

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720195036.5

G03B 21/20 (2006.01)

G03B 21/28 (2006.01)

G02B 5/04 (2006.01)

G02B 27/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 201097088Y

[22] 申请日 2007.11.14

[21] 申请号 200720195036.5

[30] 优先权

[32] 2007.11.8 [33] CN [31] 200710177035.2

[73] 专利权人 北京中视中科光电技术有限公司

地址 100086 北京市海淀区苏州桥三义庙 2 号院

共同专利权人 中国科学院光电研究院

[72] 发明人 毕勇成 华贾中达

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司

代理人 王勇

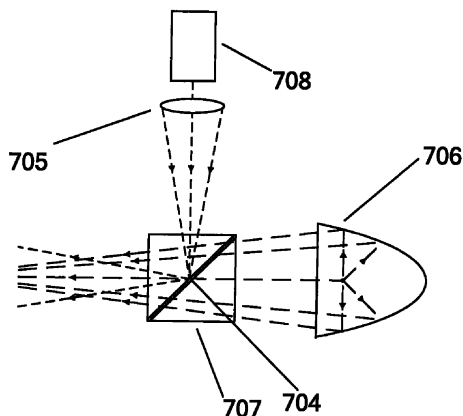
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 12 页

[54] 实用新型名称

一种用于投影系统的光源装置及投影显示装置

[57] 摘要

本实用新型提供了一种具有高亮度、高对比度与高色饱和度的用于投影系统的光源装置和一种投影显示装置；本实用新型提供的一种光源装置，包括被补充光源和激光光源，其特征在于，还包括一反射镜，所述反射镜包括一反射面，所述激光光源发射的激光经过所述反射镜的反射面反射后与所述被补充光源发出的光在同一方向上混合输出；本实用新型将激光器的激光巧妙地引入投影系统的灯泡和 LED 发光光源，提出了一种激光和其他光源混合作为投影系统照明光源的新想法，可以成功地调整红绿蓝三基色的强度分布，提高了亮度、色饱和度与对比度等性能，在投影显示领域具有很高的实用价值。



1. 一种用于投影显示的光源装置，包括被补充光源和激光光源，其特征在于，还包括一反射镜，所述反射镜包括一反射面，所述激光光源发射的激光经过所述反射面反射后与所述被补充光源发出的光在同一方向上混合输出。

2. 根据权利要求 1 所述的光源装置，其特征在于，所述被补充光源和所述激光光源共轴混合输出。

3. 根据权利要求 1 所述的光源装置，其特征在于，所述反射镜为反射面设于其内部的反射棱镜。

4. 根据权利要求 3 所述的光源装置，其特征在于，所述反射棱镜由两块棱镜组成，每块棱镜包括一个粘合面，所述两块棱镜的粘合面除中心部分外都用光学胶粘合，从而在两个粘合面的中心部分形成空气间隙作为所述反射面。

5. 根据权利要求 4 所述的光源装置，其特征在于，所述空气间隙的截面为圆形或矩形。

6. 根据权利要求 4 所述的光源装置，其特征在于，所述光学胶与所述棱镜材料的相对折射率为 0.98-1.02。

7. 根据权利要求 4 所述的光源装置，其特征在于，所述棱镜为直角棱镜，所述粘合面为直角棱镜的底面。

8. 根据权利要求 4 所述的光源装置，其特征在于，所述反射棱镜的激光入射面镀有对激光透射的增透膜，而反射棱镜的被补充光源入射面和出射面均镀有对被补充光源透射的增透膜。

9. 根据权利要求 1 所述的光源装置，其特征在于，所述激光光源与所述反射镜之间设有光束调整系统。

10. 根据权利要求 9 所述的光源装置，其特征在于，所述光束调整系统包括光纤以及用于将所述激光耦合进所述光纤的耦合镜。

11. 根据权利要求 9 所述的光源装置，其特征在于，所述光束调整系统还包括聚焦透镜。

12. 根据权利要求 11 所述的光源装置，其特征在于，所述光束调整系统还包括扩束透镜。

13. 根据权利要求 1 所述的光源装置，其特征在于，所述被补充光源

为 LED 灯、超高压汞灯、金属卤素灯、氙灯和卤素灯之一或其组合。

14. 一种投影仪，其特征在于，所述投影仪使用上述权利要求 1-13 任一项所述的光源装置作为投影仪的光源。

一种用于投影系统的光源装置及投影显示装置

技术领域

本实用新型涉及一种光源装置及投影显示装置，特别是一种用于投影显示系统的光源装置和投影显示装置。

背景技术

现有的投影系统照明所用的超高压汞灯、金属卤化物灯、氙灯、卤素灯等，这些发光光源的光谱均受到发光物质及其状态的限制，呈现出连续或带状光谱的特征。我们以超高压汞灯的发光光谱图 1 来作解释，如图所示红光的波段较宽，峰值偏低，红绿蓝三基色强度分布并不理想，无法满足白场色平衡的要求，因此无法较好符合投影系统照明的要求。目前现有技术通常采用选择宽谱段的方法来提高红光的光通量和亮度，但是采用此种方法会相应地造成色饱和度的降低。同时，现有技术在视频信号的处理上，也是以牺牲对比度和色饱和度为代价来增加红色的亮度。所以，虽然这些技术可以将图像色彩柔和化，但是图像的整体质量却下降了。

近几年，随着发光二极管技术的成熟，也有人尝试用发光二极管作为投影系统光源，发光二极管投影显示与传统的显示技术相比，具有更大的色域范围，而且发光二极管线宽较窄，具有高的色饱和度，可显示自然界真实、鲜艳的色彩。同时发光二极管寿命长，是一种无汞的环保光源。发光二极管投影显示已成为显示领域的重大发展方向。

但是，由于发光二极管的光学扩展量较大和亮度较低的特性，现有发光二极管照明技术存在着能够被投影系统有效利用的光能较少、输出的总光功率偏低的不足。

尽管发光二极管的光通量和亮度已经得到了很大的提高，但是还没有达到投影机应用的要求，特别是一些需要高亮度照明应用的场合。为了达到投影机应用的要求，提高照明亮度，现有技术是靠发光二极管的排列组合来提高光通量和亮度，但是由于发光二极管是朗伯体发光光源，如果组合后的发光二极管光源的光学扩展量超出了投影系统的光学扩展量，超出的这部分光则不能有效耦合入投影系统。

发光二极管的光学扩展量为

$$E_{Led} = n^2 \cdot \pi \cdot \sin^2(\alpha) \cdot S$$

其中 n 为发光介质的折射率； α 为光源的发射半角； S 为光源的发光面积。发光二极管的发射半角为 90 度，取发光介质为空气，并以空气折射率为 1 来做近似计算， 1mm^2 发光二极管光学扩展量约为 $3.14\text{mm}^2\text{sr}$ 。

对于使用 0.79 英寸的成像芯片、F 数为 2.4 的投影镜头的投影系统，投影系统的光学扩展量为 $E_{projector} = 22\text{mm}^2\text{sr}$ ，只有大概 7mm^2 的二极管组合阵列输出的光可以耦合入投影系统，可充分利用的光通量总数仅为几百个流明，大于 7mm^2 的面积发出的光根本无法耦合进入投影系统，通过增大发光二极管的面积来提高光通量的做法是行不通的。

此外，现在市场上传统的超高压汞灯能在 6mm^2 上产生数千流明的光通量，亮度也比发光二极管高十多倍。可是超高压汞灯由于对重金属汞的使用，不是一种环保的光源。

目前市场上的发光二极管光源中，对于使用 0.79 英寸的成像芯片、F 数为 2.4 的投影镜头的投影系统，发光面积为 7mm^2 的某发光二极管，受投影系统光学扩展量的限制，可以被耦合入投影系统的红光的最大光功率约为 1.6W，绿光的最大光功率约为 0.7W，蓝光的最大光功率约为 1.8W，红光、绿光、蓝光能被耦合进投影系统的最大光功率的比值为 1: 0.44: 1.13。而色温为 6500K 的白场要求发光二极管的红光、绿光与蓝光的光功率比值为 1: 0.87: 1.73。由此可见，当发光二极管红光或者蓝光满足最大光功率时，绿光的光功率都是不够的，绿光最为不足。由于绿光光功率的不足导致总光功率受其制约而偏低，这是发光二极管投影显示亮度不够的其中一个重要原因。现有的解决方法是提高绿光在整个白光中的时间占空比来提高亮度，这种方法没有充分利用红光及蓝光的光功率；又或者采用减小红光和蓝光的光功率来获得白平衡，这种方法又由于绿光光功率的限制导致了合成白光的光功率偏低。

总之，现有技术中的各种投影显示用光源都存在红绿蓝光功率比值与白场需求上的差别，从而使得色饱和度、亮度与对比度均有不足，无法同时达到提高色饱和度、提高亮度、提高对比度与控制成本的综合效果。

发明内容

因此，本实用新型的任务是提供一种使用激光光源作为补充光源来提高投影显示图像的亮度、对比度与色饱和度的用于投影系统的光源装置。

本实用新型的另一任务是提供一种投影显示装置。

一方面，本实用新型提供了一种光源装置，包括被补充光源和激光光源，其特征在于，还包括一反射镜，所述反射镜包括一反射面，所述激光光源发射的激光经过所述反射镜的反射面反射后与所述被补充光源发出的光在同一方向上混合输出。

进一步地，所述被补充光源和激光光源共轴混合输出。

进一步地，所述反射镜为反射面设于其内部的反射棱镜。

进一步地，所述反射棱镜由两块棱镜组成，每块棱镜包括一个粘合面，所述两块棱镜的粘合面除中心部分外都用光学胶粘合，从而在两个粘合面的中心部分形成空气间隙作为所述反射面。

进一步地，所述空气间隙的大小在让激光束焦斑通过的前提下，尽可能地小，空气间隙的截面可以为圆形、矩形等形状。

进一步地，所述光学胶与所述棱镜材料的相对折射率为 0.98-1.02。

进一步地，所述棱镜为直角棱镜，所述直角棱镜优选三角棱镜，所述粘合面为所述直角棱镜的底面。

进一步地，所述棱镜的表面有镀膜，在反射棱镜上激光的入射面需镀对应激光波长的增透膜，而被补充光源在反射棱镜上的入射面和出射面均镀有对应被补充光源输出光波长的增透膜。

所述激光光源与所述反射镜之间还可以设有光束调整系统。

进一步地，所述光束调整系统可以包括光纤以及用于将所述激光耦合进所述光纤的耦合镜还可以包括扩束透镜和聚焦透镜等。

上述光源装置中，所述被补充光源包括投影系统所用光源，包括 LED 灯、超高压汞灯、金属卤化物灯、氙灯、卤素灯等。

另一方面，本实用新型还提供了一种投影仪，该投影仪使用上述光源装置作为投影仪的光源。

本实用新型将激光器的激光巧妙地引入投影系统的灯泡和 LED 发光光源，提出了一种激光和其他光源混合作为投影系统照明光源的新想法。

采取上述技术方案，可以成功地弥补超高压汞灯、金属卤化物灯、氙灯、卤素灯等灯泡的红光照明不足的缺陷，调整了红绿蓝三基色的强度分布，提高了亮度、色饱和度与对比度，在投影显示领域具有很高的实用价

值。

采取上述技术方案，还可以利用高亮度、光学扩展量较小的激光来补充低亮度、光学扩展量较大的发光二极管光源，不仅提高了发光二极管的光功率，明显地提高了光源亮度及光能的有效利用率，而且成功地解决了发光二极管绿光照明不足与红光蓝光未被充分利用或者浪费的缺陷。此外，本实用新型同时具有广色域、长寿命、无汞环保的特点，且兼备相对廉价的优点，在投影显示领域具有很高的实用价值。

附图说明

以下，结合附图来详细说明本实用新型的实施例，其中：

图 1 是超高压汞灯的发光光谱的示意图；

图 2 是使用普通反射镜的激光补充灯泡的光源装置的示意图；

图 3 是使用普通反射镜的激光补充发光二极管的光源装置的示意图；

图 4 和图 5 分别是一种新型反射棱镜的侧视图和立体图；

图 6 是另外一种反射棱镜的示意图；

图 7 是使用反射棱镜的激光补充灯泡的光源装置的示意图；

图 8 是激光补充光源后超高压汞灯的光谱图；

图 9 是使用反射棱镜的激光补充发光二极管的光源装置的示意图；

图 10 和图 11 是两种三基色 LED 灯分别与 RGB 激光合束作为投影显示光源的示意图；

图 12 是在单片 DLP 中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的示意图；

图 13 是在三片 DLP 中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的示意图；

图 14 是在三片 LCD 中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的示意图；

图 15 是在三片 LCOS 中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的示意图。

图 16 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与 RGB 激光合束作为投影显示光源的单片 DLP 的一种投影仪光路的示意图；

图 17 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与单色激光合束作为投影显示光源的单片 DLP 的另一种投影仪光路的示意图；

图 18 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与单色激光合束作为投影显示光源的三片 LCD 的一种投影仪光路的示意图；

图 19 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与 RGB 激光合束作为投影显示光源的三片 LCOS 的一种投影仪光路的示意图。

具体实施方式

由于激光的光斑和发散角都很小，所以激光的光学扩展量很小。从光纤输出的激光的光学扩展量由下式决定：

$$E_{laser} = \pi^2 r^2 \sin^2 \theta$$

其中， r 为光纤束的半径， $\sin \theta$ 是光纤的数值孔径。光纤束由一个或多个光纤合束而成。

例如，对于光纤束半径为 0.35mm，数值孔径为 0.22 的光纤束输出激光的光学扩展量仅为 $5.22 \times 10^{-2} \text{mm}^2 \text{sr}$ ，和发光二极管比起来要小 2 个数量级以上。在此光学扩展量下的光通量可达数千至上万流明。因此，对于激光来说，很小的光学扩展量就能得到极高的光通量输出。

在某发光二极管和激光的混合光源中，设定发光二极管的光学扩展量为 E_{led} ，激光的光学扩展量为 E_{laser} ，混合光源的总光学扩展量为 E_{total} ，混合光源的总光学扩展量为发光二极管的光学扩展量和激光光学扩展量的总和，如果 $E_{total} = E_{led} + E_{laser} \leq E_{projector}$ ，则此时该混合光源的光功率能够全部有效地耦合进投影系统。由于 E_{laser} 和 E_{led} 相比要小得多，几乎可以忽略不计，因此，可以让该混合光源的光学扩展量的绝大部分分配给发光二极管，目的是尽可能地利用成本较为低廉的发光二极管的光能，而将混合光源的光学扩展量的极少部分分配给激光，利用激光在很小的光学扩展量下就能获得极高的亮度的特性，从而提高了混合光源的总亮度。

图 2 是使用普通反射镜的激光补充灯泡的光源装置。该光源装置主要由激光器 202、聚焦透镜 203、反射镜 204 以及作为被补充光源的灯泡 201 组成，其中，激光器 202 发射的红光激光束经过聚焦透镜 203 后，聚焦于反射镜 204 的表面或者附近上，反射镜 204 的表面镀有对入射的红色激光的波长高反的高反膜，激光束在反射镜的表面经过反射镜 204 反射后，出射的方向与灯泡发出光束的方向相同，就实现了激光光源与灯泡的输出光束混合的目的。聚焦透镜 203 还可以使用聚焦透镜组或其他可以实现聚焦作用的光学元器件。聚焦透镜组中也可以包括扩束透镜，将激光扩束，因为以一定发散角发散的激光与灯泡混合的效果会更好，且激光束反射后与

灯泡的光束共轴则会使混合效果最佳。所述激光器 202 可以为固体激光器，也可以为半导体激光器、光纤激光器、气体激光器等。所述激光器 202 选用的红光激光器，选择 630nm 到 670nm 的波长较好。而这里的灯泡也可以为超高压汞灯、金属卤化物灯、卤素灯和氙灯之一或者其组合，这对本领域技术人员是熟知的。为了减小反射镜对灯泡输出光束的影响，同时又能够将全部入射的激光反射，聚焦透镜 203 应尽量使激光的焦点处于反射镜 204 的表面或附近位置，这样才有可能将反射镜 204 制作的体积更小，以减小因其体积而对灯泡输出光的阻挡。

图 3 是使用普通反射镜的激光补充发光二极管的光源装置，主要包括发光二极管光源 301、光束整形装置 302、反射镜 303、激光器 307、耦合透镜组 306、光纤 305 和聚焦透镜组 304，发光二极管光源 301 所发光通过光束整形装置 302 整形后，朗伯体形式的光发散角被压缩，压缩后的发散角可以根据后续投影系统的孔径角而定；激光光源 307 所发射的激光通过耦合透镜组 306 进入光纤 305，光纤 305 的出射光通过聚焦透镜组 304 聚焦，发散角同样要控制在投影系统的孔径角内，调整光路，使经过聚焦透镜组 304 聚焦后的激光束焦点位于反射镜 303 的表面或其附近，经过反射镜 303 反射后，激光束光轴的方向与所述光束整形装置 302 输出的 LED 光束的光轴方向一致，从而实现两种光源的混合输出。本领域技术人员应当理解，LED 光源可以为白光 LED 光源，也可以为其他单色 LED 光源，这是根据实际使用的需要来确定的；同时，用于压缩发光二极管光源输出光发散角的光束整形装置可以使用楔形四棱锥或其他光学器件来实现。

然而，使用图 2 或图 3 中的反射镜的一个缺点显而易见，那就是被补充光源发出的光束会有一部分光被反射镜所阻挡，为了尽可能的减小反射镜阻挡过多的光束能量，只有尽可能的将反射镜制作的更小，实际上，只要反射镜的反射面大小与激光束的截面相等就够了，实际应用中，激光束的焦斑直径一般为毫米量级，然而，这样小的反射镜不但制作成本高，而且由于其非常微小的体积在实际光路中也很难固定，而且其固定装置也会对光路有所影响，甚至由于其固定装置必然出现在光路之中，反而比反射镜阻挡了更多的被补充光束。

因此，图 4 和图 5 给出了一种具有新型结构的反射棱镜，该反射棱镜由两块直角三角棱镜 407 和 408 组成，两个直角三角棱镜 407 和 408 的斜面除中心部分外都用光学胶 406 粘合在一起，由于光学胶 406 具有一定厚

度，从而在两个粘合面的中心部分形成空气间隙 405。空气间隙 405 的大小只要能够让入射的激光束或聚焦后的激光束全部通过即可，截面形状可以为圆形或矩形等各种合适的形状。圆形空气隙在粘合时比较麻烦，矩形空气隙相对比较容易，有两面与空气直通，但圆形空气隙由于粘合面积比矩形多出一部分，可以使被补充光源通过更多的光线，所以可以根据情况选择不同的空气隙形状。在应用中，棱镜的表面可以根据光束通过的不同需要分别镀有不同的膜系，例如在反射棱镜上激光的入射面需镀对激光波长高透的增透膜，而在反射棱镜上被补充光源的入射面和出射面均镀有对被补充光源高透的增透膜。在保证空气间隙 405 的截面大于激光束截面的条件下，应当尽可能减小反射棱镜的厚度 d ，这仍然是出于减小对被补充光源输出光干扰的考虑。而这种反射棱镜的结构由于其体积上的增大更容易实现固定，而固定装置则不必出现在光路中，避免了对光路的干扰。

图 6 给出了另外一种反射棱镜的结构，该反射棱镜是图 4 和图 5 所示反射棱镜结构的一种变形，使用两块直角梯形棱镜替代图 3 和图 4 中的直角三角棱镜，所述直角梯形棱镜的斜面与直角面的夹角为 45° ，其他结构与图 3 和图 4 的反射棱镜相同。当然，还可以有其他的变形，如图 6 中边 b 和边 c 的长度可以改变，而边 a 的形状在不影响被补充光源光线通过的前提下可以改为其他任意形状，原则上，在不影响棱镜主体作用的情况下，反射棱镜在形状上的任何变化，都应涵盖于本专利的内容之中。

图 7 为采用上述图 4 和图 5 所示新型结构反射棱镜的激光补充灯泡的光源装置，包括激光光源 708、聚焦透镜 705、超高压汞灯 706 和反射棱镜 707；其中，激光光源 708 为 635nm 的红光固体激光器，反射棱镜的两个直角棱镜都由折射率为 1.51 的 K9 玻璃制成，而中间的光学胶则采用折射率为 1.51 的紫外固化胶。红光固体激光器发射的激光束经聚焦透镜 705 后，从一个直角棱镜的直角面垂直入射，此直角面镀有对波长为 635nm 激光的增透膜（透过率大于 99%），经过聚焦透镜 705 会聚后的激光焦斑处于空气间隙 704 处并在空气间隙 704 处发生全反射，由该直角棱镜的另一个直角面垂直出射；所述超高压汞灯 706 发出的光束由另一个直角棱镜的直角面入射，并直接透射，穿过所述反射棱镜 707 后与所述激光束的光轴重合，从而实现红光的补入，反射棱镜 707 上超高压汞灯入射和出射的两个直角面均镀有可见光宽带增透膜。混合后的光谱示意图如图 8 所示。图 8 与图 1 比较可见，RGB 三基色的分布中，红光的强度明显提高，较好地

符合白场配光的需要。

本光源装置中，所述反射棱镜的厚度 d 可以很小，本领域普通技术人员应当理解，只要厚度 d 大于入射激光束的截面直径，就可以保证激光束的全反射，在此条件下，厚度 d 可以做得非常薄，这样，普通光源发出的光只有一部分经过所述反射棱镜透射，另一部分则不经过反射棱镜而直接与所述激光束混合。

图 9 是作为被补充光源的发光二极管光源与激光光源混合进行投影显示的光源装置。该光源装置的结构与图 3 相似，只是反射镜使用图 4 和图 5 所示结构的反射棱镜，其中，发光二极管光源 901 为白光发光二极管，所发光通过光束整形装置 902 后，朗伯体形式的光发散角被压缩，压缩后的发散角为投影系统的孔径角，例如 $\pm 12^\circ$ ；光束整形装置 902 的出射光直接透射通过反射棱镜 903，LED 光束在反射棱镜 903 上入射和出射的相应表面上镀有宽带增透膜；激光光源 907 为 532nm 的绿光固体激光器，所发射的激光通过耦合透镜组 906 进入光纤 905，光纤 905 的出射光通过聚焦透镜组 904 聚焦，发散角控制在投影系统的孔径角内。激光在反射棱镜 903 的激光入射面上镀有对波长为 532nm 激光的增透膜（透过率大于 99%）。调整光路，使激光束的焦点处于反射棱镜 903 的空气间隙处，激光在空气间隙处发生全反射，并由会聚光束转为发散光束；而白光发光二极管的光线则透过反射棱镜之后，和反射后的绿色激光混合，成为混合照明光源，实现对发光二极管绿光进行补足。当然，上述光源装置中，应当使激光束的焦斑面积小于或等于空气间隙的大小，也可以使激光束的焦点处于空气间隙的表面的附近，同时使激光束在空气间隙处的光斑面积小于或等于空气间隙，因为如果激光束的光斑面积大于空气间隙的话，会有光能的浪费，同样激光束的光斑面积如果小于空气间隙过多的话，则最好缩小空气间隙大小，尽量少阻挡发光二极管的光线，否则不能使发光二极管的最大光功率得以利用。

图 10 和图 11 是两种三基色 LED 灯分别与 RGB 激光合束作为投影显示光源的示意图。

其中，图 10 的投影显示光源包括红、绿、蓝 LED 灯，红、绿、蓝光激光器，两个二向色镜和三个具有图 4 和图 5 所示结构的反射棱镜，其中，红色 LED 灯 1001 发出的红光与红光激光器 1007 发射的红色激光混合，绿色 LED 灯 1002 发出的绿光与绿光激光器 1008 发射的绿色激光混合，蓝色 LED 灯 1003 发出的蓝光与蓝光激光器 1009 发射的蓝色激光混合，上述同

色 LED 灯光与激光的混合方式都采用图 9 所示的方式，同时，混合后的红光与混合后的绿光通过第一二向色镜 1019 合束后，红绿混合光再通过第二二向色镜 1020 与混合后的蓝光合束，得到投影显示所需的白光。此外，红光 LED 和蓝光 LED 的位置也可以彼此交换，补入的红光激光器和蓝光激光器也要相应地交换位置，同时也要更改第一二向色镜和第二二向色镜的相应镀膜，这对本领域技术人员是可以理解的。

图 11 中的投影显示用光源使用合色棱镜 (X-cube) 1122 来替代图 10 中的两个二向色镜，其他结构与图 10 相同，同颜色的光束混合方式与图 9 相同，同样可以得到投影显示所需的白光。此外，同图 10 相同，红光和蓝光的光路可以彼此换位，但是绿光必须从 X-cube 合色棱镜 1122 的中间位置不经反射直接通过，这对本领域技术人员是熟知的。

图 10 和图 11 的合成白光可用于单片 DLP (digital light processing)、单片 LCOS 及单片 LCD 的投影光源，而且由于光源全部由 LED 灯和激光器提供，因此可以采用电控时序的方法，从而可以去掉传统技术中使用的色轮。此外，根据具体需要，可以选择性补入某一种或某几种颜色的光。具体实施例参看下面将要介绍的图 16 与图 17。

图 12-图 19 给出了几种使用本实用新型光源装置的投影仪光路结构。

图 12 是在单片 DLP 光机中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的实施例。包括作为被补充光源的超高压汞灯 1209、激光光源 1208、扩束透镜 1217、聚焦透镜 1218、反射棱镜 1207、光棒 1210、聚焦透镜组 1211、色轮 1212、中继透镜组 1213、数字微镜器件 DMD1214 和投影透镜组 1215 及屏幕 1216，其中，反射棱镜 1207 结构与图 4 和图 5 所示相同，反射棱镜 1207 由折射率为 1.51 的 K9 玻璃制成，光学胶使用紫外固化胶，其折射率也为 1.51。超高压汞灯 1209 发射的白色光束垂直入射反射棱镜 1207 并直接透射出去，激光器 1208 为输出 635nm 红色激光的固体激光器，红色激光经过扩束透镜 1217 扩束后入射到聚焦透镜 1218，再入射到反射棱镜 1207 中，并聚焦在反射棱镜 1207 的空气间隙处，经过反射棱镜 1207 反射后与所述超高压汞灯 1209 发射的光束混合成为投影显示的光源。扩束透镜 1217 增大了激光经过聚焦透镜 1218 后的发散程度，使得激光与被补充光源的发散程度较接近，从而增强了混合效果。但是如果激光器的光斑本身就可以满足混合要求，则不必加入扩束透镜。反射棱镜 1207 的激光入射面镀有对波长 635nm 激光的增透膜，在反射棱镜 1207 的超高压汞

灯 1209 输出光的入射面和出射面上镀有可见光的宽带增透膜。混合后的光束在光路中由光棒 1210 对其进行匀场处理,然后由所述聚焦透镜组 1211 对其进行会聚,再进入色轮 1212,使绿光、蓝光和红光三种颜色的光按照色轮设置的一定顺序依序输出,接着通过中继透镜组 1213 转像后照射到数字微镜器件 (Digital Micro-mirror Device, 简称 DMD) 1214 上,由 DMD1214 处理过后的光束经过投影透镜组 1215 后,最后照射到屏幕 1216 上成像。本实施例中的激光光源 1208 发射红色激光是为了提高投影显示中的红光亮度,调整红绿蓝三基色的强度分布,从而提高了图像的色饱和度与对比度。

图 13 是在三片 DLP 光机中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的实施例。包括作为被补充光源的氙灯 1309、激光光源 1308、耦合透镜 1318、光纤 1319、聚焦透镜 1311、反射棱镜 1307、光棒 1310、聚焦透镜组 1312、平面反射镜 1320、内部全反射棱镜 (Total Interface Reflection, 简称 TIR 棱镜) 1321、分色再合色棱镜 (color splitting/recombining prism) 1322、红、绿、蓝 DMD1323、1324 和 1325、以及投影透镜组 1315,其中,激光与氙灯混合仍然使用图 4 和图 5 所示结构的反射棱镜,反射棱镜使用折射率为 1.51 的 K9 玻璃,光学胶使用紫外固化胶,其折射率为 1.51。但是反射棱镜 1307 的厚度为 2 毫米。由于厚度较小,氙灯 1309 发射的光只有部分射到上面。激光光源 1308 为发射 635nm 红色激光的半导体激光器。激光首先通过耦合透镜 1318 耦合进入光纤 1319,从光纤 1319 出射的激光束再通过聚焦透镜 1311 垂直入射并聚焦于反射棱镜 1307 的空气间隙上,经过全反射后出射,由于反射棱镜 1307 的厚度很小,作为被补充光源的氙灯 1309 发射的光一部分入射到所述反射棱镜 1307 上并透射后与所述激光束混合,另一部分则直接与所述激光束混合。在反射棱镜 1307 的激光入射面镀有对波长 635nm 激光的增透膜,在反射棱镜 1307 对应的氙灯 1309 输出光的入射面和出射面上镀有可见光的宽带增透膜。混合后的光束通过光棒 1310 进行匀场后,再通过聚焦透镜组 1312 会聚,然后经过平面反射镜 1320 反射,进入内部全反射 TIR 棱镜 (Total Interface Reflection, 简称 TIR 棱镜) 1321, TIR 棱镜 1321 的作用是使入射光与出射光分离,互不干扰,使入射光全反射,出射光透过。TIR 棱镜 1321 将入射混合光反射进入分色再合色棱镜 1322,分色再合色棱镜 1322 使混合光顺序分为蓝、绿、红三色,并分别入射到蓝、

绿、红 DMD1325、1324 和 1323 上，之后三束光先红绿合色，蓝光再与红绿混合光进行合色，最后再次作为出射光通过 TIR 棱镜 1321 输出后，入射到投影透镜组 1315 后成像。其中，TIR 棱镜 1321 和分色再合色棱镜 1322 都是本领域技术人员熟知的光学器件，其结构可以参考专利号为 US6863401B2 的美国专利说明书第一页第二段。

本领域普通技术人员应当理解，作为投影显示的光源灯除了氙灯外，还可以为 LED 灯（包括 LED 阵列）、超高压汞灯、金属卤化物灯、卤素灯等。

图 14 是在三片液晶光阀中使用本实用新型光源装置的一种投影仪光路的实施例。其中，被补充光源输出的光与激光的混合仍然通过图 4 和图 5 所示的反射棱镜来实现，反射棱镜使用折射率为 1.51 的 K9 玻璃，光学胶使用紫外固化胶，其折射率为 1.51。激光光源 1408 为发射 635nm 红光激光的固体激光器，激光经过第一聚焦透镜组 1411 扩束后被聚焦在反射棱镜 1407 的空气间隙上，经过全反射后出射，作为被补充光源的光源灯采用超高压汞灯 1409，调整输出会聚光束的超高压汞灯 1409 的焦平面 F，使激光束的焦点也落在焦平面 F 上，且激光束的焦点与超高压汞灯 1409 输出光的焦点距离尽可能的接近，但超高压汞灯 1409 输出光的焦点不能位于反射棱镜 1407 的空气间隙上，两束光经过反射棱镜 1407 后同方向输出，实现混合。其中第一聚焦透镜组中也可以包括扩束透镜。在反射棱镜 1407 的激光入射面镀有对波长 635nm 激光的增透膜，在反射棱镜 1407 对应超高压汞灯 1409 输出光的入射面和出射面上镀有可见光的宽带增透膜。混合光束经过第二聚焦透镜组 1417 后成为平行光或准平行光，再经过第一复眼透镜 1426 进行匀场，然后顺序经过第一平面反射镜 1427、第二复眼透镜 1436、偏极化分光镜 PBS 阵列 1434 和第三聚焦透镜组 1451，其中，第一平面反射镜 1427 的作用是将光线全反射，所述第二复眼透镜 1436 仍然是起匀场的作用，所述 PBS 阵列 1434 将自然混合光转换为偏振光；由第三聚焦透镜组 1451 出射的偏振光在第一二向色镜 1428 上将混合偏振光分离为蓝光和红绿混合光，所述蓝光顺序经过第二平面反射镜 1440、第一聚焦透镜 1441 和第一液晶光阀 1431 后进入合色棱镜 1430，所述红绿混合光在第二二向色镜 1438 上进一步被分离为绿光和红光，所述绿光经过第二聚焦透镜 1442 和第二液晶板 1432 后进入合色棱镜 1430，所述红光顺序经过第一中继透镜 1429、第三平面反射镜 1450、第二中继透镜 1439、第

四平面反射镜 1420、第三聚焦透镜 1443、以及第三液晶板 1433 后进入合色棱镜 1430，这样，RGB 三束光在所述合色棱镜 1430 中重新合光经投影透镜组 1415 投射到屏幕上，实现图像的显示。其中，由于蓝光与绿光的光程相同，而红光的光程较长，中继透镜的作用是使红光转为与蓝绿光相同光程的效果。

图 14 的实施例是先将超高压汞灯 1409 的光束和红色激光束混合并匀场后作为光源进入投影仪的光学系统中，本领域普通技术人员应当理解，也可以先将超高压汞灯 1409 发射的光束作为光源引入投影仪的光学系统，然后在后续的结构中，如第二二向色镜 1438 至第三液晶板 1433 之间的光路上，再使用反射棱镜 1407 将红色激光引入到投影仪的光学系统中。

图 15 是使用本实用新型光源装置的一种具有三片 LCOS (Liquid Crystal on Silicon) 的投影仪光路的示意图。包括作为被补充光源的超高压汞灯 1509、发射 635nm 红光的激光光源 1508、第一聚焦透镜组 1511、具有图 4 和图 5 所示结构的反射棱镜 1507、第二聚焦透镜组 1517、第一和第二复眼透镜 1526 和 1536、第一平面反射镜 1527、PBS 阵列 1534、第三聚焦透镜组 1521、第一和第二二向色镜 1540 和 1560、第一和第二中继透镜 1529 和 1539、三片 LCOS 1541、1551 和 1561、三个 PBS 1542、1552 和 1562、合色棱镜 1530，以及投影透镜组 1515，其中，图 15 中的投影显示光源前半部分的混合方式光路结构与图 14 相同，其后的光路采用传统的三片 LCOS 方案，即后半部分光路中，PBS 阵列 1534 将自然光转换为 p 偏振光，经过第三聚焦透镜组 1521 后入射到第一二向色镜 1540 上，第一二向色镜 1540 将入射 p 偏振光分离为红光和蓝绿混合光，所述红光顺序经过第一中继透镜 1529、第二平面反射镜 1550、第二中继透镜 1539 后入射到第一 PBS 1562 中，第一 PBS 1562 将入射的 p 偏振红光反射并将其偏振转换为 s 偏振，s 偏振的红光入射到红光 LCOS 上并被反射，再次透射穿过第一 PBS 1562 后进入合色棱镜 1530；所述蓝绿混合光经过第二二向色镜 1560 后被分离为蓝光和绿光，所述 p 偏振的蓝光经过第二 PBS 1542 反射并转换为 s 偏振并入射到蓝光 LCOS 1541 上，经过蓝光 LCOS 1541 的反射并透射穿过第二 PBS 1542 后进入合色棱镜 1530；同蓝光相类似，所述绿光经过第三 PBS 1552 的反射并由 p 偏振转换为 s 偏振，被绿光 LCOS 1551 反射并透射穿过第三 PBS 1552 后进入合色棱镜 1530，经过合色棱镜 1530 将 RGB 三基色光重新合束后通过投影透镜组 1515 投射到屏幕上，实现图像的投

影显示。其中，由于蓝光与绿光的光程相同，而红光的光程较长，中继透镜的作用是使红光转为与蓝绿光相同光程的效果。

图 16 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与 RGB 激光合束作为投影显示光源的单片 DLP 的一种投影仪光路的示意图。LED 与激光的合光作为投影光源的部分与图 11 所示的光路结构相同，混合后的光束先经聚焦透镜组 1623 会聚到光棒 1624 中进行匀场，再经由中继透镜组 1625 转像后入射到 TIR 棱镜 1627 中，在 DMD1626 上处理后被反射，再从 TIR 棱镜 1627 出射到投射透镜组 1628，最后在屏幕 1629 上成像。经激光混合补充后，投影系统的红绿蓝三色的亮度均比先前有了较大的提高。此外，根据白光配光比的不同，红绿蓝激光器可以选择功率不同的激光器，尤其针对绿光不足的情况，可以选择补充入功率较大的绿光激光。

图 17 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与单色激光合束作为投影显示光源的单片 DLP 的另一种投影仪光路的示意图。LED 与激光的合光作为投影光源的部分同图 10 基本相同，只是这里仅采用绿光激光器补充绿光 LED 灯，红蓝两路未进行补入。混合后的光束先经过聚焦透镜组 1723 后会聚到光棒 1724 中进行匀场，再经由中继透镜组 1725 转像后入射到 TIR 棱镜 1727 中，在 DMD1726 上处理后被反射，再从 TIR 棱镜 1727 出射到投射透镜组 1728，最后在屏幕 1729 上成像。上述投影显示光源中，在色温 6500K 下使用 0.79 英寸的成像芯片、F 数为 2.4 的投影镜头的投影系统，所述 LED 灯都采用 LED 阵列，发光面积为 7mm^2 ，在未加入绿光激光器前红绿蓝 LED 阵列的光功率分别约为红光 0.8W、绿光 0.7W、蓝光 1.4W，由于绿光已达最大光功率，所以限制了红光和蓝光的光功率。采用上述投影显示光源，加入光功率为 0.65W 的 532nm 绿光激光器的激光后，红绿蓝的光功率分别提高到红光电约 1.2W、绿光电约 1.1W、蓝光电约 1.8W。加入绿光激光器后的光源装置输出白光的亮度比先前提高了大约 50%。这种方法大大提高了绿光的亮度，及绿光的色饱和度，从而提高了白光的整体亮度。

图 18 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与单色激光合束作为投影显示光源的三片 LCD 的一种投影仪光路的示意图。图中绿光 LED 阵列 1801 按图 9 所示方式与绿光激光器 1804 使用反射棱镜 1803 进行光束混合，而红光 LED 阵列 1811 和蓝光 LED 阵列 1821 则不再用激光进行补充，绿光的混合光顺序经过准直透镜 1831、偏光片 1832、聚焦透镜 1833、光棒 1834 和中继透镜组 1835 和绿光 LCD 液晶光阀后进入合色棱镜 1838；而红光和

蓝光 LED 灯 1811 和 1821 经过各自的光束整形装置 1812 和 1822 压缩其发散角后，再经过各自对应的准直透镜 1813 和 1823、偏光片 1814 和 1824、聚焦透镜 1815 和 1825、光棒 1816 和 1826、中继透镜组 1817 和 1827 及 LCD 液晶光阀 1818 和 1828 后进入合色棱镜 1838，由合色棱镜 1838 将 RGB 三基色光重新合光，通过投影透镜组 1839 在屏幕 1840 上成像。其中，为了提高光束的利用效率，用于压缩绿光 LED 灯输出光束发散角的绿光光束整形装置 1802 可以使用楔形四棱锥，这样，还可以利用偏振片使 S 光通过，P 光反射回去，在绿光 LED 阵列表面和楔形四棱锥中再次被改变为自然光并随后续输出光一起输出，实现 P 光的部分再次利用。

图 19 是使用本实用新型装置的三基色 LED 灯与 RGB 激光合束作为投影显示光源的三片 LCOS 的一种投影仪光路的示意图。图 19 与图 18 基本相同，只是混合光源为红绿两个激光器分别混合入红绿 LED 阵列中，而蓝光则全部由蓝光 LED 灯提供，并且使用 PBS 和 LCOS 的组合替代了图 18 中的 LCD 液晶光阀，有关 PBS 和 LCOS 的组合和使用方式在图 15 中已经进行了详细介绍，这里就不再赘述。

最后需要强调的是，上述图 10、11、13、14、15、16、17、18、19 中，为了实现图像显示，还要求红绿蓝三路的光路应满足光程相同或使光路达到光程相同的效果的条件，这对本领域技术人员是公知的。

当然，根据实际应用中的需要，本实用新型的光源装置还可以将其他波长和颜色的激光与灯泡与 LED 发出的光相混合。最后应说明的是，以上各附图中的实施例仅用以说明本实用新型的光源装置的结构和技术方案，但非限制。尽管参照实施例对本实用新型进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本实用新型的技术方案进行修改或者等同替换，都不脱离本实用新型技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。

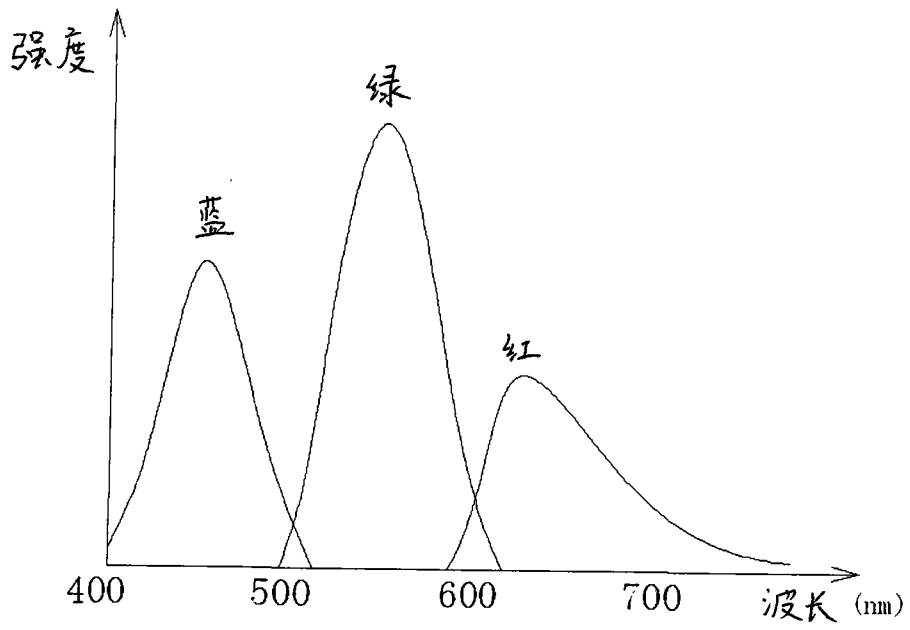


图 1

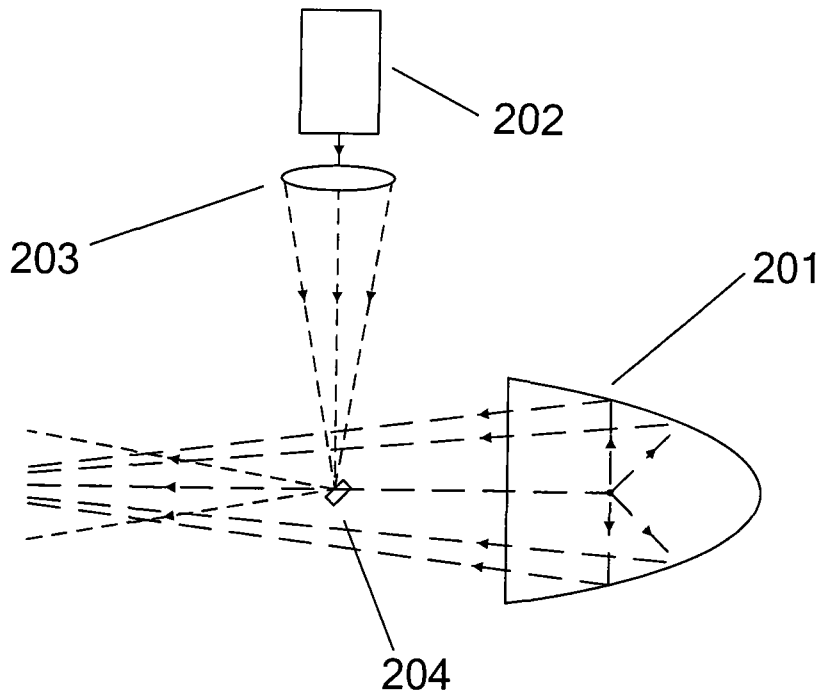


图 2

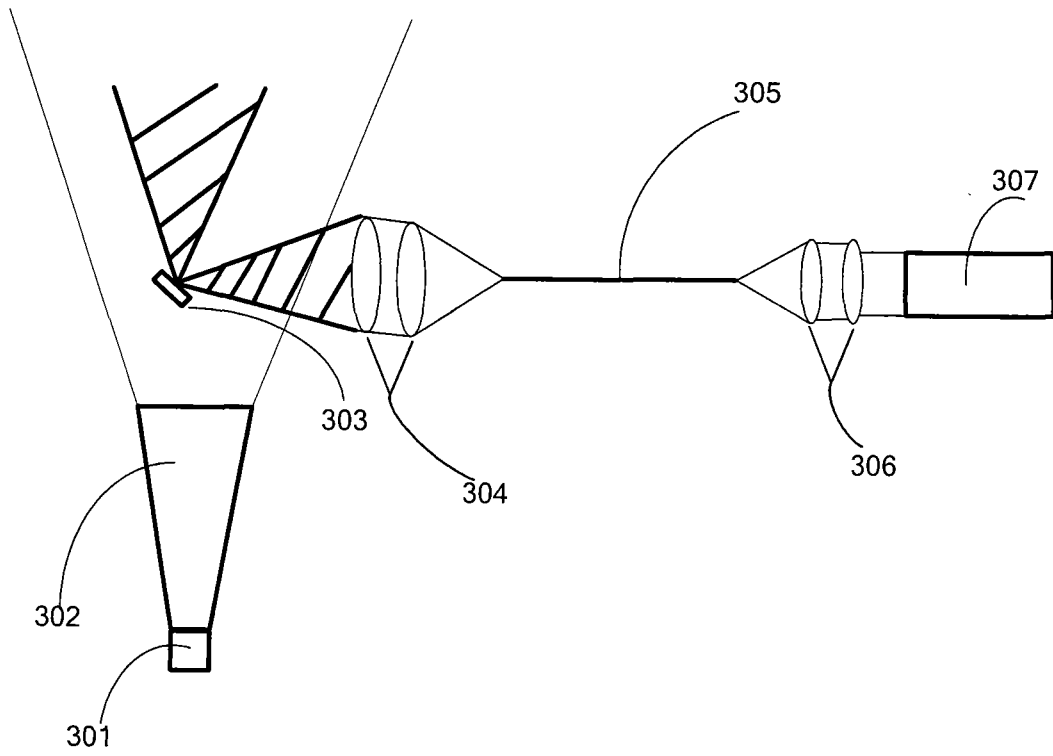


图 3

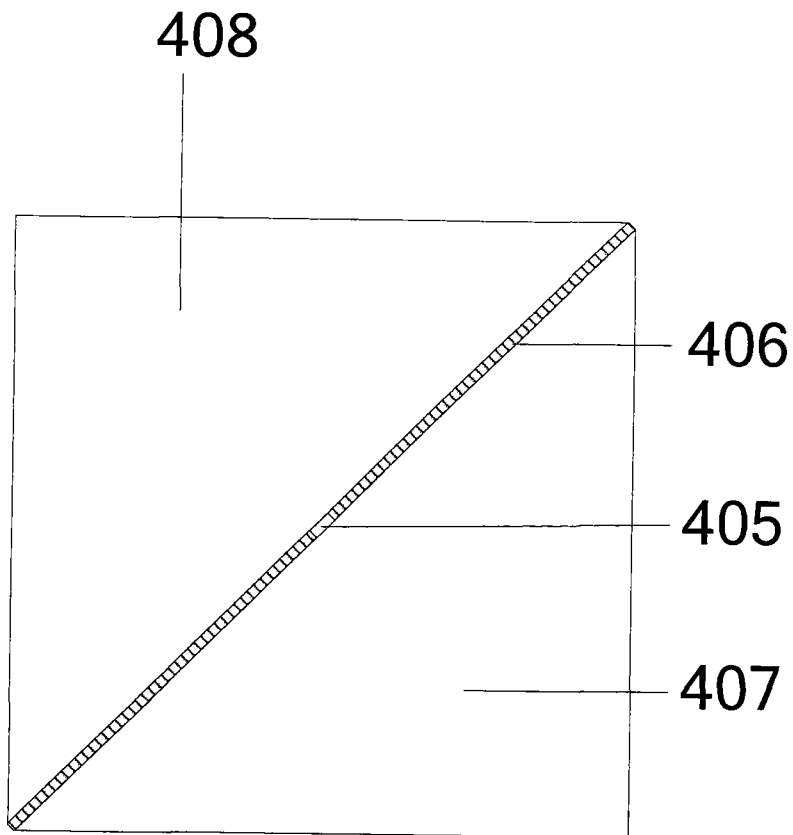


图 4

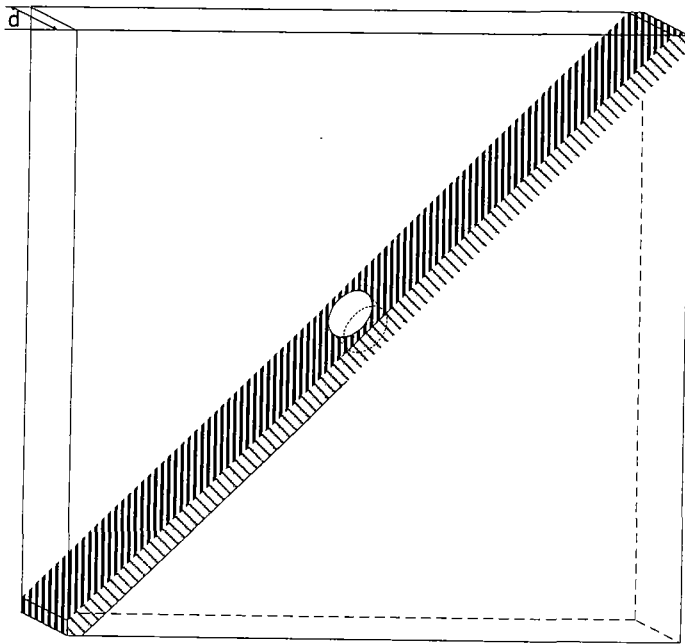


图 5

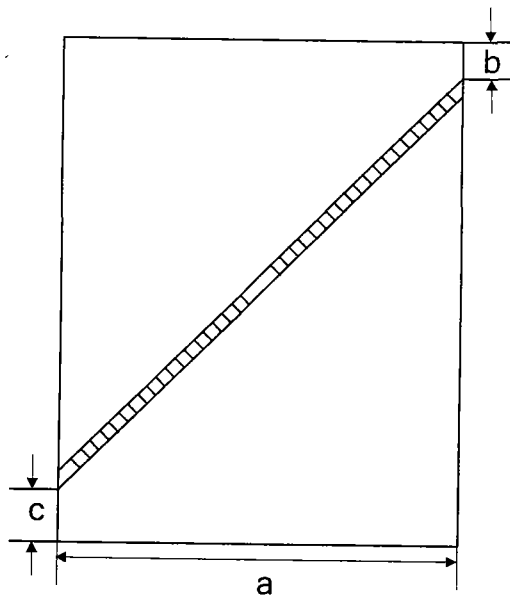


图 6

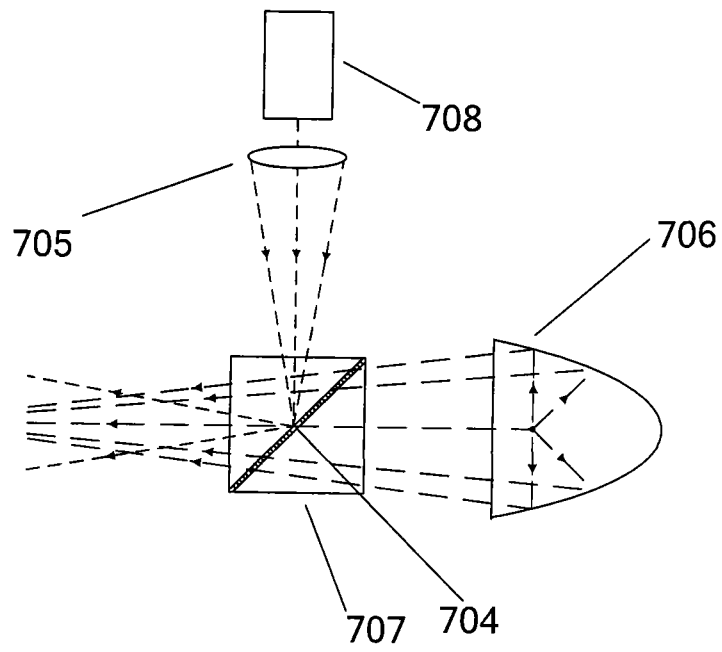


图 7

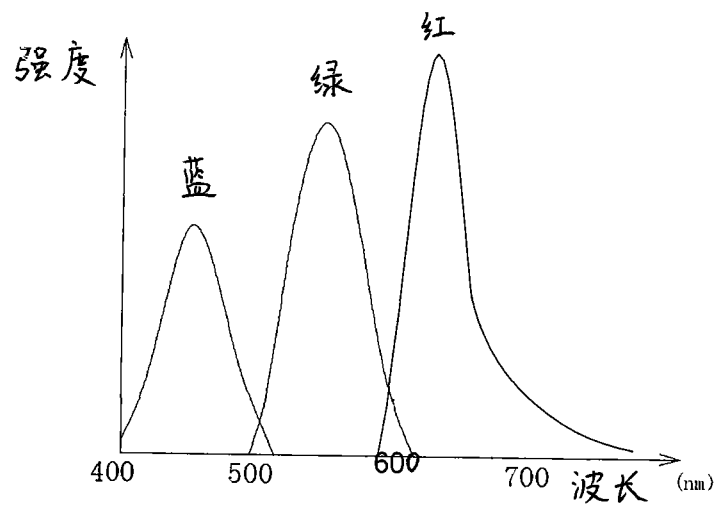


图 8

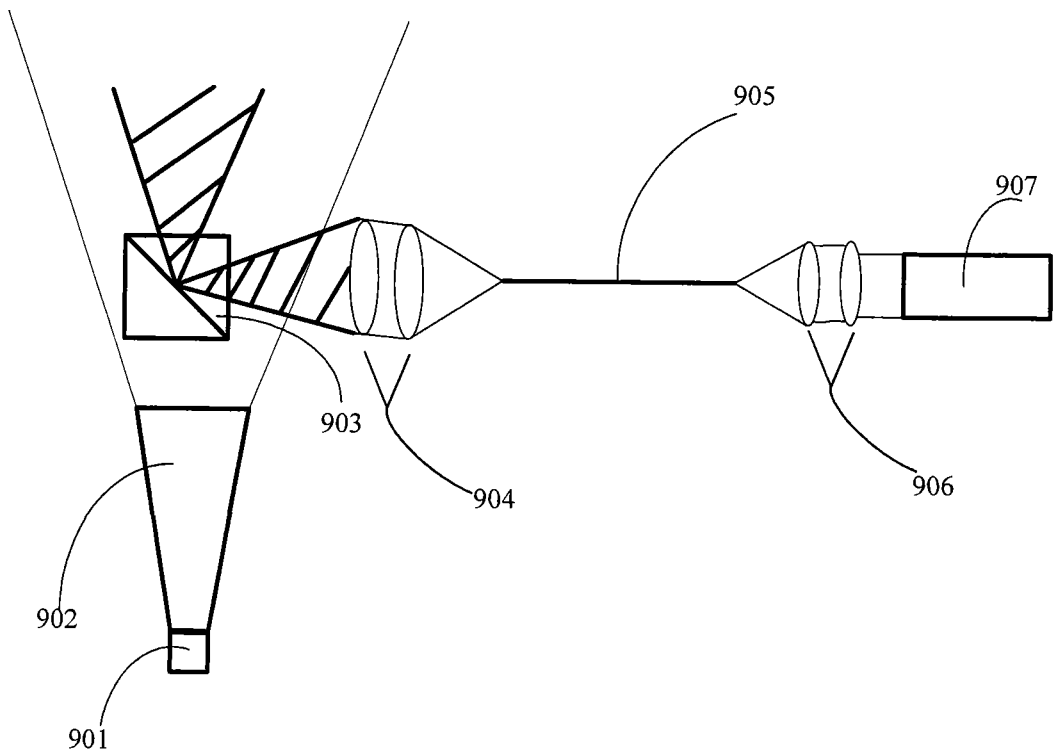


图 9

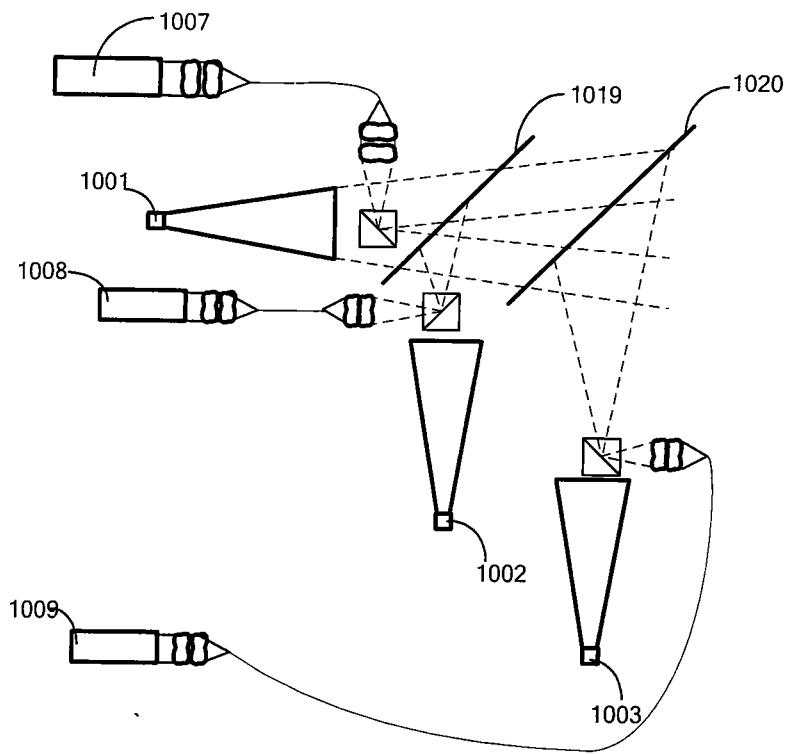


图 10

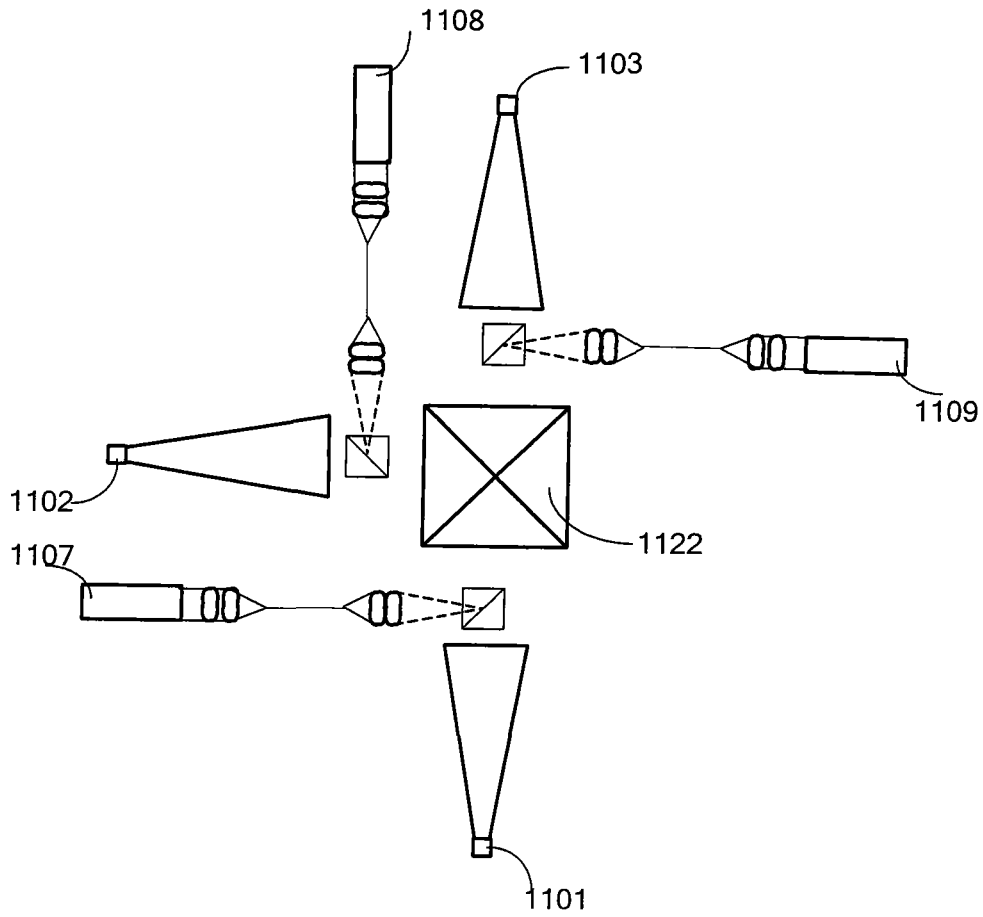


图 11

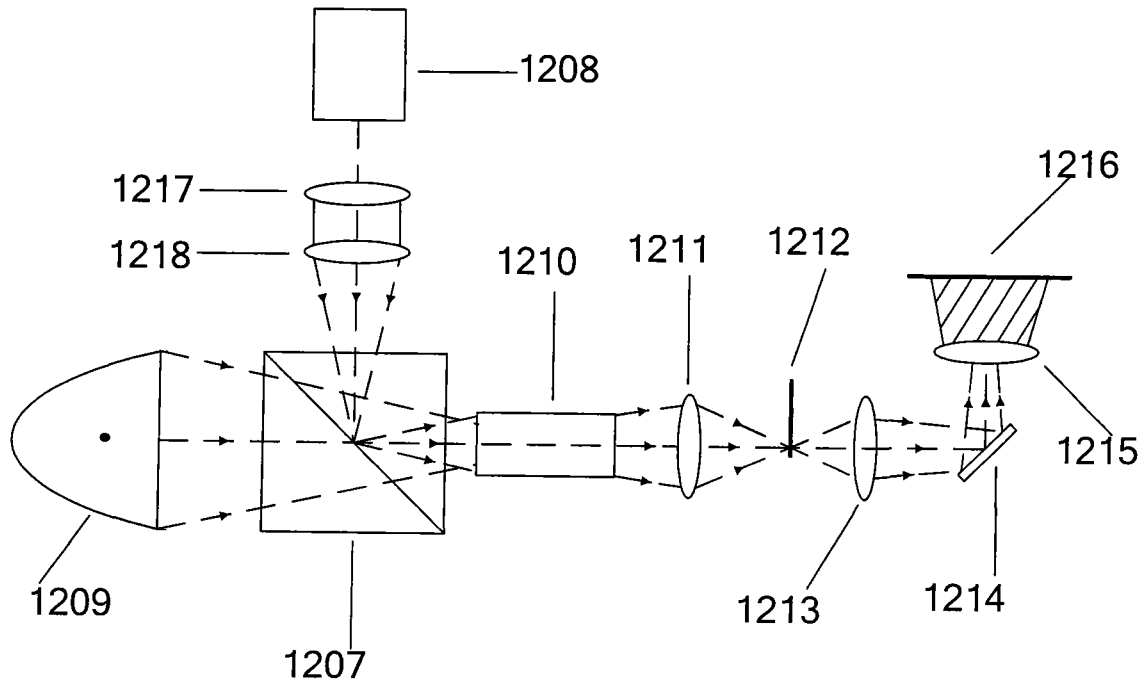


图 12

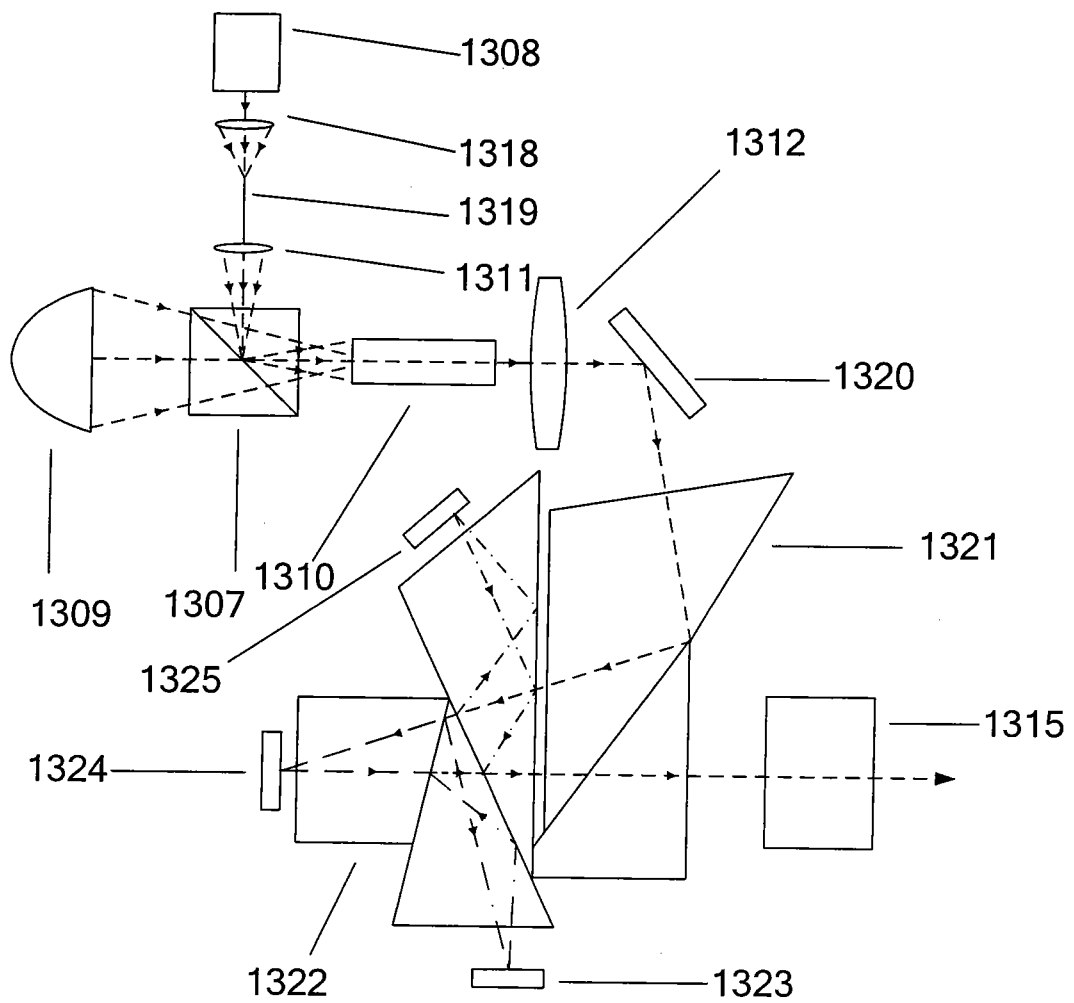


图 13

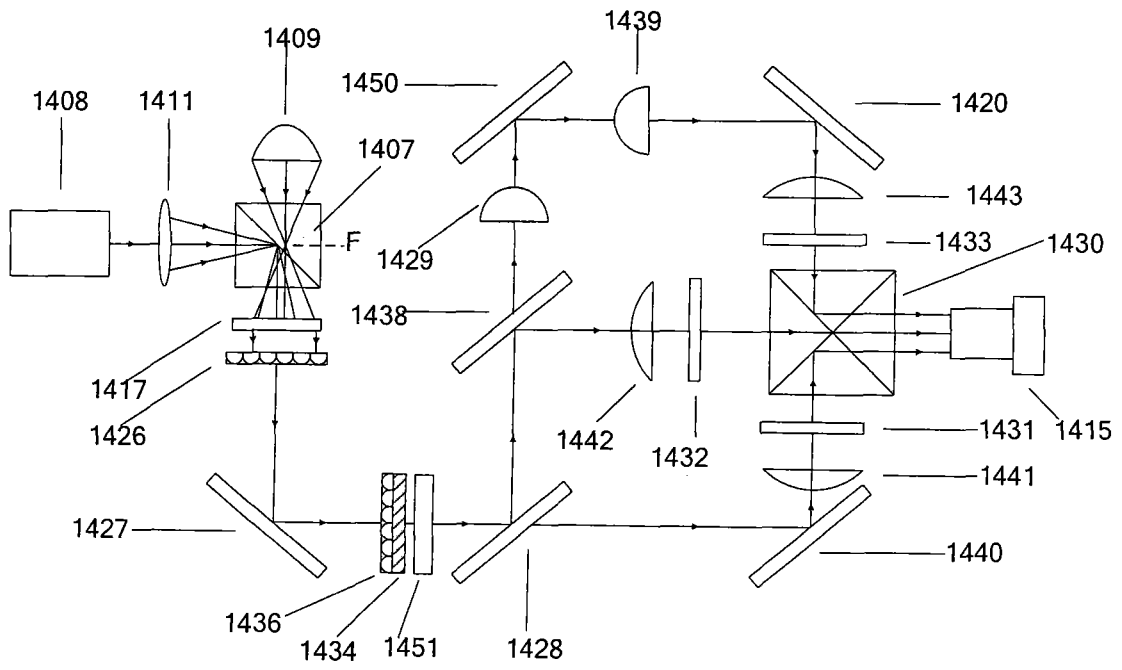


图 14

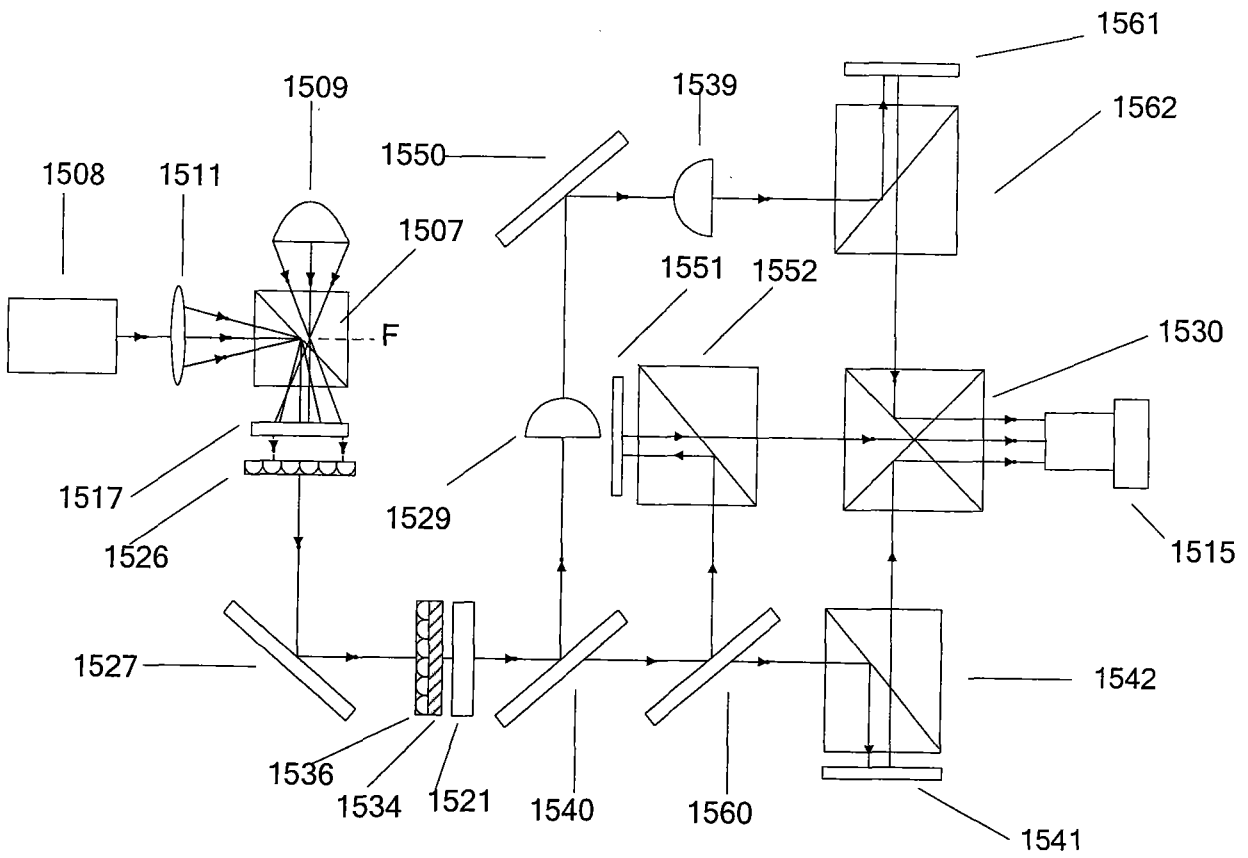


图 15

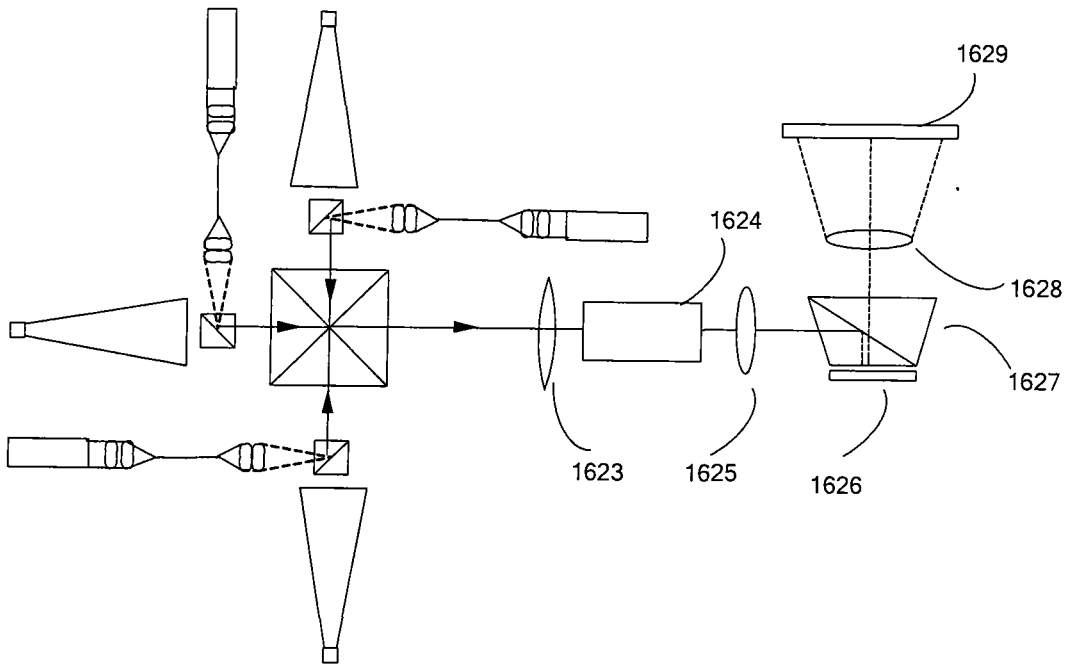


图 16

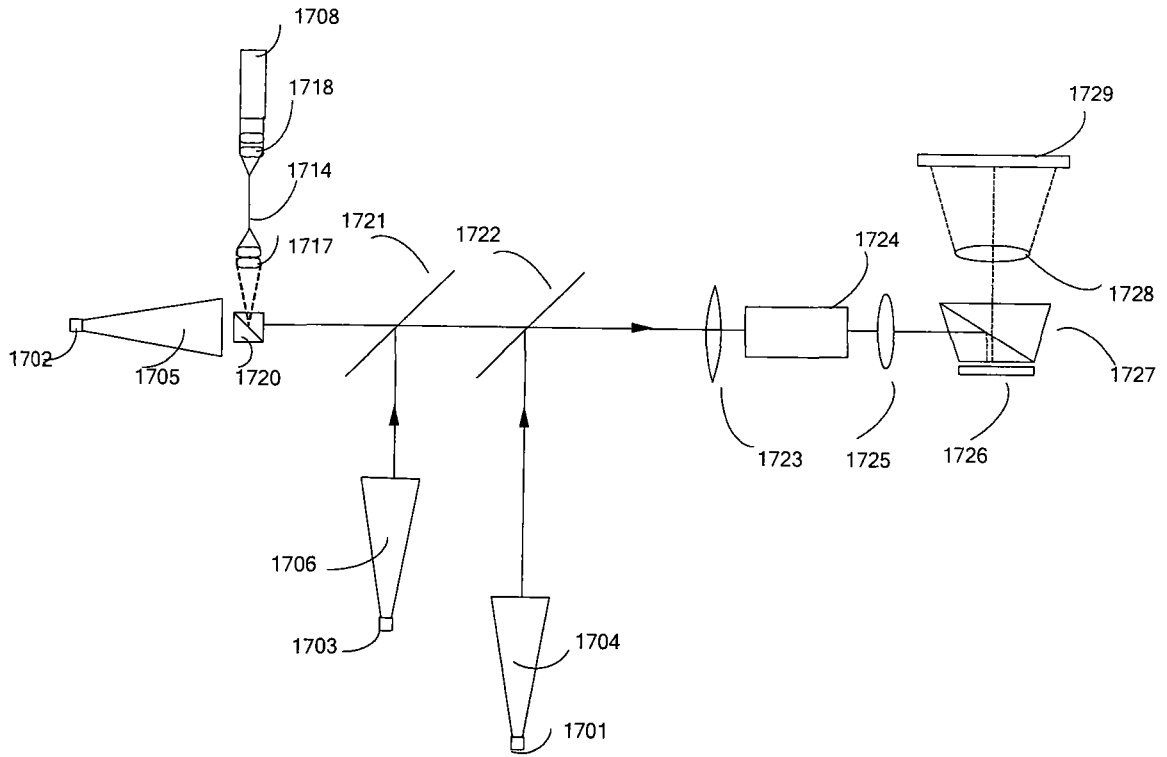


图 17

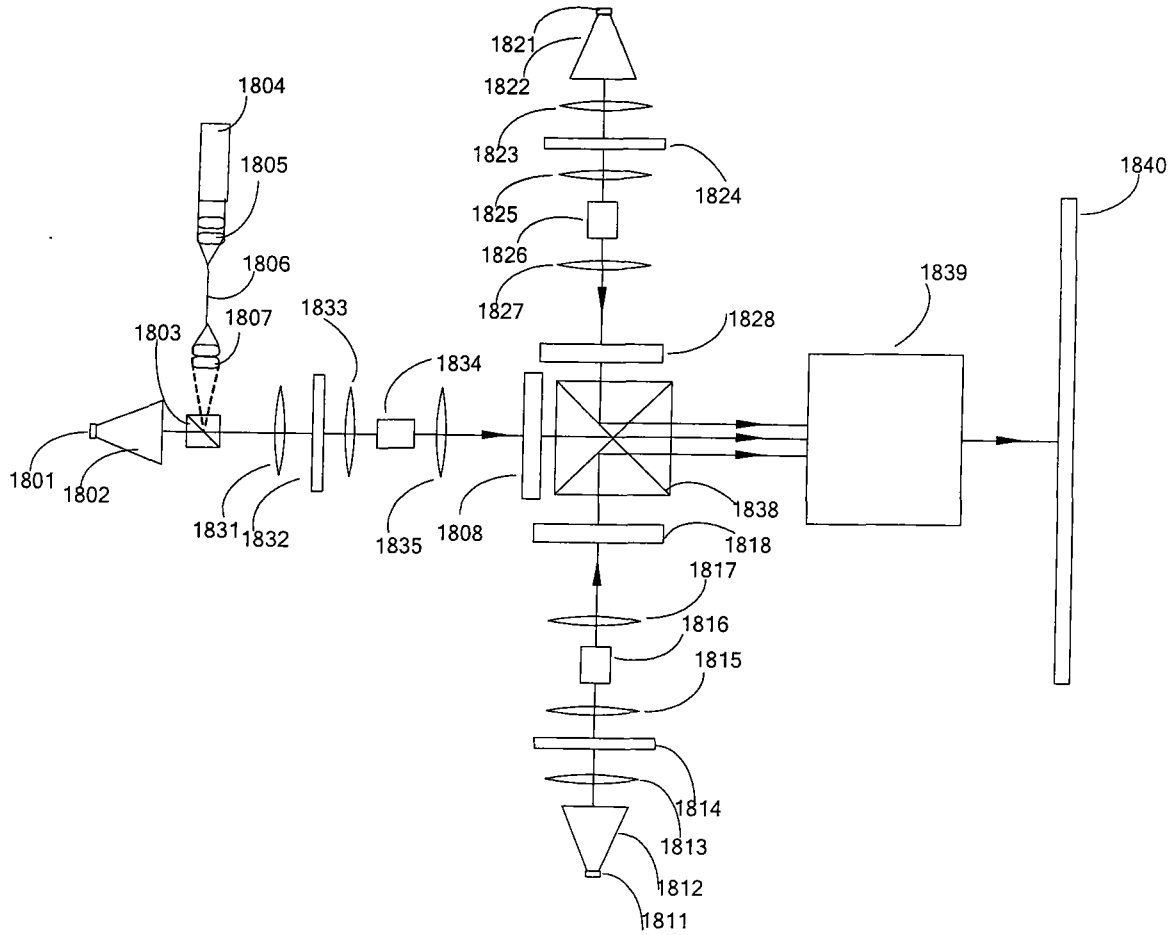


图 18

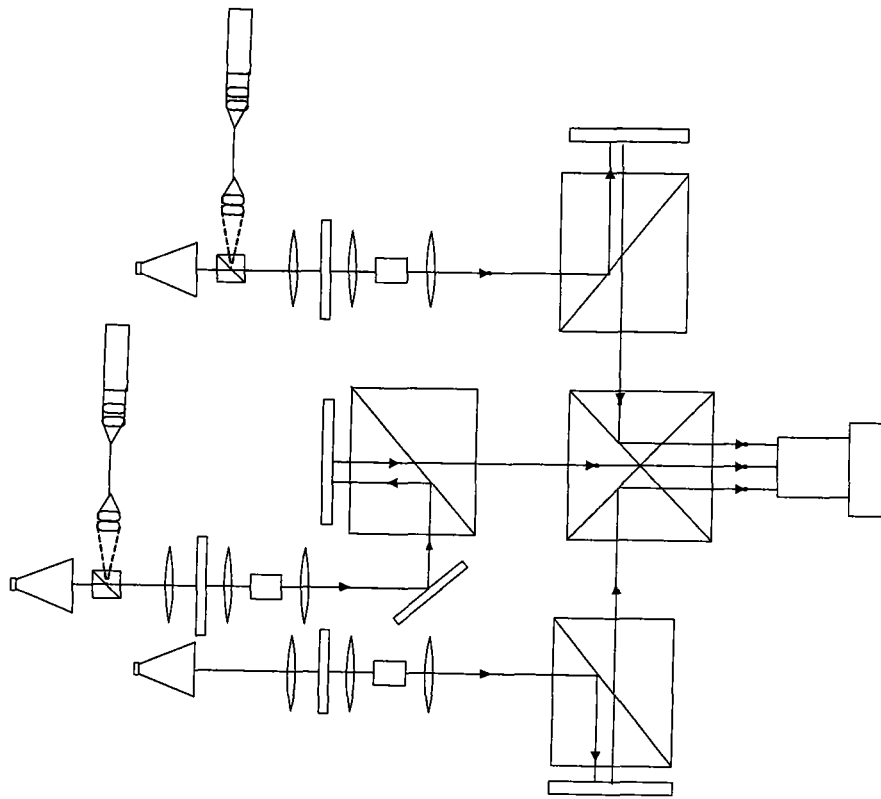


图 19