[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G02B 27/02
G02B 5/00
H04N 5/225

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02150485.7

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1231787C

[22] 申请日 2002.11.14 [21] 申请号 02150485.7

[30] 优先权

[32] 2001.11.14 [33] JP [31] 349347/2001

[32] 2001.11.14 [33] JP [31] 349349/2001

[32] 2001.11.14 [33] JP [31] 349350/2001

[32] 2001.11.14 [33] JP [31] 349352/2001

[32] 2001.11.14 [33] JP [31] 349353/2001

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 山崎章市 森岛英树 猪口和隆
高木章成 松永智美

审查员 尉小霞

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

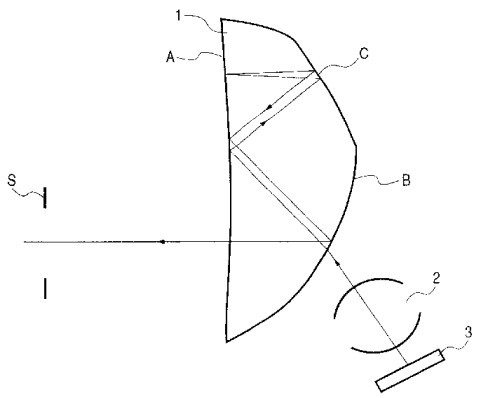
代理人 付建军

权利要求书 1 页 说明书 81 页 附图 26 页

[54] 发明名称 图象显示装置

[57] 摘要

提供一种图象显示装置，可以广视角化和小型化。该图象显示装置，包括：显示原画的显示器；以及把来自该显示器的光导向人眼或被投影面的光学系统，其特征在于，该光学系统具有：至少具有反射作用的第 1 面，以及使在该第 1 面上反射的光线再次反射到上述第 1 面的第 2 面，且再次入射到第 1 面上的中心视角主光线被反射并向相对于在每个该中心视角主光线的射中点上的上述第 1 面的法线与前一次相反的一侧前进，上述光学系统在光路中形成上述原画的中间象。



ISSN1008-4274

1. 一种图象显示装置，包括:

显示原画的显示器；以及

把来自该显示器的光导向人眼或被投影面的光学系统，

该光学系统具有:

至少具有反射作用的第 1 面，以及

使在该第 1 面上反射的光线再次反射到上述第 1 面的第 2 面，

其特征在于，再次入射到第 1 面上的中心视角主光线被反射,并向相对于在每个该中心视角主光线的射中点上的上述第 1 面的法线与前一次相反的一侧前进，且

上述光学系统在光路中形成上述原画的中间象。

2. 根据权利要求 1 所述的图象显示装置，其特征在于：还具有透过或反射在第 2 面处反射后接着在第 1 面处再次反射的光线的第 3 面。

3. 根据权利要求 2 所述的图象显示装置，其特征在于：上述第 3 面是曲面。

4. 根据权利要求 3 所述的图象显示装置，其特征在于：上述第 3 面是旋转非对称形状的面。

5. 根据权利要求 3 所述的图象显示装置，其特征在于：上述第 1 面或第 2 面中的至少一方，是旋转非对称形状的面。

6. 根据权利要求 2 所述的图象显示装置，其特征在于：含有中心视角主光线的光路的剖面中的上述第 3 面的焦距为正，且比含有中心视角主光线的光路的剖面中的上述第 1 面和上述第 2 面的焦距更短。

7. 根据权利要求 1 所述的图象显示装置，其特征在于：至少上述第 1 面位于内部用光学媒质填满了的透明体上。

8. 根据权利要求 7 所述的图象显示装置，其特征在于：在上述第 1 面内光进行内部全反射。

图象显示装置

技术领域

本发明涉及对在图象显示元件等上显示的原画面扩大显示的在头部装配显示器或投影仪等的图象显示装置中适用的显示光学系统、和对摄象装置适用的摄象光学系统。

背景技术

人们很熟悉使用 CRT 或 LCD 等的图象显示元件，并通过光学系统扩大显示在这些显示元件上显示的图象的头部装配式的图象显示装置（头部装配显示器）。

该头部装配显示器等的图象显示装置，为了把这些装置安装到头部上，特别希望装置整体的小型化、轻重量化。此外，如果考虑重量平衡和外观等，则理想的是在观察者的视轴方向上是薄型的。还有，为了使之在要显示的扩大象上具有感染力，希望尽可能大的扩大象。

图 33 示出了使用现有的的共轴凹面镜的图象显示装置。在该装置中，用半反射镜 102 反射来自在显示元件 101 的显示的图象的光，使之向显示元件 103 入射，通过半反射镜 102 把被凹面镜 103 反射的光束导向观察者的眼睛 E。在显示元件 101 上显示的图象，被形成为借助于凹面镜 193 扩大后的虚象。借助于此，观察者就可以观看在显示元件 101 上显示的图象的扩大虚象。

此外，例如在日本特开平 7-333551 号公报（对应于 EP687932A2）、特开平 8-50256 号公报（对应于 EP687932A2）、特开平 8-160340 号公报和特开平 8-179238 号公报（对应于 EP687932A2）等中，提出了使用作为显示图象的图象显示元件的 LCD（液晶），和作为观察光学系统的薄型棱镜实现了装置整体的薄型化的图象显示装置。

图 34 示出了在特开平 7-333551 号公报中提出的图象显示装置。

在该装置中，从 LCD 111 发出的光，向小型的偏心棱镜 112 的入射面 113 入射。因此，光束在具有在棱镜 112 上形成的曲率的内部反射面 114 与反射面 115 之间进行折叠，然后，借助于面 114 从偏心棱镜 112 射出并被导入到观察者的眼睛 E。借助于此形成在显示元件（LCD）上显示的图象的虚象，观察者观察该虚象。

偏心棱镜 112 的反射膜 115，构成偏心旋转非对称面（是一种光学功率因方位角而不同的面，即所谓的自由曲面）。

图 34 所示的光学系统的类型，与图 33 所示的使用现有的共轴凹面镜的类型比较，具有装置整体易于薄型化和观察视野易于广视角化的特征。

近些年来，作为显示图象的显示元件的 LCD 等的高精细化不断进步，人们已经开发出了具有与现有技术同等程度的象素个数，同时比现有技术小型化了的 LCD 等。若使用象这样的小型化的图象显示元件，虽然对于装置的小型化是有利的，但是，为要实现与现有技术同样的角度，就必须提高光学系统的倍率。

鉴于这样的状况，在特开平 10-153748 号公报中提出了这样的光学系统：把偏心棱镜和中继透镜系统组合起来，在借助于中继透镜系统先形成了中间象之后，再把在显示元件上显示的图象导向观察者。借助于此，就实现了具有图 34 所示的类型的薄型这一特征，而且还实现了倍率的提高，对于 LCD 尺寸也实现了广视角化。

此外，与在本特开平 10-15378 号公报中提出的光学系统比较，在特开 2000-066106 号公报（对应于 US6310736 号公报），特开 2000-105338 号公报，特开 2000-131614 号公报，特开 2000-199853 号公报（对应于 US6201646BA），特开 2000-227554 号公报和特开 2000-231060 号公报等中提出了作为实现了光学性能的进一步的提高，增加了偏心棱镜的内部反射面，仅仅在偏心棱镜的上才形成中间象，把该象导向观察者的类型，和在第 1 偏心棱镜的光学系统上设置第 2 偏心棱镜的类型等。

一般地说，先形成中间象的类型的光学系统，虽然存在着光路长

度长，装置大型化等的问题，但是在上述各个公报中提出的光学系统中，目的在于借助于在使用起着透过作用和反射作用的兼用面或者使光路进行交叉等方面动些脑筋来实现小型化。

发明内容

本发明的目的在于提供使用小型的显示元件，可以实现广视角化，而且作为整体可以实现小型的光学系统以及小型且摄影广视角化的摄象光学系统。

为了实现上述目的，本发明的实施形态 1 是一种图象显示装置，包括：显示原画的显示器；以及把来自该显示器的光导向人眼或被投影面的光学系统，其特征在于，该光学系统具有：至少具有反射作用的第 1 面，以及使在该第 1 面上反射的光线再次反射到上述第 1 面的第 2 面，且再次入射到第 1 面上的中心视角主光线被反射并向相对于在每个该中心视角主光线的射中点(hit point，下文也称为“选中点”)上的上述第 1 面的法线与前一次相反的一侧前进，上述光学系统在光路中形成上述原画的中间象。

就是说，作成为采用在第 1 面与第 2 面之间大体上进行往复以在光路中大体上进行重复（变成为往复光路）的办法，在使光学系统小型化的同时，确保可以加长光路，而且，作为整体可以实现小型的光学系统。

此外，其特征还在于：来自原画的光线，在第 1 面处进行的反射和在第 2 面处进行的再反射后，在对于光线偏心的另外的第 3 面处被反射到眼睛或被投影面一侧。这是因为要把从在第 1 面和第 2 面上形成的往复光路射出的光线设定在与在第 3 面处向往复光路入射的光线不同的方向（眼睛或被投影面一侧），以避免向往复光路入射的入射光之间的干涉的缘故。

另一方面，其特征还在于：来自被摄物体的光线，在对于光线偏心的第 3 面处反射后，在在上述第 1 面处反射、在上述第 2 面处反射后，在第 3 面处再次被反射前进，被导入到摄象面。这是为了要避免因在第 3 面处的反射使得在第 1 面和第 2 面处形成的向往复光路进行的来自被摄物体的入射光线与被导入到摄象面上的射出光线之间的干

涉的缘故。

后边在实施形态中详述的光学系统，其特征在于：具有仅仅具有反射作用的折返面，使反射中心视角主光线大体上折返反射到相反一侧。这相当于马拉松比赛的折返点，以折返反射面为边界大体上重复往路和复路,形成也包括第 1 面或第 2 面之外的面在内的长的往复光路，使光学系统的进一步的小型化成为可能。

此外，其特征在于：折返反射面是上述第 1 或上述第 2 面。这样的话，由于可以以所需小限度的个数构成光学系统，故可以实现小型化。

另外，也可以作成为使得在光学系统（例如，透明体）内使光进行中间成象。就是说在显示光学系统的情况下，采用作成为扩显示小型的原画的中间成象面的中间成象类型的办法，在可以增加布局的自由度，大画面显示原画的同时，使得即便是相当程度地加长光路，也可以使光学系统小型化。

在摄象光学系统的情况下，采用作成为缩小被摄物体的中间成象面后导向摄象面的中间成象类型的办法，在可以增加布局的自由度，充分缩小广视野角的被摄物体后导向摄象面的同时，使得即便是相当程度地加长光路，也可以使光学系统小型化。

此外，采用使构成光学系统的光学面对于光线偏心的办法，就可以实现进一步的小型化，采用使光学面具有曲率的办法，就可以去掉光学系统中的不需要的面，实现小型化。再有，采用把光学曲面作成为旋转非对称面的办法，就可以良好地对各种象差进行修正，如果采用自由曲面，就可以使显示图象的纵横比与原画的纵横比接近，因而可以得到高品位的显示图象或摄影图象。

另外，该显示光学系统，是适合于目的为安装到头部上使观察者观察图象的头部装配显示器（HMD）或把图象投影到屏幕等的投影面上的投影式图象显示装置（投影仪）等的图象显示装置，摄象光学系统，适合于数字静物摄象机等的摄象装置。

此外，非旋转对称面理想的是把局域母线剖面作为唯一的对称面

而具有面对称形状。借助于此，与没有对称性的情况下比较，就可以使加工和制作变的容易起来。

此外，采用作成为在透明体上边形成光学面，使之用任何一个光学面内部全反射光的办法，即便是长的光路长度，也可以减少光量损耗。特别是如果把第 1 面作成为内部反射面，则可以把显示光学系统、摄象光学系统紧凑地合并到一块。

再有，在显示光学系统和摄象光学系统中的任何一者中，具有光学性折射力的面上的局域母线剖面焦距，可以设定为在向第 1 面反射来自用第 1 面多次反射来自原画的光，使之向眼睛或被投影面一侧的第 3 反射面的反射面或被摄物体的光的第 3 面的反射面中，变成为最正而且最短。这是因为如果偏心的面具有强的折射力，由于有光的往路和复路，由于在局域母线剖面处将产生 2 倍的偏心象差，故采用使只反射一次的第 3 面具有强的正的功率的办法，就可以抑制在局域母线剖面处的偏心象差的发生的缘故。

此外，在显示光学系统和摄象光学系统中的任何一者中，可以把使光进行反射折返的面作成为曲面。如果折返反射面是平面，由于在反射时不能一个一个地控制周边图象的光线的方向，因而光学系将大型化。如果折返反射面是旋转非对称面，由于可以自由地控制周边图象的光线方向，故比起曲面的情况来可以进一步地小型化。

在这里，折返反射面是仅仅起反射作用的面，理想的是作成为大体上接近于 100%反射光的金属反射镜涂层以尽可能减少光量损耗。

另外，也可以把显示光学系统和摄象光学系统中的折返反射面兼用作偏心的反射面。在该情况下，由于可以削减光学面，故可以使光学系统小型化。特别是如果把第 1 面或第 2 面兼用作折返反射面，则可以进一步小型化。

此外，在把该显示光学系统用做头部装配显示器（HMD）的情况下，只要对于左右眼睛分别设置独立的原画（图象显示元件）和显示光学系统即可。即，采用具有 2 个原画（同一个原画）和与之相一致的显示光学系统（同一个显示光学系统）的办法，就可以得到比用一

个原画把光分给左右的显示光学系统的那种HMD还明亮的显示图象。

此外，该显示光学系统，可以把作为左眼用或右眼用都是偏心剖面的局域母线剖面配置在人脸的上下方向上。通常，由于显示扩大象视角在人的左右方向上宽，在上下方向上窄（左右4：上下3或16：9左右的比），故只要把是偏心剖面，而且偏心象差大的局域母线剖面设定在视角小的上下，在可以减小在显示扩大象中的偏心象差的发生，是理想的。

另外，上述光学系统，换句话说，其构成为使得对最初入射到第1面上的中心视角主光线的选中点处的法线的反射角，和对在第2面处反射后再次入射到第1面上的中心视角主光线的选中点处的法线的反射角变成为符号互逆。就是说，作成为采用用第2面反射在第1面处反射的光，使得返回在第1面处的最初的光的反射区一侧（反射区反射区附近或靠近反射区的区域）的办法，有效地重复光路，使得可以把长的光路长度收纳于小型的光学系统中。

附图说明

图1是作为本发明的实施形态1的显示光学系统的构成图。

图2是图1的显示光学系统中的最大视角主光线的光路图。

图3是从图1的显示光学系统中的图象显示面的中心射出的光线的光路图。

图4是中心视角主光线的光路与图1不同的显示光学系统的构成图。

图5是中心视角主光线的光路与图1不同的显示光学系统的构成图。

图6是作为本发明的实施形态2的摄象光学系统的构成图。

图7是作为本发明的实施形态3的显示光学系统的构成图。

图8是图7的显示光学系统中的最大视角主光线的光路图。

图9是从图7的显示光学系统的图象显示面的中心射出的光线的光路图。

图 10 是作为本发明的实施形态 4 的显示光学系统的构成图。

图 11 是作为本发明的实施形态 5 的显示光学系统的构成图。

图 12 是作为本发明的实施形态 6 的显示光学系统的构成图。

图 13 是作为本发明的实施形态 7 的显示光学系统的构成图。

图 14 是作为本发明的实施形态 8 的显示光学系统的构成图。

图 15 是作为本发明的实施形态 9 的显示光学系统的构成图。

图 16 是本发明的数值实施例 1（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 17 是本发明的数值实施例 2（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 18 是本发明的数值实施例 3（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 19 是本发明的数值实施例 4（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 20 是本发明的数值实施例 5（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 21 是本发明的数值实施例 6（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 22 是本发明的数值实施例 7（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 23 是本发明的数值实施例 8（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 24 是本发明的数值实施例 9（实施形态 1 的实施形）的光学系统剖面图。

图 25 是本发明的数值实施例 10（实施形态 3 的实施形）的光学系统剖面图。

图 26 是本发明的数值实施例 11（实施形态 3 的实施形）的光学系统剖面图。

图 27 是本发明的数值实施例 12（实施形态 3 的实施形）的光学

系统剖面图。

图 28 是本发明的数值实施例 13（实施形态 3 的实施形）的光学系统剖面图。

图 29 是本发明的数值实施例 14（实施形态 4 的实施形）的光学系统剖面图。

图 30 是本发明的数值实施例 15（实施形态 5 的实施形）的光学系统剖面图。

图 31 是本发明的数值实施例 16（实施形态 6 的实施形）的光学系统剖面图。

图 32 是本发明的数值实施例 17（实施形态 7 的实施形）的光学系统剖面图。

图 33 是现有的显示光学系统的构成图。

图 34 是现有的显示光学系统的构成图。

具体实施方式

在进入本发明的实施形态的说明之前，先对在本实施形态中使用的母线剖面、局域母线剖面、局域子线剖面的定义进行说明。

在不与偏心系统对应的现有系统的定义中，在各面顶点坐标系中若设 z 轴为光轴，则 y z 剖面将变成为现有的母线剖面、x z 剖面将变成为子线剖面。

由于本实施形态的光学系统是偏心系，故要重新定义与偏心系对应的局域母线剖面和局域子线剖面。

在中心视角主光线（是在显示光学系统中从显示元件的图象中心到显示光学系统的射出孔中心的光线，在摄象光学系统中则是通过摄象光学系统的入射孔中心到达摄象元件的图象中心的光线）与各面之间的选中点上边，把含有中心视角主光线的入射光和出射光的面定义为局域母线剖面，把包括选中点在内与局域母线剖面垂直，且与各个顶点坐标系的子线剖面（通常的子线剖面）平行的面定义为局域子线剖面。

计算各面的中心视角主光线的选中点上边附近的曲率，定义各面对中心视角主光线的局域母线剖面的曲率半径 r y、局域子线剖面的曲率半径 r x。

此外，设该面前后的折射率分别为 nd、nd'，则把由

$$f y = r y / (n d' - n d)$$

给出的 f y 定义为局域母线剖面焦距，把用

$$f x = r x / (n d' - n d)$$

给出的 f x 定义为局域子线剖面焦距。

此外，把该面与中心视角主光线之间的选中点和在其次的面上中心视角主光线的选中点之间的距离（是中心视角主光线上边的距离而且是无空气换算的值），定义为面间隔 d。

（实施形态 1）

图 1 示出了作为本发明的实施形态 1 的显示光学系统。该显示光学系统，由用折射率比 1 大的玻璃或塑料等的光学媒体填满了的透明体构成的第 1 光学系统 1、第 2 光学系统 2 构成。

在第 1 光学系统 1 的透明体（以下，也叫做第 1 光学元件 1）上边形成有 3 个光学面，面 A（第 1 面）、面 B（第 3 面）都是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，面 C（第 2 面）是反射面。

在面 A 的一部分（上部）和面 C 上形成有反射膜，在面 B 上则形成有半透过反射膜（半反射镜）。

面 A 的上部是具有折返反射作用的区域。面 A 的下部是光束射出从面 A 射出的区域。

另外，反射膜和半反射镜理想的是由金属膜制成。这是因为金属膜光反射特性平坦且颜色不易引人注目，几乎不存在对于偏振方向不同的光的反射率之差的缘故。

图中的 3 是显示图象的图象显示元件（LCD）等。在本实施形态中，面 B 起着来自图象显示元件 3 的光的入射面和反射面的作用，面 A 起着反射面和出射面的作用，面 C 起着反射面的作用。

从图象显示元件 3 发出的光，通过第 2 光学系统被导入到第 1 光

学元件 1。从面 B 入射到第 1 光学元件 1 内的光，在面 A 处进行了折返反射之后，在面 C 处再次反射，返回到面 A 的最初的光的反射区附近。接着，在面 A 处再次反射，进而在面 B 处进行反射后透过面 A 的下部从第 1 光学元件 1 射出，到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图象显示元件 3 的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者通过把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，就可以观看在图象显示元件 3 上边显示的图象的扩大象。

此外，在第 1 光学元件 1 中，光以面 B（透过）→面 A（反射）→面 C（反射）→面 A（折返反射）→面 C（再次反射）→面 A（再次反射）→面 B（反射）（→面 A（透过））的顺序通过各面，以在面 A 处的折返反射为界，最后到达反射面 B 为止进入与到此为止的光路逆行的光路。

在这里，把面 B（透过）→面 A（反射）→面 C（反射）→面 A（折返反射）→面 C（再次反射）→面 A（再次反射）→面 B（反射）的光路叫做复路，把往路和复路合在一起叫做往复光路。

特别是在面 A 处的反射，被作成为使得中心视角主光线对于在其选中点上边的面的法线，与在面 A 处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用使面 A 具有作为折射反射面的作用，在第 1 光学元件 1 内形成往复光路的办法，就可以使光路大体上重复，把长的光路收纳于第 1 光学元件 1 内。借助于此，就可以使包括第 2 光学系统 2 在内的显示光学系统全体小型化。

此外，来自图象显示元件 3 的光线，借助于在最终反射面 B 处的反射脱出往复光路，被导向眼球一侧。

此外，如在图 2 中用虚线所示的那样，射离图象显示元件 3 的图象显示面的端部到达射出孔 S 的中心的光（最大视角主光线），与中心视角主光线同样，经由第 2 光学系统 2 被导入至第 1 光学元件 1，

并通过 B 面入射→A 面反射→C 面反射→A 面折返反射→C 面再次反射→A 面再次反射→B 面反射→A 面射出的顺序被导向射出孔 S 的中心。

此外，就如在图 3 中用虚线所示，从图象显示元件 3 的图象显示面的中心射出到达射出孔 S 的两端的光线，与中心视角主光线同样，经由第 2 光学系统 2 被导入至第 1 光学元件 1，并通过 B 面入射→A 面反射→C 面反射→A 面折返反射→C 面再次反射→A 面再次反射→B 面反射→A 面射出的顺序被导向射出孔 S 的两端。

这时，在第 1 光学元件 1 内，形成了在图象显示元件 13 上显示的图象的中间象。采用在第 1 光学元件 1 内形成中间象的办法，即便是第 2 光学系统 2 的曲率弱，也可以作成为紧凑小型的构成，可以抑制在第 2 光学系统 2 内的多余的象差的发生，可以防止第 2 光学系统的复杂化。

另外，在图 3 中，虽然在 C 面再次反射→A 面再次反射之间形成了中间象，但是，并非必须在该位置上具有中间成象位置不可，只要在第 1 光学元件 1 内形成就行。

此外，为了使得容易地进行使中间象变成为大体上平行光被导入到射出孔 S 的所谓的接眼（ocular）光学系统部分的象差修正，中间成象面也可以形成为使得在接眼光学系统部分处的产生象面弯曲或非点象差的状况相一致地进行适宜弯曲或者具有非点隔差。

在图 3 中，作为在本身为最终反射面的面 B 和面 A 处的再次反射面和出射面起作用的部位相当于接眼光学系统部分，在第 1 光学系统 1 中的除此之外的部分和第 2 光学系统 2 相当于中继光学系统。

如果把在面 A 处的折返反射之外的反射作成为内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面 A 处的反射光束和出射光束所共用的区域（面 A 的下部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于在面 A 处的折返反射以外的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不理想的，故理想的是在边界附近（面 A 的上部和下部中间）使反射率从下部向着上部渐渐地增加使得边界变得不那么显眼。另外，反射膜出于上述理由理想的是金属膜。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B，变成为对于面 A（反射、折返反射、再次反射、透过）和面 C（反射、再次反射）具有非常强的光学功率（1/焦距）的凹面镜，担负着第 1 光学系统 1 的主能源的作用。因此，在凹面镜 B 处偏心象差的发生大，若仅仅用作为接眼光学系统的面 A、面 B 完全修正象差是困难的，采用把中间象形成为使得可以形成中继光学系统部分抵消接眼光学系统中的象差那种形状的中间成象面的办法，就可以提高最终观察处的画质。

在使用第 1 光学系统的情况下，由于为了形成往复光路就要在面 A、面 C 处 2 次以上地反射光，故要使 B 具有功率，同时把面 A、C 的功率设定得弱，以抑制象差的发生。

特别是由于局域母线剖面是偏心剖面，故如果把在中心视角主光线的该剖面上边的面 B 的正的功率设定得强（把焦距设定得短），把面 A、C 的功率设定得弱，则可以抑制偏心象差的发生。此外，也可以仅仅使面 B 具有功率，把面 A、C 作成为平面。

面 B 由于是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称的形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力地抑制偏心象差的发生。此外，若把面 B 以外的另一个反射面作成为另外一个自由曲面，则可以把扩大显示画面的纵横比设定为与图象显示元件 3 的纵横比接近的纵横比。

此外，在分别用曲面构成面 A、B、C 的情况下，结果就变成为所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

此外，理想的是采用把构成第 1 光学系统 1 的 3 个面 A、B、C 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。

这时，如果把各个旋转非对称面都作成为对以局域母线剖面为唯

一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较，可以使加工和制作变得容易起来，故是理想的。

采用以上那样地构成显示光学系统的办法，就可以提供以良好的光学性能使在图象显示元件 3 上显示的图象变成为扩大象进行显示的图象显示装置。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 1 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

在以上所说明的实施形态中，虽然把中心视角主光线（在显示光学系统中，是从图象显示元件的显示面中心到射出孔 S 中心的光线，在摄象光学系统中则是通过入射孔中心到摄象元件的摄象面中心的光线）的面 A 处的折返反射描述为大体上垂直反射，但是本发明的的光学系统并不限于这样的构成。

图 4 和图 5 分别示出了上边所说的那种折返反射不是大体上垂直的反射的显示光学系统的构成。在这些图中所示的第 1 光学系统 1'、1" 中，中心视角主光线的光路与图 1 所示的光路是不同的。

图 4 和图 5 形成了 B 面入射→A 面反射→C 面反射→A 面折返反射→C 面再次反射→A 面再次反射→B 面反射→A 面射出的光路这一点与图 1 所示的第 1 光学系统是同样的。

但是，在图 4 的第 1 光学系统 1'的情况下，在面 C 处反射的中心视角主光线，最初在面 A 处形成角度 θ 地进行折返反射后，在比在面 A 处进行先前的反射地点还高的位置（但是，是靠近最初的光的反射区的区域）处再次被反射这一点与图 1 是不同的。

此外，在图 5 的第 1 光学系统 1"的情况下，在面 C 处反射的中心视角主光线，最初在面 A 处形成角度 θ 地进行折返反射后，在比在面 A 处进行先前的反射地点还低的位置（但是，是靠近最初的光的反射区的区域）处再次被反射这一点与图 1 是不同的。

象这样地在折返反射面 A 的前后光也可以形成规定角度θ入射·反射。但是，当角度θ超过了

$|\theta|<60°\cdots(1)$

条件式(1)的上限时，折返反射后的光路（复路）并不在往路上逆向返回，与其说是往复光路毋宁说是变成为锯齿形的光路，光学系统变成为大型。而当偏离了条件式(2)的条件

$|\theta|<30°\cdots(2)$

时，虽然可以逆向返回，但是由于往路和复路不重叠，光学系统大型化，由于光学系统全体难于作成为小型，故是不理想的。如果满足条件式(3)

$|\theta|<20°\cdots(3)$

则光学系统的进一步小型化就成为可能。

此外，在图 4 和图 5 中，在面 A 处反射后最初向面 C 入射的中心视角主光线，当在面 C 处形成角度α地反射，在折返反射面 A 处形成角度θ地进行折返反射，第 2 次向面 C 入射时，形成角度β地进行再反射。这时，角度α和β理想的是分别满足下式。

$25°<|\alpha|<85°\cdots(4)$

$20°<|\beta|<75°\cdots(5)$

如果偏离了上述式(4)的条件，则第 1 光学系统将大型化，使显示光学系统全体小型化就变得困难起来。此外，在从式(5)的条件偏离开来的情况下，同样，第 1 光学系统也将大型化，使得显示光学系统全体小型化变得困难起来。

在本实施形态中所示的第 1 光学系统 1、1'、1"中，若把光经历 B 面入射→A 面反射→C 面反射→A 面折返反射→C 面再次反射→A 面再次反射→B 面反射→A 面射出的光路的情况下的中心视角主光线的各个面中，选中点上之中的中心视角主光线在面 A 上边折返反射时的局域母线剖面焦距 f y 定为 f y a,把中心视角主光线在面 C 上边再次反射时的局域母线剖面焦距 f y 定为 f y c，则理想的是满足下述条件。

$|f_{yc}/f_{ya}| \leqq 4 \cdots (6)$

如果超过了该式(6)，则光在面 A 处就不再能够进行反射和再次反射时（除去折返反射之外）的全反射，和在面 A 处的折返反射。

（实施形态 2）

图 6 示出了作为本发明的实施形态 2 的摄象光学系统。图中的 11 是与图 1 所示的同样的第 1 光学系统，2 是第 2 光学系统，4 是 CCD 或 CMOS 等的固体摄象元件（光电转换元件）。

S 是由第 1 光学系统（以下，也叫做第 1 光学元件）11 和第 2 光学系统 2 构成的摄象光学系统的入射孔，在该位置上设置光阑以防止不需要光的入射。

在本实施形态中，面 A（第 1 面）起着来自被摄物体的光的入射面和反射面的作用，面 B（第 3 面）起着反射面和出射面的作用，面 C（第 2 面）则仅仅起着反射面的作用。

来自通过了光阑 S 的外界的被摄物体的光，从面 A 向第 1 光学元件 11 入射，在面 B 处反射，在面 A 处反射，在面 C 处反射后被导向面 A 的上部。接着，在上部具有折返反射作用的面 A 处进行折返反射之后，在面 C 处再次反射，在面 A 上的最初的光的反射区附近再次反射，透过面 B 后从第 1 光学元件 11 射出，向第 2 光学系统 2 前进。

通过了第 2 光学系统 2 后的光被导向摄象元件 4 进行成象。这时，可以使所希望的来自外界的光束在摄象元件 4 的摄象面上成象，获得外界象。

采用如上所述地构成摄象光学系统的办法，就可以提供以良好的光学性能在摄象元件 4 上边使外界的被摄物体成象的摄象装置。此外，采用在第 1 光学元件 11 内进行一次中间成象的办法，在对于摄象元件 4 的尺寸来说，提高摄影视角的自由度，使广视角化成为可能的同时，采用大体上进行重复以在第 1 光学系统 11 内形成长的光路长度的办法，把第 1 光学系统 11 的全长抑制得短，就可以构成非常紧凑小型的摄象光学系统。

另外，在本实施形态中，满足在实施形态 1 中说明的式（1）到式（6）也是理想的。

（实施形态3）

图7示出了作为本发明的实施形态3的显示光学系统。该显示光学系统由第1光学系统21和第2光学系统2构成。在构成第1光学系统21的透明体（以下，也叫做第1光学元件21）的上边形成有3个光学面，（第1面）、面B（第3面）都是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，面C（第2面）是反射面。

在折返反射面C上形成有反射膜，在面B上形成有半透过反射膜（半反射镜）。

另外，反射膜和半反射镜理想的是由金属膜构成。

图中，3是显示图象的图象显示元件（LCD等）。在本实施形态中，面B起着来自图象显示元件3的光的入射面和反射面的作用，面A起着反射面和出射面的作用，面C则起着反射面的作用。

从图象显示元件3发出的光，通过第2光学系统被导入到第1光学元件21。光从面B入射到第1光学元件21内，在面A处进行反射后被导向折返反射面C。在折返反射面C处，使得对于入射方向大体上逆向返回那样地反射入射进来的光。接着，返回到在面A上的最初的光的反射区附近的光，在面A处再次反射，进而在面B处进行反射后，透过面A从第1光学元件21射出，到达射出孔S。

在该图中，作为从图象显示元件3发出的光的例子，示出了从图象显示元件3的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者借助于把眼睛放在射出孔S的位置附近，就可以观看在图象显示元件3上显示的图象的扩大象。

此外，在第1光学元件1中，光以面B入射→面A反射→折返反射面C→再反射面A→面B反射→面A射出的顺序通过各面，以在折返反射面C处的反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

从面B→面A→折返反射面C是往路，折返反射面C→面A→面B为止是复路，往路和复路合在一起形成往复光路。

特别是在面A处的再反射，被作成为使得中心视角主光线对于在

其选中点上边的面的法线，与在面 A 处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用使面 A 具有作为折射反射面的作用，在第 1 光学元件 21 内形成往复光路的办法，就可以在光路上大体上重复，有效地利用第 1 光学元件 1 内，对于光路长度减小了第 1 光学元件 21 的尺寸。借助于此，就可以使显示光学系统全体小型化。

在折返反射面 C 处进行的反射是由反射面进行的。此外，来自图象显示元件 3 的光线，借助于在最终反射面 B 处的反射脱出往复光路，被导向眼球一侧。

此外，如在图 8 中用虚线所示的那样，射离图象显示元件 3 的图象显示面的端部到达射出孔 S 的中心的光（最大视角主光线），与中心视角主光线同样，经由第 2 光学系统 2 被导入至第 1 光学元件 1，并以通过 B 面入射→A 面反射→C 面折返反射→A 面反射→B 面反射→A 面射出的顺序被导向射出孔 S 的中心。

此外，就如在图 9 中用点划线所示，从图象显示元件 3 的图象显示面的中心射出到达射出孔 S 的两端的光线，与中心视角主光线同样，经由第 2 光学系统 2 被导入至第 1 光学元件 1，并通过 B 面入射→A 面反射→C 面折返反射→A 面反射→B 面反射→A 面射出的顺序被导向射出孔 S 的两端。

这时，在第 1 光学元件 1 内，形成了在图象显示元件 3 上显示的图象的中间象。采用在第 1 光学元件 1 内形成中间象的办法，即便是第 2 光学系统 2 的曲率弱，也可以作成为紧凑小型的构成，可以抑制在第 2 光学系统 2 内的多余的象差的发生，可以防止第 2 光学系统的复杂化。

另外，在图 9 中，虽然在 C 面折返反射→A 面反射之间形成了中间象，但是，并非必须在该位置上具有中间成象位置不可，只要在第 1 光学元件 1 内形成就行。

此外，为了使得容易地进行使中间象变成为大体上平行光被导入到射出孔 S 的所谓的接眼光学系统部分的象差修正，中间成象面也可

以形成为使得在接眼光学系统部分处的产生象面弯曲或非点象差的状况相一致地进行适宜弯曲或者具有非点隔差。

在图 9 中，在作为最终反射面的面 B 和面 A 处的再次反射面和出射面起作用的部位相当于接眼光学系统部分，在第 1 光学系统 1 中的除此之外的部分和第 2 光学系统 2 相当于中继光学系统。

如果把在面 A 处的反射作成为内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面 A 处的反射光束和出射光束所共用的区域（面 A 的下部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于在面 A 处的折返反射以外的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不理想的，故理想的是在边界附近（面 A 的上部和下部中间）使反射率从下部向着上部渐渐地增加使得边界变得不那么显眼。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B，变成为对于面 A（反射、再次反射、透过）具有非常强的光学功率（1/焦距）的凹面镜，担负着第 1 光学系统 21 的主能源的作用。因此，在凹面镜 B 处偏心象差的发生大，若仅仅用作为接眼光学系统的面 A、面 B 完全修正象差是困难的，采用把中间象形成为使得可以形成中继光学系统部分抵消接眼光学系统中的象差那种形状的中间成象面的办法，就可以提高最终观察处的画质。此外，由于要借助于往复光路在面 A 出光进行 2 次反射，故要使 B 具有功率，同时把面 A 的功率设定得弱，以抑制象差的发生。

特别是，由于局域母线剖面是偏心剖面，故如果对于中心视角主光线来说，把该剖面上的面 B 的功率设定得强，把面 A 的功率设定得弱，则可以抑制偏心象差发生。

此外，也可以作成为仅仅使面 B 具有功率，使面 A 变成为平面。此外，由于面 B 是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力抑制偏心象差的发生。

此外，若把面 B 以外的反射面作成为另外一面自由曲面，则可以把扩大显示画面的纵横比设定为与图象显示元件 3 的纵横比接近的纵横比。

此外，在分别用曲面构成面 A、B、C 的情况下，结果就变成为所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

更理想的是采用把构成第 1 光学系统 1 的 3 个面 A、B、C 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。这时，如果把各个旋转非对称面都作成为对以局域母线剖面为唯一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较，可以使加工和制作变得容易起来，故是理想的。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 1 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中也是，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

（实施形态 4）

图 10 示出了作为本发明的实施形态 4 的显示光学系统。该显示光学系统，由第 1 光学系统 31、第 2 光学系统 2 构成。第 1 光学系统（以下，也叫做第 1 光学元件）31，由具有 4 个光学面的透明体构成，面 A（第 1 面）是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，折返反射面 C（第 2 面）和面 B（第 3 面）是仅仅起反射作用的面，面 D 是透过面。

在折返反射面 C 和面 B 上形成了反射膜。另外，反射膜理想的是由金属膜形成。

图中的 3 是显示图象的图象显示元件（LCD 等）。在本实施形态中，面 D 作为来自图象显示元件 3 的入射面，面 A 作为反射面和出射面，面 B、面 C 作为反射面起作用。

从图象显示元件 3 发出的光，通过第 2 光学系统 2 被导向第 1 光学元件 31。光从入射面 D 向第 1 光学元件 31 入射，在面 A 处反射后被导向折返反射面 C。在折返反射面 C 处，使得返回面 A 上的靠近最初的光的反射区的区域那样地反射入射进来的光，但以中心视角主光线向折返反射面 C 入射的入射光和反射光所构成的角度 θ 进行反射。

然后，光在面 A 处再次反射且在面 B 处反射后，透过面 A 从第 1 光学元件 31 射出，到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图象显示元件 33 的显示中心射出到达射出孔 S 的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者通过把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，就可以观看在图象显示元件 3 上边显示的图象的扩大象。

此外，在第 1 光学元件 31 中，光以入射面 D→A 面反射→折返反射面 C→A 面再次反射→B 面反射→A 面射出的顺序通过各面，以在折返反射面 C 处的折返反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

面 A→折返反射面 C 为止形成往路，折返反射面 C→A 面为止形成复路，往路和复路合在一起形成往复光路。

如上所述，采用在第 1 光学元件 31 内形成往复光路的办法，就可以在光路上大体上重复，有效地利用第 1 光学元件 31 内，对于光路长度减小了第 1 光学元件 31 的尺寸。借助于此，显示光学系统全体也可以小型化。

此外，来自图象显示元件 3 的光线，借助于在最终反射面 B 处的反射脱出往复光路，然后不向图象显示元件 3 一侧行进，被导向眼球一侧。

本实施形态的显示光学系统，与第 1 和第 3 实施形态的显示光学系统比较，在亮度这一点上有优点。在第 1 和第 3 实施形态中，来自图象显示元件的光从第 1 光学系统的面 B 入射，而且面 B 由于在第 1 光学系统的光路中具有反射作用，故必须作成为半反射镜。因此，来自图象显示元件的光量，在要进入第 1 光学系统时就变成为大体上一半。

相对于此，在本实施形态中，使向折返反射面 C 入射的中心视角主光线的入射光与反射光做构成的角度θ作成为比较大的值，一直到面 A 为止作成为复路，之后的光被设定为向与入射面 D 不同的面 B 行进。采用象这样地把入射面 D 和面 B（仅仅起反射作用的面）分开的办法，就消除了向第 1 光学系统入射时的光量损耗，实现了明亮的显示。

如果把在面 A 处的反射作成内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面 A 处的反射光束和出射光束所共用的区域（面 A 的下部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于在面 A 处的折返反射以外的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不理想的，故理想的是在边界附近（面 A 的上部和下部中间）使反射率从下部向着上部渐渐地增加使得边界变得不那么显眼。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B，变成对于面 A（反射、再次反射、透过）具有非常强的光学功率（1/焦距）的凹面镜，担负着第 1 光学系统 1 的主能源的作用。这是因为要借助于往复光路在面 A 处光进行 2 次反射，故要使 B 具有功率，同时把面 A 的功率设定得弱，以抑制象差的发生。

特别是，由于局域母线剖面是偏心剖面，故如果对于中心视角主光线来说，把该剖面上边的面 B 的功率设定得强，把面 A 的功率设定得弱，则可以抑制偏心象差发生。

此外，也可以作成为仅仅使面 B 具有功率，使面 A 变成为平面。此外，由于面 B 是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力抑制偏心象差的发生。

此外，若把面 B 以外的反射面作成为另外一面自由曲面，则可以把扩大显示画面的纵横比设定为与图象显示元件 3 的纵横比接近的纵横比。

此外，在分别用曲面构成面 A、B、C、D 的情况下，所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

更理想的是采用把构成第 1 光学系统 31 的 4 个面 A、B、C、D 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。

这时，如果把各个旋转非对称面都作成为对以局域母线剖面为唯一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较可以使加工和制作变得容易起来，是理想的。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 31 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中也是，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

（实施形态 5）

图 11 示出了作为本发明的实施形态 5 的显示光学系统。该显示光学系统，由用本身为透明体的光学元件 41-a 和反射构件 41-b 构成的第 1 光学系统 41、第 2 光学系统 2 构成。

光学元件 41-a 具有 3 个光学面，面 A（第 1 面）、面 B（第 3 面）

是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，面 C（第 2 面）是仅仅起反射作用的面。反射构件 41-b 具有对于中心视角主光线偏心的透过面 D 和背面反射的折返反射面 E。

在面 C 和反射构件 41-b 的折返反射面 E 上形成反射膜，面 B 用半反射镜构成。另外，反射面和半反射镜理想的是用金属膜形成。

图中，3 是显示图象的图象显示元件（LCD 等）。在本实施形态中，面 B 起着来自图象显示元件 3 的光的入射面和反射面的作用，面 A 则起着出射面（向反射构件 41-b 的射出和向射出孔 S 的射出）和反射面的作用。

从图象显示元件 3 发出的光，通过第 2 光学系统 2 被导向第 1 光学系统 41 的光学元件 41-a。光在从面 B 入射到光学元件 41-a 上之后，按照面 A、面 C 的顺序进行反射，在临界角度以下向面 A 入射和出射。然后，在从光学元件 41-a 射出后，透过反射构件 41-b 的透过面 D，在折返反射面 E 处被反射。在折返反射面处虽然使得对于入射方向大体上逆向返回那样地反射入射进来的光，但是却要以中心视角主光线向折返反射面入射的入射光和反射光所构成的角度 θ 进行反射。

然后，光从面 A 向光学元件 41-a 再次入射，借助于在面 C 处的反射使得返回到开金面 A 上的最初的光的反射区的区域地进行反射，在面 B 处反射到射出孔 S（眼球）一侧后，透过面 A 从光学元件 41-a 射出，到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图象显示元件 3 的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者借助于把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，就可以观看在图象显示元件 3 上边显示的图象的扩大象。

在第 1 光学元件 41 中，光以面 B（透过）→面 A（反射）→面 C（反射）→面 A（透过）→反射构件 41-b 的透过面 D（透过）→反射构件 41-b 的折返反射面 E（折返反射）→反射构件 41-b 的透过面 D（再次透过）→面 A（再次透过）→面 C（再次反射）→面 A（再次

反射）→面 B（反射）（→面 A（再次再次透过））的顺序通过各面，以折返反射面的反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

面 B（透过）→折返反射面 E 为止是往路，折返反射面 E→面 B（反射）为止是复路，往路和复路合在一起形成往复光路。

特别是在面 A 处的再反射，被作成为使得中心视角主光线对于在其选中点上边的面的法线，与在面 A 处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用在第 1 光学元件 41 内形成往复光路的办法，就可以使光路大体上重复，有效地利用第 1 光学元件 41 内，对于光路长度减小第 1 光学系统 41 的尺寸。借助于此，显示光学系统全体也可以小型化。

此外，来自图象显示元件 3 的光线，借助于在面 B 处的反射脱出往复光路，被导向眼球一侧。

在本实施形态中，向折返反射面（反射构件 41-b 的折返反射面 E）入射的入射光线，把 θ 设定为使得在图中稍微向下侧反射。借助于此，由于对于第 1 光学系统 41 来说，可以把第 2 光学系统 2 或图象显示元件 3 配置在比较往上侧，故可以使上下紧凑小型化。

此外，在第 1 光学系统 41 的情况下，由于把含有折返反射面的反射构件 41-b 作成为与光学元件 41-a 分开的构件，故增加了光路中的有效面，增加了设计自由度，实现了光学性能的提高。

如果把在面 A 处的反射作成内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面 A 处的反射光束和出射光束所共用的区域（向射出孔 S 射出的面 A 的下部和向反射构件 41-b 射出的面 A 的上部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于在面 A 处的折返反射以外的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不理想的，故理想的是在边界附近（反射面区域内的下部一侧和上部一

侧）使反射率随着远离共用区域而渐渐地增加以使边界变得不那么显眼。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B，成为对于面 A（反射、透过、再次透过、再次反射、再次再次透过）和面 C（反射、再次反射）具有非常强的光学功率（1/焦距）的凹面镜，担负着第 1 光学系统 41 的主能源的作用。在第 1 光学系统 41 的情况下，由于要借助于往复光路在面 A、面 C 处 2 次以上地反射光，故要使 B 具有功率，同时把面 A、C 的功率设定得弱，以抑制象差的发生。

特别是由于局域母线剖面是偏心剖面，故如果把在中心视角主光线的该剖面上边的面 B 的功率设定得强，把面 A、C 的功率设定得弱，则可以抑制偏心象差的发生。

此外，也可以仅仅使面 B 具有功率，把面 A、C 作成为平面。面 B 由于是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称的形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力地抑制偏心象差的发生。

此外，若把面 B 以外的反射面作成为另外一面自由曲面，则可以把扩大显示画面的纵横比设定为与图象显示元件 3 的纵横比接近的纵横比。

此外，在分别用曲面构成光学元件 41-a 的面 A、B、C 和反射构件 41-b 的两面 D、E 的情况下，所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

此外，理想的是采用把构成第 1 光学系统 1 的 3 个面 A、B、C、和反射构件 41-b 的两面 D、E 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。

这时，如果把各个旋转非对称面都作成对以局域母线剖面为唯一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较，可以使加工和制作变得容易起来，故是理想的。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的

往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 41 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)也是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

（实施形态 6）

图 12 示出了作为本发明的实施形态 6 的显示光学系统。该显示光学系统，由第 1 光学系统 51、第 2 光学系统 2 构成。第 1 光学系统（以下，也叫做第 1 光学元件）51，由具有 4 个光学面的透明体构成，面 A（第 1 面）是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，面 C（第 2 面）是仅仅起反射作用的面。此外，在透明体上还形成了折返反射面 D。

在面 C、折返反射面 D 上形成反射膜，面 B 是半反射镜。另外反射面理想的是由金属膜形成。

图中的 3 是显示图象的图象显示元件（LCD）等。在本实施形态中，面 B 起着来自图象显示元件 3 的光的入射面和反射面的作用，面 A 起着反射面和出射面的作用。

从图象显示元件 3 发出的光，通过第 2 光学系统被导入到第 1 光学元件 51。从面 B 入射到第 1 光学元件 51 上的光，按照面 A、面 C 的顺序进行反射，在折返反射面 D 处进行反射。然后，借助于在面 C 处的反射，返回到面 A 的最初的光的反射区地进行反射，在在面 B 处反射到射出孔 S（眼球）一侧之后透过面 A 从第 1 光学元件 51 射出，到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图象显示元件 3 的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者借助于把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，

就可以观看在图象显示元件3上边显示的图象的扩大象。

在第1光学元件51中，光以面B（透过）→面A（反射）→面C（反射）→折返反射面D（折返反射）→面C（再次反射）→面A（再次反射）→面B（反射）（→面A（透过））的顺序通过各面，以在折返反射面D处的反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

从面B（透过）→折返反射面D为止形成复路，折返反射面D→面B（反射）为止形成复路，把往路和复路合在一起形成往复光路。

特别是在面A处的再反射，被作成为使得中心视角主光线对于在其选中点上边的面的法线，与在面A处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用在第1光学元件51内形成往复光路的办法，就可以在光路上大体上重复，有效地利用第1光学元件51内，对于光路长度减小了第1光学元件51的尺寸。借助于此，显示光学系统全体也可以小型化。

此外，来自图象显示元件3的光线，借助于在面B处的反射脱出往复光路，被导向眼球一侧。

在本实施形态中，对于图1所示的实施形态1的构成，把折返反射面D作成为与面A独立的面。借助于此，使面增加了一个面以提高设计的自由度。

此外，在实施形态1的构成中，虽然在面A的折返反射区的上部必须有反射膜，必须进行局部反射面蒸镀，但是在本实施形态中，由于折返反射面D已与面A独立开来，故反射面蒸镀是容易的。

再有，在本实施形态中，如果把在面A处的反射作成内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面A处的反射光束和出射光束所共用的区域（面A的下部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于使在面A处的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不

理想的，故理想的是在边界附近（反射面区域内的下部一侧和上部一侧）使反射率随着远离共用区域而渐渐地增加以使边界变得不那么显眼。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B，变成对于面 A（反射、再次反射、透过）和面 C（反射、再次反射）具有非常强的光学功率（1/焦距）的凹面镜，担负着第 1 光学系统 51 的主能源的作用。

在第 1 光学系统 1 中，由于要借助于往复光路在面 A、面 C 处 2 次以上地反射光，故要使 B 具有功率，同时把面 A、C 的功率设定得弱，以抑制象差的发生。特别是由于局域母线剖面是偏心剖面，故如果把在中心视角主光线的该剖面上边的面 B 的功率设定得强，把面 A、C 的功率设定得弱，则可以抑制偏心象差的发生。此外，也可以仅仅使面 B 具有功率，把面 A、C 作成为平面。

面 B 由于是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称的形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力地抑制偏心象差的发生。此外，若把面 B 以外的反射面作成为另外一面自由曲面，则可以把扩大显示画面的纵横比设定为与图象显示元件 3 的纵横比接近的纵横比。

此外，在分别用曲面构成第 1 光学系统 51 的面 A、B、C 和折返反射面 D 的情况下，结果所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

更理想的是采用把构成第 1 光学系统 51 的面 A、B、C、D 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。

这时，如果把各个旋转非对称面都作成为对以局域母线剖面为唯一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较，可以使加工和制作变得容易起来，故是理想的。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的

往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 51 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)也是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

（实施形态 7）

图 13 示出了作为本发明的实施形态 7 的显示光学系统。该显示光学系统，由本身为透明体的 2 个光学元件 61-a1、61-a2 和反射构件 61-b 构成的第 1 光学系统 61 构成。光学元件 61-a1、61-a2 都具有 3 个光学面，面 A（第 1 面）、面 B（第 3 面）、面 E 是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，面 C（第 2 面）是仅仅起反射作用的面，面 D、面 F 是仅仅起透过作用的面。

反射构件 61-b 具有本身为由反射膜形成的表面反射面的折返反射面 G。在面 C 和反射构件 61-b 的折返反射面 G 上形成反射膜，面 B 是半反射镜。另外反射面理想的是由金属膜形成。

图中的 3 是显示图象的图象显示元件（LCD）等。在本实施形态中，面 B 起着来自图象显示元件 3 的光的入射面和反射面的作用，面 A 起着反射面和出射面的作用，面 C 起着反射面，面 E 起着入射面、反射面和出射面的作用。

从图象显示元件 3 发出的光，直接被导入到第 1 光学元件 61 的光学元件 61- a1。在光从面 B 入射到光学元件 61-a1 上之后，在面 A 处反射，从光学元件 61-a1 的面 D 射出。其次，从面 E 向光学元件 61-a2 入射，并在面 C 和面 E 处反射后，从光学元件 61-a2 的面 F 射出。接着，在反射构件 61-b 的表面的反射面（面 G）处进行折返反射。然后，从面 F 向光学元件 61-a2 入射，在面 E、面 C 处再次反射后从光学元件 61-a2 的面 E 射出。然后，从面 D 向光学元件 61-a1 入射，返回到面 A 上的最初的光的反射区后再次反射，在反射面 B 处向射出孔 S（眼

球）一侧反射后，透过面 A 从光学元件 61-a1 射出，到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图象显示元件 3 的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者借助于把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，就可以观看在图象显示元件 3 上边显示的图象的扩大象。

在第 1 光学元件 61 中，光以面 B（透过）→面 A（反射）→面 D（透过）→面 E（透过）→面 C（反射）→面 E（反射）→面 F（透过）→反射部件 61-b 的折返反射面 G（折返反射）→面 F（再次透过）→面 E（再次反射）→面 C（再次反射）→面 E（再次透过）→面 D（再次透过）→面 A（再次反射）→面 B（反射）（→面 A（透过））的顺序通过各面，以在折返反射面处的反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

从面 B（透过）→折返反射面 G 为止形成往路，折返反射面 G→面 B（反射）为止形成复路，往路和复路合在一起形成往复光路。

特别是在面 A 处的再反射，被作成使得中心视角主光线对于在其选中点上边的面的法线，与在面 A 处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用在第 1 光学元件 61 内形成往复光路的办法，就可以在光路上大体上重复，有效地利用第 1 光学元件 61 内，对于光路长度减小了第 1 光学元件 61 的尺寸。借助于此，显示光学系统全体也可以小型化。

此外，来自图象显示元件 3 的光线，借助于在面 B 处的反射脱出往复光路，被导向眼球一侧。

在本实施形态中，由于第 1 光学系统 61 由 2 个光学元件构成，故可以加长往复光路，可以把非常长的光路长度收纳于第 1 光学系统 61 内。为此。就如上边所说的各个实施形态那样，在图象显示元件与第 1 光学系统之间，没有必要插入另外的第 2 光学系统，显示光学系统不会在下侧大型化。

在本实施形态中，如果把在面 A、面 E 处的反射作成内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面 A、面 E 处的反射光束和出射光束所共用的区域（面 A、面 E 的下部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于使在面 A、面 E 处的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不理想的，故理想的是在边界附近（反射面区域内的下部一侧和上部一侧）使反射率随着远离共用区域而渐渐地增加以使边界变得不那么显眼。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B 和作为反射面起作用的面 C 的凹面镜的光学功率（1/焦距）对于别的反射面很强。在它们中间作为反射面起作用的面 C 的凹面镜功率也强。这是因为如果面 B 的凹面镜功率这一方不弱，则不可能充分地获得第 1 光学系统 61 与显示元件 3 之间的间隔的缘故。特别是在局域母线剖面上该倾向表现的更突出。

此外，也可以仅仅使面 B、面 C 具有功率，把面 A、面 E 作成平面。面 B、面 C 由于是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称的形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力地抑制偏心象差的发生。

此外，在分别用曲面构成光学元件 61-a1、61-a2 的面 A、B、C、面 E 反射构件 61-b 的折返反射面 G 的情况下，结果就变成所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

更理想的是采用把构成第 1 光学系统 61 的面 A、B、C、E、G 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。此外，若把所有的面都作成为自由曲面，则可以得到更良好的画质。

这时，如果把各个旋转非对称面都作成为对以局域母线剖面为唯一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较，可以使加工和制作变得容易起来，故是理想的。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 41 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)也是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

（实施形态 8）

图 14 示出了作为本发明的实施形态 8 的显示光学系统。该显示光学系统由用反射构件 71-b1、71-b2、71-b3 构成的 3 面反射镜构成的第 1 光学系统 71 和第 2 光学系统 2 构成。

在 3 个反射构件 71-b1、71-b2、71-b3 的表面上形成有反射膜。反射构件 71-b2 的反射面是折返反射面。另外，反射膜理想的是由金属膜构成。

图中的 3 是显示图象的图象显示元件（LCD 等）。从图象显示元件 73 发出的光，通过第 2 光学系统被导入到第 1 光学系统 71 的反射构件 71-b1。光从本身为反射构件 71-b1 的反射镜面的面 A（第 1 面）向第 1 光学系统 71 入射，在面 A 处反射，被导向本身为反射构件 71-b2 的反射镜面的折返反射面 C（第 2 面）。在折返反射面 C 处，使得对于入射方向大体上逆向返回那样地反射入射进来的光，但是，要使得中心视角主光线向折返反射面 C 的入射光和反射光所构成的角度变成为 θ 那样地进行反射。

然后，光在面 A 处再次反射，进而在本身为反射构件 71-b3 的反射镜面的面 B（第 3 面）处进行反射后，从第 1 光学系统 71 射出，到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图

象显示元件 3 的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者借助于把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，就可以观看在图象显示元件 3 上显示的图象的扩大象。

第 1 光学系统 71 中，光以面 A（反射）→反射构件 71-b2 的反射镜面 C（折返反射）→面 A（再次反射）→面 B（反射）的顺序通过各个面，以在折返反射面 C 处的反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

面 A（反射）→折返反射面 C 为止的光路形成往路，折返反射面 C→A（再次反射）为止形成复路，往路和复路合在一起形成往复光路。

特别是在面 A 处的再反射，被作成为使得中心视角主光线对于在其选中点上边的面的法线，与在面 A 处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用在第 1 光学元件 71 内形成往复光路的办法，就可以在光路上大体上重复，有效地利用第 1 光学元件 71 内，对于光路长度减小了第 1 光学元件 71 的尺寸。借助于此，显示光学系统全体也可以小型化。

此外，来自图象显示元件 3 的光线，借助于在面 B 的反射脱出往复光路后，不向图象显示元件一侧行进，被导向眼球一侧。

本实施形态，与上述第 4 实施形态的显示光学系统同样，在亮度这一点上有长处。在本实施形态中，这样地进行设定：向折返反射面的中心视角主光线的入射光和反射光所构成的角度 θ 取比较大的值，把到面 A 为止定为复路，把另外的面 B 配置在与入射到第 1 光学系统 71 中来的光线稍微偏移开来的地方，使得光线向面 B 前进。借助于此，就用可大体上 100%反射光的反射膜形成 3 面（面 A、面 B、折返反射面 C）的反射镜来自图象显示元件的光从第 1 光学系统的面 B 入射，而且面 B 由于在第 1 光学系统的光路中具有反射作用，故必须作成为半反射镜，实现明亮的第 1 光学系统 71。

在本实施形态中，作为最终反射面起作用时的面 B，变成为对于

面 A（反射、再次反射）具有非常强的光学功率（1/焦距）的凹面镜，担负着第 1 光学系统 1 的主能源的作用。这是因为要借助于往复光路在面 A 处光进行 2 次反射，故要使 B 具有功率，同时把面 A 的功率设定得弱，以抑制象差的发生。

特别是，由于局域母线剖面是偏心剖面，故如果对于中心视角主光线来说，把该剖面上边的面 B 的功率设定得强，把面 A 的功率设定得弱，则可以抑制偏心象差发生。此外，也可以作成为仅仅使面 B 具有功率，使面 A 变成为平面。

由于面 B 是偏心的曲面，故理想的是采用使用旋转非对称形状的面（所谓的自由曲面）的办法，极力抑制偏心象差的发生。

此外，若把面 B 以外的反射面作成为另外一面自由曲面，则可以把扩大显示画面的纵横比设定为与在图象显示元件 73 上显示的图象的纵横比接近的纵横比。

此外，在分别用曲面构成面 A、B、折返反射面 C 的情况下，结果就变成所有的面都参与聚光、发散或象差修正，因而可以期待削减成本的效果。

更理想的是采用把构成第 1 光学系统 71 的 3 个面 A、B、折返反射面 C 全都作成为旋转非对称形状的办法，增加偏心象差修正的自由度，使以良好的画质显示图象成为可能。这时，如果把各个旋转非对称面都作成为对以局域母线剖面为唯一的对称面的局域子线剖面方向面对称的形状，由于与没有对称性的情况下比较可以使加工和制作变得容易起来，是理想的。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的往复光路的办法，可以把第 1 光学系统 41 的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)也是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

（实施形态 9）

图 15 示出了作为本发明的实施形态 9 的显示光学系统。该显示光学系统，由作为透明体的光学元件 81-a 和反射构件 81-b 构成的第 1 光学系统 81 和 2 个光学系统 82-1、82-2 构成的第 2 光学系统构成。

光学元件 81-a 具有 3 个光学面，面 A（第 1 面）、面 B（第 3 面）是作为透过面和反射面起作用的透过反射兼用面，面 D 作为透过面起作用。此外，反射构件 81-b 具有在表面形成有反射膜的折返反射面 C（第 2 面）。面 B 是半反射镜。另外，反射膜和半反射镜理想的是由金属膜构成。

图中的 3 是显示图象的图象显示元件（LCD 等）。在本实施形态中，面 B 起着来自图象显示元件 3 的光的入射面和反射面的作用，面 A 起着反射面和出射面的作用。

从图象显示元件 3 发出的光，通过第 2 光学系统之内的光学系统 82-a 被导入到第 1 光学系统 81 的光学系统 81-a。光从面 B 入射到光学元件 81-a 上后，在面 A 处反射，从面 D 射出。接着，在反射构件 81-b 的表面的折返反射面 C 处反射。然后，从光学元件 81-a 的面 D 入射，返回到在面 A 上的最初的光的反射区地进行再次反射，在面 B 处反射到射出孔 S（眼球）一侧之后，透过面 A 从光学元件 81-a 射出，在第 2 光学系统 82 之内另一个光学系统 82-b 中调节光学功率后到达射出孔 S。

在该图中，作为从图象显示元件 3 发出的光的例子，示出了从图象显示元件 3 的显示面中心射出到达射出孔的中心的中心视角主光线。

在本实施形态中，观察者借助于把眼睛放在射出孔 S 的位置附近，就可以观看在图象显示元件 3 上边显示的图象的扩大象。

在第 1 光学系统 81 中，光以面 B（透过）→面 A（反射）→面 D

（透过）→反射构件 81-b 的折返反射面 C（折返反射）→面 D（再次透过）→面 A（再次反射）→面 B（反射）（→面 A（透过））的顺序通过各面，以在折返反射面处的反射为界，进入与到此为止的光路逆行的光路。

从面 B（透过）→折返反射面 C 为止形成往路，折返反射面 C→面 B（反射）为止形成复路，往路和复路合在一起形成往复光路。

特别是在面 A 处的再反射，被作成为使得中心视角主光线对于在其选中点上边的面的法线，与在面 A 处的最初的反射向相反的一侧进行反射前进那样地形成往复光路。

如上所述，采用在第 1 光学元件 81 内形成往复光路的办法，就可以在光路上大体上重复，有效地利用第 1 光学元件 81 内，对于光路长度减小了第 1 光学元件 81 的尺寸。借助于此，显示光学系统全体也可以小型化。

此外，来自图象显示元件 3 的光线，在借助于面 B 的反射脱出往复光路后，被导向眼球一侧。

在本实施形态中，由于用平面构成光学元件 81-a 的 3 个面，故光学元件 81-a 自身不具有光学功率，反射构件 81-b 的折返反射面具有光学功率。借助于此，就可以使光学元件 81-a 成本相当便宜，还可以抑制在光学元件 81-a 中的象差的发生。但是，也可以在把具备迄今为止的实施形态（例如实施形态 1）中所说明的那样的多个曲面的透明体应用于本实施形态的光学元件 81-a。

如果把在面 A 处的反射作成为内部全反射，则光量的损耗减少，是理想的。此外，如果至少在在面 A 处的反射光束和出射光束所共用的区域（面 A 的下部）中，使光进行内部全反射，在共用区域之外则进行由反射膜进行的反射，则相对于使在面 A 处的反射光束的全体都进行折返反射的情况来说，在可以提高设计的自由度的同时，还可以确保同程度的亮度。

此外，由于反射膜区域和共用区域的边界眼睛看得很清楚，是不理想的，故理想的是在边界附近（反射面区域内的下部一侧）使反射

率随着远离共用区域而渐渐地增加以使边界变得不那么显眼。

此外，采用在透明体内一次进行中间成象的办法，在可以提高对图象显示元件 3 的显示尺寸的显示视角的自由度，使更进一步广视角化（高倍率提示）成为可能，同时，采用大体上重复长的光路长度的往复光路的办法，可以把第 1 光学系统的全长抑制得短，可以构成非常紧凑小型的显示光学系统。

另外，在本实施形态中，满足在实施形态 1 中说明的式(1)到(6)也是理想的。

此外，在本实施形态中，虽然说明的是具有第 1 光学系统的显示光学系统，但是对于实施形态 2 所示的那样的摄象光学系统也可以应用与本实施形态同样的构思。

另外，在以上的说明的所有的实施形态中，在跟踪通过第 1 光学系统的光束的任意的光线时，该光线在第 1 面上的最初的（第 1 次）的反射和第 2 次的反射中，采用的是这样的光路：以一方的反射角为基准，在另一方则以相反符号的反射角进行反射。

具体地说，例如在图 1 的纸面内，只要第 1 次的反射（A 面反射）中的反射角是正号（反射光存在于法线的纸面内反时针旋转方向上的情况），就会变成为第 2 次的反射（A 面再次反射）中的反射角（反射光存在于法线的纸面内顺时针旋转方向上的情况）变成为负号的光路。

通过采用这样的光路，由于在第 1 面与第 2 面之间光束大体上进行往复，故可以有效地利用第 1 光学系统内的空间获得光路长度。而且，即使是光路长度长也可以实现小型的光学系统。

以下，用数值实施例说明上述各个实施形态。

[数值实施例 1]

图 16 示出了图 1 所示的实施形态 1 的数值实施例中的光路剖面图。图中，1 是构成显示光学系统的第 1 光学系统，由具有 3 个光学面的棱镜形状的透明体（光学元件）构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这些面分别相当于在实施形态 1

中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里由具有 S10、S11、S12 这 3 个面的同一媒质构成的透明体构成。

SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。此外，在折返反射面（S6）和面 C（S5、S7）上形成有反射膜，在面 B（S3、S9）上则形成有半反射镜。

在本数值实施例中，所有的光学面都是旋转非对称面，作成为以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面所具有的面对称形状。

表 1 示出了本数值实施例的光学数据，在表 2 中示出了对中心视角主光线的局域数据。该数值实施例是在 z 轴的正方向无限远方显示射出孔直径 φ10mm，图象显示尺寸 10mm ×7.5mm 左右，且水平视角 50 度的图象的显示光学系统。

另外，在表 1 的光学数据之内，最左边的项目 SURF 表示面序号。此外，X、Y、Z 和 A，是以第 1 面 S1 的中心为原点（0，0，0），图中所示的 y 轴、z 轴和把纸面纵深方向定为 x 轴的坐标系中的各个面的面顶点的位置（x,y,z）以及在图面上边把逆时针旋转方向定为正方向的 x 轴旋转的旋转角度 A（单位：度）。

R 是曲率半径。TPY 这一项表示面形状的种类，SPH 是球面，FFS 是遵从以下的式子的旋转非对称面。

[公式 1]

$$z=(1/R)\ (x^2+y^2)/(1+(1-(1+k)\ (1/R)^2\ (x^2+y^2))^{(1/2)})+c2+c4\ y+c5\ (x^2-y^2)+$$
$$c6\ (-1+2\ x^2+2\ y^2)+c10\ (-2\ y+3\ x^2\ y+3\ y^3)+c11\ (3\ x^2\ y-y^3)+c12\ (x^4-6\ x^2\ y^2$$
$$+y^4)+c13\ (-3\ x^2+4\ x^4+3\ y^2-4\ y^4)+c14\ (1-6\ x^2+6\ x^4-6\ y^2+12\ x^2\ y^2+6\ y^4)+c20$$
$$(3\ y-12\ x^2\ y+10\ x^4\ y-12\ y^3+20\ x^2\ y^3+10\ y^5)+c21\ (-12\ x^2\ y+15\ x^4\ y+4\ y^3+1$$
$$0\ x^2\ y^3-5\ y^5)+c22\ (5\ x^4\ y-10\ x^2\ y^3+y^5)+c23\ (x^6-15\ x^4\ y^2+15\ x^2\ y^4-y^6)+c24$$
$$(-5\ x^4+6\ x^6+30\ x^2\ y^2-30\ x^4\ y^2-5\ y^4-30\ x^2\ y^4+6\ y^6)+c25\ (6\ x^2-20\ x^4+15\ x^6$$
$$-6\ y^2+15\ x^4\ y^2+20\ y^4-15\ x^2\ y^4-15\ y^6)+c26\ (-1+12\ x^2-30\ x^4+20\ x^6+12\ y^2-60$$
$$x^2\ y^2+60\ x^4\ y^2-30\ y^4+60\ x^2\ y^4+20\ y^6)+\cdots\cdots$$

在 TYP 那一栏中记在 FFS 的横向的数值，表示其面形状是与在同表下侧所记述的非球面系数 k 和 c i 对应的旋转非对称形状。但是，

未进行记述的 c i 值为 0。

Nd，νd （但是，在表中记为 vd）分别表示该面以后的媒质的 d 线波长处的折射率和阿贝数，折射率 N 的符号的变化表示在该面处光被反射。此外，在媒质为空气层的情况下，仅仅把折射率 Nd 表示为 1.000，阿贝数 νd 被省略。

此外，把在折返反射面处的中心视角主光线的入射光线和反射光线所构成的角度 θ 的绝对值记为|θ|，把在面 C（S5）处中心视角主光线进行反射时的角度 β 的绝对值记为|β|，把在面 C（S7）处中心视角主光线进行反射时的角度 α 的绝对值记为|α|。以上的表的项目，在以后的数值实施例中也是同样的。

[表 1]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	28.526	20.239	4.593	-204.6392	1	1.5745	33.8
3	0.000	7.627	33.817	-19.766	-67.7133	2	-1.5745	33.8
4	0.000	28.526	20.239	4.593	-204.6392	1	1.5745	33.8
5	0.000	36.806	25.514	33.313	-130.8385	3	-1.5745	33.8
6	0.000	28.526	20.239	4.593	-204.6392	1	1.5745	33.8
7	0.000	36.806	25.514	33.313	-130.8385	3	-1.5745	33.8
8	0.000	28.526	20.239	4.593	-204.6392	1	1.5745	33.8
9	0.000	7.627	33.817	-19.766	-67.7133	2	1.0000	
10	0.000	-3.713	32.000	-61.016	12.9947	4	1.5745	33.8
11	0.000	-9.313	38.162	-20.071	-122.7345	5	-1.5745	33.8
12	0.000	-9.474	26.572	-9.403	11.5332	6	-1.0000	
I	0.000	-7.746	16.137	12.495	∞	SPH	-1.0000	

FFS1	c 1:-4.0335e+000	c 5:-5.7321e-004	c 6:-4.6692e-005	c10:-2.0110e-006
	c11:1.1077e-005	c12:1.0862e-008	c13:-2.2107e-009	c14:2.9702e-009
FFS2	c 1:-9.4887e-001	c 5:-6.6360e-004	c 6:1.2157e-004	c10:4.2469e-006
	c11:-4.5938e-006	c12:2.4535e-008	c13:-2.1846e-007	c14:4.9945e-008
FFS3	c 1:-1.5093e+000	c 5:-5.4396e-004	c 6:1.0629e-004	c10:8.7543e-007
	c11:1.2883e-005	c12:2.1023e-007	c13:-4.0124e-008	c14:9.3897e-010
FFS2	c 1:-9.4887e-001	c 5:-6.6360e-004	c 6:1.2157e-004	c10:4.2469e-006
	c11:-4.5938e-006	c12:2.4535e-008	c13:-2.1846e-007	c14:4.9945e-008
FFS4	c 1:-6.9842e-001	c 5:4.3200e-003	c 6:-4.1777e-004	c10:-1.7318e-004
	c11:-5.6073e-005	c12:-2.1928e-008	c13:9.5676e-006	c14:-6.5617e-006
FFS5	c 1:-7.4465e+001	c 5:3.5070e-005	c 6:-4.3265e-004	c10:3.2961e-005
	c11:2.1191e-005	c12:2.4966e-006	c13:5.1658e-006	c14:2.2219e-006
FFS6	c 1:-1.6588e+000	c 5:-4.9498e-003	c 6:1.2913e-003	c10:2.3807e-004
	c11:-7.6089e-005	c12:-4.4118e-006	c13:-2.9948e-006	c14:-5.9707e-006

$|\theta| = 0.75°$

$|\bar{\beta}| = 51.9306°$

$|\alpha| = 50.5154°$

[表 2]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	21.379	1.000
2	-4377.57054	-130.17886	-7620.089	-226.604	9.251	1.574
3	-79.10669	-64.36654	25.122	20.441	-15.520	-1.574
4	-500.48703	-141.39275	-158.937	-44.901	18.152	1.574
5	-207.63577	-105.04493	65.938	33.359	-10.962	-1.574
6	-268.59071	-158.09459	-85.295	-50.205	10.893	1.574
7	-206.46469	-105.28234	65.566	33.434	-17.745	-1.574
8	-481.51121	-141.99501	-152.911	-45.093	15.717	1.574
9	-78.45270	-64.32725	136.564	111.975	4.382	1.000
10	15.40473	12.02402	26.815	20.930	10.576	1.574
11	-83.96055	-95.33091	26.663	30.274	-9.873	-1.574
12	51.82429	16.23291	90.211	28.257	-15.154	-1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=0.77

其次，说明表 2 的局域数据的看法。从左边的项目开始，SURF 表示面序号，r y 表示中心视角主光线在各个面处进行选中点时的局域母线剖面焦距的曲率半径，r x 表示局域子线剖面的曲率半径，f y 表示局域母线剖面焦距，f x 表示局域母线剖面焦距，d 表示相应的面与其次的的面的面间隔（是中心视角主光线上边的距离且未进行空气换算的值），n 分别表示该面以后的媒质的 d 线波长处的折射率，

在这里，在第 1 光学系统中，把在光进入面 B 入射→面 A 反射→面 C 反射→面 A 折返反射→面 C 再次反射→面 A 再次反射→面 B 反射→面 A 射出这样的光路的情况下的中心视角主光线的各个面上的选中点上边之内，在面 A（S6）上边进行折返反射时的局域母线剖面焦距记为 f y a，把中心视角主光线在面 C（S5）上边进行再次反射时的局域母线剖面焦距记为 f y c 的情况下的比的绝对值，记为 | f y c / f y a | 。

以上的光学数据和局域数据表的项目，在以后的数值实施例中也是同样的。

另外，在本数值实施例中所示的光学系统，也可以作为把来自 z 轴方向的无限远方的物点的光束，通过光阑 S1 导向第 1 光学系统 1，在从第 1 光学系统 1 射出后，经由第 2 光学系统 2 在摄象面 SI 上成象

的摄象光学系统（实施形态2）加以利用。

[数值实施例2]

图17的光学剖面图示出了数值实施例2。图中的1是第1光学系统，由具有3个光学面的透明体(以下，也叫做第1光学元件1)构成。S2、S4、S6、S8是同一面，S3、S9是同一面，S5、S7是同一面，这3个面分别相当于在实施形态1中说明的面A、B、C。

2是第2光学系统，在这里，是由S10、S11这2个面构成的凸透镜。此外，在折返反射面A（S6）和面C上形成有反射膜。SI是图象显示面，S1是显示光学系统的射出孔S。

在本数值实施例中，S2、S4、S6、S8的光学面是平面，此外，从S3、S5、S7、S9到S11的光学面全都用旋转非对称面形成。因此，这3个面呈现以纸面（y z剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。

表3示出了本数值实施例的光学数据，表4示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 3]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
3	0.000	-1.149	29.898	-25.035	-68.7938	1	-1.5745	33.8
4	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
5	0.000	20.394	33.400	24.395	-238.8022	2	-1.5745	33.8
6	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
7	0.000	20.394	33.400	24.395	-238.8022	2	-1.5745	33.8
8	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
9	0.000	-1.149	29.898	-25.035	-68.7938	1	1.0000	
10	0.000	-6.944	28.262	-45.856	15.5850	3	1.5745	33.8
11	0.000	-11.958	36.808	-54.291	-19.2483	4	1.0000	
I	0.000	-26.493	47.255	-54.291	∞	SPH	1.0000	

FFS1	c 1:-1.9277e+000	c 5:-4.0387e-004	c 6:-2.1835e-004	c10:-1.3993e-006
	c11:3.1977e-006	c12:9.7794e-008	c13:2.9377e-008	c14:8.9190e-008
FFS2	c 1:-2.2805e+002	c 5:-2.4755e-004	c 6:-1.2572e-004	c10:1.2285e-005
	c11:5.0338e-006	c12:-8.9870e-008	c13:-1.6558e-007	c14:1.9101e-007
FFS3	c 1:-1.0918e+000	c 5:9.3572e-005	c 6:-2.8802e-004	c10:1.7426e-004
	c11:-2.5668e-005	c12:-9.8338e-006	c13:-1.0709e-005	c14:-9.2702e-006
FFS4	c 1:2.6105e+001	c 5:8.5245e-004	c 6:2.2998e-004	c10:-5.8822e-005
	c11:3.9947e-005	c12:-1.1115e-005	c13:-8.7480e-006	c14:2.4370e-006

$|\theta| = 4.9°$

$|\beta| = 45.6167°$

$|\alpha| = 55.7209°$

[表 4]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	20.025	1.000
2	∞	∞	∞	∞	10.399	1.574
3	-68.33097	-61.72423	21.700	19.601	-15.543	-1.574
4	∞	∞	∞	∞	17.258	1.574
5	-397.01883	-223.81036	126.080	71.074	-11.556	-1.574
6	∞	∞	∞	∞	12.030	1.574
7	-323.26423	-212.86731	102.658	67.599	-19.768	-1.574
8	∞	∞	∞	∞	14.234	1.574
9	-69.60597	-61.61363	121.164	107.252	2.616	1.000
10	15.1644	15.54198	26.397	27.054	8.734	1.574
11	-22.98753	-21.02927	40.015	36.606	18.373	1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=0

由表 3 可知，来自图象显示面的 SI 的光，从 S11 向第 2 光学系统 2 的凸透镜入射，从 S10 射出向第 1 光学元件 1 前进。向第 1 光学元件 1 前进的光，从 S9（面 B）向第 1 光学元件 1 入射，在 S8（面 A）处反射，在 S7（面 C）处反射，然后在面 S6（面 A-折返反射面）处反射，在 S5（面 C）处反射，在 S4（面 A）处反射，在 S3（面 B）处反射后，从 S2 射离第 1 光学元件 1，被导向射出孔 S1（S）。

若把本数值实施例的长度的具有量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为射出孔直径 φ10mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

另外，在摄象光学系统中也可以利用本数值实施例的光学系统。在该情况下，来自 z 轴负方向无限远方的物点的光，通过光阑 S1 被导向第 1 光学元件 1。然后，从 S2（面）向第 1 光学元件 1 入射，在 S3（面 B）处反射，在 S4（面 A）处反射，在 S5（面 C）处反射，在 S6（面 A-折返反射面）处反射后，在 S7（面 B）处反射，在 S8（面 A）处反射，从 S9（面 B）射离第 1 光学元件 1 被导向第 2 光学系统的凸透镜。被导向凸透镜的光束，从 S10 向凸透镜入射，从 S11 射出，在摄象面 SI 上成象。

在这里，在 S6（面 A-折返反射面）处进行反射的光束，由于不产

生全反射，故至少在 S6 处，在光束进行反射的部分上要预先形成反射膜。但是，从第 1 光学系统 1 的面 A 射出的光束的射出范围（在本数值实施例中为 S2 的范围）内未形成反射膜，不会成为从 S2 射出的光束的障碍。

此外，在在 S4、S8 处反射的光束之内从面 A 射出的光束的射出范围内进行反射的光束，由于进行全反射，故光量的损耗小。

再有，在面 C（在本数值实施例中为 S5、S7）处进行反射的光束，由于也不产生全反射，故在面 C 上也要预先形成反射膜，关于在 S6 面上的反射膜的形成和在面 C 上的反射膜的形成，在以后的实施例中也是同样的。

[数值实施例 3]

图 18 的光学剖面图示出了数值实施例 3。图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里，由用同一媒质填满的透明体（光学元件）构成 3 个光学面 S10、S11、S12。

在本数值实施例中，从 S2 到 S12 的光学面全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。此外，在 S6 和面 C 上形成有反射膜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

来自图象显示面 SI 的光，从 S12 向第 2 光学系统 2 入射，在 S11 处反射，从 S10 射出向第 1 光学系统 1 前进。从入射到第 1 光学元件 1 到射出为止的光路与数值实施例 1 是同样的。

表 5 示出了本数值实施例 3 的光学数据，表 6 示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 5]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-0.384	21.175	-4.301	-188.1895	1	1.5709	33.8
3	0.000	-4.193	33.458	-28.044	-91.5050	2	-1.5709	33.8
4	0.000	-0.384	21.175	-4.301	-188.1895	1	1.5709	33.8
5	0.000	18.466	42.733	20.833	-110.8056	3	-1.5709	33.8
6	0.000	-0.384	21.175	-4.301	-188.1895	1	1.5709	33.8
7	0.000	18.466	42.733	20.833	-110.8056	3	-1.5709	33.8
8	0.000	-0.384	21.175	-4.301	-188.1895	1	1.5709	33.8
9	0.000	-4.193	33.458	-28.044	-91.5050	2	1.0000	
10	0.000	-9.309	33.928	-60.009	14.5664	4	1.5709	33.8
11	0.000	-13.980	46.316	-30.879	-63.9341	5	-1.5709	33.8
12	0.000	-17.803	27.774	-17.264	14.1462	6	-1.0000	
I	0.000	-31.022	16.891	-27.045	∞	SPH	-1.0000	

FFS1	c 1:3.8814e-001	c 5:-5.8038e-005	c 6:-2.0446e-005	c10:-2.4513e-007
	c11:-1.6181e-006	c12:9.9891e-009	c13:-2.9297e-010	c14:-1.4792e-009
FFS2	c 1:-1.1898e+000	c 5:6.6818e-005	c 6:1.7143e-005	c10:4.6601e-006
	c11:-6.2063e-006	c12:5.4655e-009	c13:6.1078e-008	c14:3.7474e-008
FFS3	c 1:-1.6682e-001	c 5:-4.7265e-005	c 6:-7.5039e-005	c10:-1.2335e-007
	c11:-1.4967e-006	c12:-1.9119e-008	c13:-2.1650e-008	c14:-1.1517e-009
FFS4	c 1:-8.3126e-001	c 5:2.2918e-003	c 6:-6.6867e-004	c10:1.5742e-005
	c11:6.4495e-005	c12:-2.9179e-006	c13:6.8680e-006	c14:-5.0409e-006
FFS5	c 1:2.4490e-001	c 5:-1.1634e-004	c 6:-4.9721e-004	c10:1.1414e-005
	c11:-5.4783e-007	c12:3.5491e-008	c13:5.1275e-007	c14:-2.1992e-008
FFS6	c 1:-5.5645e-001	c 5:9.8151e-004	c 6:-4.0264e-003	c10:1.3080e-003
	c11:2.9911e-004	c12:1.0445e-005	c13:1.7669e-005	c14:4.3047e-005

$|\theta| = 5.8°$

$|\beta| = 42.3915°$

$|\alpha| = 52.1564°$

[表 6]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	21.204	1.000
2	-189.48530	-181.29176	-331.906	-317.554	14.180	1.571
3	-95.78953	-93.03087	30.489	29.611	-20.976	-1.571
4	-191.81108	-173.75183	-61.051	-55.303	22.454	1.571
5	-112.42882	-104.17064	35.785	33.156	-15.221	-1.571
6	-192.56862	-163.65884	-61.282	-52.091	15.906	1.571
7	-111.72719	-104.41048	35.562	33.233	-26.036	-1.571
8	-191.15702	-176.72335	-60.843	-56.249	19.483	1.571
9	-88.92908	-93.43696	155.770	163.666	3.685	1.000
10	16.35884	14.23789	28.654	24.939	15.094	1.571
11	-43.92270	-52.17019	13.980	16.605	-12.292	-1.571
12	41.42013	23.19733	72.552	40.633	-6.590	-1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=0.58

在本数值实施例 3 中，将变成为射出孔直径φ10mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 4]

图 19 的光学剖面图示出了数值实施例 4。图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里，由用同一媒质填满的透明体（光学元件）构成 3 个光学面 S10、S11、S12。第 1 光学系统 1 的透明体和第 2 光学系统 2 的透明体在 S9 中已接合起来。

在本数值实施例中，从 S2 到 S12 的光学面全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。此外，在 S6 和面 C 上形成有反射膜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂

直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

来自图象显示面 SI 的光，从 S12 向第 2 光学系统 2 的透明体入射，在 S10 处反射，从 S9 向第 1 光学系统 1 入射。向第 1 光学元件 1 入射的光束的入射位置，与数值实施例 2 比变成为从面 B 的下侧入射。另外，从向第 1 光学系统 1 入射到射出为止的光路与数值实施例 1 是同样的。

表 7 示出了本数值实施例 4 的光学数据，表 8 示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 7]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-4.428	26.925	-2.478	10652.1018	1	1.5745	33.8
3	0.000	-6.925	34.658	-32.507	-103.0245	2	-1.5745	33.8
4	0.000	-4.428	26.925	-2.478	10652.1018	1	1.5745	33.8
5	0.000	17.302	48.076	23.725	-298.6735	3	-1.5745	33.8
6	0.000	-4.428	26.925	-2.478	10652.1018	1	1.5745	33.8
7	0.000	17.302	48.076	23.725	-298.6735	3	-1.5745	33.8
8	0.000	-4.428	26.925	-2.478	10652.1018	1	1.5745	33.8
9	0.000	-6.925	34.658	-32.507	-103.0245	2	1.5745	33.8
10	0.000	-25.172	48.564	-39.984	-46.1075	4	-1.5745	33.8
11	0.000	-34.244	14.766	-39.849	41.4645	5	-1.0000	
I	0.000	-29.556	9.150	-49.444	∞	SPH	-1.0000	

FFS1	c 1:1.7986e+002	c 5:-6.7534e-004	c 6:-9.1158e-005	c10:-4.4684e-006
	c11:-1.9359e-008	c12:-1.0150e-007	c13:-3.8253e-008	c14:-2.1119e-008
FFS2	c 1:-1.9715e+000	c 5:2.8251e-004	c 6:8.0597e-004	c10:-1.4455e-005
	c11:1.4729e-006	c12:-3.7107e-008	c13:-1.2112e-008	c14:1.8826e-007
FFS3	c 1:3.5406e+000	c 5:-7.6154e-004	c 6:-3.5668e-004	c10:-4.9989e-006
	c11:7.5402e-006	c12:-7.5072e-008	c13:-5.0148e-008	c14:-5.0664e-008
FFS4	c 1:6.6209e-001	c 5:-4.6157e-004	c 6:-2.4056e-004	c10:1.5610e-005
	c11:4.0401e-005	c12:-2.5231e-007	c13:2.7991e-007	c14:4.3600e-008
FFS5	c 1:1.2508e+000	c 5:2.2006e-002	c 6:4.9562e-003	c10:1.5942e-004
	c11:8.1253e-004	c12:8.5600e-006	c13:4.0461e-006	c14:2.7346e-006

$|\theta| = 11.0°$

$|\beta| = 47.1937°$

$|\alpha| = 67.3932°$

[表 8]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	27.126	1.000
2	-1416.00908	-579.26289	2464.864	-1008.330	11.543	1.574
3	-122.10065	-161.33706	38.775	51.235	-19.750	-1.574
4	-1016.43034	-533.82311	-322.783	-169.524	20.661	1.574
5	-161.70515	-162.50151	51.352	51.605	-12.304	-1.574
6	-334.55186	-600.00488	-106.242	-190.541	13.679	1.574
7	-178.21050	-162.29594	56.594	51.540	-30.331	-1.574
8	2639.39122	-558.35340	838.180	-177.314	14.264	1.574
9	-164.77277	-177.72489	∞	∞	23.686	1.574
10	-42.19883	-37.26316	13.401	11.834	-19.834	-1.574
11	29.27583	5.21334	50.961	9.075	-6.875	-1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=0.48

在本数值实施例 4 中，变成为射出孔直径φ7mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 5]

图 20 的光学剖面图示出了数值实施例 5。图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里，由用同一媒质填满的透明体（光学元件）构成 3 个光学面 S10、S11（与 S13 为同一面）、S12。

在本数值实施例中，从 S2 到 S12（S13）的光学面全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。此外，在 S6 和面 C 上形成有反射膜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

来自图象显示面SI的光，从S12向第2光学系统2入射，在S12、S11处反射，从S10射出向第1光学系统1前进。从向第1光学系统1入射到射出为止的光路与数值实施例1是同样的。

在这里在第2光学系统2的透明体的具有透过面和反射膜的作用的光学面中，至少在透过光束区域内的反射是全反射。此外，该光学面的反射光束即便是全反射也不要紧。归因于象这样地使光进行全反射，在第2光学系统2中的光量的损耗将减少。

在本数值实施例中，与数值实施例3比较，第1光学系统1的面A和面C的壁厚（z轴方向的透明体的长度，以下同）变厚，此外，由于面A和面B的壁厚也变厚，故从整体上说第1光学系统1会大型化。

表9示出了本数值实施例的光学数据，表10示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 9]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	3.442	20.885	1.589	-588.1717	1	1.5745	33.8
3	0.000	-0.275	38.308	-21.040	-105.6048	2	-1.5745	33.8
4	0.000	3.442	20.885	1.589	-588.1717	1	1.5745	33.8
5	0.000	27.834	41.705	24.808	-192.6476	3	-1.5745	33.8
6	0.000	3.442	20.885	1.589	-588.1717	1	1.5745	33.8
7	0.000	27.834	41.705	24.808	-192.6476	3	-1.5745	33.8
8	0.000	3.442	20.885	1.589	-588.1717	1	1.5745	33.8
9	0.000	-0.275	38.308	-21.040	-105.6048	2	1.0000	
10	0.000	-19.983	36.652	-69.507	17.3051	4	1.5745	33.8
11	0.000	-13.312	49.912	-19.373	-617.7426	5	-1.5745	33.8
12	0.000	-33.239	30.061	10.063	70.1181	6	1.5745	33.8
13	0.000	-13.312	49.912	-19.373	-617.7426	5	1.0000	
I	0.000	-27.817	48.686	17.381	∞	SPH	1.0000	

FFS1	c 1:-4.2164e+001	c 5:4.0033e-004	c 6:4.2890e-004	c10:-1.0649e-007
	c11:-1.4544e-005	c12:7.8653e-008	c13:-3.3045e-008	c14:-6.4635e-008
FFS2	c 1:-1.0496e+000	c 5:2.0279e-004	c 6:-2.2194e-004	c10:-6.8870e-006
	c11:-1.6213e-005	c12:6.3979e-008	c13:-8.8582e-009	c14:4.8517e-008
FFS3	c 1:-2.6909e+001	c 5:-5.7211e-004	c 6:1.7312e-004	c10:4.1912e-006
	c11:-2.0339e-005	c12:1.7812e-007	c13:-1.3219e-009	c14:-1.3030e-007
FFS4	c 1:-6.6288e-001	c 5:-2.8218e-003	c 6:-4.3575e-003	c10:-1.0352e-005
	c11:-2.1480e-005	c12:5.2209e-007	c13:-2.0903e-007	c14:-2.6684e-006
FFS5	c 1:-1.6812e+003	c 5:-3.5086e-004	c 6:4.9810e-005	c10:6.7950e-007
	c11:-3.2005e-006	c12:-1.9200e-007	c13:-3.1215e-008	c14:3.9784e-008
FFS6	c 1:1.6255e+000	c 5:1.1521e-003	c 6:-4.9305e-004	c10:-3.6072e-006
	c11:9.8467e-006	c12:-2.0498e-007	c13:-3.1972e-009	c14:-7.1231e-008

$|\theta| = 9.1°$

$|\beta| = 39.471"$

$|\alpha| = 56.7582°$

[表 10]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	20.974	1.000
2	-909.03033	916.33378	-1582.360	1595.073	17.499	1.574
3	-92.81482	-99.84204	29.475	31.706	-24.212	-1.574
4	75031.28793	-1388.86328	23827.360	-441.055	25.676	1.574
5	-510.57949	-151.81042	162.143	48.210	-18.549	-1.574
6	8089.82790	-261.77078	2569.051	-83.129	19.912	1.574
7	-394.72518	-163.29069	125.351	51.856	-32.335	-1.574
8	-1644.55569	1625.84674	-522.254	516.313	20.465	1.574
9	-102.84096	-119.10424	179.016	207.326	10.237	1.000
10	21.99684	29.08547	38.290	50.629	13.811	1.574
11	1314.28087	5953.78053	-417.370	-1890.716	-13.613	-1.574
12	92.49879	68.80047	29.374	21.849	9.391	1.574
13	698.07787	608.55465	-1215.152	-1059.318	22.597	1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=0.063

在本数值实施例 5 中，变成为射出孔直径φ10mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 6]

图 21 的光学剖面图示出了数值实施例 6。图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里，由用同一媒质填满的透明体（光学元件）构成 3 个光学面 S10、S11、S12。

在本数值实施例中，从 S2 到 S12 的光学面全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。此外，在 S6 和面 C 上形成有反射膜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

来自图象显示面SI的光，从S12向第2光学系统2入射，在S12、S11处反射，从S10射出向第1光学系统1前进。从向第1光学系统1入射到射出为止的光路与数值实施例1是同样的。

本数值实施例6，与数值实施例3比较，第1光学元件1的大小，壁厚和高度(在 y 轴方向上的棱镜的长度)都电大体上相等，但是与在面A和面C的中心视角主光线上边的各个选中点的曲率半径比较分别变成了相反的符号。

表11示出了本数值实施例的光学数据，表12示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 11]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-7.358	25.725	1.691	-142.5869	1	1.5709	33.8
3	0.000	-3.614	35.664	-25.498	-72.1903	2	-1.5709	33.8
4	0.000	-7.358	25.725	1.691	-142.5869	1	1.5709	33.8
5	0.000	19.859	45.601	27.442	-144.4084	3	-1.5709	33.8
6	0.000	-7.358	25.725	1.691	-142.5869	1	1.5709	33.8
7	0.000	19.859	45.601	27.442	-144.4084	3	-1.5709	33.8
8	0.000	-7.358	25.725	1.691	-142.5869	1	1.5709	33.8
9	0.000	-3.614	35.664	-25.498	-72.1903	2	1.0000	
10	0.000	-11.273	34.135	-48.098	13.9179	4	1.5709	33.8
11	0.000	-19.707	43.717	-16.191	-73.1488	5	-1.5709	33.8
12	0.000	-23.799	26.830	7.153	12.9591	6	-1.0000	
I	0.000	-24.716	19.518	6.978	∞	SPH	-1.0000	

FFS1	c 1:-9.2194e+000	c 5:-2.1084e-003	c 6:-2.2151e-004	c10:-8.9981e-007
	c11:-1.8001e-005	c12:1.1650e-007	c13:-6.5099e-008	c14:3.2506e-009
FFS2	c 1:-3.2599e+000	c 5:-1.5021e-003	c 6:3.4478e-004	c10:1.5942e-005
	c11:-1.4945e-005	c12:-2.7444e-008	c13:-5.6082e-008	c14:-1.0005e-007
FFS3	c 1:-5.8619e-001	c 5:-3.0567e-003	c 6:-2.2009e-005	c10:-8.1299e-006
	c11:-3.5512e-006	c12:7.4574e-007	c13:-3.6251e-007	c14:1.1937e-007
FFS4	c 1:-1.0752e+000	c 5:6.2101e-003	c 6:-9.4098e-003	c10:-2.7242e-004
	c11:2.7212e-004	c12:3.9887e-006	c13:1.2846e-005	c14:-1.0777e-005
FFS5	c 1:6.0769e+000	c 5:-1.7907e-004	c 6:-7.6389e-004	c10:-1.1269e-005
	c11:2.7352e-005	c12:1.7912e-006	c13:1.6690e-006	c14:9.7474e-007
FFS6	c 1:-1.4085e+000	c 5:-3.2750e-003	c 6:-1.2446e-003	c10:1.7373e-005
	c11:1.0619e-004	c12:5.7466e-006	c13:3.5919e-006	c14:-7.0921e-006

$|\theta| = 5.9°$

$|\beta| = 56.1752°$

$|\alpha| = 69.0473°$

[表 12]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	25.417	1.000
2	-396.46938	-77.23868	-694.460	-135.293	11.995	1.571
3	-128.37631	-64.79102	40.861	20.622	-19.225	-1.571
4	447.23164	-68.32679	142.349	-21.748	23.787	1.571
5	172.11133	-63.39475	-54.781	20.178	-13.899	-1.571
6	83.12511	-57.16786	26.458	-18.196	14.804	1.571
7	236.82846	-65.22266	-75.380	20.760	-29.486	-1.571
8	-1290.47551	-73.12520	-410.744	-23.275	15.808	1.571
9	-94.43794	-64.57663	165.419	113.114	3.914	1.000
10	151.16614	21.86781	264.786	38.304	15.559	1.571
11	-67.11530	-56.44624	21.362	17.966	-14.380	-1.571
12	27.42546	20.72726	48.039	36.306	9.018	-1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=2.07

在本数值实施例 6 中，变成为射出孔直径 φ 12mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 7]

图 22 的光学剖面图示出了数值实施例 7。图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里，由用同一媒质填满的透明体（光学元件）构成 3 个光学面 S9、S10、S11（与 S12 为同一面）。第 1 光学系统 1 的透明体和第 2 光学系统 2 的透明体在 S9 中已接合起来。

在本数值实施例中，从 S2 到 S11 的光学面全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。此外，在 S6 和面 C 上形成有反射膜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂

直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

来自图象显示面 SI 的光，从 S12 向第 2 光学系统 2 的光学元件入射，在 S11、S10 处进行 2 次反射，通过 S9 向第 1 光学系统 1 前进。从向第 1 光学系统 1 入射到射出为止的光路与数值实施例 1 是同样的。

在本数值实施例 7 的第 1 光学系统 1 的面 A 和面 C 的中心视角主光线上边的各个选中点的曲率，与数值实施例 2 的面 A 和面 C 的中心视角主光线上边的各个选中点的曲率比较已分别变成为相反的符号，这一点与数值实施例 6 是相同的。

另外，在第 2 数值实施例中的具有透过和反射这两种作用的光学面的情况下，由于就反射来说将进行全反射，故不存在光量的损耗。此外，第 1 光学系统 1 的大小，变得比数值实施例 6 的大小还小，与数值实施例 1 的大小相同。

表 13 示出了本数值实施例 7 的光学数据，表 14 示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 13]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-0.153	27.498	1.459	9855.0949	1	1.5745	33.8
3	0.000	-0.081	37.697	-23.776	-90.2393	2	-1.5745	33.8
4	0.000	-0.153	27.498	1.459	9855.0949	1	1.5745	33.8
5	0.000	21.191	41.436	25.278	-247.7460	3	-1.5745	33.8
6	0.000	-0.153	27.498	1.459	9855.0949	1	1.5745	33.8
7	0.000	21.191	41.436	25.278	-247.7460	3	-1.5745	33.8
8	0.000	-0.153	27.498	1.459	9855.0949	1	1.5745	33.8
9	0.000	-0.081	37.697	-23.776	-90.2393	2	1.5745	33.8
10	0.000	1.794	41.741	2.647	-147.7216	4	-1.5745	33.8
11	0.000	-29.070	32.286	23.186	52.0263	5	1.5745	33.8
12	0.000	1.794	41.741	2.647	-147.7216	6	1.0000	0.0
I	0.000	2.318	53.078	-8.753	∞	SPH	1.0000	

FFS1	c 1:-1.2303e-004	c 5:-4.1575e-004	c 6:-6.8530e-005	c10:1.5123e-006
	c11:-7.372e-006	c12:5.9288e-008	c13:-2.0783e-008	c14:1.8283e-008
FFS2	c 1:-2.5670e+000	c 5:1.0647e-004	c 6:5.3264e-004	c10:2.2638e-005
	c11:1.6860e-006	c12:3.6303e-007	c13:7.8953e-008	c14:1.3509e-007
FFS3	c 1:-3.3876e+001	c 5:-8.0115e-004	c 6:-1.6349e-004	c10:-3.6871e-006
	c11:-2.1635e-005	c12:-6.9312e-008	c13:-1.5659e-007	c14:2.5610e-008
FFS4	c 1:-8.0920e-001	c 5:1.8474e-003	c 6:2.1977e-004	c10:9.9777e-007
	c11:-10037e-005	c12:6.5131e-007	c13:9.0879e-009	c14:3.0769e-008
FFS5	c 1:2.2928e+000	c 5:3.2354e-003	c 6:1.2955e-003	c10:-4.4854e-005
	c11:5.0794e-006	c12:2.0335e-006	c13:1.2585e-006	c14:1.2881e-007
FFS6	c 1:-8.0920e-001	c 5:1.8474e-003	c 6:2.1977e-004	c10:9.9777e-007
	c11:-1.0037e-005	c12:6.5131e-007	c13:9.0879e-009	c14:3.0769e-008

$|\theta| = 9.4°$

$|\beta| = 46.104°$
$|\alpha| = 64.2839°$

[表 14]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	27.494	1.000
2	1493.60303	-990.45060	2599.933	-1724.089	1.0280	1.574
3	-110.03334	-114.78204	34.943	36.451	-15.665	-1.574
4	517.54423	-684.94749	164.354	-217.516	18.394	1.574
5	-401.12234	-143.29887	127.383	45.507	-11.964	-1.574
6	230.02924	-485.32007	73.049	-154.121	13.045	1.574
7	-351.46150	-149.94132	111.612	47.616	-24.245	-1.574
8	1098.81312	-894.48284	347.357	-284.057	12.136	1.574
9	-88.41313	-101.41580	∞	∞	11.662	1.574
10	-133.10101	-279.30381	42.268	88.697	-13.481	-1.574
11	67.88094	33.56302	21.557	10.658	8.714	1.574
12	-236.12700	-164.89695	411.029	287.038	14.782	1.000
I	∞	∞	∞	∞	∞	

|fyc/fya|=1.74

在本数值实施例 7 中，变成为射出孔直径φ4mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 8]

图 23 的光学剖面图示出了数值实施例 8。图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里，由用同一媒质填满的透明体（光学元件）构成 3 个光学面 S10、S11（与 S13 为同一面）、S12。

在本数值实施例中，从 S2 到 S13 的光学面全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。此外，在 S6 和面 C 上形成有反射膜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

来自图象显示面 SI 的光，从 S13 向第 2 光学系统 2 的光学元件入射，在 S12、S11 处进行 2 次反射，从 S10 射出向第 1 光学元件 1 前进。从向第 1 光学元件 1 入射到射出为止的光路与数值实施例 1 是同样的。

在本数值实施例 8 中，第 1 光学系统 1 的面 A 和面 C 的中心视角主光线上边的各个选中点的曲率，与数值实施例 2 的面 A 和面 C 的中心视角主光线上边的各个选中点的曲率比较起来两者都已增强。

另外，在第 2 数值实施例中的具有透过和反射这两种作用的光学面的情况下，由于就反射来说将进行全反射，故不存在光量的损耗。此外，第 1 光学系统 1 的大小，变得比数值实施例 6 的大小还小，与数值实施例 4 的大小相同。

表 15 示出了本数值实施例 8 的光学数据，表 16 示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 15]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	1.717	23.030	-1.590	-163.6302	1	1.5709	33.8
3	0.000	-4.041	36.472	-25.389	-74.5831	2	-1.5709	33.8
4	0.000	1.717	23.030	-1.590	-163.6302	1	1.5709	33.8
5	0.000	20.058	43.156	24.479	-111.8720	3	-1.5709	33.8
6	0.000	1.717	23.030	-1.590	-163.6302	1	1.5709	33.8
7	0.000	20.058	43.156	24.479	-111.8720	3	-1.5709	33.8
8	0.000	1.717	23.030	-1.590	-163.6302	1	1.5709	33.8
9	0.000	-4.041	36.472	-25.389	-74.5831	2	1.0000	
10	0.000	-3.856	38.922	-48.121	32.7675	4	1.5709	33.8
11	0.000	-2.292	43.512	-8.129	734.3017	5	-1.5709	33.8
12	0.000	-23.771	25.974	21.576	47.5264	6	1.5709	33.8
13	0.000	-2.292	43.512	-8.129	734.3017	5	1.0000	
I	0.000	-13.956	45.894	22.318	∞	SPH	1.0000	

FFS1	c 1:5.3885e+000	c 5:-1.4286e-004	c 6:-3.3833e-004	c10:-3.9283e-006
	c11:6.8899e-006	c12:-2.7344e-008	c13:6.7957e-009	c14:-1.2389e-009
FFS2	c 1:1.0113e-002	c 5:5.5884e-004	c 6:2.7503e-004	c10:8.8466e-006
	c11:2.2294e-006	c12:2.4117e-008	c13:4.1841e-008	c14:-2.7567e-008
FFS3	c 1:1.8410e-001	c 5:3.6922e-006	c 6:-3.1005e-004	c10:-5.5644e-007
	c11:3.8280e-006	c12:-3.4678e-008	c13:8.1421e-008	c14:-7.9241e-008
FFS4	c 1:-1.1352e+000	c 5:-4.0246e-003	c 6:-2.9791e-004	c10:-1.5075e-00
	c11:4.3384e-005	c12:-1.2122e-006	c13:1.0628e-006	c14:-5.8225e-006
FFS5	c 1:3.3555e+002	c 5:-4.1408e-004	c 6:-7.4437e-005	c10:-1.0044e-006
	c11:5.6621e-006	c12:-4.4079e-008	c13:-3.2724e-008	c14:7.1532e-008
FFS6	c 1:8.7800e-002	c 5:1.8963e-004	c 6:1.3556e-004	c10:-9.0087e-006
	c11:1.5110e-006	c12:1.2148e-007	c13:-1.0245e-007	c14:-4.9976e-008

$|\theta| = 3.7°$

$|\beta| = 37.9623°$
$|\alpha| = 43.7916°$

[表 16]

SURF	ry	rx	fy	fx	d	n
1	∞	∞	∞	∞	22.973	1.000
2	-142.98987	-128.49809	-250.464	-225.080	15.187	1.571
3	-77.60382	-91.32071	24.700	29.066	-21.286	-1.571
4	-111.62044	-131.62281	-35.528	-41.894	22.435	1.571
5	-80.91519	-97.41876	25.754	31.007	-16.219	-1.571
6	-86.98574	-130.62461	-27.687	-41.576	16.615	1.571
7	-82.84666	-97.75209	26.369	31.113	-24.316	-1.571
8	-117.84677	-131.24905	-37.509	-41.775	20.575	1.571
9	-74.54873	-89.40500	130.581	156.604	1.699	1.000
10	24.28068	45.14214	42.531	79.072	8.765	1.571
11	304.31809	4150.50353	-96.861	-1321.059	-20.354	-1.571
12	45.95641	45.19685	14.627	14.386	13.997	1.571
13	139.64811	973.21442	-244.610	-1704.702	20.866	1.000
I	∞	∞	∞	∞		

|fyc/fya|=0.93

在本数值实施例 8 中，变成为射出孔直径φ10mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 9]

图 24 示出了数值实施例 9 的光学剖面图。

图中的 1 是第 1 光学系统。由具有 3 个光学面的透明体(以下，也叫做第 1 光学元件 1)构成。S2、S4、S6、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，这 3 个面分别相当于在实施形态 1 中说明的面 A、B、C。2 是第 2 光学系统，在这里，在这里，其构成为由 S10、S11 面构成的凸透镜。此外，在折返反射面 A（S6）和面 C 上形成有反射膜。

在本数值实施例中，从 S2、S4、S6、S8 的光学面是平面，从 S3、S5、S7、S9 到 S11 的光学面全都 Y 6 旋转非对称面构成。这 3 个具有现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。表 17 示出了本数值实施例的光学数据，表 18 示出了对中心视角主光线的局域数据。

[表 17]

SURF	X	Y	Z	A	R	FFS	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
3	0.000	-1.149	29.898	-25.035	-68.7938	1	-1.5745	33.8
4	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
5	0.000	20.394	33.400	24.395	-238.8022	2	-1.5745	33.8
6	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
7	0.000	20.394	33.400	24.395	-238.8022	2	-1.5745	33.8
8	0.000	-0.609	20.026	0.046	∞	SPH	1.5745	33.8
9	0.000	-1.149	29.898	-25.035	-68.7938	1	1.0000	
10	0.000	-6.944	28.626	-45.856	15.5850	3	1.5745	33.8
11	0.000	-11.958	36.808	-54.291	-19.2483	4	1.0000	
I	0.000	-26.493	47.255	-49.291	∞	SPH	1.0000	

FFS1	c 1:-1.9277e+000	c 5:-4.0387e-004	c 6:-2.1835e-004	c10:-1.3993e-006
	c11:3.1977e-006	c12:9.7794e-008	c13:2.9377e-008	c14:8.9190e-008
FFS2	c 1:-2.2805e+002	c 5:-2.4755e-004	c 6:-1.2572e-004	c10:1.2285e-005
	c11:5.0338e-006	c12:-6.9870e-008	c13:-1.6558e-007	c14:1.9101e-007
FFS3	c 1:-1.0918e+000	c 5:9.3572e-005	c 6:-2.8802e-004	c10:1.7426e-004
	c11:-2.5668e-005	c12:-9.8338e-008	c13:-1.0709e-005	c14:-9.2702e-006
FFS4	c 1:2.6105e-001	c 5:8.5245e-004	c 6:2.2998e-004	c10:-5.8822e-005
	c11:3.9947e-005	c12:-1.1115e-005	c13:-8.7480e-006	c14:2.4370e-006

$|\theta| = 4.9°$

由表 17 可知，来自图象显示面 SI 的光，从 S11 向第 2 光学系统 2 的凸透镜入射，从 S10 射出后向第 1 光学系统 1 前进。向第 1 光学系统（第 1 光学元件）1 前进的光，从 S9（面 B）向第 1 光学元件 1 入射，在 S8（面 A）处反射，在 S7（面 C）处反射后，在 S6（面 A-折返反射面）处反射，在 S5（面 C）处反射后在 S4（面 A）处进行反射。接着，在 S3（面 B）处反射后从 S2 射离第 1 光学元件 1，被导向射出孔 S1（S）。

若把本数值实施例的长度的具有量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为射出孔直径 ϕ10mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度的图象的显示光学系统。

另外，在摄象光学系统中也可以利用本数值实施例的光学系统。在该情况下，来自 z 轴负方向无限远方的物点的光，通过光阑 S1 被导向第 1 光学元件 1。然后，从 S2（面）向第 1 光学元件 1 入射，在 S3（面 B）处反射，在 S4（面 A）处反射，在 S5（面 C）处反射，在 S6（面 A-折返反射面）处反射后，在 S7（面 B）处反射，在 S8（面 A）处反射，从 S9（面 B）射离第 1 光学元件 1 被导向第 2 光学系统的凸透镜。被导向到凸透镜的光束，从 S10 向凸透镜入射，从 S11 射出在摄象面 SI 上成象。

在这里，在 S6（面 A-折返反射面）处进行反射的光束，由于不产生全反射，故至少在 S6 处，在光束进行反射的部分上要预先形成反射膜。但是，从第 1 光学系统 1 的面 A 射出的光束的射出范围（在本数值实施例中为 S2 的范围）内未形成反射膜，不会成为从 S2 射出的光束的障碍。

此外，在在 S4、S8 处反射的光束之内从面 A 射出的光束的射出范围内进行反射的光束，由于进行全反射，故光量的损耗小。再有，在面 C（在本数值实施例中为 S5、S7）处进行反射的光束，由于也不产生内部全反射，故也可以在面 C 上预先形成反射膜。

[数值实施例 10]

图 25 示出了图 7 所示的实施形态 3（有些接近与图 10 的实施形态 4）的数值实施例中的光路剖面图。

图中，21 是构成显示光学系统的第 1 光学系统，S2、S4、S6 是面 A，S3、S7 是面 B，S5 是折返反射面 C。在折返反射面 C（S5）上形成有反射膜，在面 B（S3、S7）上形成有半反射镜。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

2 是第 2 光学系统，由每者都由 2 面构成的 2 个透镜 2-1、2-2 构成，透镜 2-1 的一方的面已与构成第 1 光学系统 21 的透明体接合起来，该被表记为 S7。

此外，第 1 光学系统 21 中的从 S1 到 S10 为止的光学面，在本数值实施例中都是旋转非对称面，呈现以纸面(y z 剖面)为唯一的对称面而具有的面对称形状。表 18 示出了本数值实施例的光学数据。

[表 18]

SURF	X	Y	Z	A	R	TYP	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	-0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-2.002	22.133	-0.426	-733.3383	FFS 1	1.5709	33.8
3	0.000	-5.883	34.132	-25.619	-96.7035	FFS 2	-1.5709	33.8
4	0.000	-2.002	22.133	-0.426	-733.3383	FFS 1	1.5709	33.8
5	0.000	21.740	38.187	50.514	-76.3482	FFS 3	-1.5709	33.8
6	0.000	-2.002	22.133	-0.426	-733.3383	FFS 1	1.5709	33.8
7	0.000	-5.883	34.132	-25.619	-96.7035	FFS 2	1.5709	33.8
8	0.000	-25.242	35.347	-58.164	-12.6645	FFS 4	1.0000	
9	0.000	-25.941	36.428	-77.011	14.4303	FFS 5	1.5709	33.8
10	0.000	-36.980	40.129	-68.954	-37.0315	FFS 6	1.0000	
I	0.000	-45.714	43.489	-62.590	∞	SPH	1.0000	

FFS 1	k: 1.8728e+02	c 5:-1.3065e-04	c 6: 5.6726e-05	c10:-3.9177e-08
	c11:-1.9101e-06	c12:-4.8270e-08	c13: 7.7877e-09	c14:-1.1014e-08
FFS 2	k:-1.1011e+00	c 5: 1.3982e-04	c 6:-9.0431e-05	c10: 2.0903e-06
	c11: 3.8982e-06	c12: 1.3565e-07	c13: 1.4312e-08	c14: 2.5680e-08
FFS 3	k:-7.8033e-01	c 5:-4.3217e-04	c 6:-8.6593e-05	c10:-1.9804e-06
	c11:-3.7354e-06	c12:-2.7052e-07	c13: 1.1525e-07	c14: 3.3291e-08
FFS 4	k:-1.2730e-01	c 5:-6.8801e-04	c 6: 1.1624e-04	c10: 2.9988e-05
	c11:-4.0764e-05	c12: 2.2873e-06	c13:-2.3612e-06	c14: 1.3761e-06
FFS 5	k:-3.5304e-01	c 5: 8.5298e-04	c 6: 3.0465e-04	c10:-6.5431e-05
	c11:-3.1853e-05	c12: 4.4543e-07	c13:-1.4357e-07	c14:-1.0286e-06
FFS 6	k:-6.8011e+00	c 5:-1.8750e-04	c 6:-6.0544e-04	c10: 5.1322e-05
	c11: 5.2327e-05	c12:-7.7009e-06	c13: 3.4628e-06	c14: 2.7700e-06

$|\theta| = 20.7°$

另外，图 10 所示的实施形态 4，可以采用把θ设定为使得本数值实施例的面 S7 与面 S3 的有效面进行重叠，以面 S7 为入射面地定为另外的面，设定 S3 面为仅仅进行反射的面，设定 S7 面为接合面且为仅仅起透过作用的面的办法进行实施。此外，也可以把θ设定为使得本数值实施例的面 S7 与面 S3 的有效面不进行重叠，设定 S7 与 S3 保持同一面的状态不变，设定 S7 面为接合面且为仅仅起透过作用的面。

借助于此，就可以减少 1 个面，而且仍保留亮度的优点。此外，如果去掉仅仅起透过作用的 S7 的接合面，使光学系统 21 和透镜 2-1 变成为同一构件的一体物（一体成型品等），则可以减少 1 个部件，使成本下降。此外，也可以去掉仅仅起透过作用 S7 的接合面，隔以微小的间隔的空气层地配置光学系统 21 和透镜 2-1。

若把本数值实施例的长度的具有量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为射出孔直径φ6mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度、垂直视角约 39 度的图象的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以作为摄象光学系统利用。

[数值实施例 11]

图 26 示出了图 7 所示的实施形态 3 的数值实施例中的光路剖面图。图中，21 是构成显示光学系统的第 1 光学系统，由具有 3 个光学面的棱镜形状的透明体（光学元件）构成。S2、S4、S6 是同一面，S3、S7 是同一面，这 2 个面与 S5 分别相当于在实施形态 4 中说明的面 A、B、C。

2 是第 2 光学系统，在这里由具有 S8、S9、S10 这 3 个面的同一媒质构成的透明体构成。SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。

在本数值实施例中，从 S1 到 S10 的光学面是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。

另外，图中的 x,y,z 是以观察者的视轴方向为 z 轴，以在纸面内垂

直于 z 轴的方向为 y 轴，以垂直于纸面的方向为 x 轴的坐标系定义。

表 19 示出了本数值实施例 11 的光学数据。

[表 19]

SURF	X	Y	Z	A	R	TYP	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-2.273	24.000	-3.345	-247.2785	FFS 1	1.5709	33.8
3	0.000	-5.208	35.525	-27.157	-67.1042	FFS 2	-1.5709	33.8
4	0.000	-2.273	24.000	-3.345	-247.2785	FFS 1	1.5709	33.8
5	0.000	16.473	47.429	41.765	-111.3783	FFS 3	-1.5709	33.8
6	0.000	-2.273	24.000	-3.345	-247.2785	FFS 1	1.5709	33.8
7	0.000	-5.208	35.525	-27.157	-67.1042	FFS 2	1.0000	
8	0.000	-11.004	33.190	-41.277	15.9216	FFS 4	1.5709	33.8
9	0.000	-22.423	40.960	-38.154	-42.7750	FFS 5	-1.5709	33.8
10	0.000	-23.731	28.162	0.720	26.4519	FFS 6	-1.0000	
I	0.000	-17.563	21.901	-30.353	∞	SPH		

FFS 1	k = 4.2201e+01	c5 =-7.2651e-06	c6 =-6.7463e-04	c10=-4.3866e-06
	c11=-2.9188e-05	c12= 3.8137e-08	c13= 1.6783e-06	c14= 7.7366e-08
FFS 2	k = 6.8375e-01	c5 = 1.3989e-04	c6 = 1.2750e-04	c10= 6.3376e-07
	c11=-2.2030e-05	c12=-8.2897e-08	c13= 1.1270e-07	c14= 6.4467e-08
FFS 3	k =-2.3229e+00	c5 = 1.4037e-04	c6 =-5.5792e-04	c10=-8.1600e-06
	c11= 5.1550e-06	c12= 2.8932e-07	c13=-1.8001e-08	c14= 1.2472e-09
FFS 4	k =-1.0391e+00	c5 = 2.2120e-03	c6 =-8.0615e-03	c10=-1.0945e-04
	c11= 4.4108e-05	c12= 7.0952e-06	c13= 6.2837e-06	c14=-1.4557e-05
FFS 5	k =-8.1246e+00	c5 =-5.3103e-04	c6 =-6.8410e-04	c10=-3.2097e-05
	c11=-2.0613e-06	c12= 1.0051e-06	c13= 1.0580e-06	c14=-5.9957e-07
FFS 6	k = 2.7242e+00	c5 = 2.4272e-03	c6 =-5.7624e-03	c10= 7.1569e-05
	c11= 7.4246e-04	c12=-6.1419e-06	c13=-7.4558e-06	c14= 1.4723e-05

$|\theta| = 8.3°$

由表 19 可知，来自图象显示面 SI 的光，从 S10 向本身为构成第 2 光学系统的透明体的光学元件入射，在 S9 处进行背面反射，从 S8 射出后向第 1 光学元件 21 前进。向第 1 第 1 光学元件 21 前进的光，从 S7（面 B）向第 1 光学元件 21 的透明体内入射，在 S6（面 A）处进行背面反射，在 S3（面 B）处进行背面反射后，从 S2 射离第 1 光学元件 21，被导向射出孔 S1（S）。

若把本数值实施例的长度的具有量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为射出孔直径 ϕ10mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度、垂直视角约 39 度的图象的显示光学系统。

另外，在摄象光学系统中也可以利用本数值实施例的光学系统。在该情况下，来自 z 轴负方向无限远方的物点的光，通过光阑 S1 被导向第 1 光学元件 21。然后，从 S2（面）向第 1 光学元件 21 入射进来的光，在 S3（面 B）处反射，在 S4（面 A）处反射，在 S5（面 C）处进行折返反射，在 S6（面 A）处反射后，从 S7（面 B）射出，被导向第 2 光学系统 2。然后，被导向到第 2 光学系统 2 的光，从 S8 向透明体入射，在 S9 处反射，从 S10 射出在摄象面 SI 上成象。

[数值实施例 12]

图 27 是数值实施例 12 的光学剖面图。此外，表 20 示出了光学数据。

在本数值实施例中，第 2 光学系统 2 由在同一媒质上边具有 3 个光学面 S8、S9、S10 的棱镜形状的透明体（光学元件）构成。

来自图象显示面 SI 的光，通过第 2 光学系统 2 的 S10、S9、S8 向第 1 光学系统 21 的透明体（第 1 光学元件）前进，从面 S7（面 B）向透明体入射。接着，在 S6（面 A）处进行背面反射，在 S5（面 C）处进行背面反射后进行折返反射，在 S4（面 A）处进行背面反射，在 S3（面 B）处进行背面反射，从 S2 射离第 1 光学元件 21 后，被导向射出孔 S1（S）。

[表 20]

SURF	X	Y	Z	A	R	TYP	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	-0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	0.545	20.276	-0.063	-3944.0524	FFS 1	1.5745	33.8
3	0.000	0.367	30.753	-24.827	-70.3936	FFS 2	-1.5745	33.8
4	0.000	0.545	20.276	-0.063	-3944.0524	FFS 1	1.5745	33.8
5	0.000	25.100	31.027	37.931	-85.8484	FFS 3	-1.5745	33.8
6	0.000	0.545	20.276	-0.063	-3944.0524	FFS 1	1.5745	33.8
7	0.000	0.367	30.753	-24.827	-70.3936	FFS 2	1.0000	
8	0.000	4.343	34.993	5.095	25.1379	FFS 4	1.5826	33.8
9	0.000	14.871	41.033	23.836	-48.8606	FFS 5	-1.5826	33.8
10	0.000	-5.517	45.166	73.840	37.9004	FFS 6	-1.0000	
I	0.000	-8.628	44.265	78.064	∞	SPH	-1.0000	

FFS 1	k:-1.5950e+05	c 5:-8.9692e-06	c 6:-1.5311e-05	c10:-4.6491e-07
	c11:-1.5598e-06	c12: 1.1770e-07	c13: 5.7298e-09	c14:-1.5803e-08
FFS 2	k:-4.0144e-02	c 5:-2.4023e-05	c 6:-1.5464e-05	c10: 1.1255e-06
	c11:-1.7290e-06	c12: 1.1758e-07	c13:-4.7820e-08	c14:-1.8041e-09
FFS 3	k:-1.0639e+01	c 5: 8.2736e-04	c 6: 2.7863e-04	c10:-1.3393e-06
	c11:-7.4865e-06	c12: 2.7694e-08	c13: 3.9079e-07	c14: 4.1693e-07
FFS 4	k:-9.8437e-03	c 5: 3.9186e-03	c 6: 3.9859e-03	c10: 6.2138e-06
	c11: 1.0599e-04	c12:-2.7736e-06	c13: 1.1141e-06	c14: 1.5242e-07
FFS 5	k: 3.7432e-01	c 5:-1.3246e-04	c 6:-6.6549e-05	c10: 1.8086e-06
	c11: 8.2132e-06	c12: 5.3630e-07	c13: 4.1428e-08	c14:-7.0509e-08
FFS 6	k: 4.7782e+00	c 5: 1.0088e-02	c 6: 3.8310e-03	c10: 1.3924e-04
	c11: 3.0547e-04	c12:-1.1736e-05	c13: 4.2816e-06	c14: 3.1284e-06

$|\theta| = 24.7°$

在本数值实施例中，由于在在面 S6 处的反射光束中存在着不满足全反射条件的光束，故要作成为使得如图所示在一部分上形成反射膜以进行背面反射。

这时，反射膜被形成为使得不会到达面 S2 的射出光束要通过的区域。反射膜可以用金属或电介质等构成。

另外，如果要作成为在接近射出光束要通过的区域的反射膜形成区域中，随着向射出光束要通过的区域一侧接近反射率渐渐地降低那样的膜构成，则反射膜形成区域和非形成区域之间的边界就会变难于看出来，所以是理想的。

在本数值实施例中，若把具有长度的量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为与数值实施例 11 大体上同等规格的显示光学系统。

此外，本数值实施例 12，与数值实施例 1 同样，也可以在摄象光学系统中利用。

[数值实施例 13]

图 28 是数值实施例 13 的光学剖面图。此外，表 21 示出了光学数据。

在本数值实施例中，第 2 光学系统 2 的 S9 和 S10 是已经形成了半透过反射膜的同一面。第 2 光学系统 2 由在同一媒质上边具有 3 个光学面 S8、S9（与 S11 同一面）、S10 的棱镜形状的透明体（光学元件）构成。

从 S1 到 S11 的光学面是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。

来自图象显示面 SI 的光，从半反射镜面 S11 向第 2 光学系统 2 光学元件入射，在 S10 处进行背面反射，在半反射镜面 S9 处反射，从 S8 射出向第 1 光学元件 21 前进。向第 1 光学元件 21 前进的光，从面 S7（面 B）向第 1 光学元件 21 入射，在 S6（面 A）处进行背面反射，在 S5 处进行背面反射后进行折返反射，在 S4（面 A）处进行背面反射，在 S3（面 B）处进行背面反射后从 S2 射离第 1 光学元件 21 后，被导向射出孔 S1（S）。

另外，S4、S6 处的反射都是内部全反射。

[表 21]

SURF	X	Y	Z	A	R	typ	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	-0.000	∞	SPH	1.0000	0.0
2	0.000	4.519	19.725	1.167	-1736.3277	FFS 1	1.5709	33.8
3	0.000	4.100	32.361	-30.359	-109.6220	FFS 2	-1.5709	33.8
4	0.000	4.519	19.725	1.167	-1736.3277	FFS 1	1.5709	33.8
5	0.000	31.151	48.842	48.213	-122.5937	FFS 3	-1.5709	33.8
6	0.000	4.519	19.725	1.167	-1736.3277	FFS 1	1.5709	33.8
7	0.000	4.100	32.361	-30.359	-109.6220	FFS 2	1.0000	
8	0.000	10.422	36.716	-32.050	18.7046	FFS 4	1.5709	33.8
9	0.000	-13.564	48.290	-4.970	139.5528	FFS 5	-1.5709	33.8
10	0.000	-26.101	32.187	35.158	37.0465	FFS 6	1.5709	33.8
11	0.000	-13.564	48.290	-4.970	139.5528	FFS	1.0000	
12	0.000	-14.308	52.447	28.702	∞	SPH	1.0000	

FFS 1	k:-2.4378e+06	c 5: 7.6075e-05	c 6: 6.2917e-04	c10: 5.5959e-06
	c11: 2.1685e-05	c12:-8.2021e-09	c13: 5.9043e-08	c14: 1.0572e-08
FFS 2	k: 8.2754e+00	c 5:-4.9930e-04	c 6: 5.8730e-04	c10:-1.5117e-05
	c11: 1.5560e-05	c12: 1.6187e-07	c13:-1.1396e-08	c14:-8.3568e-08
FFS 3	k:-8.0071e-01	c 5:-9.5216e-04	c 6: 2.2840e-04	c10: 4.9847e-06
	c11:-4.8150e-06	c12:-3.8819e-07	c13: 4.1668e-07	c14: 2.5137e-07
FFS 4	k:-9.4462e-01	c 5:-1.8830e-03	c 6:-5.9203e-03	c10: 1.2950e-04
	c11:-7.4459e-05	c12:-1.4290e-06	c13:-1.3262e-06	c14:-1.0302e-06
FFS 5	k: 4.9257e+01	c 5:-4.5142e-04	c 6: 1.0487e-03	c10:-5.5426e-05
	c11:-9.5671e-06	c12:-1.0091e-07	c13: 5.0536e-07	c14: 1.2849e-06
FFS 6	k: 1.1901e-01	c 5: 1.1105e-04	c 6:-7.4056e-05	c10: 1.3869e-05
	c11:-5.6456e-06	c12:-3.6994e-08	c13: 2.1088e-08	c14:-8.9699e-08

$|\theta| = 16.4°$

本数值实施例 13，若把具有长度的量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为与数值实施例 11 大体上同等规格的显示光学系统。

此外，本数值实施例 13，与数值实施例 1 同样，也可以在摄象光学系统中利用。

[数值实施例 14]

图 29 示出了图 11 所示的实施形态 5 的数值实施例中的光路剖面图。

图中，41 是第 1 光学系统，41-a 是作为至少具有 3 个面的透明体的光学元件，41-b 的反射镜构件。S2、S4、S6、S8、S10 是同一面，S3、S11 是同一面，S5、S9 是同一面，分别相当于在图 5 中说明的面 A、B、C。

S7 是折返反射面。在该折返反射面（S7）和面 C（S5、S9）上形成有反射膜，在面 B（S3、S11）上形成了半反射镜。SI 是图象显示面，S1 的显示光学系统的射出孔 S。

图中，2 是第 2 光学系统，由具有 S12、S13 的透镜构成。

在图 11 中，虽然设定了某种程度大小的角度θ，但是在本数值实施例中，把θ的值设定得相当小以使显示光学系统的光学性能优先。表 22 示出了本数值实施例的光学数据。

[表 22]

SURF	X	Y	Z	A	R	TYP	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	1.755	20.489	0.880	-607.2300	FFS1	1.5745	33.8
3	0.000	0.352	30.133	-24.069	-59.6754	FFS2	-1.5745	33.8
4	0.000	1.755	20.489	0.880	-607.2300	FFS1	1.5745	33.8
5	0.000	23.714	32.547	25.095	-295.3234	FFS3	-1.5745	33.8
6	0.000	1.755	20.489	0.880	-607.2300	FFS1	-1.0000	
7	0.000	1.724	18.489	-1.620	-2000.000	SPH	1.0000	
8	0.000	1.755	20.489	0.880	-607.2300	FFS1	1.5745	33.8
9	0.000	23.714	32.547	25.095	-295.3234	FFS3	-1.5745	33.8
10	0.000	1.755	20.489	0.880	-607.2300	FFS1	1.5745	33.8
11	0.000	0.352	30.133	-24.069	-59.6754	FFS2	1.0000	
12	0.000	-7.189	28.468	-57.836	13.6358	FFS4	1.5745	33.8
13	0.000	-13.875	32.576	-66.833	-25.0883	FFS5	1.0000	
I	0.000	-31.547	40.139	-63.210	∞	SPH	1.0000	

FFS1 c1=5.1936e+001 c5=-1.0304e-003 c6=-1.8227e-005 c10=3.5979e-006
c11=-2.5096e-006 c12=-7.4519e-008 c13=-1.3933e-007 c14=-1.7806e-008

FFS2 c1=-9.6500e-001 c5=-9.3134e-004 c6=-4.3744e-004 c10=-4.8960e-008
c11=-1.1248e-006 c12=1.0577e-008 c13=8.6492e-008 c14=1.5783e-007

FFS3 c1=-1.7127e+003 c5=-2.4479e-003 c6=8.2902e-005 c10=3.8688e-005
c11=-1.4501e-005 c12=1.5808e-007 c13=-4.6303e-007 c14=2.9468e-007

FFS4 c1=-7.3615e-001 c5=8.2022e-004 c6=-1.2095e-003 c10=1.3578e-004
c11=3.2939e-005 c12=6.2055e-007 c13=9.3472e-008 c14=-3.7753e-006

FFS5 c1=1.7098e-001 c5=1.1702e-003 c6=1.6960e-003 c10=2.9578e-005
c11=1.7027e-005 c12=6.9794e-007 c13=-1.0985e-007 c14=3.9150e-006

$|\theta| = 3.54032°$

本数值实施例，若把具有长度的量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为与数值实施例 1 大体上同等规格的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以在摄象光学

系统中利用。

[数值实施例 15]

图 30 示出了图 12 所示的实施形态 6 的数值实施例中的光路剖面图。图中，51 是构成显示光学系统的第 1 光学系统，由作为具有 4 个光学面的透明体的光学元件构成。

S2、S4、S8 是同一面，S3、S9 是同一面，S5、S7 是同一面，分别相当于在实施形态 6 中说明的面 A、B、C。

S6 是折返反射面。在该折返反射面（S6）和面 C（S5、S7）上形成有反射膜，在面 B（S3、S9）上形成了半反射镜。

2 是第 2 光学系统，由分别具有 2 个面的 2 个透镜 2-1、2-2 构成。透镜 2-1 的一方的面 S10 与第 1 光学系统 51（光学元件）的面 S9 是同一面并已进行接合。SI 是图象显示面，S1 的显示光学系统的射出孔 S。

在本数值实施例中，所有的光学面都是旋转非对称面，作成为以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面所具有的面对称形状。表 23 示出了本数值实施例的光学数据。

[表 23]

SURF	X	Y	Z	A	R	typ	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	0.0
2	0.000	-0.841	20.716	-1.832	-210.9505	FFS1	1.5709	33.8
3	0.000	-3.305	32.926	-25.577	-79.0339	FFS2	-1.5709	33.8
4	0.000	-0.841	20.716	-1.832	-210.9505	FFS1	1.5709	33.8
5	0.000	19.444	39.528	3.168	-119.0122	FFS3	-1.5709	33.8
6	0.000	0.000	0.000	-35.000	-210.0000	FFS4	1.5709	33.8
7	0.000	19.444	39.528	3.168	-119.0122	FFS3	-1.5709	33.8
8	0.000	-0.841	20.716	-1.832	-210.9505	FFS1	1.5709	33.8
9	0.000	-3.305	32.926	-25.577	-79.0339	FFS2	1.5709	33.8
10	0.000	-3.305	32.926	-25.577	-79.0339	FFS2	1.5709	33.8
11	0.000	-2.719	40.967	-45.577	-56.8565	SPH	1.0000	0.0
12	0.000	-3.433	41.667	-38.076	17.6688	FFS5	1.7700	50.0
13	0.000	-10.834	51.114	-38.076	-94.4518	SPH	1.0000	0.0
14	0.000	-22.562	66.084	-29.254	∞	SPH	1.0000	0.0

FFS1 c 1:-3.3800e+000 c 5:-1.5442e-004 c 6:9.1501e-005 c10:3.9955e-007
c11:-1.0116e-005 c12:-8.8473e-009 c13:-2.5342e-011 c14:8.1952e-009

FFS2 c 1:-1.3081e+000 c 5:3.3647e-004 c 6:-2.1809e-004 c10:4.4236e-006
c11:-1.5144e-005 c12:-1.8098e-007 c13:-7.9785e-008 c14:5.1626e-008

FFS3 c 1:-5.0162e+000 c 5:-5.6006e-004 c 6:6.6079e-006 c10:1.9403e-006
c11:2.7683e-006 c12:1.9872e-007 c13:-5.2904e-008 c14:1.2571e-008

FFS4 c 1:-3.3800e+000 c 5:-1.5442e-004 c 6:9.1501e-005 c10:3.9955e-007
c11:-1.0116e-005 c12:-8.8473e-009 c13:-2.5342e-011 c14:8.1952e-009

FFS5 c 1:-9.7960e-001 c 5:1.1595e-003 c 6:7.6355e-005 c10:-2.5701e-005
c11:1.1897e-005 c12:6.6007e-009 c13:-8.9349e-007 c14:-1.0840e-006

$|\theta| = 2.2°$

本数值实施例，若把具有长度的量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为与数值实施例 10 大体上同等规格的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以在摄象光学系统中利用。

[数值实施例 16]

图 31 示出了图 13 所示的实施形态 7 的数值实施例中的光路剖面图。图中，61 是构成显示光学系统的第 1 光学系统，由 2 个光学元件 61-a1、61-a2 构成。两光学元件 61-bP、61-a2 都具有 3 个光学面。

S2、S4、S14 是同一面，S3、S15 是同一面，S7、S11 是同一面，S6、S8、S10、S12 是同一面，这 4 个面分别相当于在实施形态 7 中说明的面 A、B、C、E。

S9 是折返反射面 G。在该折返反射面 G（S9）和面 C（S7、S11）上形成有反射膜，在面 B（S3、S15）上形成了半反射镜。

另外，本数值实施例 16 与图 13 所示的实施形态 7 有若干不同，在第 1 光学系统 61 中不使用具有折返反射面 G 的反射构件，以光学元件 61-a2 内的 S9 面作为折返反射面使光学调整变成为简单的调整的数值实施例。此外，由于在第 1 光学系统 61 中采用了 2 个光学元件，故在第 1 光学系统 61 和图象显示元件 63（SI）之间不再需要光学系统。

SI 是图象显示面，S1 是显示光学系统的射出孔 S。在本数值实施例中，在面 B（S3、S15）、面 C（S7、S11）、折返反射面 G（S9）中采用旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。另外，所有的光学面都采用旋转非对称面的一方，可以得到更好的光学性能。表 24 示出了本数值实施例的光学数据。

[表 24]

SURF	X	Y	Z	A	R	typ	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	0.0
2	0.000	0.000	20.000	0.000	83521.7984	SPH	1.5185	64.2
3	0.000	0.000	35.000	-25.000	-135.7647	FFS1	-1.5185	64.2
4	0.000	0.000	20.000	0.000	83521.7984	SPH	1.5185	64.2
5	0.000	30.000	37.000	40.000	-1484.2778	SPH	1.0000	0.0
6	0.000	31.286	38.532	40.000	-433.2031	SPH	1.5185	64.2
7	0.000	37.713	46.193	15.000	-77.9579	FFS2	-1.5185	64.2
8	0.000	31.286	38.532	40.000	-433.2031	SPH	1.5185	64.2
9	0.000	66.524	8.964	98.000	-157.8022	FFS3	-1.5185	64.2
10	0.000	31.286	38.532	40.000	-433.2031	SPH	1.5185	64.2
11	0.000	37.713	46.193	15.000	-77.9579	FFS2	-1.5185	64.2
12	0.000	31.286	38.532	40.000	-433.2031	SPH	-1.0000	0.0
13	0.000	30.000	37.000	40.000	-1484.2778	SPH	-1.5185	64.2
14	0.000	0.000	20.000	0.000	83521.7984	SPH	1.5185	64.2
15	0.000	0.000	35.000	-25.000	-135.7647	FFS1	1.0000	0.0
16	0.000	-4.649	44.969	-55.000	∞	SPH	1.0000	0.0

FFS1 c 1:5.0603e+000 c 5:-5.2606e-004 c 6:-1.9583e-004 c10:-2.7280e-006
c11:-2.8118e-005 c12:-1.7960e-008 c13:-1.0135e-008 c14:1.1395e-008

FFS2 c 1:-8.1721e-001 c 5:-1.0408e-004 c 6:-3.6362e-005 c10:3.6137e-006
c11:-2.6282e-006 c12:-9.4531e-008 c13:-1.8160e-008 c14:2.9239e-008

FFS3 c 1:-1.4951e+001 c 5:-1.2428e-003 c 6:-2.8930e-004 c10:-9.4660e-007
c11:-7.1818e-006 c12:-9.4575e-007 c13:5.7749e-008 c14:6.7102e-008

$|\theta|=0.31°$

本数值实施例，若把具有长度的量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为与数值实施例 1 大体上同等规格的显示光学系统。

此外，本数值实施例，与数值实施例 1 同样，也可以在摄象光学

系统中利用。

[数值实施例 17]

图 32 的光学剖面图示出了与图 15 所示的实施形态类似的数值实施例。图中，3 表示显示光学系统，81-a 是构成具有 3 个光学面的第 1 光学系统 81 的透明体（第 1 光学元件），81-b 是反射镜构件。

S2、S4、S8 是同一面，S3、S9 是 同一面，S5、S7 是同一面，分别相当于在实施形态 9 中说明的面 A、B、D。此外，S6 相当于面 C。

此外，图中 82 是第 2 光学系统，用从 S9 到 S12 的 面构成。在本数值实施例中，透明体（第 1 光学系统 81）的 1 个面和构成第 2 光学系统 82 的透明体（光学元件）的 1 个面已接合起来，设接合面为 S9。

另外，本数值实施例，在用具备第 1 光学元件 81-a 的 3 个面构成这一点，和不具备本身为第 2 光学系统 82 的一部分的光学系统 82-2 这一点，与图 15 是不同的。

构成这些第 1 和第 2 光学系统 81、82，在本数值实施例中全都是旋转非对称面，呈现以纸面（y z 剖面）为唯一的对称面而具有的面对称形状。表 25 示出了本数值实施例的光学数据。

[表 25]

SURF	X	Y	Z	A	R	TYP	Nd	vd
1	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	SPH	1.0000	
2	0.000	-0.224	20.435	1.280	-828.7149	FFS1	1.5709	33.8
3	0.000	-2.043	34.424	-24.243	-93.4330	FFS2	-1.5709	33.8
4	0.000	-0.224	20.435	1.280	-828.7149	FFS1	1.5709	33.8
5	0.000	25.928	36.891	52.320	-91.0518	FFS3	1.0000	
6	0.000	27.511	38.113	50.320	-100.0000	SPH	-1.0000	
7	0.000	25.928	36.891	52.320	-91.0518	FFS3	-1.5709	33.8
8	0.000	-0.224	20.435	1.280	-828.7149	FFS1	1.5709	33.8
9	0.000	-2.043	34.424	-24.243	-93.4330	FFS2	1.5709	33.8
10	0.000	-20.059	36.317	-57.922	-19.5305	FFS4	1.0000	
11	0.000	-20.506	37.246	-68.982	11.4838	FFS5	1.5709	33.8
12	0.000	-33.733	43.112	-59.493	-19.3820	FFS6	1.0000	
I	0.000	-40.195	46.919	-53.740	∞	SPH	1.0000	

FFS1 c1=-2.1849e+000 c5=-1.0917e-003 c6=1.2044e-004 c10=-7.3750e-007
c11=-6.0741e-006 c12=-4.6354e-008 c13=8.4739e-009 c14=-2.5652e-008

FFS2 c1=-7.5630e+000 c5=-7.8616e-004 c6=-1.6991e-004 c10=-6.6580e-006
c11=2.7084e-006 c12=-1.7724e-008 c13=5.8789e-008 c14=7.5122e-008

FFS3 c1=1.1572e+000 c5=-1.0859e-003 c6=4.9398e-004 c10=6.5076e-006
c11=-1.2557e-005 c12=1.7275e-007 c13=1.8847e-008 c14=1.2194e-008

FFS4 c1=-3.3189e-001 c5=-1.4535e-003 c6=1.9593e-003 c10=9.2628e-005
c11=6.4215e-006 c12=-2.3185e-006 c13=3.9919e-007 c14=3.5461e-006

FFS5 c1=-7.5154e-001 c5=1.0642e-003 c6=3.2814e-004 c10=-1.0843e-004
c11=8.2848e-007 c12=-9.0330e-006 c13=2.0004e-006 c14=-2.1897e-006

FFS6 c1=-2.2467e+000 c5=9.2436e-004 c6=-3.7178e-003 c10=7.1756e-005
c11=-1.0102e-004 c12=-1.7830e-005 c13=4.5495e-006 c14=7.4397e-006

$|\theta| = 22.7789°$

由表 25 可知，来自图象显示面 SI 的光，通过 S12、S11、S10 从 S9（面 B）向第 1 光学系统 81 入射，在 S8（面 A）处反射，在在 S7（面 D）处折射的同时射离第 1 光学系统 81 的透明体。射出后的光，在 S6（面 C）处反射，从 S5（面 D）再次向透明体入射，在 S4（面 A）处反射，在 S3（面 B）处反射后从 S2（面 A）射离透明体，被导向射出孔 S。

若把本数值实施例的长度的具有量纲的数值作为 mm 考虑，则将变成为射出孔直径 φ6mm，在 z 轴的正方向无限远方显示图象显示尺寸为 10mm ×7.5mm 左右且水平视角为 50 度，垂直视角约 39 度的图象的显示光学系统。

另外，在摄象光学系统中也可以利用本数值实施例的光学系统。在该情况下，来自 z 轴负方向无限远方的物点的光，通过光阑 S1 从 S2 向第 1 光学系统 81 的透明体入射在 S3、S4 处进行反射从 S5 射离透明体。然后，在 S6 处反射，从 S7 再次向透明体入射，在 S8 出反射，从 S9 射离透明体。射离透明体后的光被导向第 2 光学系统 82，通过 S10、S11、S12，在摄象面 SI 上形成外界（被摄物体）象。

图1

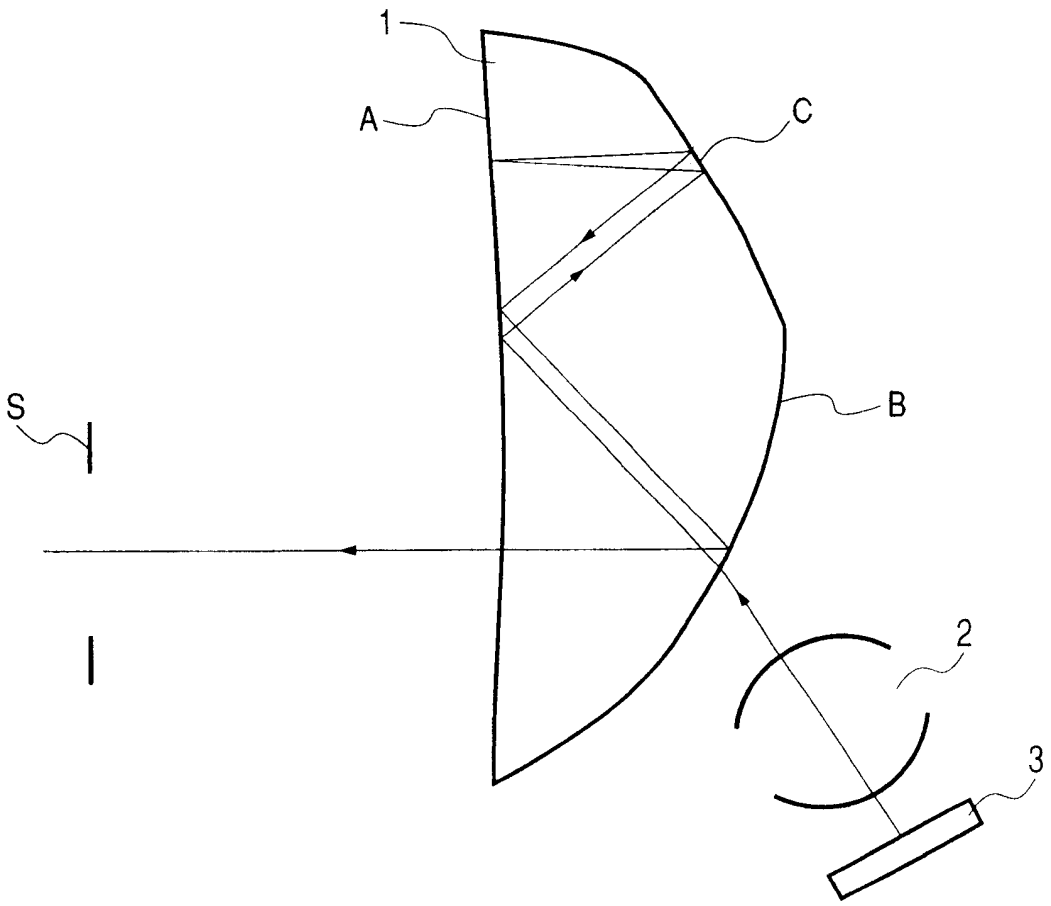


图2

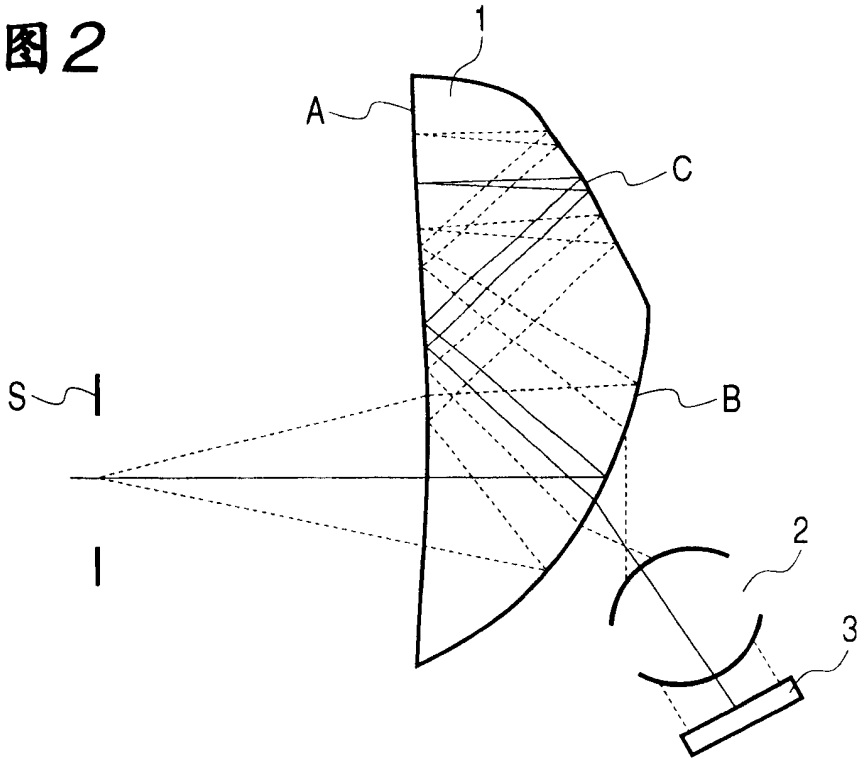


图3

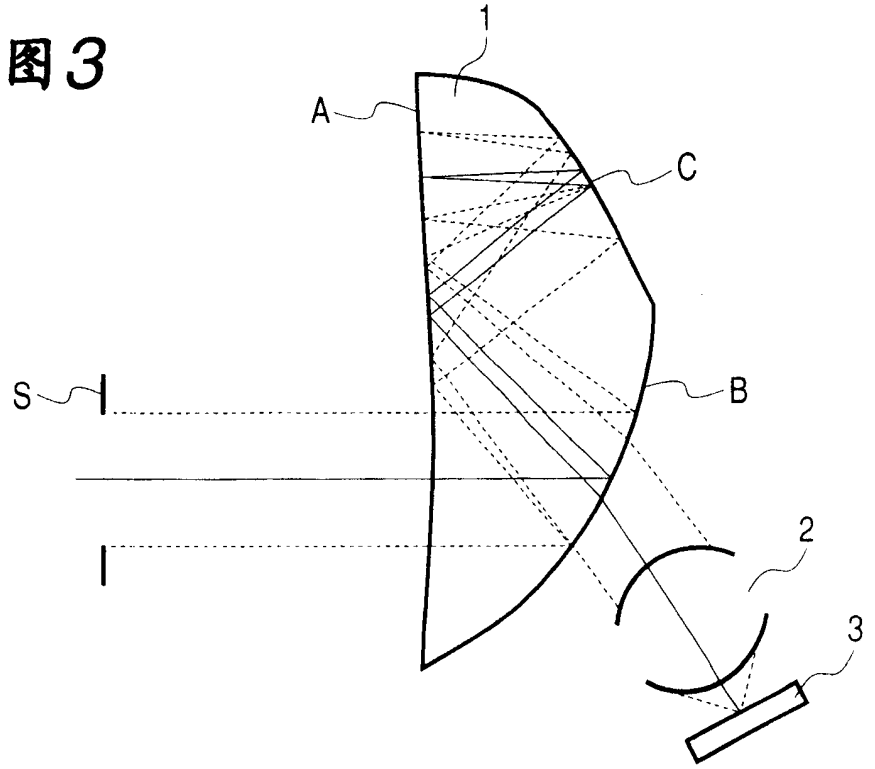


图4

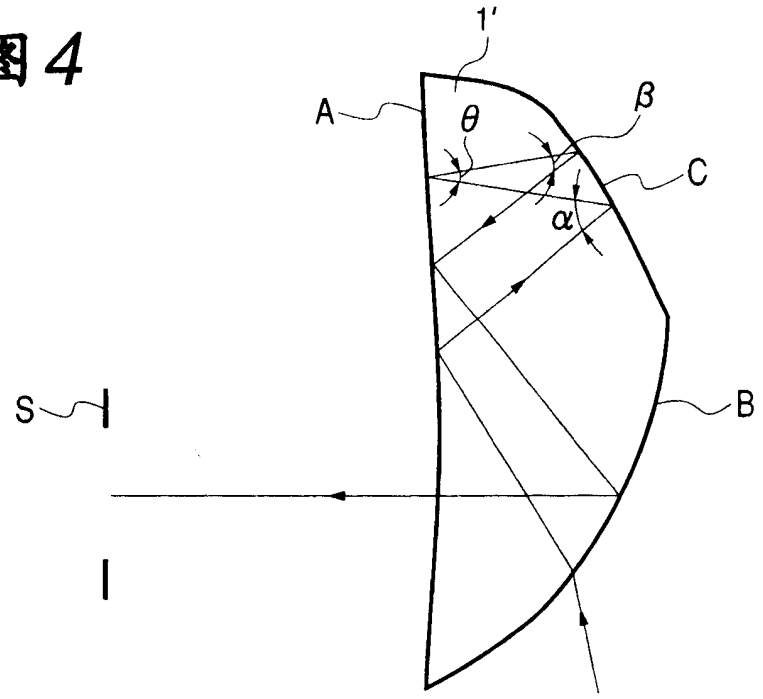


图5

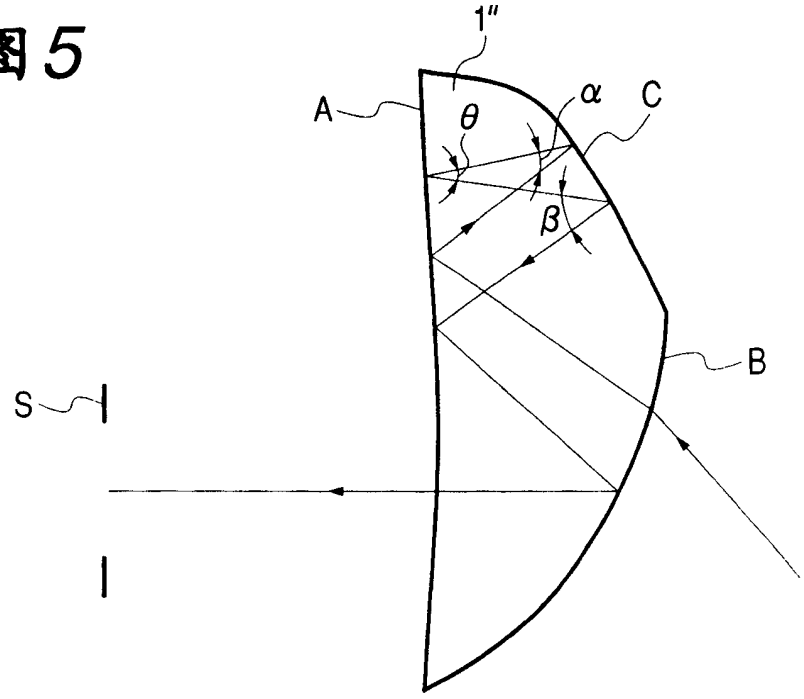


图6

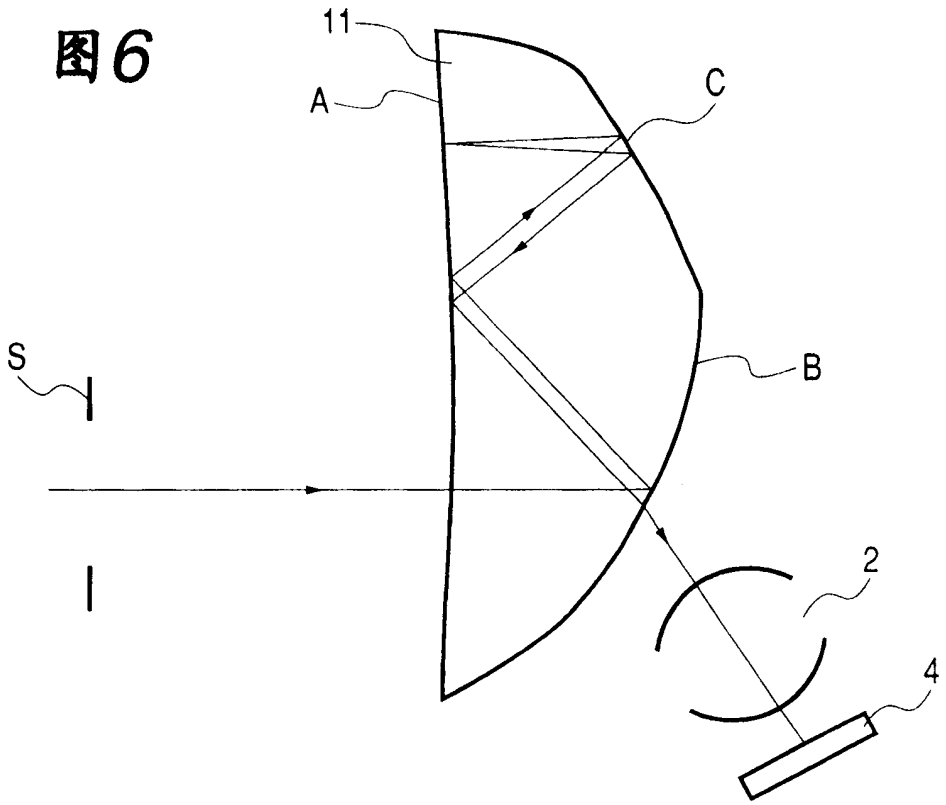


图7

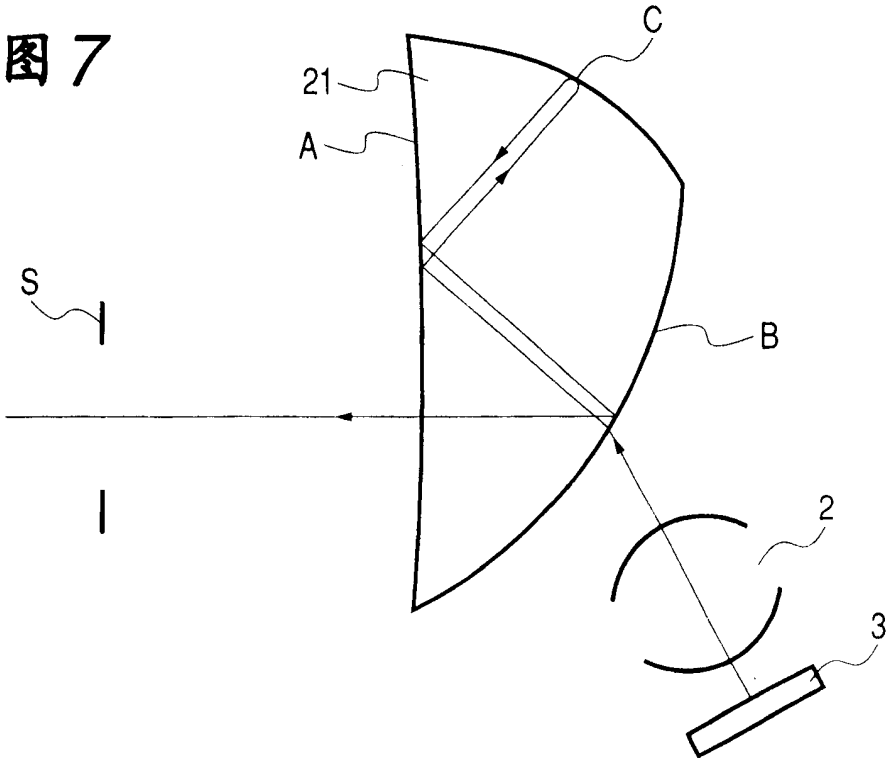


图8

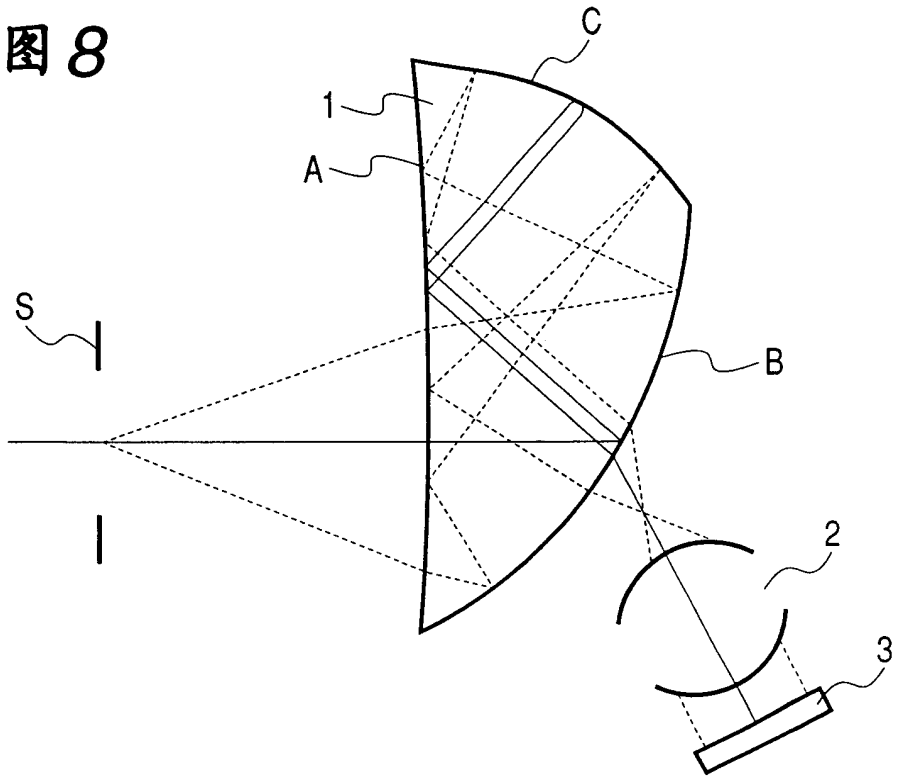


图9

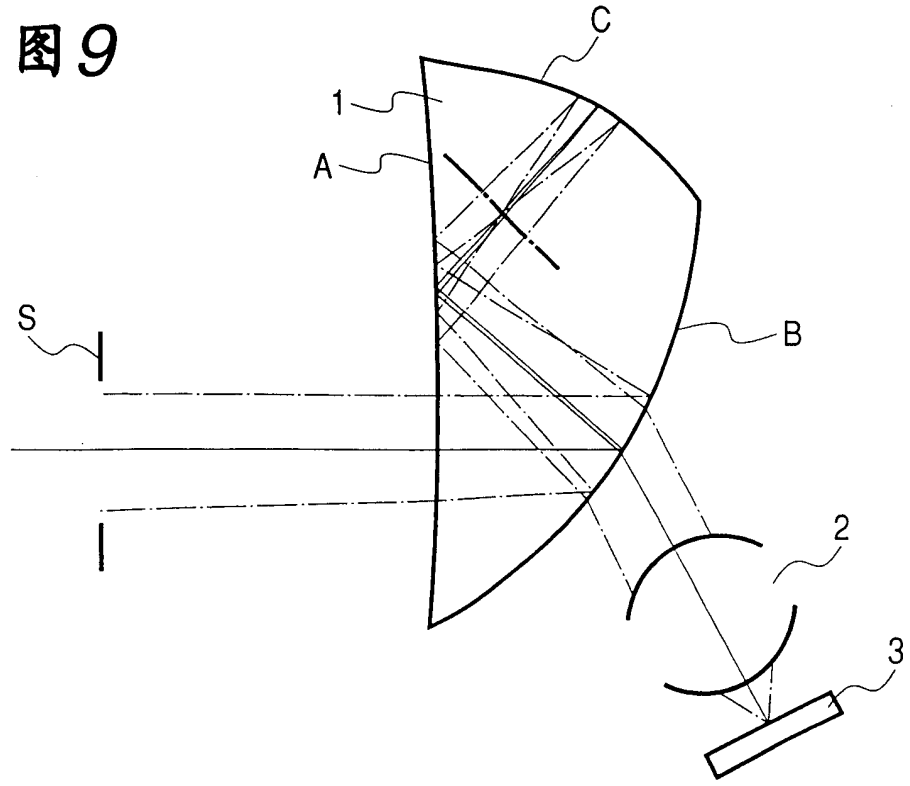


图10

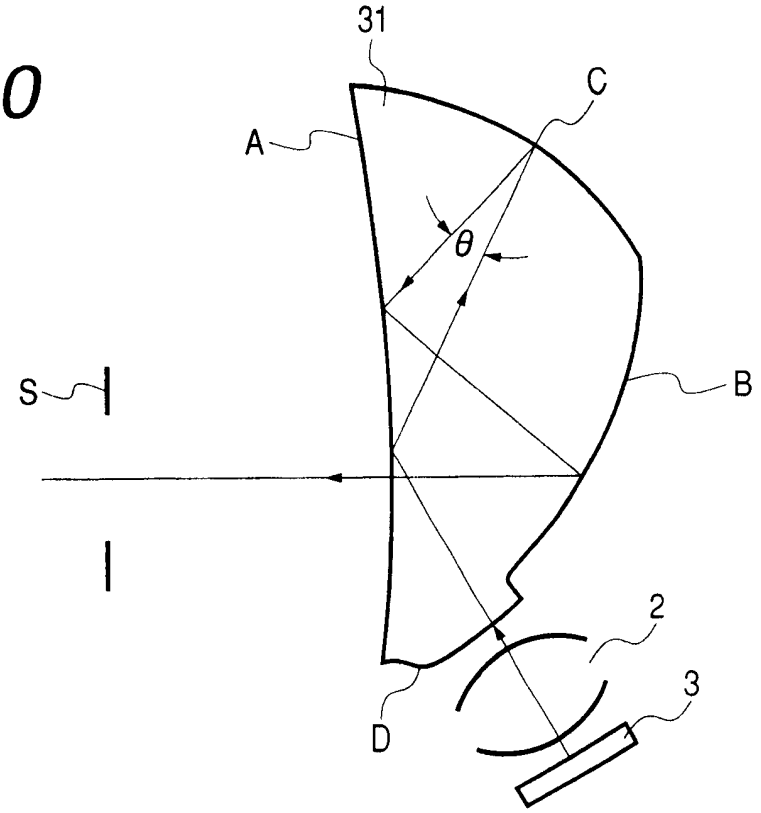


图11

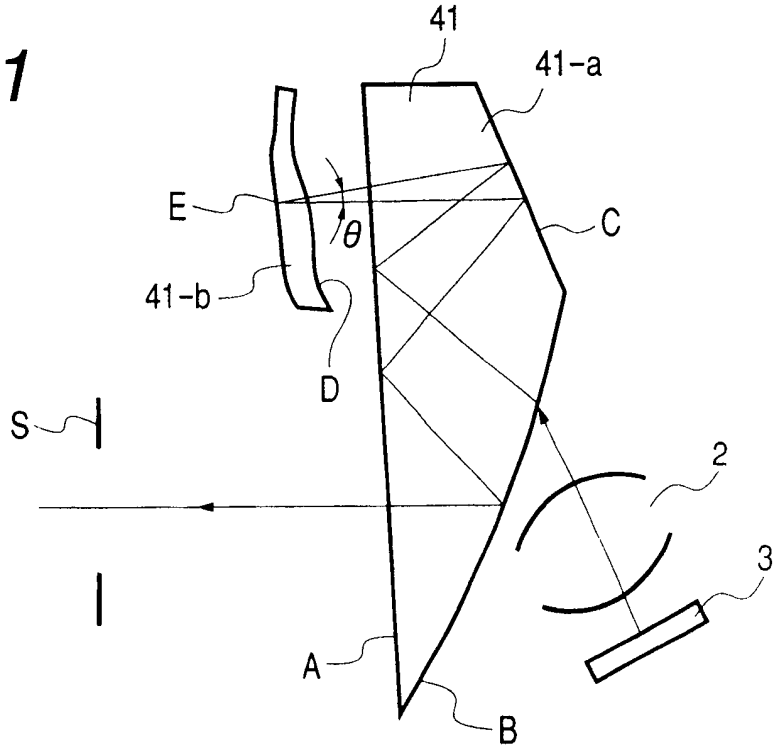


图12

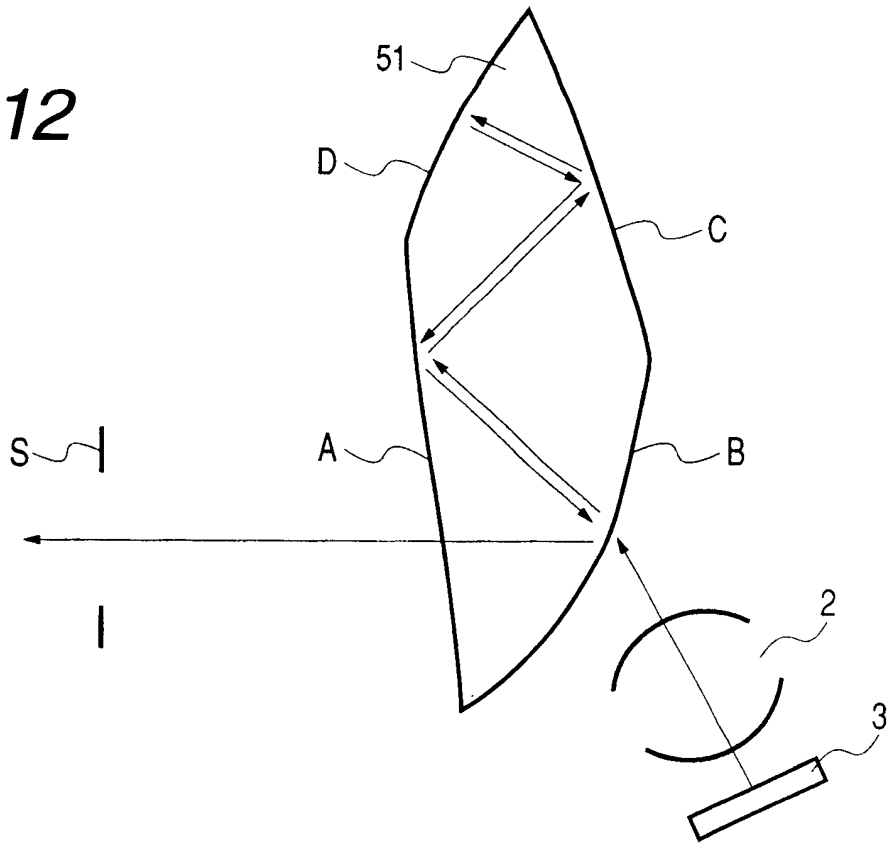


图13

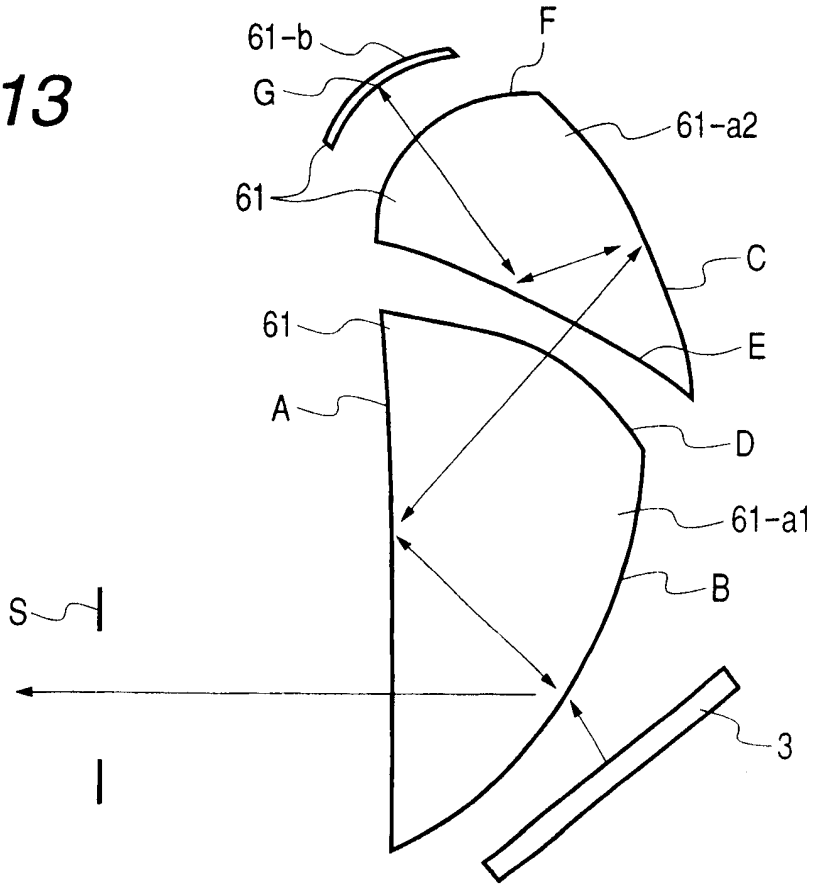


图14

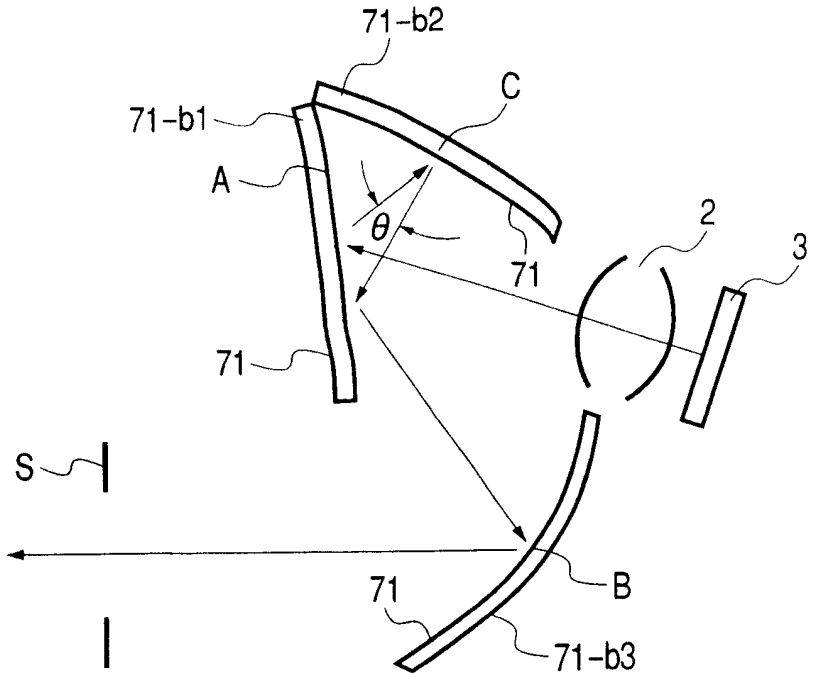


图15

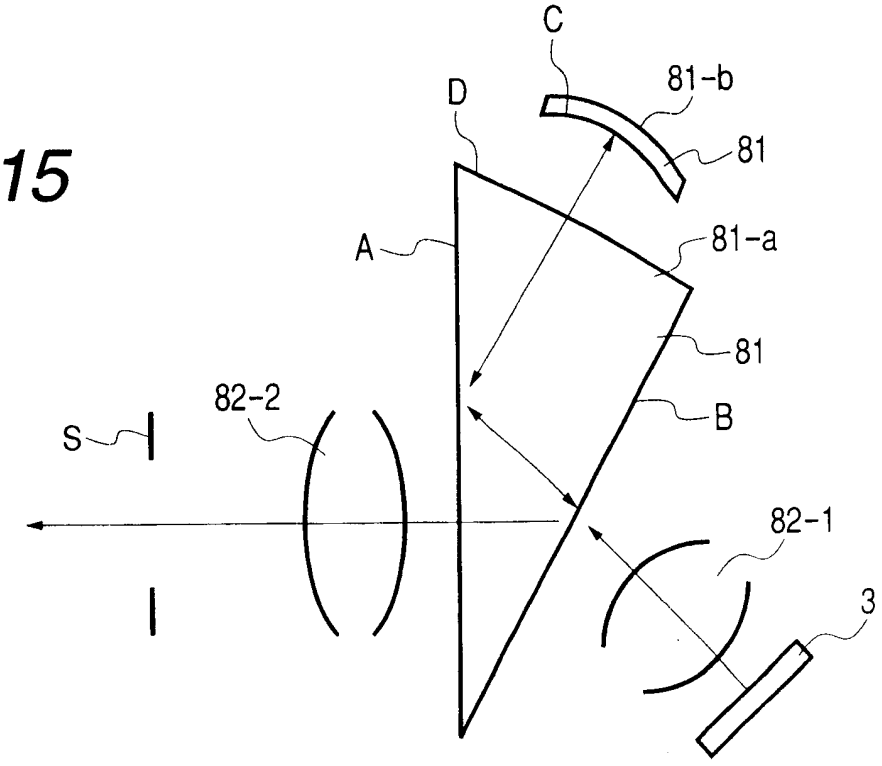


图16

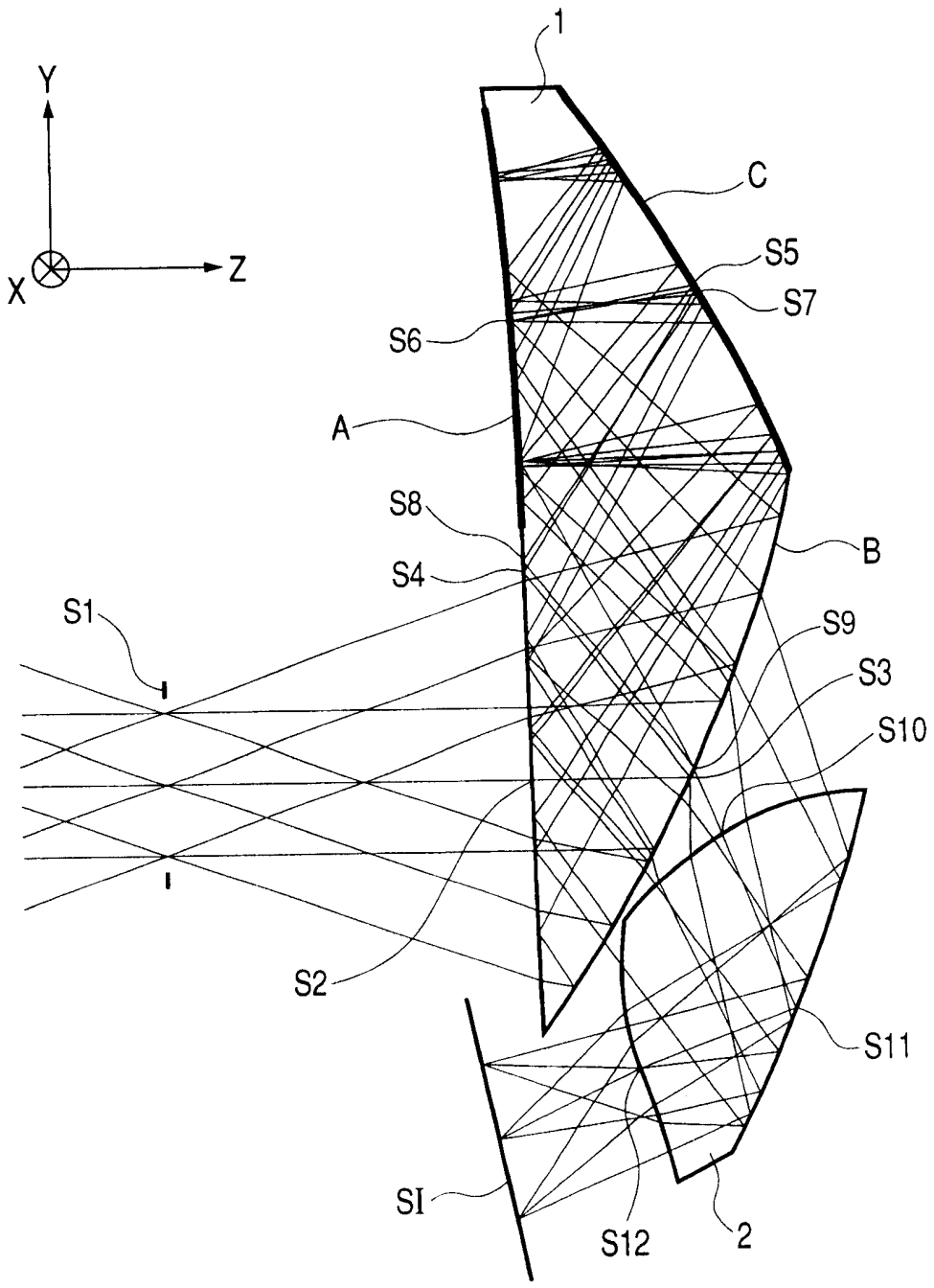


图17

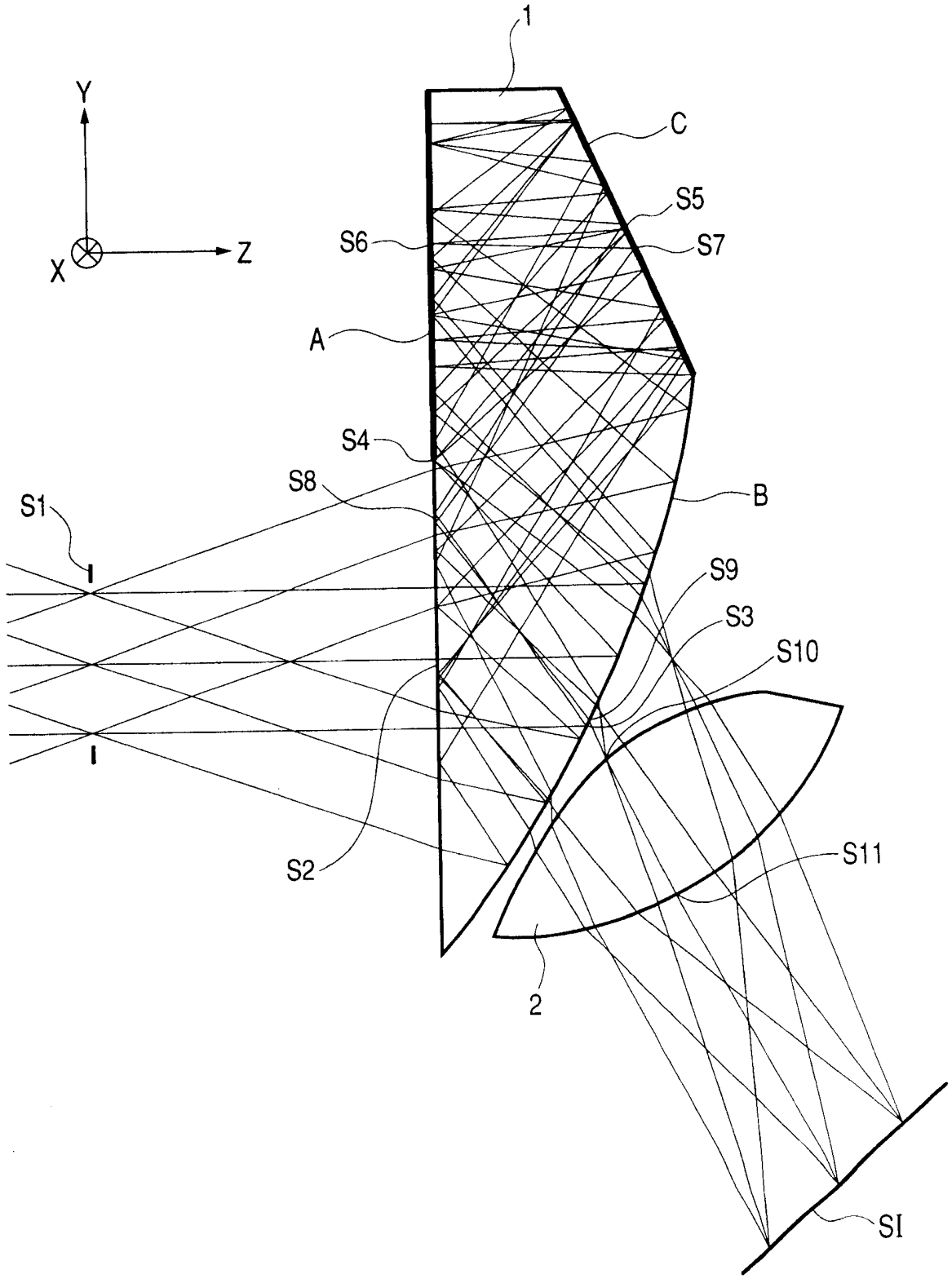


图18

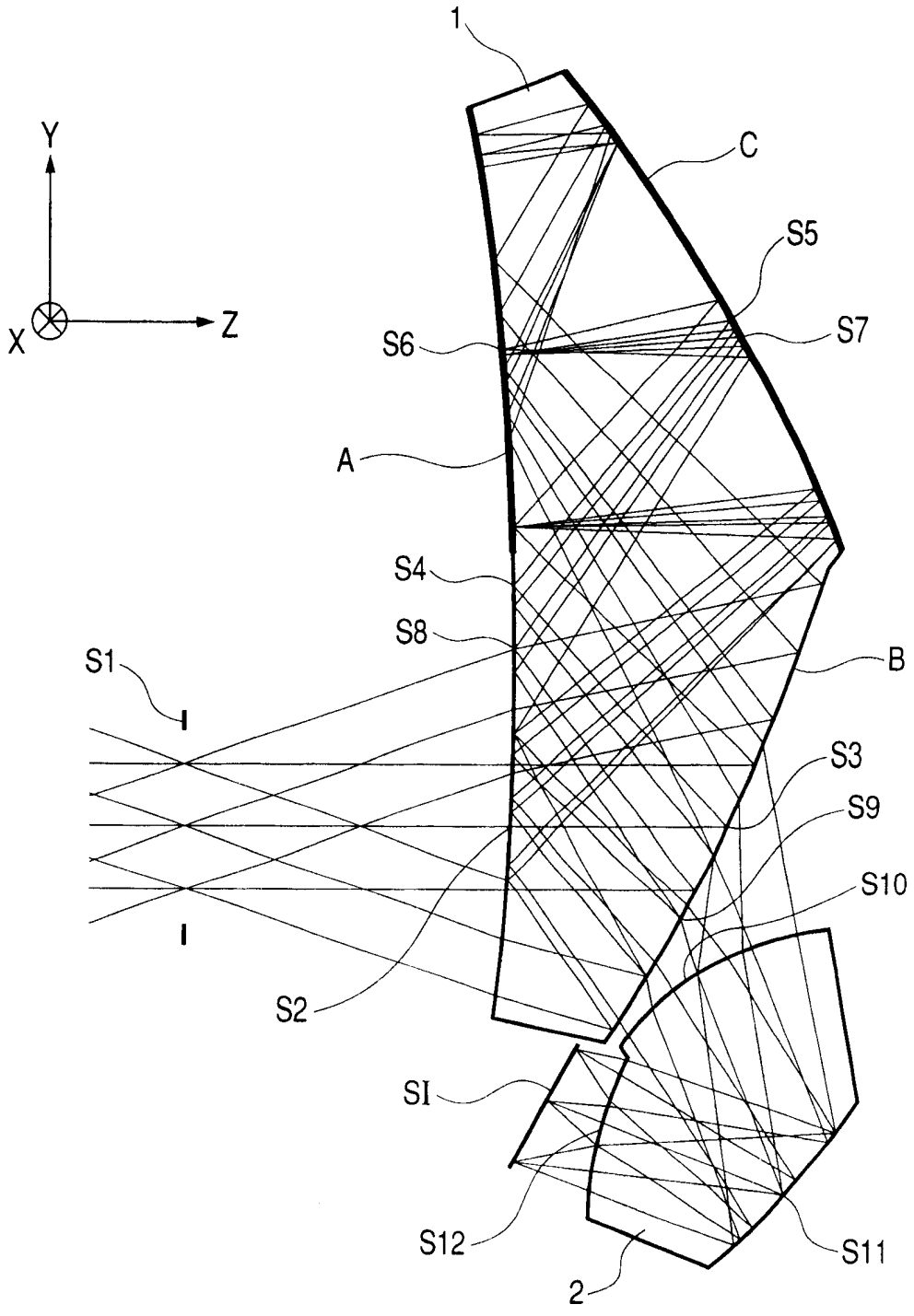


图19

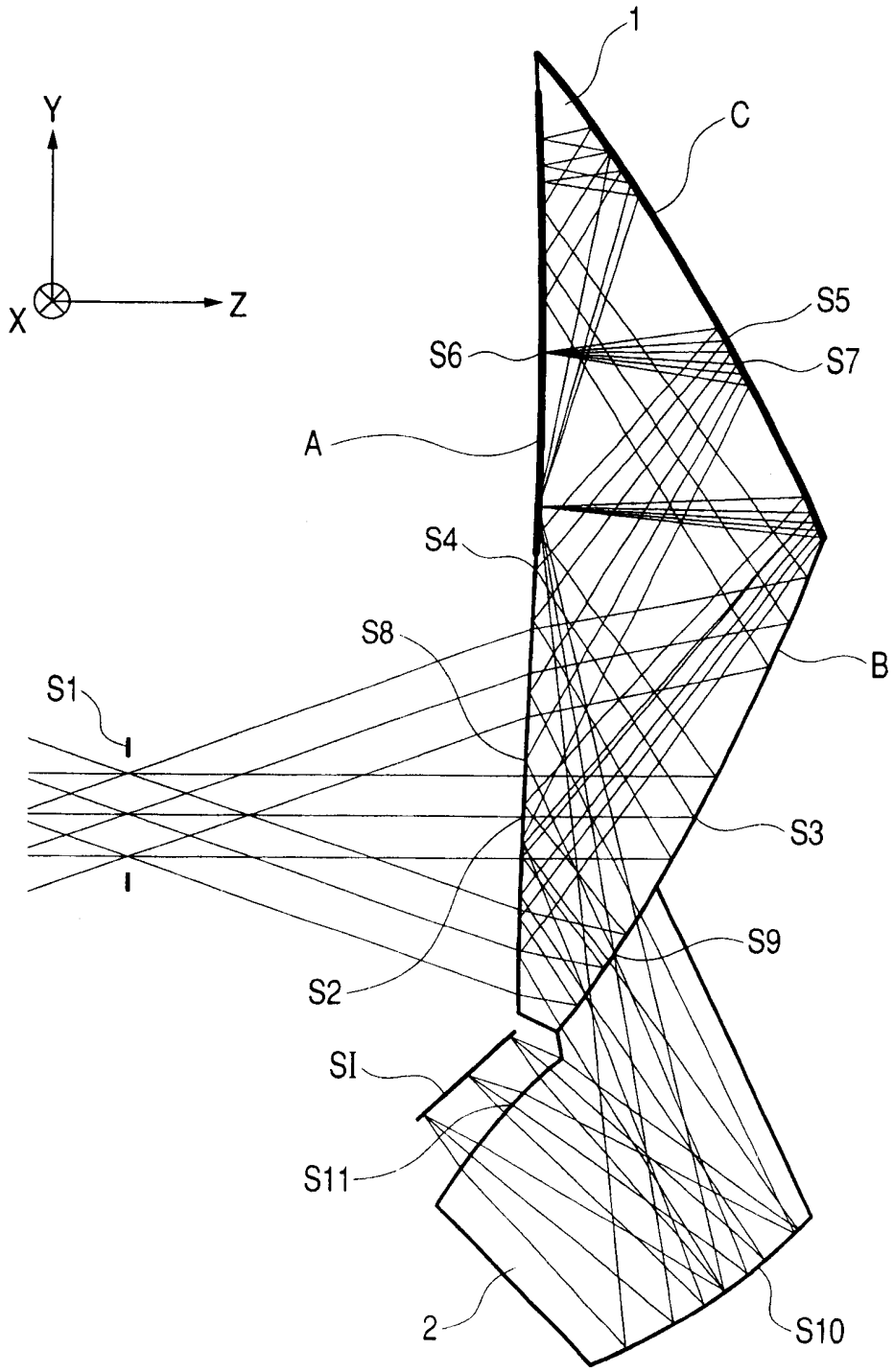


图20

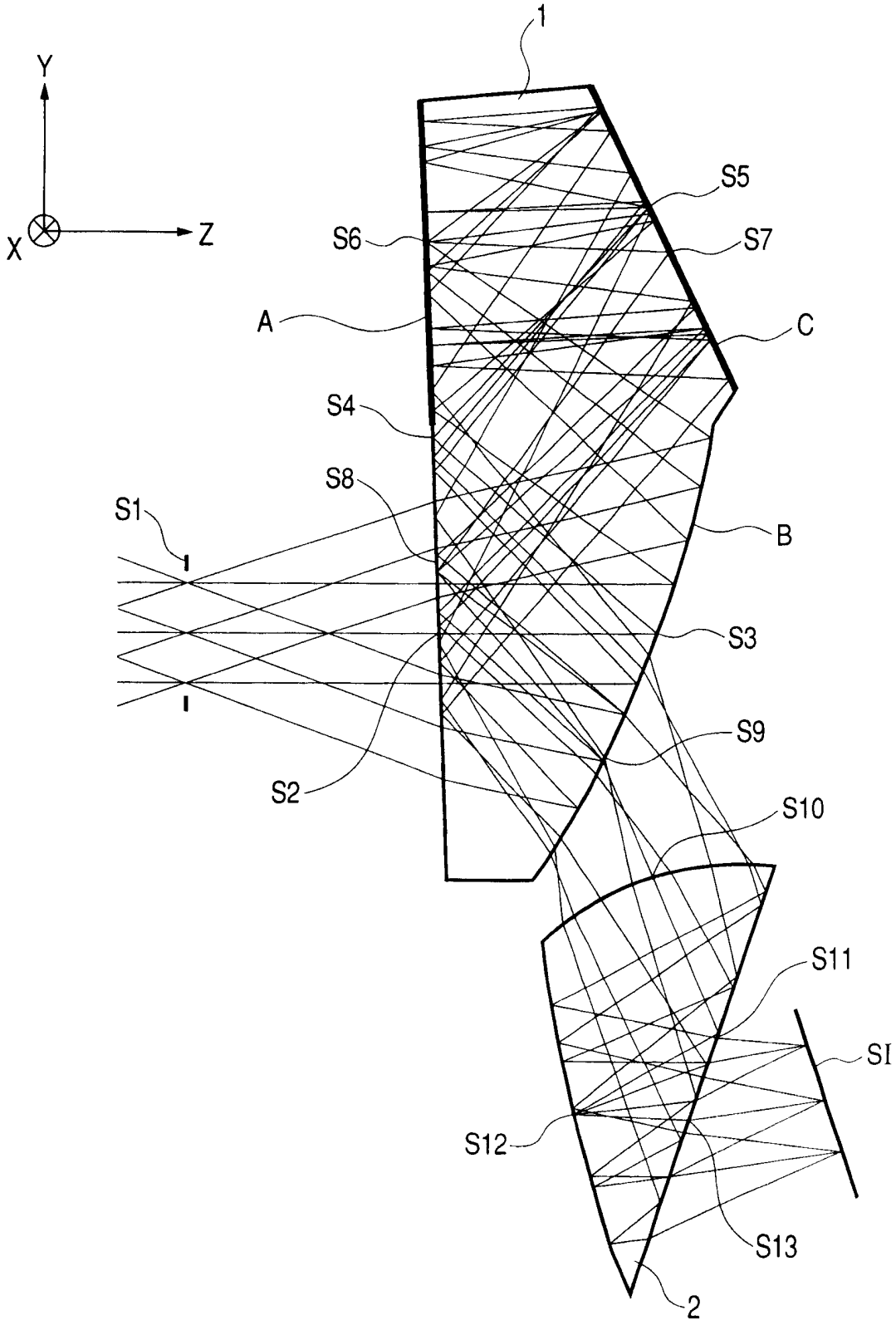


图21

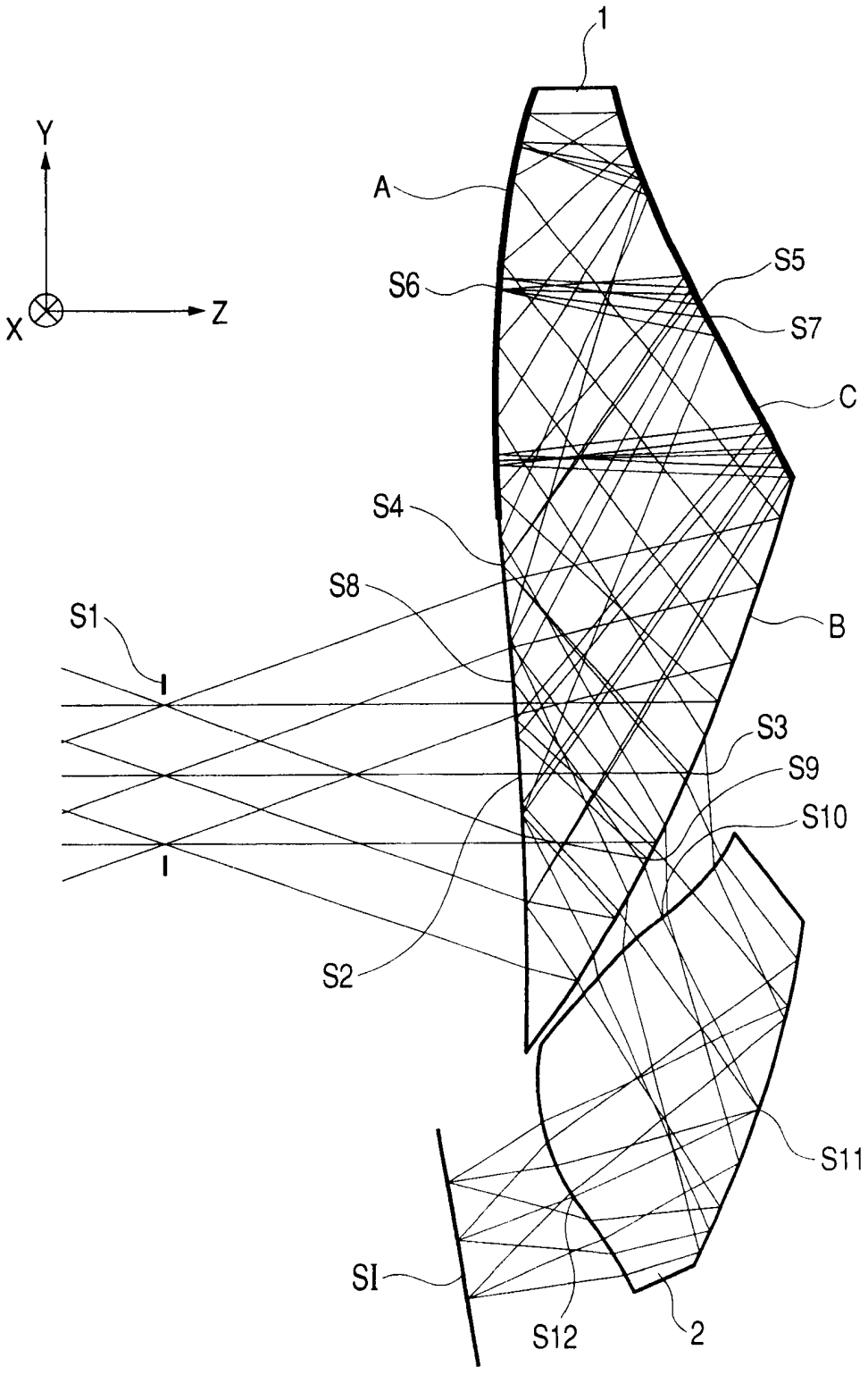


图22

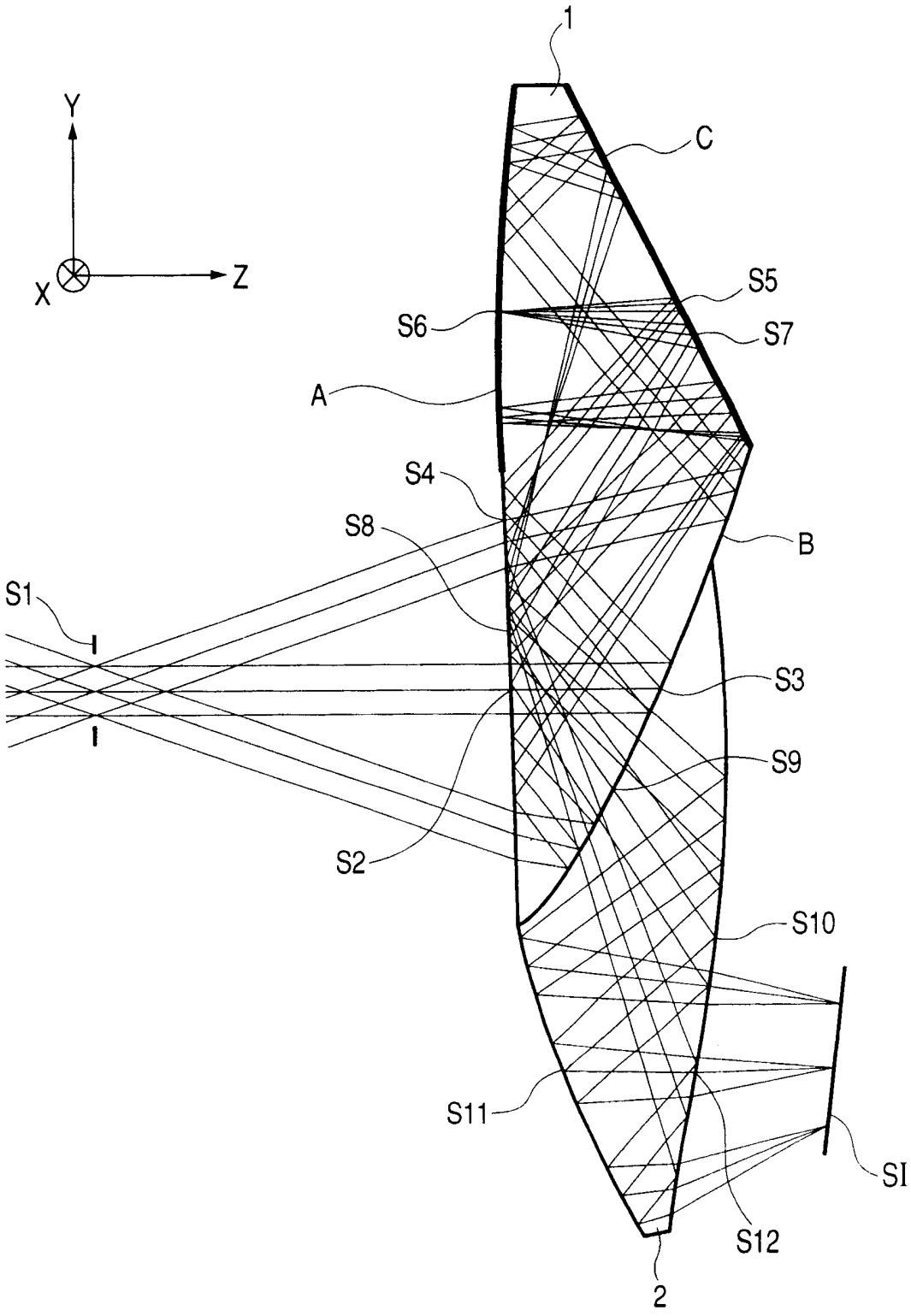


图 23

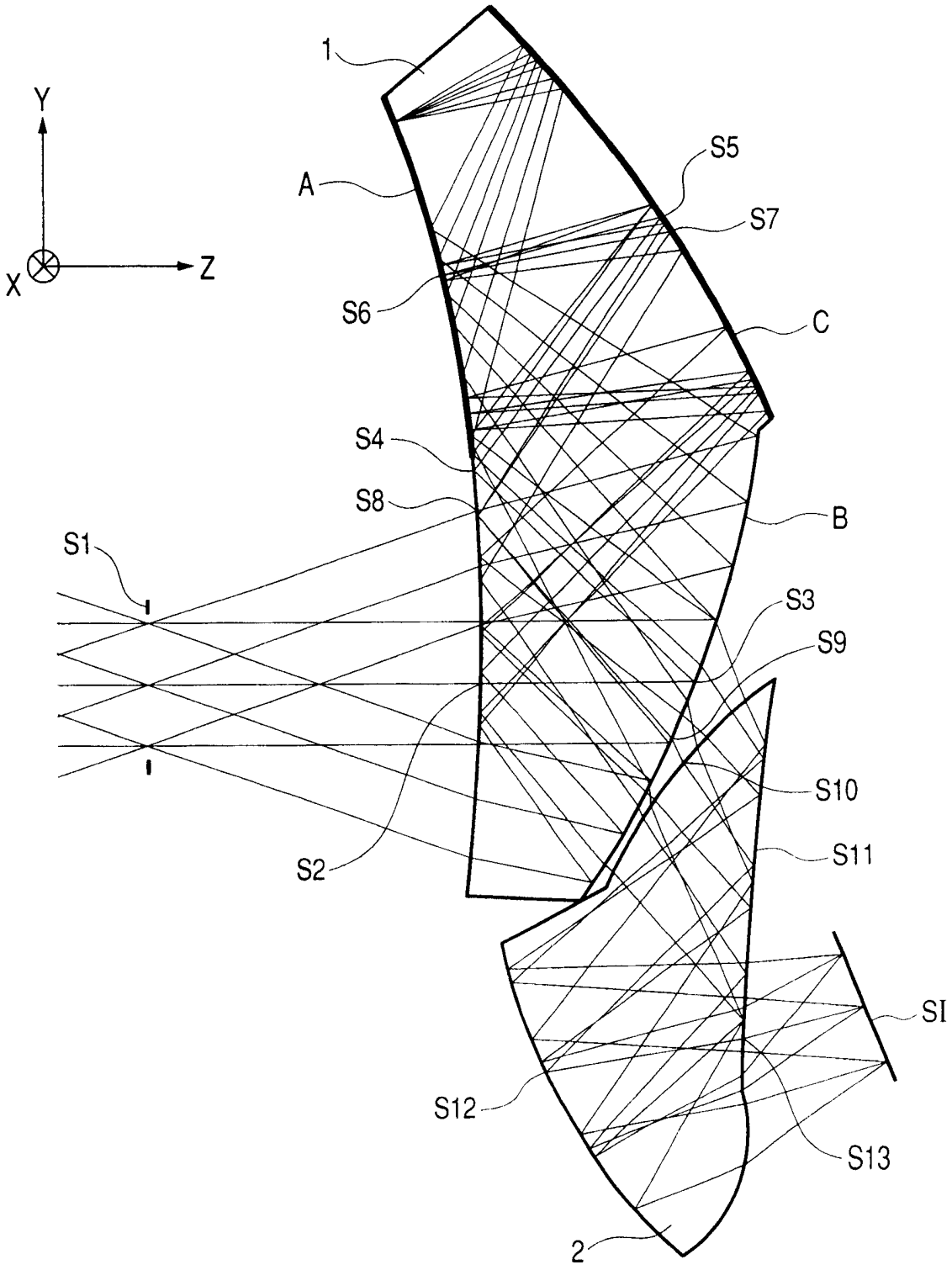


图24

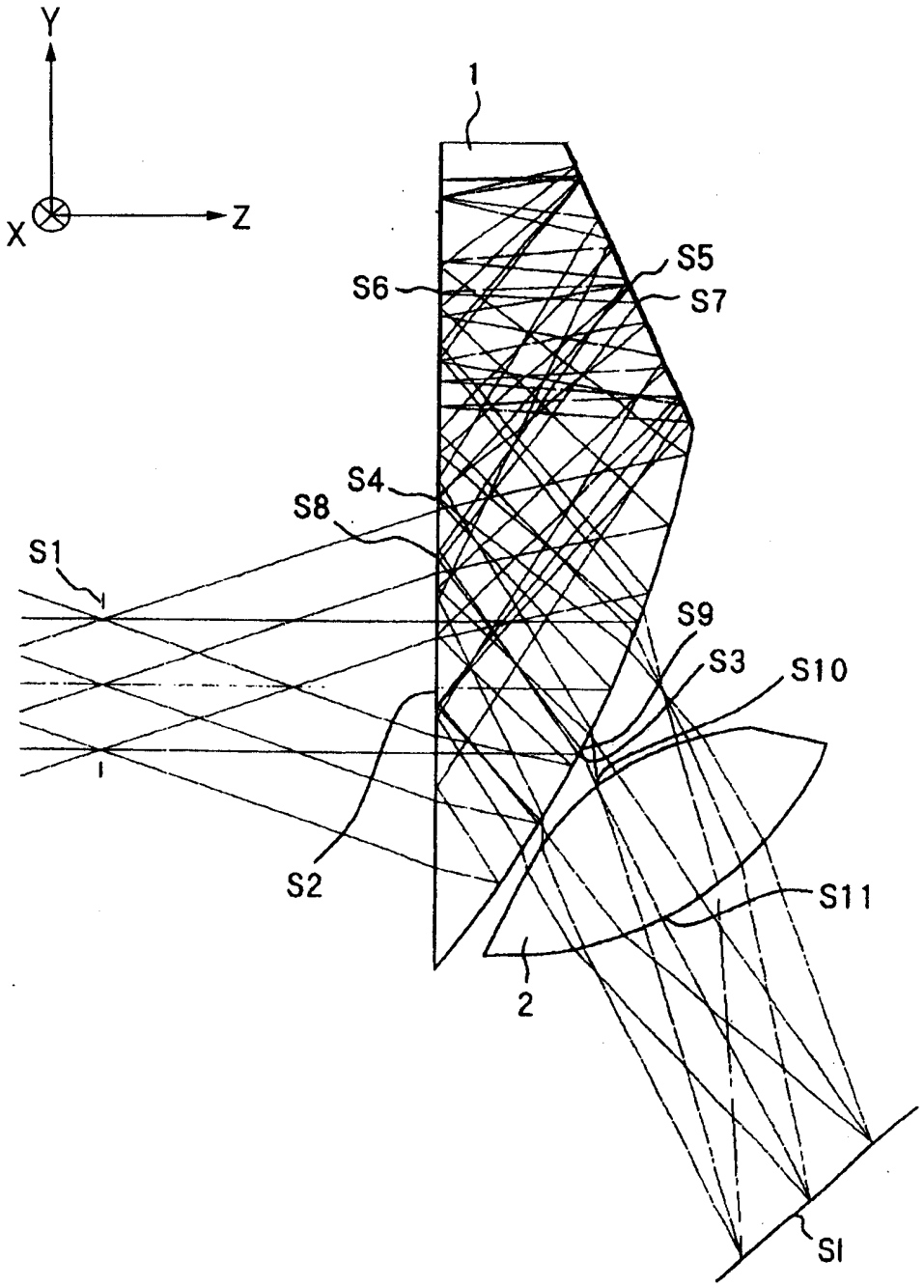


图25

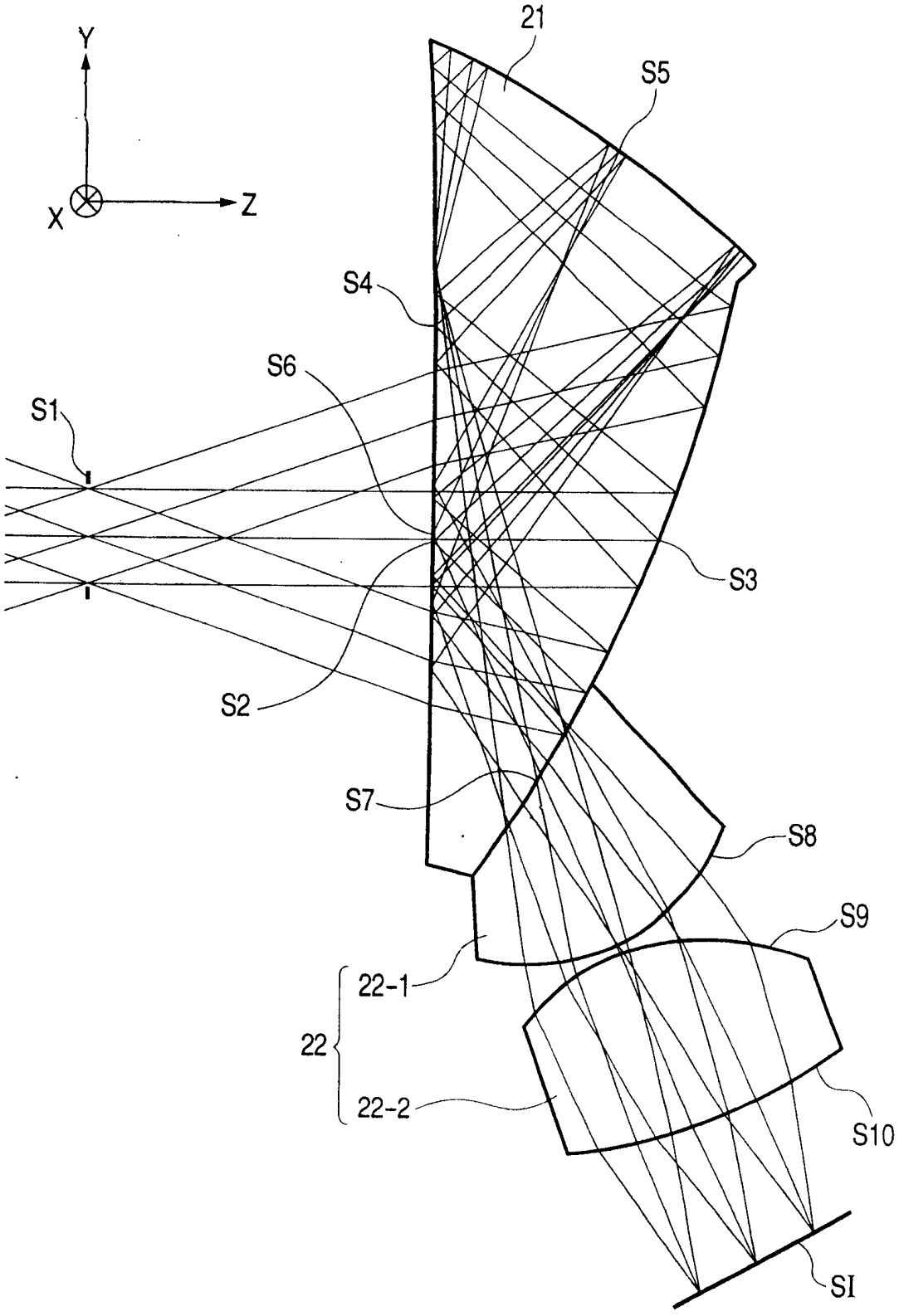


图 26

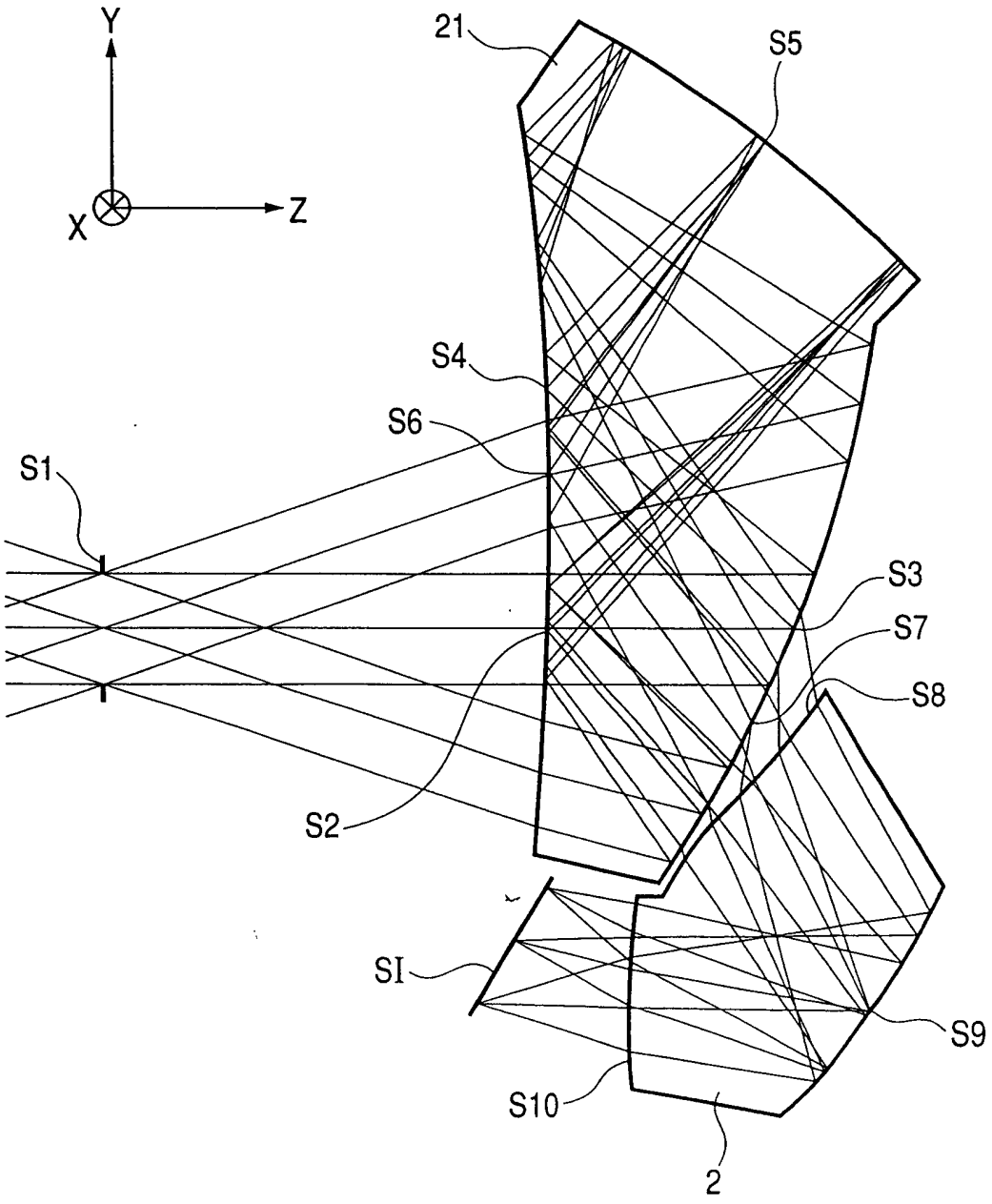


图 27

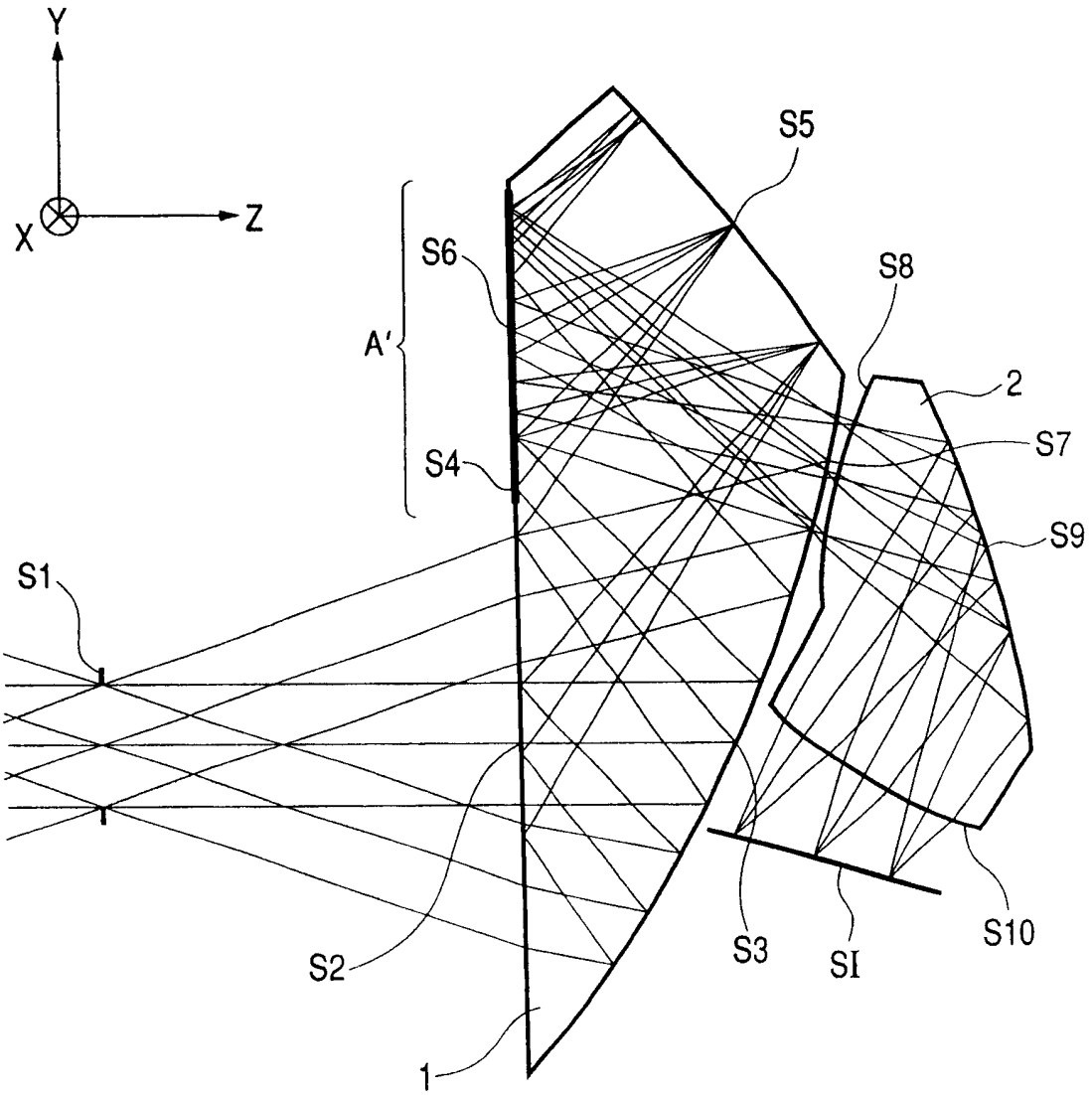


图28

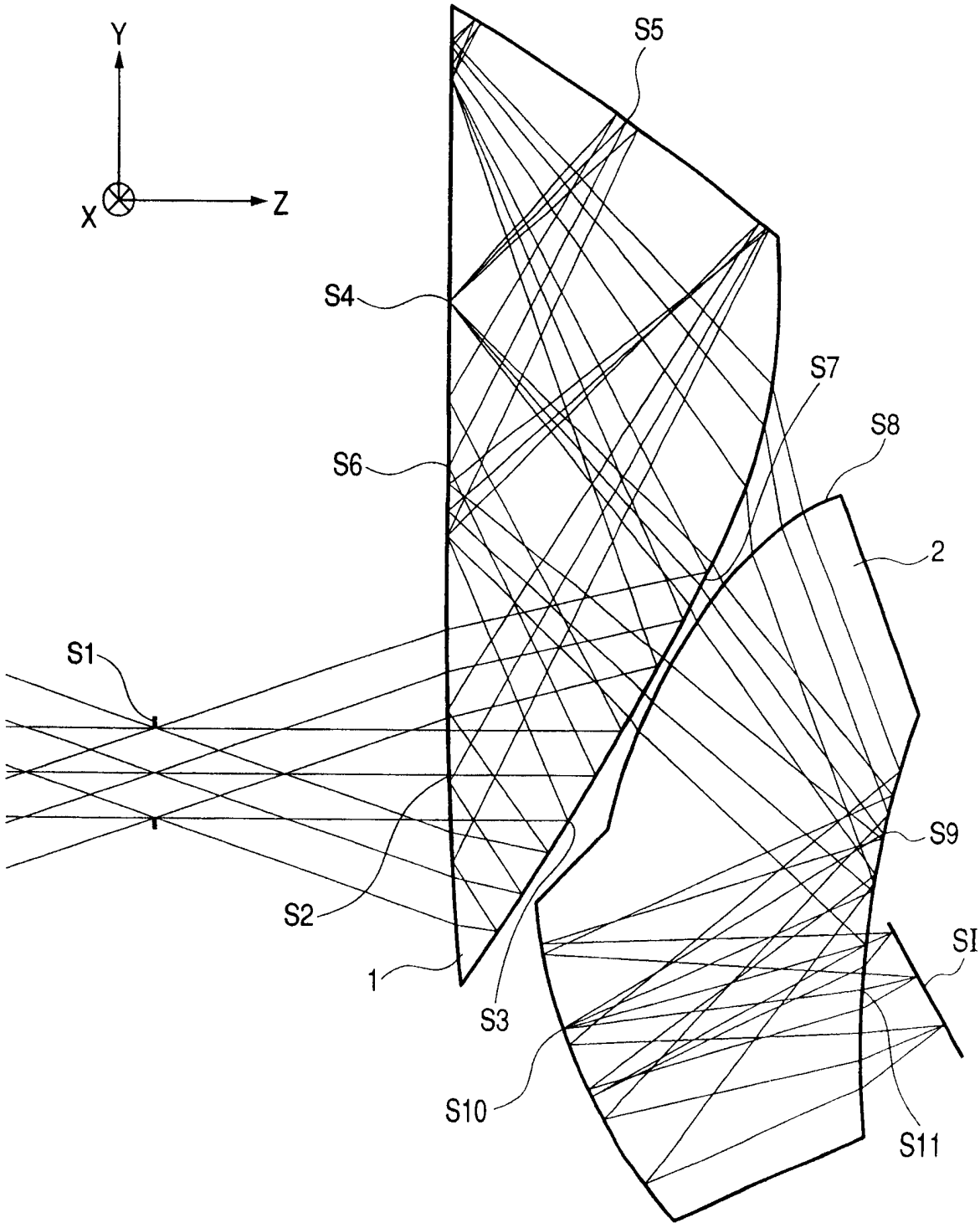


图29

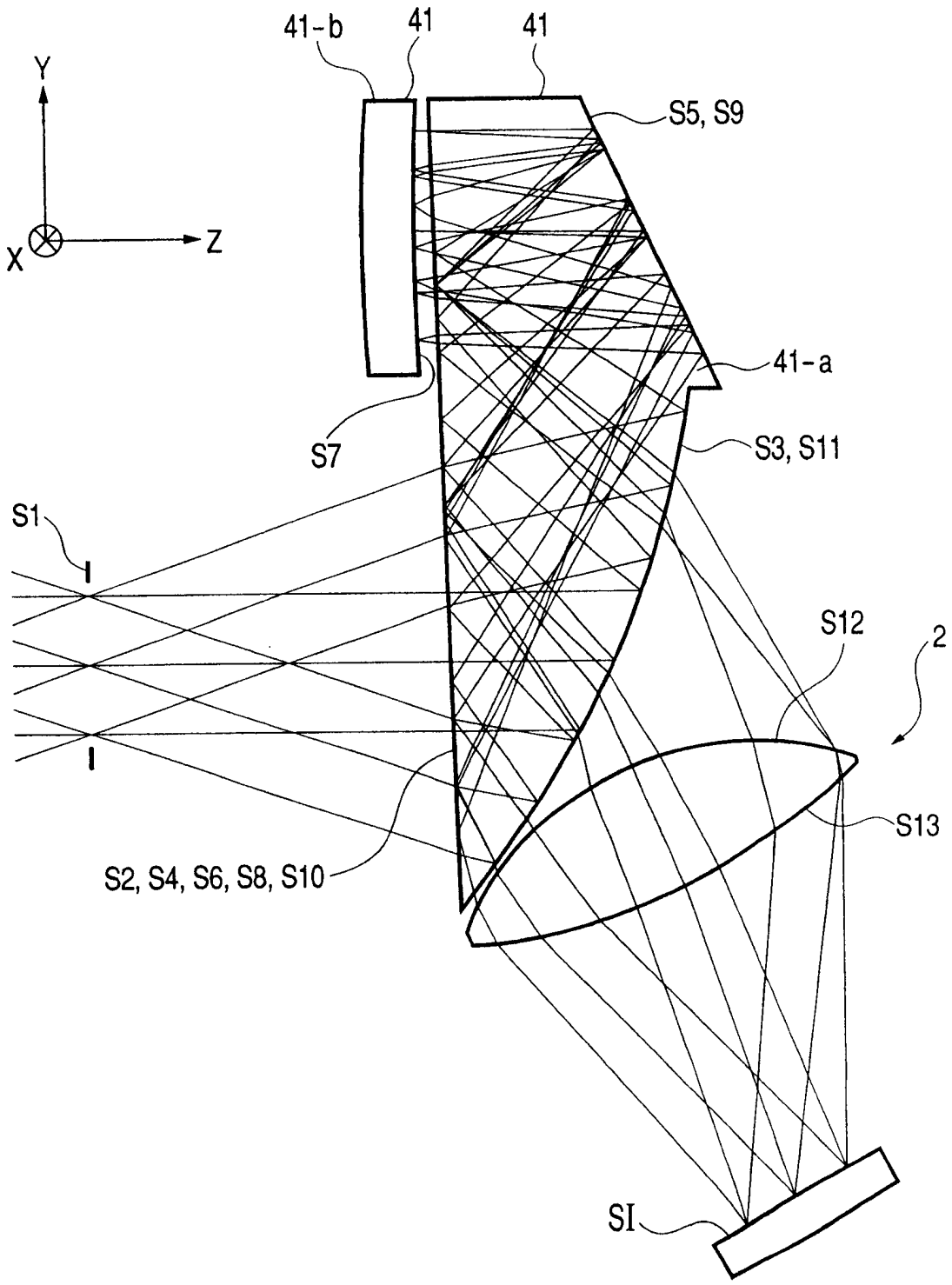


图30

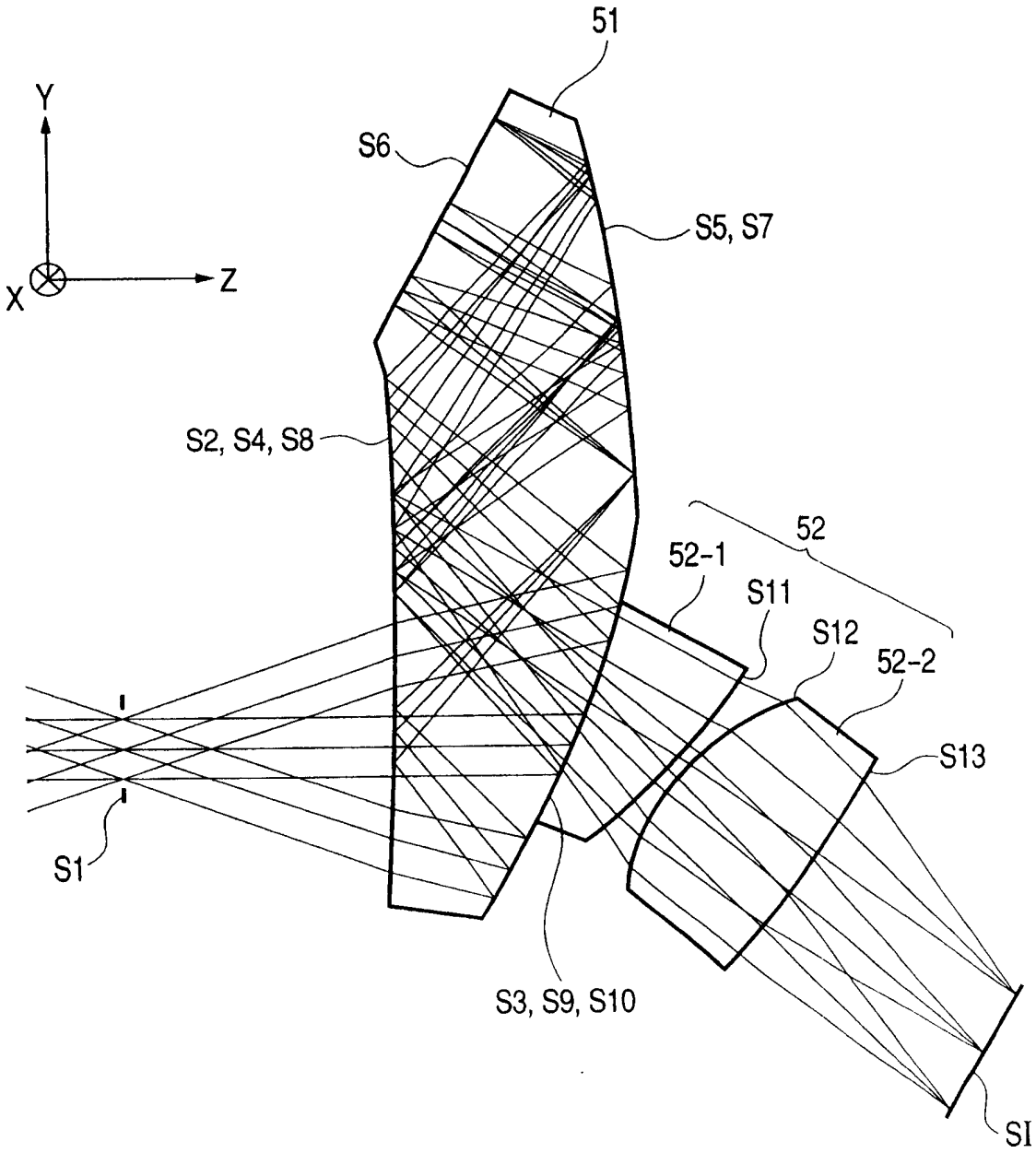


图31

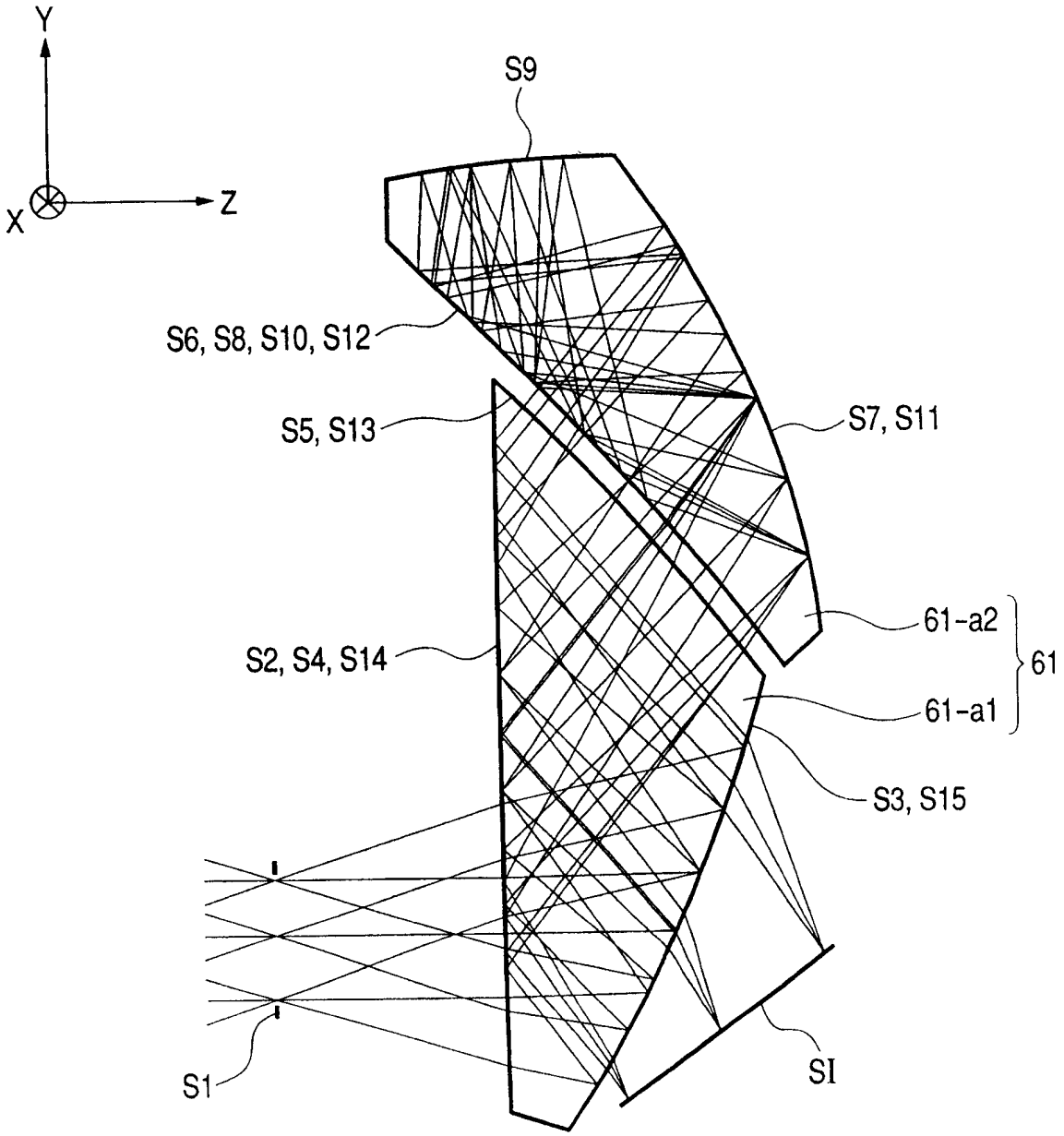

Y
X
Z
S9
S6, S8, S10, S12
S5, S13
S7, S11
61-a2
61
S2, S4, S14
61-a1
S3, S15
S1
SI

图32

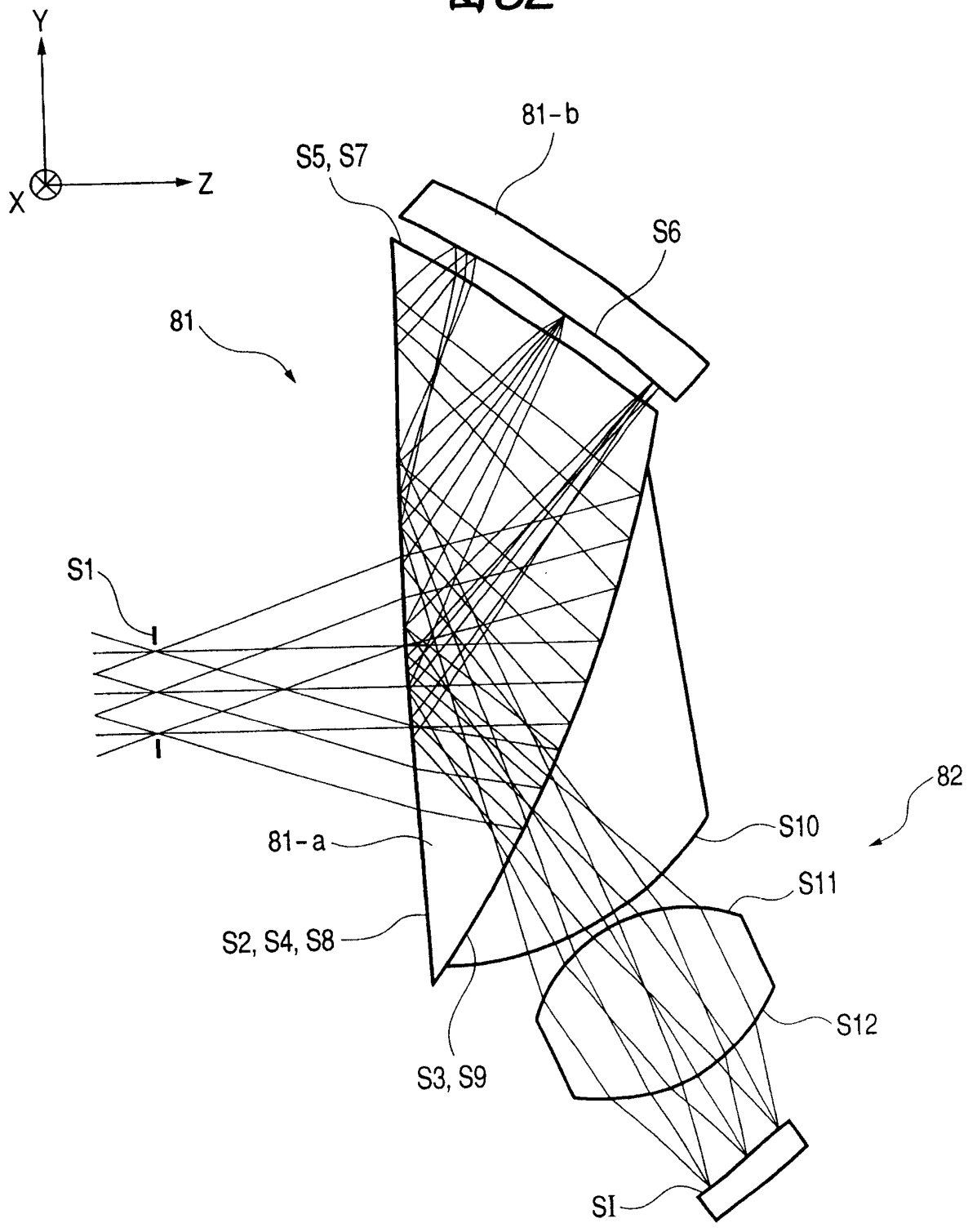


图 33
现有技术

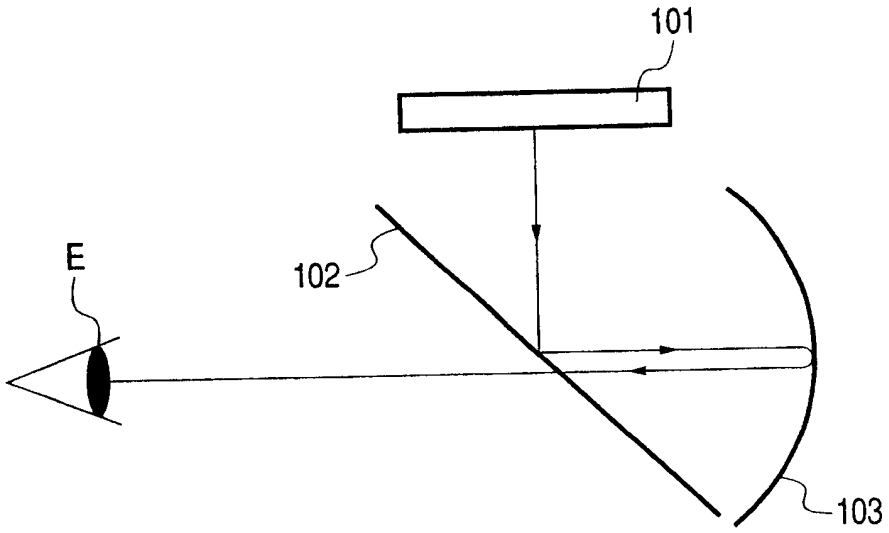


图 34
现有技术

