

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 9/31 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380107991.3

[43] 公开日 2006 年 2 月 8 日

[11] 公开号 CN 1732695A

[22] 申请日 2003.11.19

[21] 申请号 200380107991.3

[30] 优先权

[32] 2003. 1. 8 [33] US [31] 10/338,469

[86] 国际申请 PCT/US2003/036955 2003.11.19

[87] 国际公布 WO2004/064411 英 2004.7.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.30

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 J·L·威廉姆斯 K·D·萨博塔

C·L·布鲁佐内

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

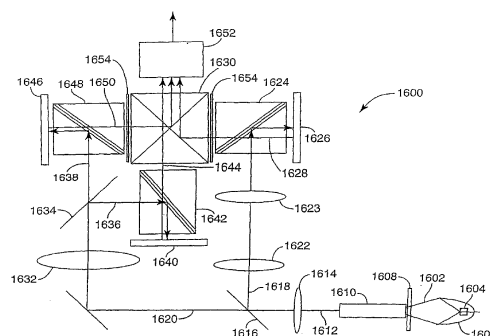
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

光学核心和包括该光学核心的投影系统

[57] 摘要

使用反射 LCD 成像器单元的 LCD 投影系统通常使用一个或多个偏振光束分离器来分离入射到成像器上的光，所述光是来自一个或多个相应的成像器所反射的。偏振光束分离器可使用折射率匹配层和光学粘合剂被安装在颜色组合器上。



1. 一种光学元件，包括：
颜色组合器；
5 包括棱镜的偏振光束分离器；
布置在偏振光束分离器的棱镜表面上的折射率匹配层；以及
布置在折射率匹配层和颜色组合器的表面之间的、用来将偏振光束分离器
安装到颜色组合器上的光学粘合剂层。
2. 如权利要求1所述的光学元件，进一步包括
10 布置在光学粘合剂层和颜色组合器之间的偏振旋转元件；以及
布置在偏振旋转元件和颜色组合器之间的第二光学粘合剂层。
3. 如权利要求2所述的光学元件，其中偏振旋转元件包括半波延迟板。
4. 如权利要求1所述的光学元件，其中光学元件包括至少两个偏振光束分
离器，每个偏振光束分离器上都具有单独的折射率匹配层和光学粘合剂层、用
15 来将每个偏振光束分离器安装到颜色组合器的不同表面上。
5. 如权利要求1所述的光学元件，进一步包括
包括棱镜的第二偏振光束分离器；
布置在第二偏振光束分离器的棱镜表面上的第二折射率匹配层；
布置在第二折射率匹配层和颜色组合器的第二表面之间的、用来将第二偏
20 振光束分离器安装到颜色组合器上的第二光学粘合剂层；以及
包括棱镜的第三偏振光束分离器；
布置在第三偏振光束分离器的棱镜表面上的第三折射率匹配层；
布置在第三折射率匹配层和颜色组合器的第三表面之间的、用来将第三偏
振光束分离器安装到颜色组合器上的第三光学粘合剂层。
- 25 6. 如权利要求5所述的光学元件，进一步包括
布置在第二光学粘合剂层和颜色组合器之间的第一偏振旋转元件；
布置在第一偏振旋转元件和颜色组合器之间的第四光学粘合剂层；
布置在第三光学粘合剂层和颜色组合器之间的第二偏振旋转元件；
布置在第二偏振旋转元件和颜色组合器之间的第五光学粘合剂层。

7. 如权利要求1所述的光学元件, 其中颜色组合器具有折射率 n_1 ; 偏振光束分离器的棱镜具有折射率 n_2 ; 以及折射率匹配层具有折射率 n_3 , 其中 n_3 在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 的 $\pm 4\%$ 内。
8. 如权利要求7所述的光学元件, 其中 n_3 在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 的 $\pm 2\%$ 内。
- 5 9. 如权利要求8所述的光学元件, 其中 n_3 等于 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 。
10. 一种包括权利要求1所述的光学元件的投影系统。
11. 一种制造光学元件的方法, 该方法包括:
在偏振光束分离器的棱镜表面上布置折射率匹配层;
向在折射率匹配层和颜色组合器的表面之间具有光学粘合剂层的颜色组合
10 器上安装偏振光束分离器。
12. 如权利要求11所述的方法, 进一步包括
使用偏振旋转元件和颜色组合器之间的第二光学粘合剂层在粘合剂层和颜色组合器之间安装偏振旋转元件。
13. 如权利要求12所述的方法, 其中偏振旋转元件包括半波延迟板。
- 15 14. 如权利要求11所述的方法, 进一步包括重复该布置和安装步骤来将至少一个另外的偏振光束分离器安装到颜色组合器上。
15. 如权利要求11所述的方法, 进一步包括
在第二偏振光束分离器的棱镜表面上布置第二折射率匹配层;
向在第二折射率匹配层和颜色组合器的第二表面之间具有第二光学粘合剂
20 层的颜色组合器上安装第二偏振光束分离器;
在第三偏振光束分离器的棱镜表面上布置第三折射率匹配层;
向在第三折射率匹配层和颜色组合器的第三表面之间具有第三光学粘合剂层的颜色组合器上安装第三偏振光束分离器;
16. 如权利要求15所述的方法, 进一步包括
25 使用第一偏振旋转元件和颜色组合器之间的第四光学粘合剂层来将第一偏振旋转元件安装在第二光学粘合剂层和颜色组合器之间; 以及
使用第二偏振旋转元件和颜色组合器之间的第五光学粘合剂层来将第二偏振旋转元件安装在第三光学粘合剂层和颜色组合器之间。
17. 如权利要求11所述的方法, 其中颜色组合器具有折射率 n_1 ; 偏振光束
30 分离器的棱镜具有折射率 n_2 ; 以及折射率匹配层具有折射率 n_3 , 其中 n_3 在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$

的 $\pm 4\%$ 内。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其中 n_3 在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 的 $\pm 2\%$ 内。

19. 如权利要求 18 所述的方法, 其中 n_3 等于 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 。

光学核心和包括该光学核心的投影系统

5 技术领域

本发明通常涉及一种用于显示信息的系统，更特别的是反射投影系统。

背景技术

光学成像系统典型地包括一个透射或反射成像器，也被称为光阀或光阀阵列，其施加一图像于一光束上。透射光阀典型的是透明的并且允许光通过。另一方面，反射光阀仅反射输入光束的所选部分来形成图像。反射光阀具有重要的优点，比如控制电路可被放置在反射表面之后，并且当基片材料不局限于其不透明性时更加先进的集成电路技术就可用了。通过使用反射液晶微显示器作为成像器，新兴潜在的廉价并且小型的液晶显示器（LCD）投影结构变得可能。

很多反射 LCD 成像器旋转入射光的偏振。换句话说，偏振光或者被成像器反射而其偏振状态实际上为提供最暗的状态并没有被改变，或者被给予一定程度的偏振旋转来提供理想的灰度级。在这些系统中 90° 的旋转提供最亮的状态。因此，偏振光束通常被用来作为反射 LCD 成像器的输入光束。理想的小型配置包括在偏振光束分离器（PBS）和成像器之间的折叠光路，其中照明光束和来自反射于成像器的投影图像共享 PBS 和成像器之间的同样的物理空间。PBS 从偏振旋转的图像光中分离出入射光。一个单独的成像器可被用来形成单色图像或彩色图像。典型的多个成像器被用来形成彩色图像，其中照明光被分离成多个不同颜色的光束。图像单独地施加于每个光束，然后它们被重组来形成一个完整的彩色图像。

理想的是尽可能地使用光源所产生的光。特别的，考虑可减少不需要的反射光的划算并且可制造的结构是有用的。

发明概述

通常，本发明涉及用于投影系统的光学元件或核心以及包括光学元件或核心的投影系统。另外，本发明涉及制造和使用该光学元件或核心以及投影系统。

一种实施方式是一个光学元件，其包括颜色组合器，具有棱镜的偏振光束分离器，布置在偏振光束分离器的棱镜表面的折射率匹配层，以及布置在折射

率匹配层和颜色组合器之间用于将偏振光束分离器安装到颜色组合器上的光学粘合剂层。可选的，光学元件包括两个或三个（或更多）偏振光束分离器，其中使用光学粘合剂层和折射率匹配层将每个都单独的安装在棱镜的不同表面上。另外，偏振旋转元件，比如半波延迟板，可选地使用在偏振旋转元件和颜色组合器之间的第二光学粘合剂层被安装在一个或多个偏振光束分离器的每个和颜色组合器之间。

通常，当颜色组合器具有一个折射率 n_1 并且偏振光束分离器的棱镜具有一个折射率 n_2 ，则折射率匹配层具有一个折射率 n_3 ，其中 n_3 优选地在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 的 $\pm 5\%$ 内（即 n_1 和 n_2 的积的平方根）。在一些实施方式中， n_3 在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 的 $\pm 4\%$ 或 $\pm 2\%$ 内，并且在一些实例中 n_3 可等于 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 。

其它实施方式包括具有上述光学元件的投影系统。

还有另一种实施方式是制造光学元件的方法。该方法包括在偏振光束分离器的棱镜表面上布置折射率匹配层。偏振光束分离器安装在颜色组合器上，该颜色组合器在折射率匹配层和颜色组合器的表面之间具有光学粘合剂层。这个方法可选地被用于安装两个、三个或更多地偏振光束分离器到颜色组合器的表面。可选的，一个或多个偏振旋转元件可被单独地在偏振旋转元件和颜色组合器之间使用第二光学粘合剂层而安装在一个或多个偏振光束分离器的每个和颜色组合器之间。

附图说明

本发明将通过下列对本发明的多种实施方式联系附图进行详细描述而变得更加容易被理解，其中：

图 1 示意性的示出了根据本发明一种实施方式的投影系统；以及

图 2 示意性的示出了根据本发明一种实施方式的图 1 所示的投影系统的光学元件。

本发明服从于多种变形和替换的形式，并且其中图中的实例的细节将详细描述。但是应当理解的是，目的并不是将本发明限定于特定的实施方式。相反的，目的是覆盖落在由后附权利要求所定义的本发明的精神和范围内的所有变形、等同以及替换。

具体实施方式

本发明可被应用于投影系统和用于这些系统的光学元件或核心。在此所用

的术语投影系统是要包括多种类的产生图像给观看者观看的光学系统，其可被用于例如，正面和背后投影系统，投影显示器，安装头显示器，虚拟浏览器，前导显示器，光学计算系统，光学相关系统以及其它光学浏览和显示系统。

多成像器投影系统 1600 的实施方式在图 1 中示意性地示出。光 1602 从光源 1604 发射出。光源 1604 可以是电弧灯或灯丝灯，或者其它合适的用于产生适于投影图像的光源。光源 1604 可由反射镜 1606 所包围，比如椭圆形的反射镜（未示出）、抛物形的反射镜，来增加导入到投影引擎上的光量。

光 1602 典型的在被分离成不同颜色频带之前被处理。例如光 1602 可通过可选的预偏振器 1608，使得仅有理想偏振的光被导入到投影引擎上。预偏振器 10 可选的是反射偏振器的形式，使得在不需要的偏振状态的反射光被重新导入回光源 1604 用于重新利用。光 1602 也可被均化使得投影引擎中的成像器被均匀地照射。一种均化光 1602 的方式是将光 1602 通过反射通道 1610，而其它用于均化光的方式也能被应用。

在所示出的实施方式中，均化光 1612 通过第一透镜 1614 来减小发散角度，。然后光 1612 入射到第一颜色分离器 1616，其可以是例如电介质薄膜滤光片。第一颜色分离器 1616 将第一颜色频带的光 1618 与余下的光 1620 分离。

第一颜色频带的光 1618 通过第二透镜 1622，并且可选的通过第三透镜 1623，来控制入射到第一偏振光束分离器（PBS）1624 上的第一颜色频带的光 1618 的发散角度。光 1618 通过第一 PBS 1624 到第一成像器 1626。成像器反射偏振状态的图像光 1628，图像光通过 PBS1624 直到颜色组合器，例如 x 立方体颜色组合器 1630，如图 1 所示。PBS 1624 为反射图像光提供散光补偿。成像器 20 1626 包括一个或多个补偿元件，比如延迟元件，来提供额外的偏振旋转并且因此增加或最大化图像光的对比度。

余下的光 1620 通过第三透镜 1632。然后余下的光 1620 入射到第二颜色分离器 1634，例如薄膜滤光片等，来产生第二颜色频带的光束 1636 以及第三颜色频带的光束 1638。第二颜色频带的光 1636 通过第二 PBS 1642 被导入到第二成像器 1640。第二 PBS 1642 为第二颜色频带的光提供散光补偿。第二成像器 1640 将第二颜色频带的图像光 1644 导入到 x 立方体颜色组合器 1630 中。

第三颜色频带的光 1638 通过第三 PBS 1648 被导入到第三成像器 1644。第三 PBS 1648 为第三颜色频带的光提供散光补偿。第三成像器 1646 将第三颜色 30

频带的图像光 1650 导入到 x 立方体颜色组合器 1630 中。

第一, 第二和第三颜色频带的图像光 1628, 1644 和 1650 在 x 立方体颜色组合器 1630 中被组合并且作为一个完整的图像光束被导入到投影光学装置 1652 上。偏振旋转光学装置 1654, 例如半波延迟板等可提供在 PBS 1624, 1642 5 和 1648 以及 x 立方体颜色组合器 1630 之间来控制 x 立方体颜色组合器 1630 中组合的光的偏振。在所示实施方式中, 偏振旋转光学装置 1654 被布置在 x 立方体颜色组合器 1630 和第一 PBS 和第三 PBS 的 1624 和 1648 之间。

合适的 PBS 的实例是广角笛卡儿偏振光束分离器 (PBS), 如在美国专利号 US6486997 中所讨论的。但是其它的带有棱镜的 PBS 也是可用的。笛卡儿 PBS 10 是一种在其内部分离的光束的偏振参考不变的、通常是正交的 PBS 膜的主要坐标轴的 PBS。相反的, 非笛卡儿 PBS, 分离的光束的偏振实际上是取决于光束入射在 PBS 膜上的角度。PBS 也可包括元件比如倾斜板或高折射率层, 如美国专利申请序列号 09/878559 和 10/159694 中所描述的, 来提供散光校正。美国专利申请序列号 09/878559 和 10/159694 也描述了多种成像器系统结构, 该结构 15 可根据本发明变形来包括光学粘合剂层和折射率匹配层, 使得 PBS 可被安装在 x 立方体颜色组合器上, 如下所述。

笛卡儿 PBS 的实例是一个多层的、反射偏振光束分离器 (MRPB) 膜, 其通过交替均质层和双折射材料来形成。如果膜的平面被认为是 x-y 平面, 并且膜的厚度是在 z 方向来度量, 那么 z 折射率就是在双折射材料中对于具有平行于 z 20 方向的电向量的光的折射率。同样, x 折射率是在双折射材料中对于具有平行于 x 方向的电向量的光的折射率, 并且 y 折射率是在双折射材料中对于具有平行于 y 方向的电向量的光的折射率。双折射材料的 x 折射率实际上与均质材料的折射率相同, 而双折射材料的 y 折射率与均质材料的不同。如果层的厚度被正确选择, 那么膜反射在 y 方向偏振的可见光并传送在 x 方向偏振的可见光。

25 MRPB 膜的实例是一个匹配的 z 折射率偏振 (MZIP) 膜, 其中双折射材料的 z 折射率实际上与双折射材料的 x 折射率或 y 折射率相同。MZIP 膜在美国专利号 US5882774 和 5962114 中描述。一种改进类型的具有增长寿命的 MZIP 膜, 使用 PET/COPET-PCTG 作为交替层, 在美国专利申请序列号 09/878575 中描述。

如上所述, 笛卡儿 PBS 的一种实施方式是 MRPB 膜, 比如 MZIP 膜, 封装 30 在棱镜之间。为了减小或最小化由高密度光束所产生的热引入压力而导致的双

折射, 棱镜优选的由具有低压光学系数的材料形成。一种用于这种目的的最合适的材料是市场上叫做 SF57 (Schott Glass Technologies, Mainz, Germany), PBH55 (Ohara Corp, Kanagawa, Japan), 或者 PBH56 (Ohara Corporation) 的玻璃。这些玻璃具有大约 1.85 的折射率。

5 当使用低折射率的玻璃时, MRPB 膜的折射率典型地小于周围棱镜。例如, MZIP 膜的折射率大约是 1.56, 它的厚度典型的在 $125\mu\text{m}$ 左右。在装配 PBS 时, MRPB 膜在膜的每一面使用大约 $25\mu\text{m}$ 厚的胶水来附着在棱镜面上, 其具有大约 1.56 的匹配折射率。一种用于 MRPB 膜的特别合适的类型的胶水是 Norland 61, 由 Norland Corporation 制造。PBS 膜和胶水共同形成了具有大约 1.56 的折
10 射率和 $225\mu\text{m}$ 厚度的倾斜板, 与光的传播方向形成大约 45° 角。这个在相对较高折射率的棱镜中的低折射率板为图像光引入了散光。散光对于被成像器反射的光是一个问题。减小散光的构造, 包括在 MZIP 膜和一个棱镜之间引入高折射率材料的倾斜板 (比如玻璃平板), 在例如美国专利申请序列号 09/878,559 和 10/159,694 中描述。

15 光学元件或核心 100 由图 2 示意性的示出来, 以表示 x 立方体颜色组合器 1630; PBS 的 1624, 1642 和 1648; 以及偏振旋转光学装置 1654 的安装。特别的, 使用光学粘合剂层 1660 和布置在 PBS 1642 的表面 1664 的折射率匹配层 1662, 将 PBS 1642 安装到 x 立方体颜色组合器 1630 上。PBS 1624 和 1648 被使用布置在各个 PBS 表面 1674 的折射率匹配层 1672, 第一光学粘合剂层 1670,
20 以及第二光学粘合剂层 1676 来安装到 x 立方体颜色组合器 1630 上, 其中偏振旋转光学装置 1654 布置在第一和第二光学粘合剂层之间。光学粘合剂层 1660, 1670 和 1676 可使用相同或不同的光学粘合剂。偏振旋转光学装置是否被布置在特别的 PBS 和颜色组合器之间典型地取决于理想光路和沿着该光路的光的偏振。

25 该配置被提供来减小材料之间边界的反射率。特别的, x 立方体颜色组合器 1630 的材料 (例如玻璃, 比如 BK7 或 B270 玻璃) 具有折射率 n_1 , 形成各个 PBS 1624, 1642 或 1648 的棱镜 1690, 1692 的材料 (例如, 玻璃) 具有折射率 n_2 。这两个折射率实际上不同 (例如, $|n_1 - n_2| > 0.2$)。通常, 差越大, 在分界面的潜在反射性越大。典型的, 光学粘合剂层 1660, 1670 和 1676 的折射率都被选
30 择成实际上等于 n_1 。通常, 光学粘合剂层的折射率与 n_1 的差不大于 0.1 并且典

型的不大于 0.04。另外，偏振旋转光学装置 1654（例如半波板）典型的被选择为具有实际上等于 n_1 的折射率（例如偏振旋转光学装置的折射率与 n_1 的差不大于 0.1 并且优选的不大于 0.04）。

5 折射率匹配层 1662, 1672 被布置在各个 PBS 上并且被选择为具有折射率 n_3 ，其中

$$n_3 \approx (n_1 * n_2)^{1/2}$$

理想的， n_3 等于等式右边的值，但是通常一些与这个理想值的变化是可接受的，因为装置特性的变化对于这些偏差是可接受的。变化的量取决于应用，但是通常 n_3 可与 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 相差 $\pm 5\%$ 并且典型的 n_3 在 $(n_1 * n_2)^{1/2}$ 的 $\pm 4\%$ 并经常在 $\pm 2\%$ 范围内。在一个特定实例中，x 立方体颜色组合器具有折射率 1.52，PBS 10 的玻璃棱镜具有折射率 1.85，以及折射率匹配层具有在 1.6 到 1.76 的范围内的折射率，优选的在 1.62 到 1.74 的范围，并且更优选的在 1.65 到 1.7 的范围。在这个实例中使用的光学粘合剂具有 1.56 的折射率并且半波板具有大约 1.6 的折射率。

15 折射率匹配层可使用任意具有所需折射率的材料制成，并且实际上是在感兴趣的波长范围（典型的在可见频谱，或至少在该频谱的一部分，例如在特定的 PBS 导入的频谱的红，绿或蓝部分）是透射的（至少 95%透射并且优选的至少 98%透射）。折射率匹配层典型的在 PBS 的合适的表面上形成。折射率匹配层形成可通过例如蒸发，喷射，离子电镀，离子辅助蒸发等技术来执行。

20 在一种实施方式中，PBS 1624, 1642 和 1648 的表面 1682 被抗反射层覆盖。多种用于抗反射层的材料和用于在棱镜表面布置抗反射层的方法是公知的并且通常被用到。被引导通过投影系统来在屏幕上显示的光通常不是被导向或导离 PBS 1624, 1642 和 1648 的表面 1680。可选的，这些表面 1680 并不需要被抛光（例如使其清洁）或被抗反射涂层覆盖。例如，表面 1680 可以是毛玻璃表面，25 这可减小 PBS 的成本，也可便于在核心 100 的装配时区分棱镜 1690 和棱镜 1692。能够区分两个棱镜 1690 和 1692 是非常重要的，因为 1690 包括布置在棱镜表面的折射率匹配层 1662 或 1672。

本发明不应当被认为限定于上述特定实例，应当被理解为覆盖本发明由后附权利要求所清楚设定的所有范围。不同的变形、等同处理、以及多种本发明 30 可被应用的结构对于本领域技术人员来说在通过对本发明的说明书的审阅后已

经很清楚。权利要求旨在覆盖所有变形和装置。

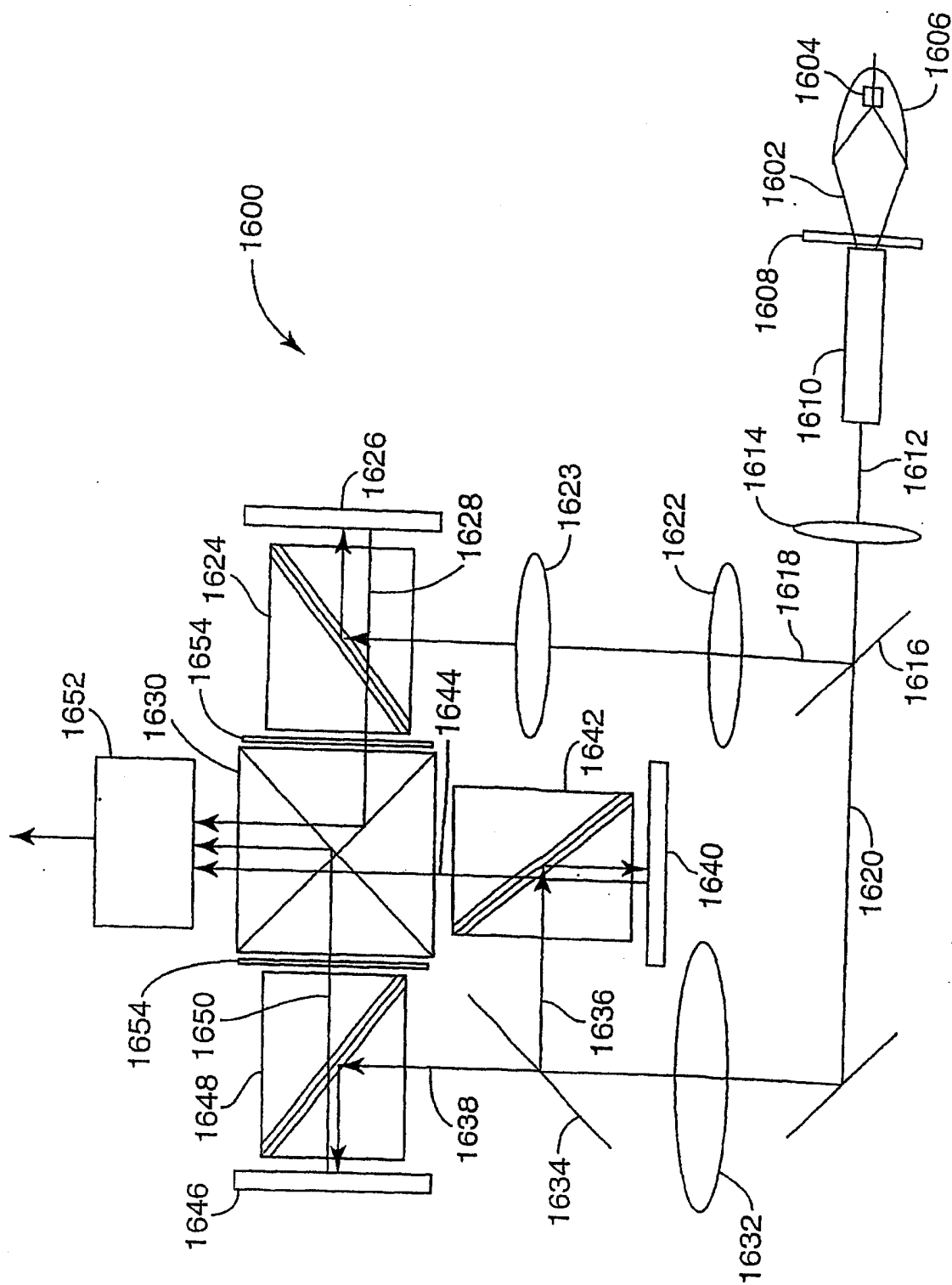


图 1

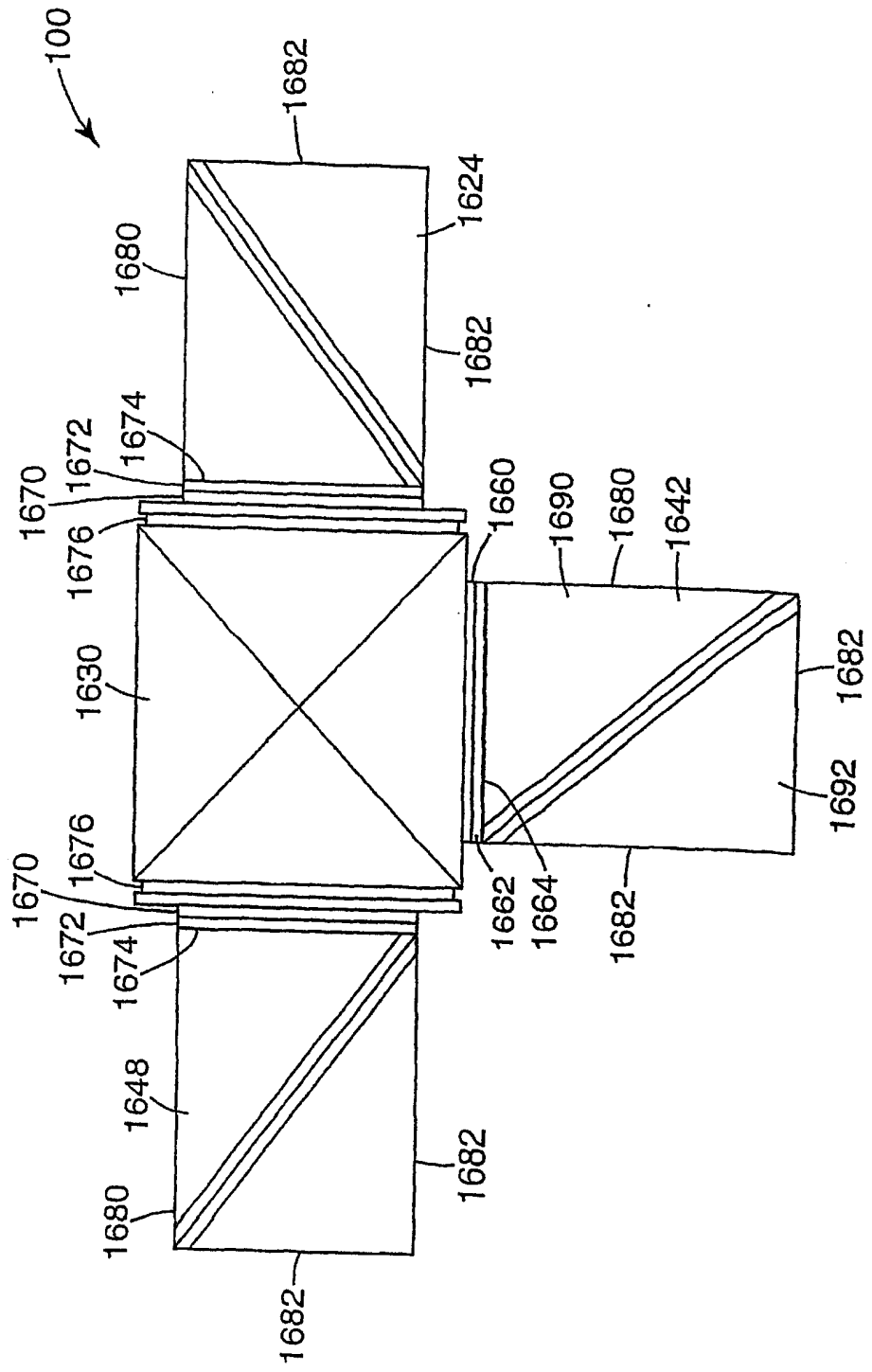


图 2