[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G02F 1/1335
H04N 9/31 G03B 21/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00106539.4

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1135419C

[22] 申请日 2000.4.7 [21] 申请号 00106539.4
[30] 优先权
[32] 1999. 4. 8 [33] JP [31] 101326/1999
[71] 专利权人 株式会社日立制作所
地址 日本东京都
[72] 发明人 宫泽敏夫 柳川薰
审查员 钟炎鑫

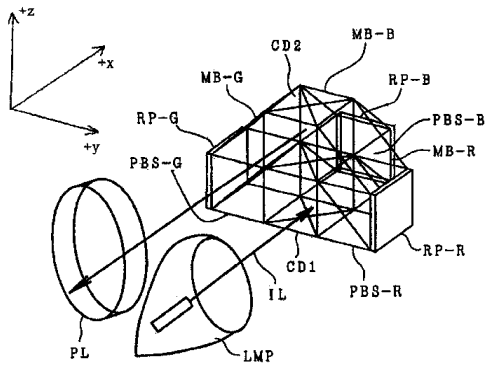
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 罗 朋 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 8 页

[54] 发明名称 光学系统和投射型显示装置

[57] 摘要

本发明提供用于投射型液晶显示装置的光学系统。光学模块包含三个根据外部控制来转化偏振的反射型液晶板；第一组偏振分解器，使必需的偏振分量被分离而被允许进入反射型液晶板；色分离和组合部件，使入射光被分离成三种颜色的色分离而被分配并输入到相应的反射型液晶板，并被重新组合；以及第二分量偏振分解器；其中色分离和组合部件作为分离的部件被排列在光路上，并且这些部件在空间按相互邻近的方式被配置。



ISSN1008-4274

1.光学系统包含:

第一个反射型液晶板，第二个反射型液晶板以及第三个反射型液晶板，

第一个偏振部件，第二个偏振部件以及第三个偏振部件，它们中的每个使入射光的第一个偏振分量能被反射而使入射光的第二个偏振分量能从那里通过。

色分离部件，它使入射光分离成第一、第二和第三波长段分量，以及

色组合部件;

其中 X、Y 和 Z 坐标方向代表互相垂直的轴;

并且

其中入射光被允许沿 X 方向进入所述色分离部件，色组合部件沿 Z 方向被放置在邻近色分离部件的上侧，第一偏振部件沿 Y 方向被放置在邻近色分离部件的右侧，第二偏振部件沿 Y 方向被放置在邻近色分离部件的左侧，并且第三偏振部件沿 X 方向被放置在邻近色分离部件的前侧，并且

其中所述第一、第二和第三偏振部件分别将所述第一、第二和第三波长段分量分成第一偏振分量和第二偏振分量，

其中第一波长段分量被反射到 Y 方向，第二波长段分量沿 Y 方向被反射并且第三波长段分量通过色分离部件并且从那里沿 X 方向被放射，

被反射的第一波长段分量进入第一偏振部件以便提供被反射的第一波长段分量的第二偏振分量，所述被反射的第一波长段分量在通过所述第一偏振元件后被允许进入所述第一反射型液晶板，

进入的第二偏振分量然后通过所述第一反射型液晶板被反射回所述第一偏振部件以便在第一偏振部件中沿 Z 方向提供其被反

射的分量，

进入的第二被偏振分量的被反射的分量然后被第一反射镜沿 Y 方向反射并且进入所述色组合部件，

被反射的第二波长段分量进入所述第二偏振部件以便提供被反射的第二波长段分量的第二偏振分量，所述被反射的第二波长段分量在通过所述第二偏振元件后被允许进入所述第二反射型液晶板，进入的第二偏振分量然后通过所述第二反射型液晶板被反射回所述第二偏振部件以便在第二偏振部件中沿 Z 方向提供其被反射的分量，进入的第二偏振分量的被反射的分量然后被第二反射镜沿 Y 方向反射并且进入所述色组合部件，并且

进入的第三波长段分量进入所述第三偏振部件以便提供进入的第三波长段分量的第二偏振分量，所述进入的第三波长段分量在通过所述第三偏振元件后被允许进入所述第三反射型液晶板，进入的第二偏振分量然后通过所述第三反射型液晶板被反射回所述第三偏振部件以便在第三偏振部件中沿 Z 方向提供其被反射的分量，

进入的第二偏振分量的被反射的分量然后被第三反射镜沿 X 方向反射并且进入所述色组合部件，并且

其中被第一、第二和第三反射镜反射的光在所述的色组合部件中组合并且从色组合部件中输出。

2. 投射型显示装置，包含在权利要求 1 中所确定的光学系统，和一个光源。

3. 根据权利要求 1 的光学系统，其中每个所述色分离部件和所述色组合部件都由交叉二向色性棱镜构成。

4. 根据权利要求 1 的光学系统，其中所述色分离部件和所述色组合部件包括一个二向色性反射镜。

5. 根据权利要求 1 的光学系统，其中每个所述第一偏振部件，所述色分离部件和所述色组合部件都包括一个反射镜和一个半透明镜。

光学系统和投射型显示装置

本发明涉及一种光学系统，并更加特别涉及适用于小型化的投射型显示装置的光学系统，它有效地利用其中装配有光源、液晶显示部件、图象形成光学系统及投射光学系统的外壳的空间。

液晶显示部件普遍地被用作供诸如电视接收器显示装置或个人电脑等信息设备用的监视器或供其他各种显示设备用的显示装置。在这些设备中，采用液晶显示部件作为投射型显示装置（投影器）的图象形成手段的设备近来已被用作在尺寸上紧凑但能大屏幕显示的显示设备。

这种液晶显示部件通常被这样构成以使作为供选择象素用的馈电电极或供切换部件用的馈电电极运转的驱动电极被形成在一个基片上，共用的电极被形成在另一个基片上，这些基片相互依附，依附着的电极两侧由此按面对面的方式相互面向，而液晶层被夹在这些相依附的基片之间所限定的空隙中。

另一方面，关于图象形成手段，反射型液晶显示部件被认为是能够形成高清晰度图象的紧凑的液晶显示部件，该部件被这样构成以使共用的电极被形成在透明的基片上，而驱动电极被形成在不透明的基片如硅片上，这些基片相互依附，液晶层或聚合物分布型液晶被夹在这些相依附的基片之间所限定的空隙中以便形成液晶板，而这个液晶板被嵌入封壳中。

投射型液晶显示装置是一种设备，它通常将图象等形成在液晶板上，根据所生成的图象等调制（或控制）透射光或反射光，并将所调制的光投射到屏幕以便获得被放大的图象。

图 9 是示出构成本发明所使用的反射型液晶显示部件的液晶极结构实例的说明图，其中（a）是平面图而（b）是沿（a）中 A－A 线所取的剖面图。

在这种液晶显示设备中，液晶结构或聚合物分布型液晶层 LC 被夹在一个基片（透明基片，公用基片）SUB1 和另一个基片（驱动基片或硅片）SUB2 的中间，而且两个基片通过密封材料 SL 相互依附以便形成

反射型液晶板，而这个板被容纳在最好用树脂制成的封装物 PCG 的空腔中，一块用于提供信号和电的软印刷电路板 FPC 被连接到反射型液晶板边缘的一端，而该板被一块前部表面玻璃 FGL 密闭以便气密地封闭空腔。

液晶显示设备进一步被这样构成以使多层薄膜制成的介质反射层覆盖住在驱动基片 SUB2 内面上形成的电极，或者电极本身被形成到反射体（镜式电极）内。这里，后面的例子将被说明。

金属辐射板 HSC 按这样的方式被装配在封装物 PCG 的背面以使其边缘被嵌入封装物 PCG 下部的四边中而且液晶板通过具有较大回弹性的放射薄片 HDS 被容纳在前部玻璃 FGL 与辐射板 HSC 之间。因此，液晶显示设备被这样构成以致液晶板的背面通过放射片 HDS 被气密地依附到放热板 HSC，并从而，能获得足够的辐射效果。

被容纳在封装物 PCG 空腔内部的液晶板有一个基片的背面通过粘合材料 ADH 被不动地固定到形成在封装物 PCG 底部内边缘的突出部分上。而且，前部玻璃 FGL 通过粘合剂等被不动地固定到封装物 PCG 和用于固定软印刷电路板 FPC 的垫片 SPC 上。垫片 SPC 用未示于附图中的粘合材料被不动地固定到软印刷电路板 FPC。

液晶层 LC 被要求完成将偏振的光分量（P 波、S 波）根据对应于图象信号所施加的电压调制成相应的入射的偏振光分量和另一个偏振光分量。这里，为了简化在下文中的描述，说明是在以下条件下做出的：反射型液晶板将从光学模块射出的分量调制成 P 波供 S 波的输入用；并且将不从光学模块被输出的分量作为 S 波反射。

作为这样一种反射型液晶板，采用某些方法的液晶板已被提出并付诸实践。这些方法诸如使用平行取向的向列液晶并利用液晶双折射的均匀电控双折射（ECB）；使用垂直取向的向列液晶并利用液晶双折射的相似向性 ECB；改变共用基片 SBU1 侧面与驱动基片 SUB2 侧面之间取向的混合排列向列（HAN）型 ECB；或具有通过利用包含液晶的旋光和双折射两方面性能被扭曲的液晶结构的单个起偏振器扭曲向列（SPTN）；或自补偿扭曲向列（SCTN）。

其次，使用上述液晶显示部件的液晶投影器的光学系统（光学模块）将被说明。

图 10 是说明构成使用图 9 中所示反射型液晶板的通用投射型液晶

显示装置（液晶投影器）光学模块的示意图。这个结构实例是使用三个反射型液晶板的光学系统的最简单的光学结构。

此外，图 11 是示出各个部件的拆卸以说明图 10 中所示光学模块功能的部件分解图。

这个光学模块的光学系统包含灯 LMP、偏振光束分解器、交叉二向色性棱镜 CD1、三个反射型液晶板 RP－G、RP－B、RP－R 以及投射透镜 PL。

从灯 LMP 所输出的入射光 IL 被偏振光束分解器 PBS 分解成 S 波和 P 波并且这些波被分别沿各自的方向输出。这里，说明是相对于使用 S 波作为到液晶板的输入的光学系统被做出的，因而 S 波指向交叉二向色性棱镜 CD 而 P 波分量被射到图 11 中光学系统的外面。

被输入到交叉二向色性棱镜 CD 的 S 波分量在交叉二向色性棱镜中被分离成红（R）、绿（G）、蓝（B）波长分量，并且它们分别被输入到负责这些波长分量的反射型液晶板 RP－R、RP－G、RP－B。

受如前所述对应于图象信号的偏振调制支配的反射光 RL－R、RL－G、RL－B 从反射型液晶板被输出。因为这些输出光有选择地受到偏振调制，S 波分量和 P 波分量被混合。

这些反射光被交叉二向色性棱镜 CD 重新组合，并且被输入到面向入射光的偏振光束分解器 PBS。在偏振光束分解器 PBS 中，输出光的 P 波分量穿过二向色性棱镜 CD 的二向色性面，并且它被输入到投射透镜 PL，那么它随后被投射。

另一方面，S 波分量被偏振分解器 PBS 的二向色性部分反射，而它的方向被改变到灯 LMP 的方向，从而它不构成输出。

按这种方式，输出仅由被液晶板调制的 P 波分量构成，并从而通过控制对应于图象信号所施加到液晶板的电压，对应于图象信号所投射的图象就在未示于附图中的屏幕上被获得。

虽然通用的液晶投射器的上述光学模块是具有三个反射型液晶板的光学系统，但它需要最少数目的组成部分因而是最紧凑的。在实现这样一种光学模块中最大的难题在于能够覆盖可见光波段整个范围的偏振光束分解器变得是必需的。

实现这样一种偏振光束分解器在目前是困难的，而且即使这是可能的，这样一个偏振光束分解器将变得是昂贵而大型的。

本发明的目的是克服这种现有技术中的难题并且提供一种实用而紧凑的光学模块。

为了达到上述目的，在本发明中，光学系统包括两个交叉二向色性棱镜、三个光束分解器、三个镜式模块、三个反射型液晶板、一盏灯和一个投射透镜。另外，本发明的光学模块是这样构成的以使一定数目的二向色性反射镜代替交叉二向色性棱镜被使用。此外，本发明的光学模块是这样构成的以使一定数目的反射镜或半透明镜代替交叉二向色性棱镜或二向色性反射镜被使用。

本发明的光学系统的典型结构被描述如下。

也就是说，光学系统包含三个反射型液晶板，它们根据外部控制转化偏振；第一组偏振分解器，它们实行限制以使必需的偏振分量从入射光偏振分量中脱离出来而被允许进入反射型液晶板；色分离和分量部件，它们完成使入射光被分离成三种颜色的色分离而对各个反射型液晶板必需的色波分量被分配并输入到反射型液晶板以及对应于从外部由反射型液晶板所控制的图象信息被偏振调制的各个色分量的反射光被重新组合的再组合；以及第二组偏振分解器，它们对应于偏振状态沿输出方向或非输出方向分离被偏振转化的输出光；其中色分离和组合部件作为分离的部件在光路上被排列，并且这些部件在空间按相互邻近的方式被配置。

由于上述的有关结构，实用而在尺寸上紧凑的光学模块能被提供。

附图简述

图 1 是说明按照本发明构成投射型液晶显示装置的光学系统的第一种实施例的示意图。

图 2 是示出红色分量的光路以说明其功能的图 1 所示的光学系统的部件分解图。

图 3 是示出绿色分量的光路以说明其功能的部件分解图。

图 4 是示出蓝色分量的光路以说明其功能的图 1 中所示光学系统的改进图。

图 5 是说明按照本发明构成投射型液晶显示装置的光学系统的第二种实施例的示意图。

图 6 是示出各个颜色分量的光路以说明其功能的图 5 中所示光学

系统的部件分解图。

图 7 是说明按照本发明构成液晶投影器的光学系统的第三种实施例的示意图。

图 8 是示出各个组成部分以分别说明其功能的图 7 中所示光学系统的部件分解图。

图 9 是构成在本发明中所使用的反射型液晶显示部件的液晶板的结构实例的说明图。

图 10 是说明构成使用图 9 中所示的反射型液晶显示部件的通用液晶投影器的光学系统的示意图。

图 11 是示出各个组成部件以分别说明其功能的图 10 中所示光学系统的部件分解图。

用于实施本发明的方式按照实施例被说明。图 1 是说明按照本发明构成投射型液晶显示装置的光学系统的第一种实施例的示意图。图 2 是示出各个组成部分被分开的红色分量的光路以说明图 1 中所示光学模块功能的部件分解图。图 3 是示出在同样情况下绿色分量光路的部件分解图。图 4 是示出在同样情况下蓝色分量光路的部件分解图。

这个实施例包含由两个交叉二向色性棱镜 CD1、CD2，三个光束分解器 PBR－R、PBR－G、PBR－B，三个镜式部件 MB－R、MB－G、MB－B 和三个反射型液晶板 RP－R、RP－G、RP－B，一盏灯 LMP 以及一个投射透镜 PL 所组成的光学模块。

首先，红色分量（在下文中红色被简称为 R）的光路按照图 2 被说明。从灯 LMP 发射的入射光 IL 通过第一个交叉二向色性棱镜 CD1 被分离成波长分量 R、G、B。从这些波长分量中，R 分量沿着供 R 用的偏振光束分解器 PBS－R 的方向被输出。

凭借这种偏振光束分解器 PBS－R，R 入射光 IL－R 被分离成 P 波分量和 S 波分量，而 P 波分量 IL－RP 在附图中向下被输出并被射到光学模块的外面。

另一方面，S 波分量 RL－RS 被允许进入反射型液晶板 RP－R，并且在这里，对应于图象信号被偏振调制并在这块液晶板反射时被输出。这个反射光凭借偏振光束分解器 PBS－R 再次被分离成 P 波分量和 S 波分量。

S 波分量 RL－RS 笔直前进通过偏振光束分解器 PBS－R 并沿着与入射光路反向的路径回到灯 LMP。P 波分量 RL－RP 具有由此被偏振光束分解器 PBS－R 改变的光路并且被允许进入镜式模块 MB－R。然后，P 波分量 RL－RP 具有被镜式模块 MB－R 的反射面 M－R 改变 90°的方向，并被允许进入第二个交叉二向色性棱镜 CD2。P 波分量凭借第二个交叉二向色性棱镜 CD2 与其他的色分量组合并沿着投射透镜 PL 的方向被输出。

绿色分量（在下文中被简称为 G）的光路按照图 3 被说明。如同 R 分量的情况那样，从灯 LMP 发射的入射光 IL 通过第一个交叉二向色性棱镜 CD1 被分离成波长分量 R、G、B。从这些波长组成中，G 分量沿着供 G 用的偏振光束分解器 PBS－G 的方向被输出。

凭借这种偏振光束分解器 PBS－G，G 入射光 IL－G 被分离成 P 波分量和 S 波分量，而 P 波分量 IL－GP 在附图中向下被输出并被射到光学模块的外面。

另一方面，S 波分量 RL－GS 被允许进入反射型液晶板 RP－G，并且在这里对应于图象信号被偏振调制并在这块液晶板反射时被输出。反射光凭借偏振光束分解器 PBS－G 再次被分离成 P 波分量和 S 波分量。

S 波分量 RL－GS 笔直前进通过偏振光束分解器 PBS－G 并沿着与入射光路反向的路径回到灯 LMP。P 波分量 RL－GP 具有由此被偏振光束分解器 PBS－G 改变的光路并且被允许进入镜式模块 MB－G。然后，P 波分量 RL－GP 具有被镜式模块 MB－G 的反射面 M－G 改变 90°的方向，并被允许进入第二个交叉二向色性棱镜 CD2。P 波分量凭借第二个交叉二向色性棱镜 CD2 与其他的色分量组合并沿着投射透镜 PL 的方向被输出。

蓝色分量（在下文中蓝色被简称为 B）的光路按照图 4 被说明。如同 R 分量和 G 分量的情况那样，从灯 LMP 发射的入射光 IL 通过第一个交叉二向色性棱镜 CD1 被分离成波长分量 R、G、B。从这些波长分量中，B 分量沿着供 B 用的偏振光束分解器 PBS－B 的方向被输出。

B 入射光 IL－B 凭借这种偏振光束分解器 PBS－B 被分离成 P 波分量和 S 波分量，而 P 波分量 IL－BP 在附图中向下被输出并被射到光学模块的外面。

另一方面，S 波分量 RL－BS 被允许进入反射型液晶板 RP－B，并

且在这里，对应于图象信号被偏振调制并在这块液晶板反射时被输出。反射光凭借偏振光束分解器 PBS－B 再次被分离成 P 波分量和 S 波分量。

S 波分量 RL－BS 笔直前进通过偏振光束分解器 PBS－B 并沿着与入射光路反向的路径回到灯 LMP。P 波分量 RL－BP 具有由此被偏振光束分解器 PBS－B 改变的光路并且被允许进入镜式模块 MB－B。然后，P 波分量 RL－BP 具有被镜式模块 MB－B 的反射面 M－B 改变 90°的方向，并被允许进入第二个交叉二向色性棱镜 CD2。P 波分量凭借第二个交叉二向色性棱镜 CD2 与其他的色分量组合并沿着投射透镜 PL 的方向被输出。

在这样的结构中，第二个交叉二向色性棱镜 CD2 能够被正好放在用作色分离的第一个交叉二向色性棱镜 CD1 上，从而光学模块能被做得紧凑。

除了制造中的困难外，可能有这样的情况，即交叉二向色性棱镜的交叉点成为图象质量变坏的原因。采用独立的二向色性反射镜代替交叉二向色性棱镜以避免这种现象的实施例在下文中被说明。

图 5 是说明按照本发明构成投射型液晶显示装置的光学系统的第二种实施例的示意图。图 6 是示出各个组成部分被分开以说明其功能的各个色分量光路的图 5 中所示光学模块的部件分解图。

在这个实施例中，光学模块是由二向色性反射镜 DM－G1、DM－G2、DM－R1、DM－R2 代替用于第一个实施例中的交叉二向色性棱镜 CD1、CD2 构成的。R 分量、G 分量和 B 分量各自的光路被示于图 6 中。来自灯 LMP 的入射光凭借二向色性反射镜 DM－G1、DM－G2、DM－R1、DM－R2 和偏振光束分解器 PBS－R、PBS－G、PBS－B 被分离成各自的 P 波分量和 S 波分量，然后，P 波分量通过反射型液晶板 RP－R、RP－G、RP－B 被调制且重新被组合，并且凭借投射透镜 PL 以放大的尺寸被投射到附图中未示出的屏幕。

在这个实施例中，供 G 用的组合二向色性反射镜 DM－G2 能够被正好放在独立的二向色性反射镜 DM－G1 上而且供 R 用的组合二向色性反射镜 DM－R2 能够被正好放在独立的二向色性反射镜 DM－R1 上，从而光学模块能被做得紧凑。

在上述各个实施例的交叉二向色性棱镜、二向色性反射镜以及偏振光束分解器可优先由在可见光波段透明的介质（如玻璃、光学塑料

等等）构成，并且它们可由具有相等折射率的液体或粘合材料在光学上相匹配，从而引起亮度和图象质量降低的无益的反射能够被排除。

在上述介质的折射率大于空气的折射率（≈1）的情况下，能获得光路长度有效地被延长的优点。然而，本发明并不限于这样的情况。

图 7 是说明按照本发明构成投射型液晶显示装置的光学系统的第三种实施例的示意图。

图 8 是示出各个组成部分以分别说明图 7 中所示光学模块功能的部件分解图。

在这个实施例中，构成光学模块的光学部件是由反射镜或半透明镜及其组合构成的。对于各种颜色 R、G、B 的光路完全如图 7 和图 8 中所示。

这个实施例的部分反射镜或半透明镜可被综合到先前实施例的交叉二向色性棱镜或二向色性反射镜中。

另外，虽然在上述各个实施例中，各个入射光的被分离的 P 波分量的光被射到光学模块的外面，但它们可能回到灯 LMP，例如，通过在供 P 波分量用的偏振光束分解器的出口处安装反射镜以便加强光源的效率。

如至今已被说明的，按照本发明，通过使用两个交叉二向色性棱镜、三个光束分解器、三个镜式模块和三个反射型液晶板，或通过使用一定数量的二向色性反射镜代替上述交叉二向色性棱镜，或使用一定数量的反射镜或半透明镜代替上述交叉二向色性棱镜或二向色性反射镜，紧凑的光学系统能被构成以致紧凑的投射型显示装置能被获得。

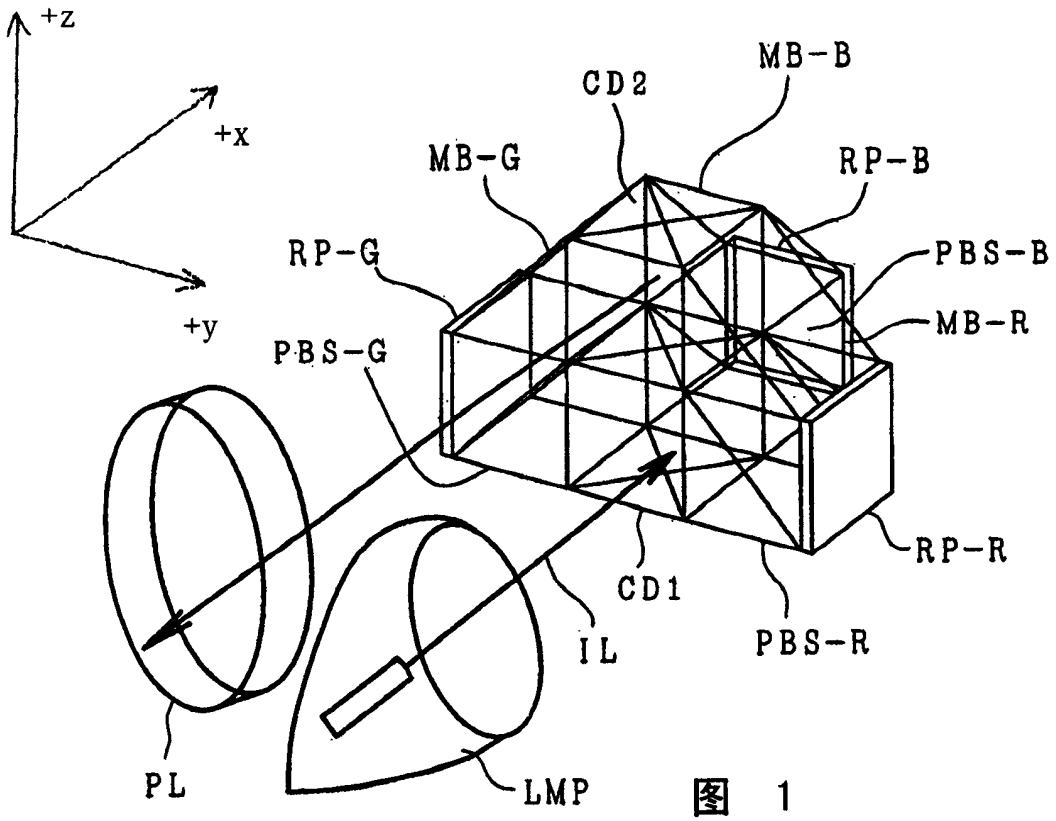

+z
+x
+y
MB-B
CD2
MB-G
RP-B
RP-G
PBS-B
MB-R
PBS-G
RP-R
CD1
IL
PBS-R
PL
LMP

图 1

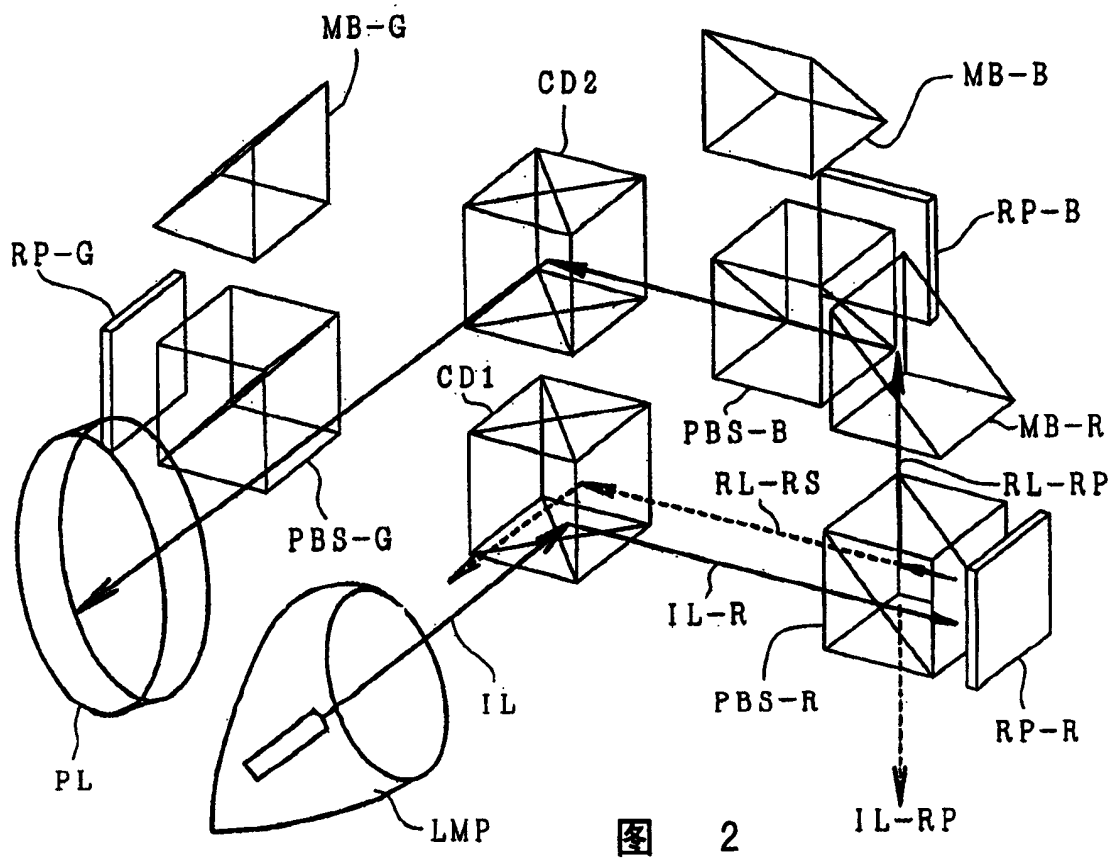

MB-G
CD2
MB-B
RP-B
RP-G
CD1
PBS-B
MB-R
RL-RS
RL-RP
PBS-G
IL-R
IL
PBS-R
RP-R
PL
LMP
IL-RP

图 2

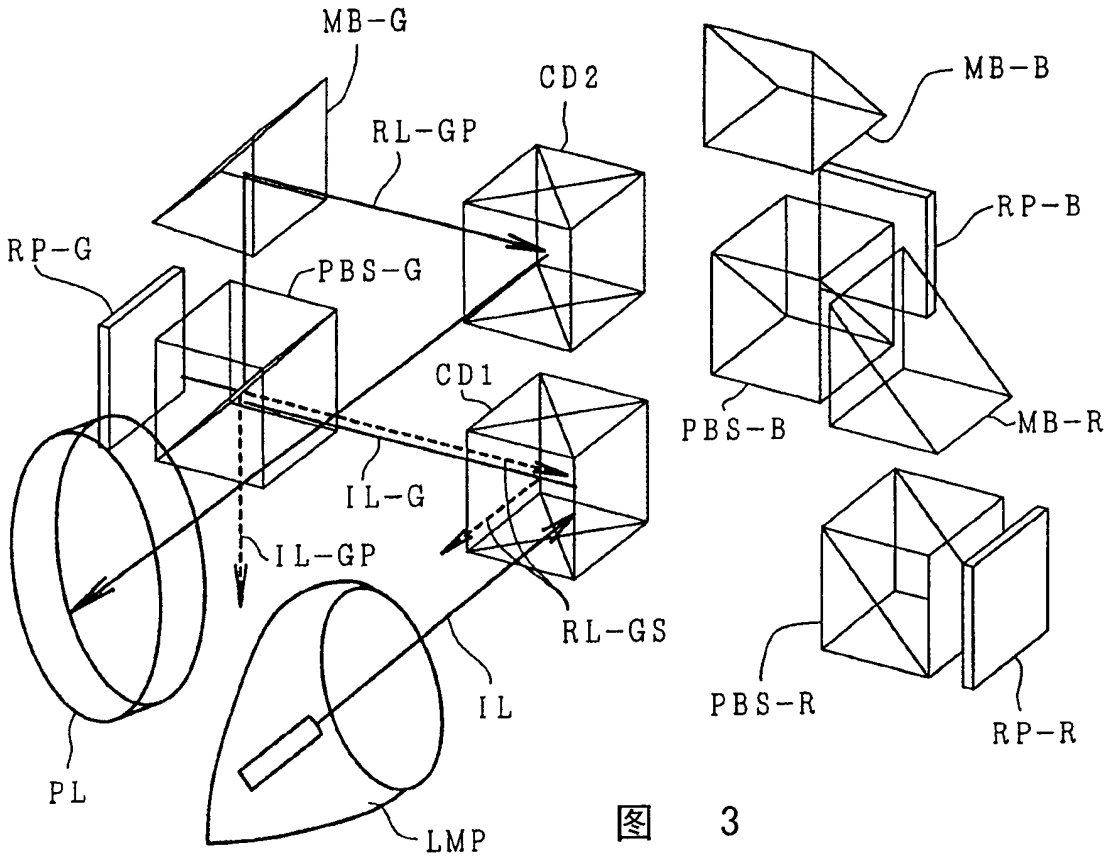

MB-G
CD2
RL-GP
MB-B
RP-B
RP-G
PBS-G
CD1
PBS-B
MB-R
IL-G
IL-GP
RL-GS
IL
PBS-R
RP-R
PL
LMP

图 3

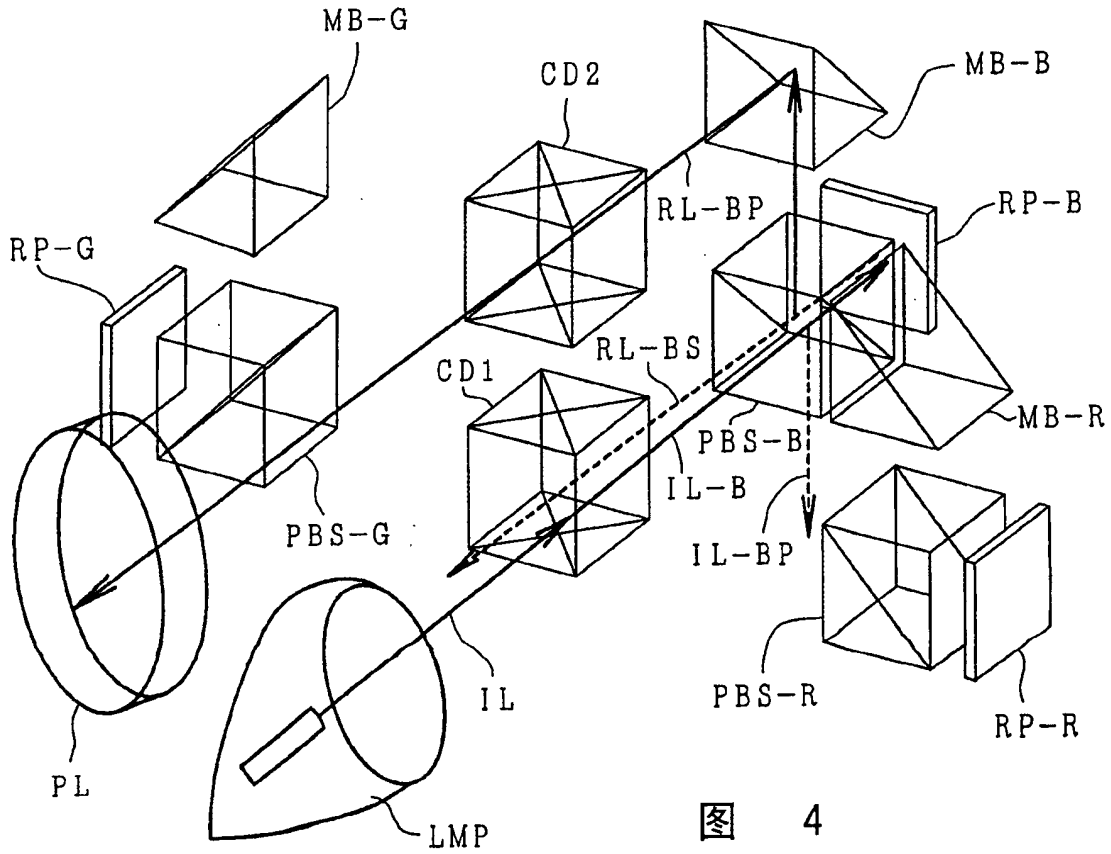

MB-G
CD2
MB-B
RL-BP
RP-B
RP-G
RL-BS
CD1
MB-R
PBS-B
IL-B
PBS-G
IL-BP
IL
PBS-R
RP-R
PL
LMP

图 4

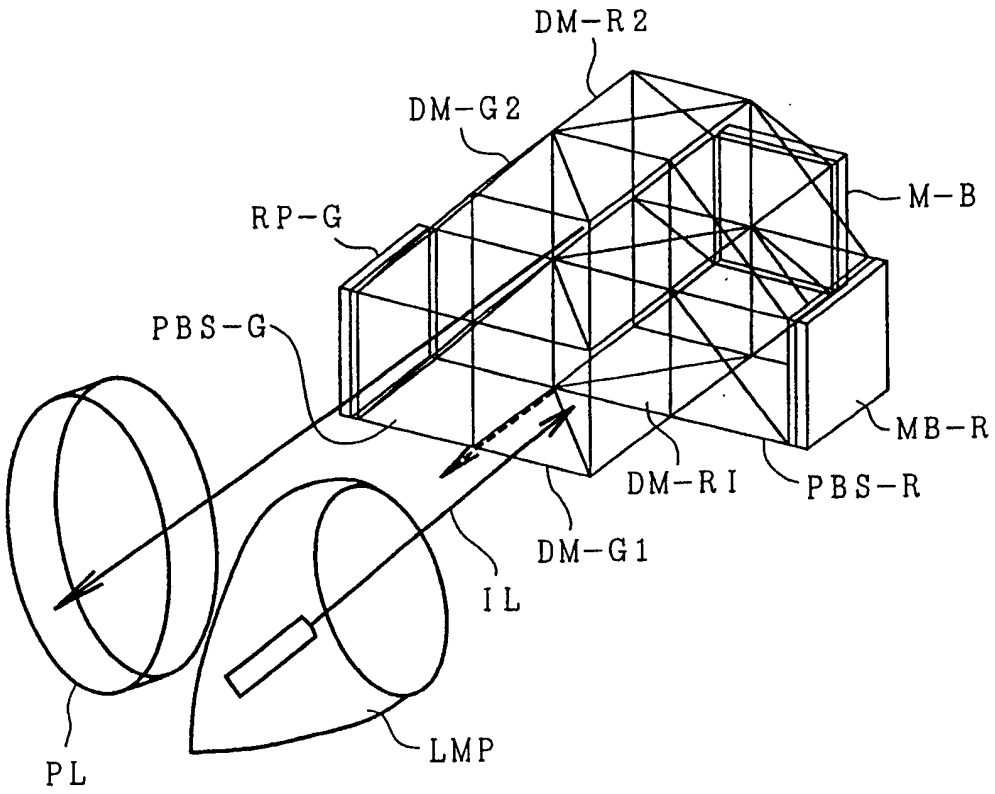


图 5

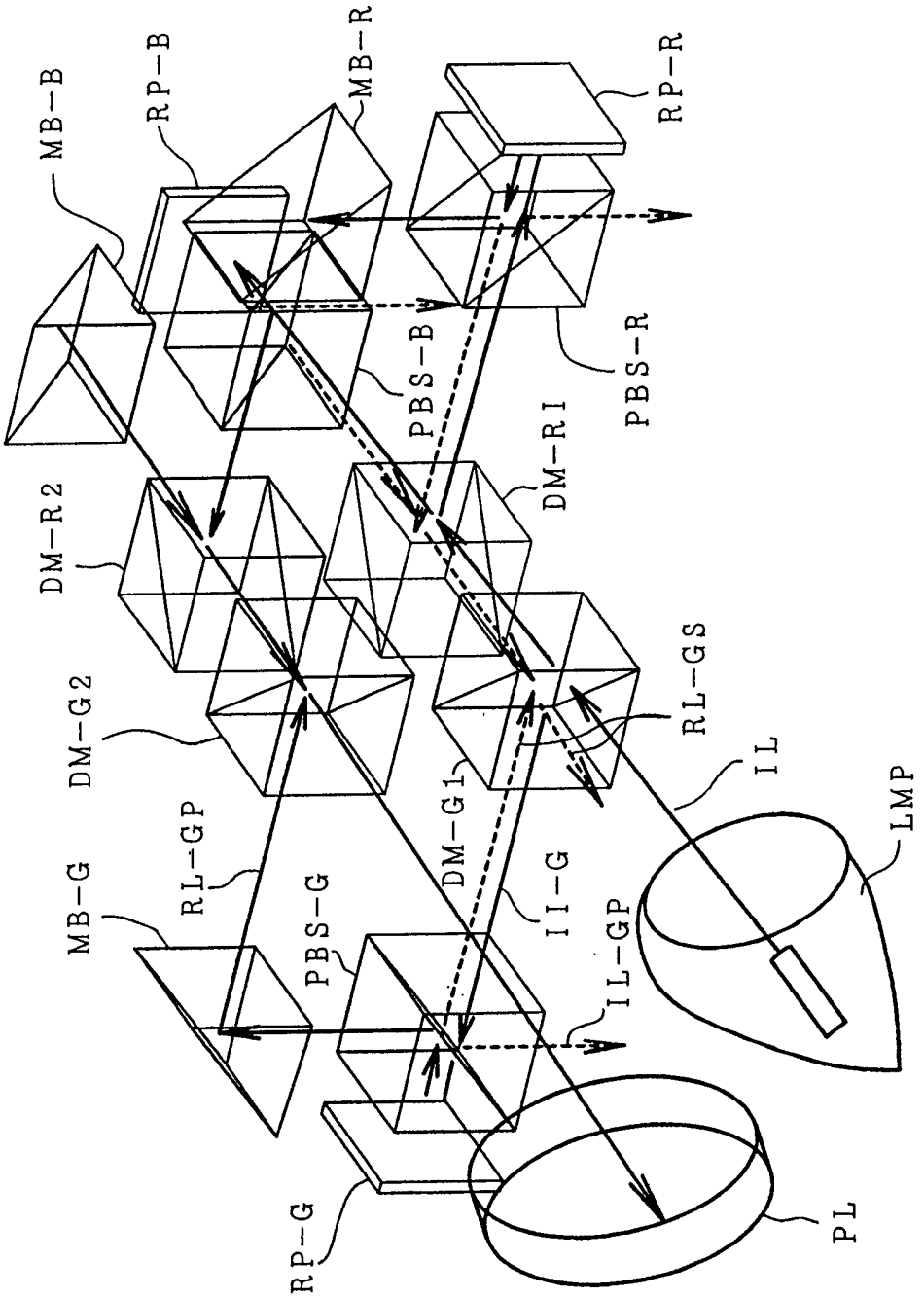

MB-B
RP-B
MB-R
RP-R
PBS-B
PBS-R
DM-RI
DM-R2
DM-G2
RL-GS
IL
LMP
RL-GP
DM-G1
II-G
MB-G
PBS-G
IL-GP
RP-G
PL

图 6

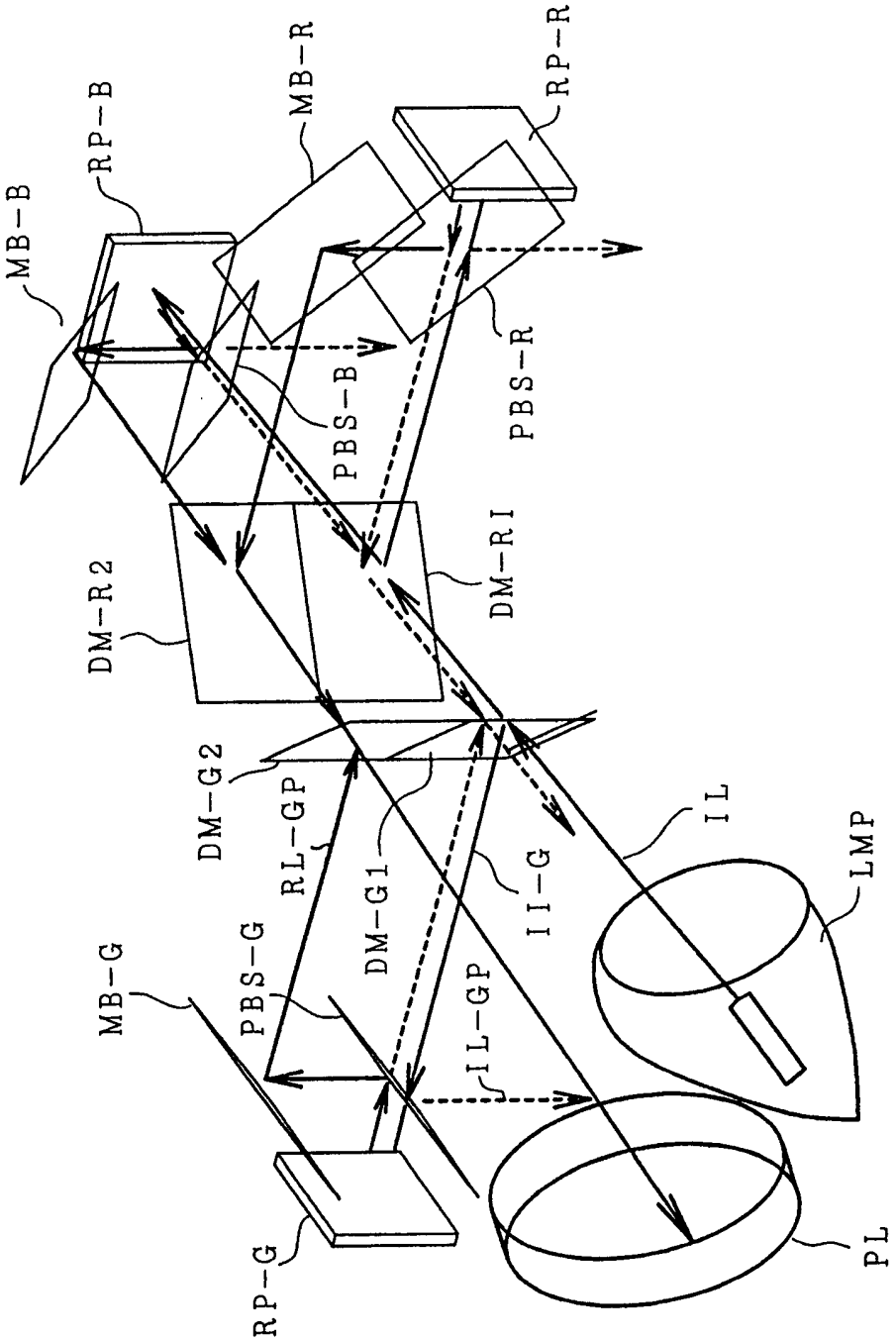

MB-B
RP-B
MB-R
RP-R
PBS-B
PBS-R
DM-R2
DM-RI
DM-G2
RL-GP
DM-G1
II-G
IL
LMP
MB-G
PBS-G
IL-GP
RP-G
PL

图 7

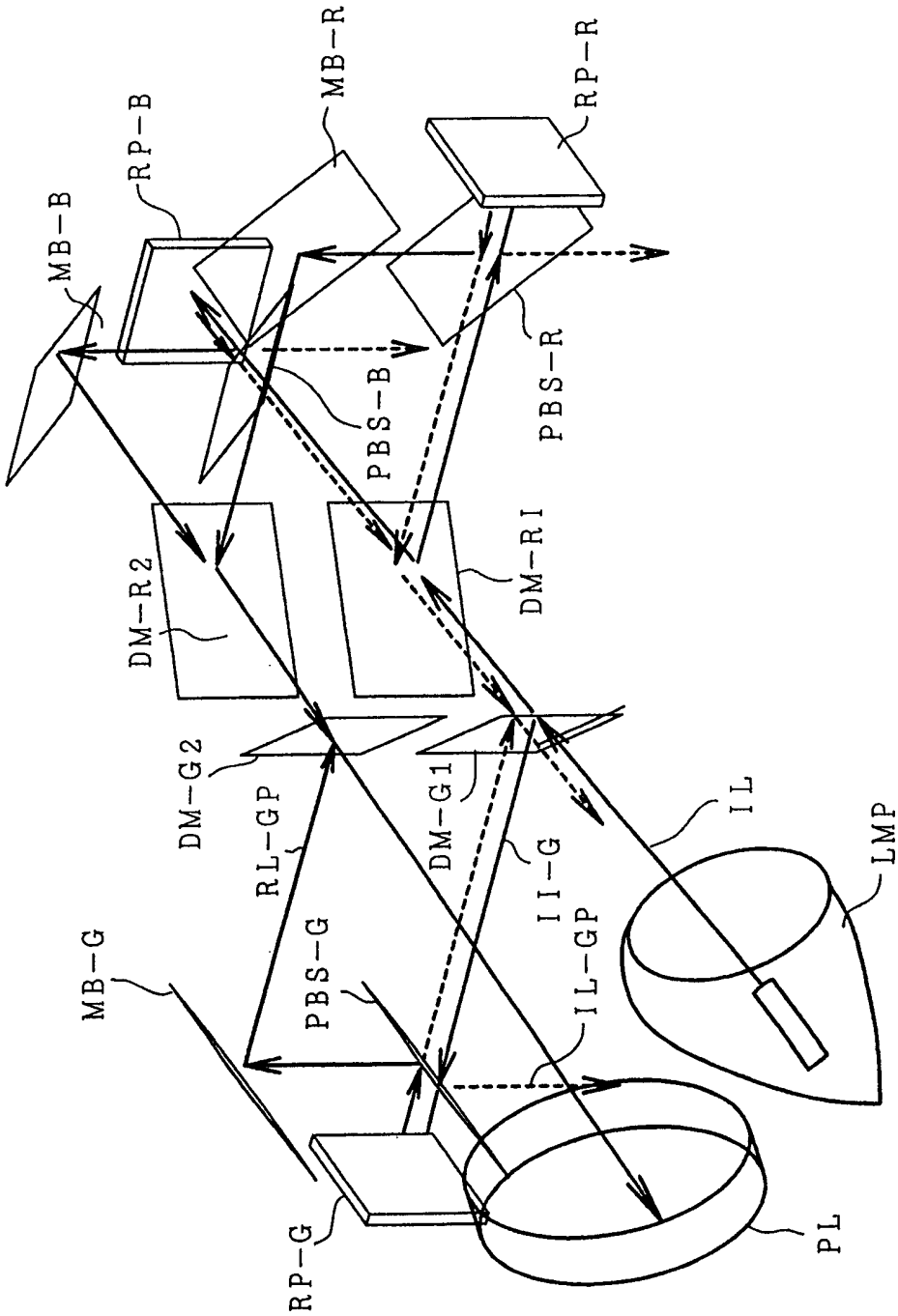

MB-R
RP-R
RP-B
MB-B
PBS-B
PBS-R
DM-R2
DM-RI
DM-G2
DM-G1
RL-GP
II-G
IL
LMP
MB-G
PBS-G
IL-GP
RP-G
PL

图 8

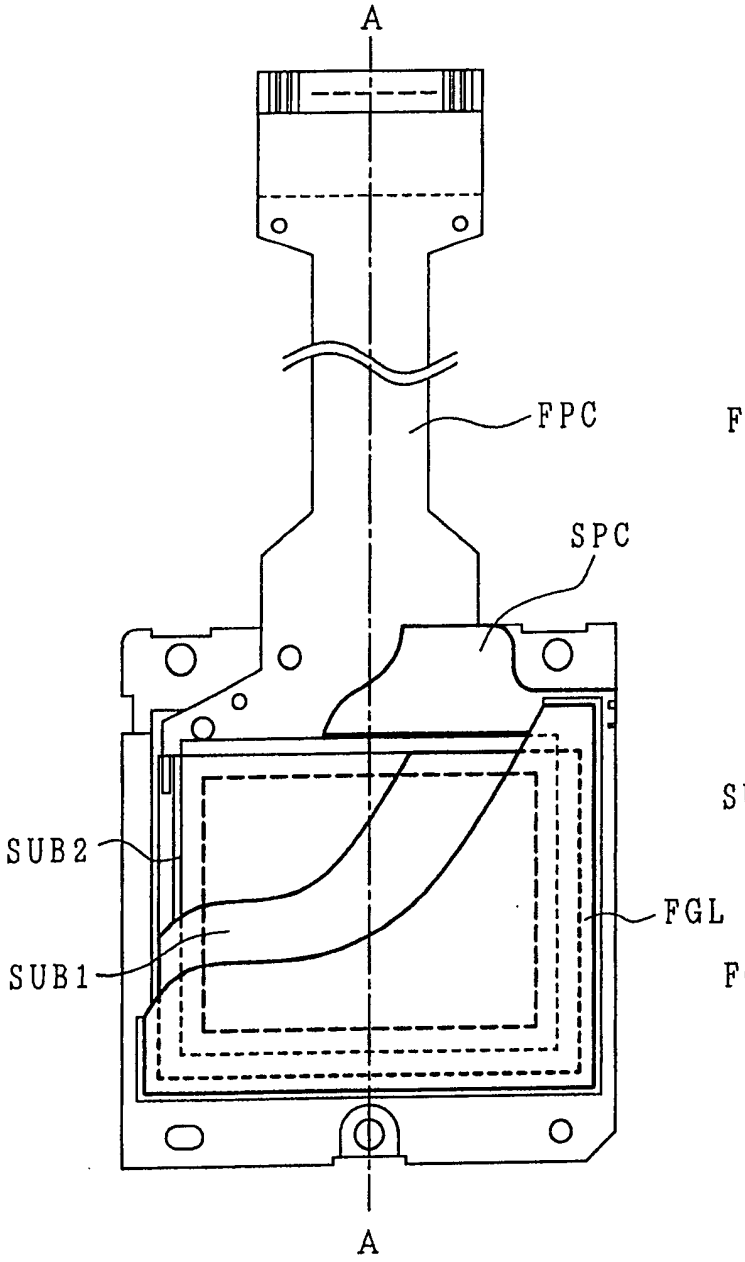

A
FPC
SPC
SUB2
FGL
SUB1
A

图 9A

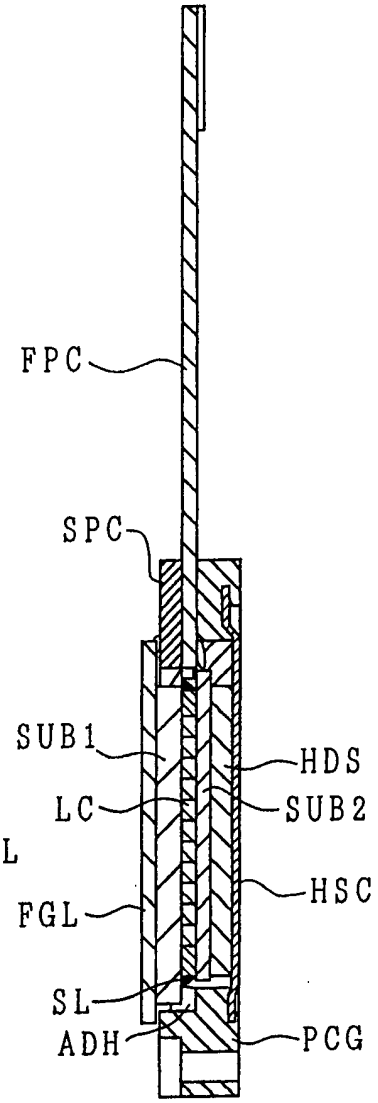

FPC
SPC
SUB1
HDS
LC
SUB2
HSC
FGL
SL
ADH
PCG

图 9B

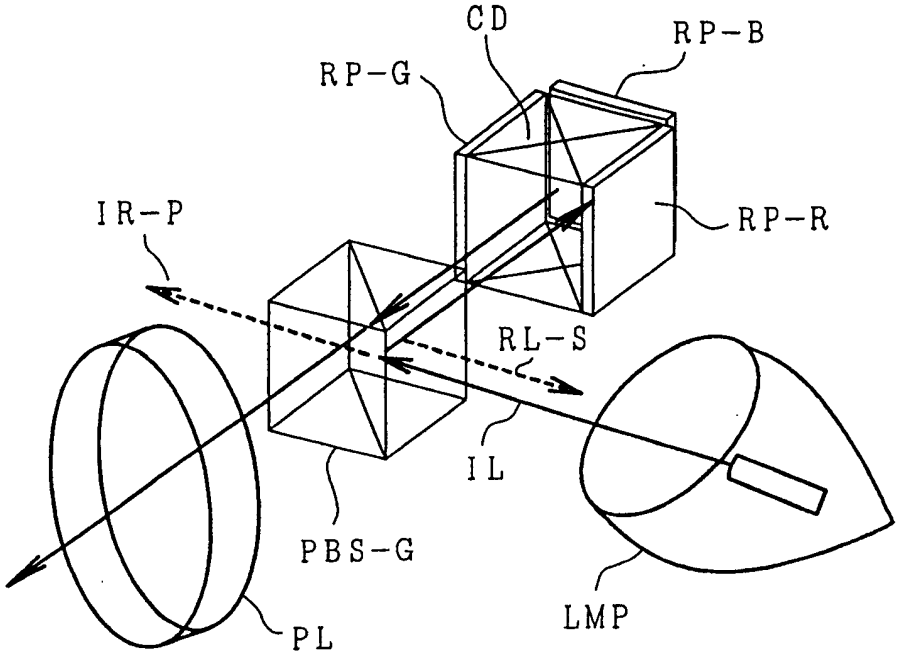

CD
RP-B
RP-G
IR-P
RP-R
RL-S
IL
PBS-G
PL
LMP

图 10

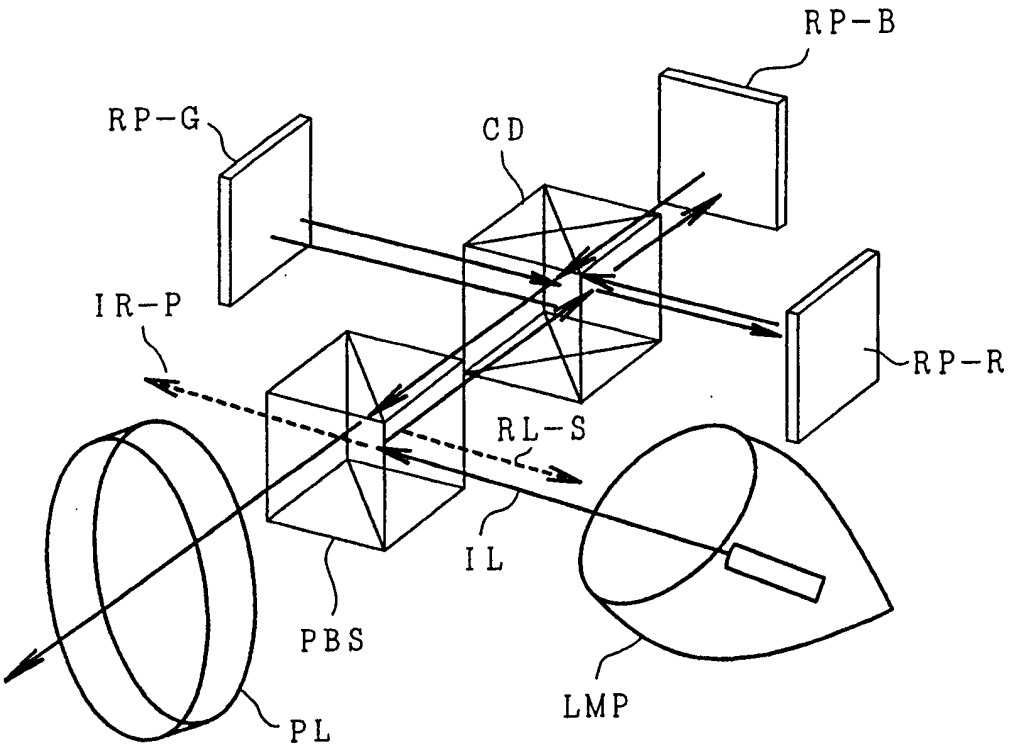

RP-B
RP-G
CD
IR-P
RP-R
RL-S
IL
PBS
PL
LMP

图 11