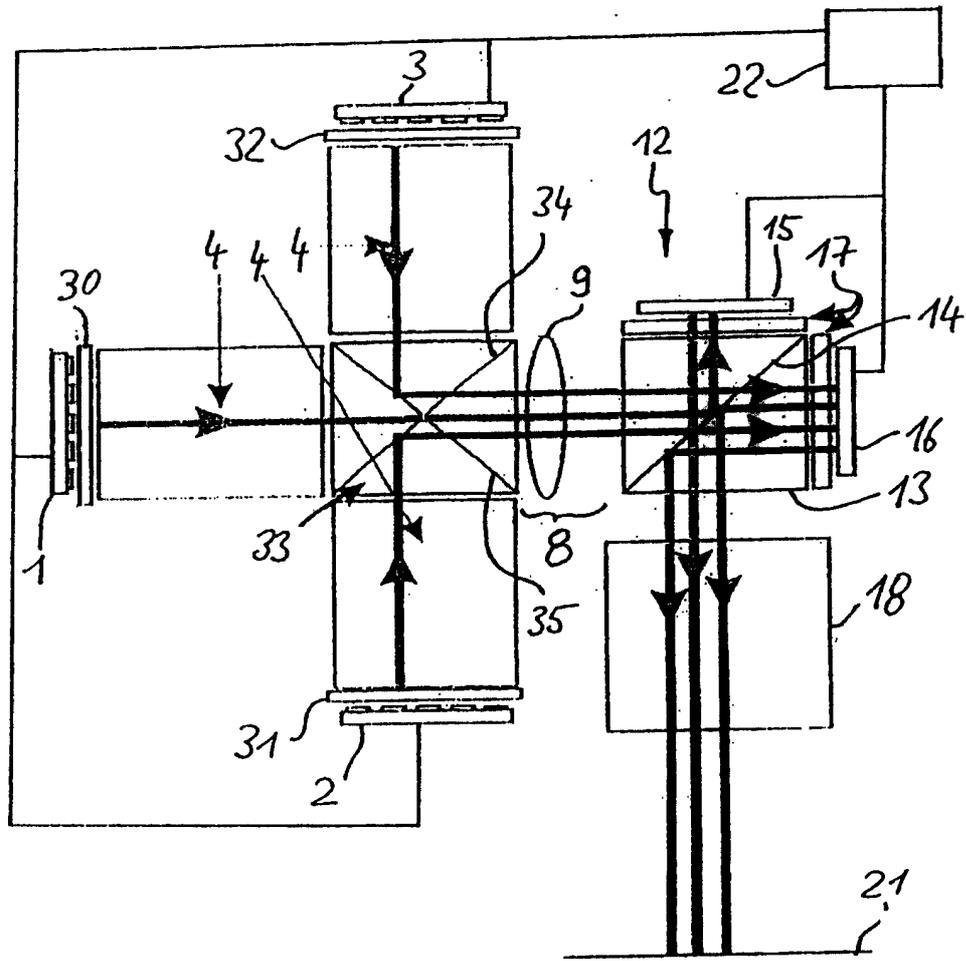


图3

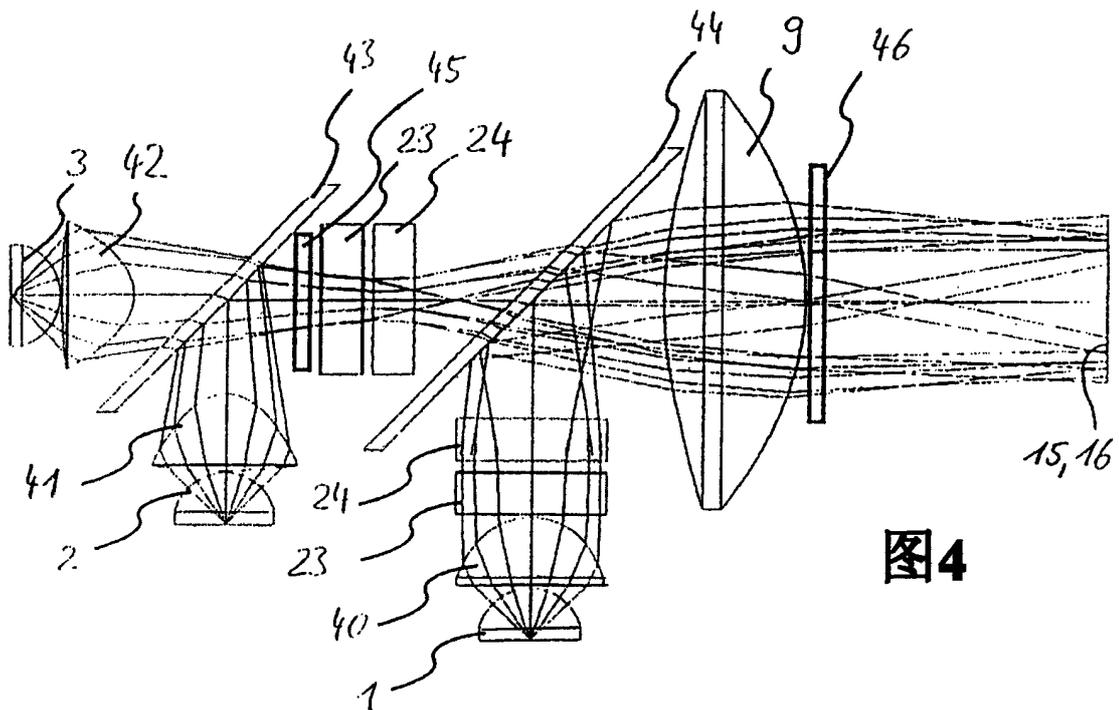


图4