



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101430484 B

(45) 授权公告日 2011.05.18

(21) 申请号 200810176008.8

审查员 杨芳

(22) 申请日 2008.11.06

(30) 优先权数据

288148/2007 2007.11.06 JP

201561/2008 2008.08.05 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 峯藤延孝

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 陈海红 段承恩

(51) Int. Cl.

G03B 21/00 (2006.01)

G03B 21/14 (2006.01)

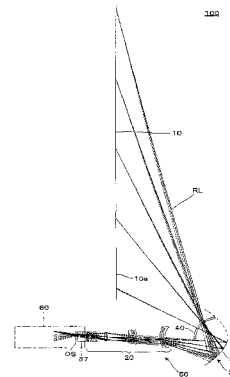
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 12 页

(54) 发明名称

投射型图像显示装置

(57) 摘要

提供能够对应广角化的要求的投射型图像显示装置,该投射型图像显示装置能够降低成像性能的恶化、表面处的反射,具备小型的盖板。放大侧的凹凸透镜(41)的放大侧的折射光学面(40b)具有向放大侧凸出的凸面形状,所以即使在以广视场角投射时,也能够使第2折射光学部(40)作为投射光学系统(50)的保护盖而起作用。此时,凹凸透镜(41)的厚度大致均匀并且设为向放大侧凸出的凸面形状,所以能够缩小作为保护盖的表面积,能够减小对成像的影响。另外,由于凹凸透镜(41)形成为将透镜面的曲率中心配置在反射光学部(30)的射出瞳位置附近的同心球形状的圆顶型,所以能够降低由凹凸透镜(41)引起的对成像作用的影响。



1. 一种投射型图像显示装置，
该投射型图像显示装置包括：
投射光学系统，其从缩小侧按照顺序具有，具有多块透镜的第 1 折射光学部，至少具有 1 面凹面形状的反射面的反射光学部，和第 2 折射光学部；和
图像形成光学部，其进一步配置在所述投射光学系统的缩小侧；
其特征在于：
所述第 2 折射光学部具有配置在射出瞳位置的光路后段的大致均匀的厚度的射出透镜，所述射出瞳位置是被所述反射面反射而朝向最大视场角的主光线与所述反射光学部的光轴相交的位置；
所述射出透镜的放大侧的光学面具有向放大侧凸出的凸面形状。
2. 一种投射型图像显示装置，
该投射型图像显示装置包括：
投射光学系统，其从缩小侧按照顺序具有，具有多块透镜的第 1 折射光学部，至少具有 1 面凹面形状的反射面的反射光学部，和第 2 折射光学部；和
图像形成光学部，其进一步配置在所述投射光学系统的缩小侧；
其特征在于：
所述第 2 折射光学部在所述反射光学部与射出瞳位置之间配置有大致均匀的厚度的射出透镜，所述射出瞳位置是被所述反射面反射而朝向最大视场角的主光线与所述反射光学部的光轴相交的位置；
所述射出透镜的放大侧的光学面具有向放大侧凹陷的凹面形状。
3. 如权利要求 1 以及 2 中的任意一项所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述第 2 折射光学部由设为凹凸透镜的 1 块所述射出透镜构成。
4. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述凹凸透镜具有一对球面的光学面，与所述反射光学部具有同一光轴。
5. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述凹凸透镜为透镜面的曲率中心配置在所述射出瞳位置附近的同心球形状的圆顶型。
6. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述凹凸透镜具有相对于所述反射光学部的光轴偏心的光轴。
7. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述凹凸透镜的一对光学面中至少 1 面为非球面。
8. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述凹凸透镜由树脂材料形成。
9. 如权利要求 1 或 2 所述的投射型图像显示装置，其特征在于：所述第 1 折射光学部的至少放大侧的一部分与所述反射光学部通用的光轴相对于投射用的屏幕垂直地延伸。
10. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于，在将所述第 1 折射光学部的所述反射面的曲率半径设为 R_a ，将所述第 2 折射光学部的所述射出透镜的凸面侧的曲率半径设为 R_1 时，满足下面的条件：
$$0.2 < |R_1/R_a| < 2.0 \dots \dots (1)$$
11. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置，其特征在于，在将所述第 2 折射光学

部的所述射出透镜的凸面侧的曲率半径设为 R_1 , 将所述射出透镜的凹面侧的曲率半径设为 R_2 时, 满足下面的条件:

$$0.7 < R_2/R_1 < 1.1 \dots (2)$$

12. 如权利要求 3 所述的投射型图像显示装置, 其特征在于, 在将所述第 2 折射光学部的所述射出透镜的凹面侧的曲率半径设为 R_2 , 将所述射出瞳位置与所述主光线和所述射出透镜的凹面侧相交的位置的距离设为 S 时, 满足下面的条件:

$$0.3 < S/R_2 < 1.5 \dots (3)$$

投射型图像显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及组装有用于将由液晶面板等形成的图像投射在屏幕上的投射光学系统的投射型图像显示装置。

背景技术

[0002] 作为用于在屏幕附近配置投射装置而将其图像投射在屏幕上的投射光学系统,有下述装置,其具有:被配置在缩小侧的包含多个透镜的折射光学系统,和被配置在放大侧而使光路折回的凹面反射镜,放大接近投射在屏幕上(例如专利文献1、2)。

[0003] 专利文献1:特开2004-258620号公报

[0004] 专利文献2:特开2006-235516号公报

[0005] 但是,上述那样的投射光学系统为超广视场角,所以焦点距离变得极短,特别是光轴附近的光束直径变细,相反为了确保周边光量,射向画面周边部分的光束变为非常粗的光束。因此,在为了保护凹面反射镜而将平行平面的盖板配置在凹面反射镜的附近时,由于是广角的投射,所以射入盖板的周边部的光线的角度变得非常浅,成像性能的恶化、盖板的表面处的反射变得不能无视。另外,在利用这种凹面镜的投射光学系统中,光路聚集在凹面镜的焦点附近或者射出瞳位置附近,所以从安全性等方面出发,优选在从会聚部稍稍离开的位置配置盖板,但随着从会聚位置使平行平面盖板离开,盖板的尺寸也容易变大,而且在盖板的强度、支撑方法等观点产生问题。

发明内容

[0006] 因此,本发明的目的在于提供一种能够对应广角化的要求的投射型图像显示装置,该投射型图像显示装置能够抑制成像性能的恶化、表面处的反射,具备小型的盖板。

[0007] 为了解决上述课题,本发明所涉及的第1投射型图像显示装置,包括:(a)投射光学系统,其从缩小侧按照顺序具有,具有多块透镜的第1折射光学部、至少具有1面凹面形状的反射面的反射光学部和第2折射光学部;和(b)图像形成光学部,其进一步被配置在投射光学系统的缩小侧;其中:(a1)第2折射光学部具有被配置在主光线与反射光学部的的光轴相交的点(该交点是投射光比较会聚的位置,下面为了方便称作射出瞳位置)的光路后段、大致均匀的厚度的射出透镜,所述主光线被所述反射面反射而朝向最大视场角;(a2)射出透镜的放大侧的光学面具有向放大侧凸出的凸面形状。另外,所谓光路后段,意味着以投射光的行进方向为基准相对位于下游的光射出侧(即放大侧)。因此,当在投射光学系统的光路后段配置有例如表面投射型的屏幕时,所述射出透镜被配置在所述射出瞳位置与屏幕之间。

[0008] 在上述投射型图像显示装置中,在第2折射光学部,射出透镜的厚度大致均匀,该射出透镜的放大侧的光学面为向放大侧凸出的凸面形状,所以即使在以广视场角投射时,也能够使第2折射光学部作为均匀地覆盖投射光学系统的保护盖而起作用。此时,射出透镜的厚度大致均匀并且设为向放大侧凸出的凸面形状并且相对于射出瞳位置形成为凹陷

形状,所以不但能够将作为保护盖的尺寸设置得比较小,而且能够抑制在周边部的反射,同时减小对成像的影响。

[0009] 本发明所涉及的第 2 投射型图像显示装置,包括:(a) 投射光学系统,其从缩小侧按照顺序具有,具有多块透镜的第 1 折射光学部、至少具有 1 面凹面形状的反射面的反射光学部和第 2 折射光学部;和 (b) 图像形成光学部,其进一步配置在投射光学系统的缩小侧即光路前侧;其中:(a1) 第 2 折射光学部在反射光学部与射出瞳位置之间配置有大致均匀的厚度的射出透镜,所述射出瞳位置是被所述反射面反射而朝向最大视场角的主光线与反射光学部的光轴相交的位置;(a2) 射出透镜的放大侧的光学面具有向放大侧凹陷的凹面形状。

[0010] 在上述投射型图像显示装置中,在第 2 折射光学部,射出透镜的厚度大致均匀,该射出透镜的放大侧的光学面为向放大侧凹陷的凹面形状,所以即使在以广视场角投射时,也能够使第 2 折射光学部作为均匀地覆盖投射光学系统的保护盖而起作用。此时,射出透镜的厚度大致均匀并且设为向放大侧凹陷的凹面形状并且相对于射出瞳位置也形成为凹陷形状,所以不但能够将作为保护盖的尺寸设置得比较小,而且能够抑制在周边部的反射,同时减小对成像的影响。

[0011] 在本发明的具体的技术方案中,在上述投射型图像显示装置中,第 2 折射光学部由作为将凸面朝向放大侧或者将凹面朝向放大侧的凹凸透镜的 1 块射出透镜构成。此时,能够将第 2 折射光学部设为简单的结构。

[0012] 在本发明的其它的技术方案中,凹凸透镜具有一对球面的光学面,与反射光学部具有同一光轴。此时,能够使用制造容易的凹凸透镜构成第 2 折射光学部。

[0013] 在本发明的又一其它的技术方案中,凹凸透镜为透镜面的曲率中心配置在所述射出瞳位置附近的同心球形状的圆顶型。由于被反射光学部反射的投射光通过射出瞳位置及其附近的倾向较强,所以通过将凹凸透镜的曲率中心配置在射出瞳位置附近,能够将向透镜入射的入射角设为大致垂直,另外通过设为同心球形状能够减小入射部分的作为透镜的效果,能够降低由凹凸透镜引起的对成像作用的影响,同时减小凹凸透镜即第 2 折射光学部。

[0014] 在本发明的又一其它的技术方案中,凹凸透镜具有相对于反射光学部的光轴偏心的光轴。在使用这种曲面镜的反射光学系统中,光轴上的光被曲面镜反射,然后再次返回到第 1 光学系统,所以在屏幕上光轴附近不能使用。即只要仅仅保证光轴外的成像性能即可,所以通过使用偏心等,能够有效地对光轴外的成像进行校正。

[0015] 在本发明的又一其它的技术方案中,凹凸透镜的一对光学面中至少 1 面由非球面构成。此时,通过凹凸透镜,能够对屏幕上的成像状态起到校正效果。

[0016] 在本发明的又一其它的技术方案中,凹凸透镜由树脂材料形成。此时,凹凸透镜的加工变得简单,能够使凹凸透镜较大地弯曲,也容易形成非球面。

[0017] 在本发明的又一其它的技术方案中,第 1 折射光学部的至少放大侧的一部分与反射光学部的光轴通用的光轴相对于投射用的屏幕垂直地延伸。此时,作为反射光学部而有助于成像的基本上是夹着光轴而位于屏幕的相反侧的光学面,能够通过配置在该屏幕侧的第 2 折射光学部来保护这样的光学面即反射光学部。

[0018] 在本发明的又一其它的技术方案中,在将第 1 折射光学部的反射面的曲率半径设

为 R_a , 将第 2 折射光学部的射出透镜的凸面侧的曲率半径设为 R_1 , 将其凹面侧的曲率半径设为 R_2 , 将射出瞳位置与主光线和射出透镜的凹面侧相交的位置的距离设为 S 时, 满足下面的各条件 (1) ~ (3) 中的至少一个条件:

$$[0019] \quad 0.2 < |R_1/R_a| < 2.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$[0020] \quad 0.7 < R_2/R_1 < 1.1 \quad \dots\dots (2)$$

$$[0021] \quad 0.3 < S/R_2 < 1.5 \quad \dots\dots (3)$$

[0022] 另外, 在射出透镜的放大侧的光学面具有向放大侧凸出的凸面形状时, 射出透镜的入射面成为曲率半径 R_2 的凹面, 射出面成为曲率半径 R_1 的凸面。另一方面, 在射出透镜的放大侧的光学面具有向放大侧凹陷的凹面形状时, 射出透镜的入射面成为曲率半径 R_1 的凸面, 射出面成为曲率半径 R_2 的凹面。

[0023] 上述条件式 (1) 限定射出透镜的曲率半径的条件。在超过条件式 (1) 的上限, 射出透镜的形状接近平面时, 为了包括以较广的角度从反射面发散的光束, 射出透镜的有效面积增大, 并且在画面周边部射入射出透镜的光线的入射角变得较陡, 反射率增加, 所以不优选。在超过条件式 (1) 的下限, 射出透镜的曲率半径变得过小时, 射出透镜的像差产生增大, 成为性能恶化的原因。

[0024] 上述条件式 (2) 限定与射出透镜的放大率相关的条件。射出透镜在条件 (2) 的范围内, 优选将入射面与射出面设为相近的曲率半径设为较小的放大率。具体地说, 在超过条件式 (2) 的上限, 射出透镜具有正的放大率时, 出现使视场角变窄这样的效果, 反射面的负担增大, 所以不优选。相反, 在超过条件式 (2) 的下限, 射出透镜的负的放大率变得过大时, 从广角化方面不优选, 成为使被第 1 折射光学部校正为良好的歪曲像差、像面弯曲恶化的原因。另外, 在射出透镜的正或负的放大率变得过大时, 由于设置的位置精度等, 会变为性能恶化等的原因, 不优选。

[0025] 上述条件式 (3) 限定与射出透镜的位置和形状相关的条件。即, 通过相对于以非常广的范围的角度从反射面发散的光线, 使当地设定射出透镜的凹面侧的曲率半径与反射面的会聚位置, 能够将性能恶化抑制为最小限度, 并且使各光线向射出透镜入射的入射角度的范围变窄, 能够防止局部的光量下降。具体地说, 在超过条件式 (3) 的上限, 与从反射面的会聚位置到射出透镜的距离相比较、射出透镜的凹面侧的曲率半径变得过小时, 像差的产生变大, 所以不优选。相反, 在超过条件式 (3) 的下限, 与从反射面的会聚位置到射出透镜的距离相比较、射出透镜的凹面侧的曲率半径变得过大时, 在画面周边部射入射出透镜的入射角变得较陡, 反射率增大。

附图说明

[0026] 图 1 是说明第 1 实施方式所涉及的投射型图像显示装置的主要部分的概念图。

[0027] 图 2 是说明图 1 的投射型图像显示装置的外观的立体图。

[0028] 图 3 是说明投射型图像显示装置中投射光学系统的结构的图。

[0029] 图 4 是说明图 3 的投射光学系统的主要部分的放大图。

[0030] 图 5 是说明图像形成光学部的概念图。

[0031] 图 6 是说明外壳中的投射光学系统等配置的剖视图。

[0032] 图 7 是说明第 2 实施方式所涉及的投射型图像显示装置的主要部分的概念图。

- [0033] 图 8 是说明图 7 的投射型图像显示装置中投射光学系统的结构的图。
- [0034] 图 9 是说明图 8 的投射光学系统的主要部分的放大图。
- [0035] 图 10 是说明第 3 实施方式所涉及的投射型图像显示装置的主要部分的概念图。
- [0036] 图 11 是说明图 10 的投射型图像显示装置中投射光学系统的结构的图。
- [0037] 图 12 是说明图 11 的投射光学系统的主要部分的放大图。
- [0038] 符号说明
- [0039] 10 : 屏幕
- [0040] 10a : 屏幕投射面
- [0041] 20 : 第 1 折射光学部
- [0042] 30 : 反射光学部
- [0043] 31 : 曲面镜
- [0044] 40 : 第 2 折射光学部
- [0045] 41 : 凹凸透镜
- [0046] 50 : 投射光学系统
- [0047] 60 : 图像形成光学部
- [0048] 61 : 光源装置
- [0049] 63 : 分离照明系统
- [0050] 63a、63b : 分色镜
- [0051] 65 : 光调制部
- [0052] 65a、65b、65c : 液晶光阀
- [0053] 67 : 十字分色棱镜
- [0054] 100 : 投射型图像显示装置
- [0055] 100a : 外壳
- [0056] 100b : 投影部
- [0057] 100c : 主体部
- [0058] 100t : 顶板部分
- [0059] EP : 射出瞳位置
- [0060] F2 : 焦点位置
- [0061] LB、LG、LR : 色光
- [0062] OA : 光轴
- [0063] OS : 物面
- [0064] RL : 投射光
- [0065] SA : 系统光轴

具体实施方式

- [0066] [第 1 实施方式]
- [0067] 图 1 是表示构成本发明的第 1 实施方式所涉及的投射型图像显示装置的光学系统的主要部分的侧视图。图 2 是说明投射型图像显示装置的外观的立体图。
- [0068] 本实施方式中的投射型图像显示装置 100 包括 : 屏幕 10, 投射光学系统 50, 和图像

形成光学部 60。在这里,屏幕 10 被设置在投射光学系统 50 的放大侧即光路后段,图像形成光学部 60 被设置在投射光学系统 50 的缩小侧即光路前段。另外,在图 1 中,对于图像形成光学部 60,仅表示其一部分即十字分光棱镜 67,其余部分的详细省略。另外,对于投射光学系统 50 以及图像形成光学部 60,在图 2 中,设为被收纳在密闭型的容器即外壳 100a 内的状态而省略图示。

[0069] 屏幕 10 是反射型投影板,通过对射入表面侧的屏幕投射面 10a 的投射光进行扩散反射而显示图像。屏幕 10 由例如白色塑料板形成。另外,屏幕 10 可以设为在基板表面涂布有包含小珠、微粒的涂料的类型,或者在基板表面埋入有微透镜、微反射镜的类型。

[0070] 投射光学系统 50 用于将物面 OS 上的图像放大投射在屏幕 10 的屏幕投射面 10a 上,从缩小侧按照顺序,由第 1 折射光学部 20、反射光学部 30 和第 2 折射光学部 40 构成。在这里,第 1 折射光学部 20 由多个透镜构成,反射光学部 30 具有至少 1 面凹面形状的反射面,第 2 折射光学部 40 由 1 块射出透镜(具体地说是 1 块圆顶状的凹凸透镜)构成。

[0071] 图 3 是说明投射型图像显示装置 100 中投射光学系统 50 的结构图。第 1 折射光学部 20 由在图 1 的屏幕 10 的下方沿着相对于屏幕投射面 10a 垂直地延伸的光轴 OA 配置的多个折射透镜构成。

[0072] 下面,对第 1 折射光学部 20 的具体的透镜结构进行说明。

[0073] 图 3 等所示的第 1 折射光学部 20 包括第 1 透镜 L1、第 2 透镜 L2、第 3 透镜 L3、第 4 透镜 L4、第 5 透镜 L5、第 6 透镜 L6、第 7 透镜 L7、第 8 透镜 L8、第 9 透镜 L9 和光阑 45。

[0074] 透镜 L1 ~ L9 从缩小侧即物面 OS 侧向放大侧即反射光学部 30 按照从第 1 透镜 L1 到第 9 透镜 L9 的顺序配设。在这里,光阑 45 被设置在第 4 透镜 L4 与第 5 透镜 L5 之间。

[0075] 第 1 透镜 L1 以及第 8 透镜 L8 为非球面透镜。另外,第 2 透镜 L2 为两面凸的透镜,第 3 透镜 L3 为凸凹的 3 块透镜接合而成的透镜,第 4 透镜 L4 为凹凸的 2 块透镜接合而成的透镜。另外,第 5 透镜 L5 以及第 7 透镜 L7 为两面凸的透镜。另外,第 6 透镜 L6 以及第 9 透镜 L9 为凹凸透镜。另外,各透镜 L1 ~ L9 的配置可以根据反射光学部 30 等的形状与配置的关系而进行调整,以能够向图 1 所示的屏幕 10 投射最适当的图像。

[0076] 第 1 折射光学部 20 被构成为在缩小侧即物面 OS 侧大致变得远心。另外,在第 1 折射光学部 20 的前端即第 1 透镜 L1 与配置有液晶面板的物面 OS 之间,配置有用于将 3 色图像合成的十字分光棱镜 67。另外,对于应该配置其它 2 色液晶面板的物面,将图示省略,但它们的配置与图示的物面 OS 等价,即共轭。在图 1 等中,从物面 OS 上的各物点,射出以主光线为中心且具有一定的范围的光束,所述主光线与物面 OS 垂直并且与光轴 OA 平行,该光束向图中右侧行进,通过第 1 折射光学部 20,然后被设置在光轴 OA 的下侧的反射光学部 30 反射,射入设置在光轴 OA 的上侧的第 2 折射光学部 40(参照图 1)。

[0077] 反射光学部 30 由 1 块曲面镜 31 构成。该曲面镜 31 是由以光轴 OA 为轴的旋转对称面构成的凹面反射镜。曲面镜 31 在光轴 OA 的下侧即夹着光轴 OA 而与屏幕 10 相反一侧具有非球面的反射光学面 31a(图 3 的实线部分),将从第 1 折射光学部 20 向前方射出的投射光向屏幕投射面 10a 反射。在这里,图 3 的单点划线部分即光轴 OA 的上侧表示曲面镜 31 的假想性的延长面即非实体曲面 31f。

[0078] 第 2 折射光学部 40 由例如塑料制的 1 块凹凸透镜 41 构成。该凹凸透镜 41 为由例如以光轴 OA 为轴的一对球面构成的同心球形状的透镜,被配置在射出瞳位置 EP 的光路

后段。另外,射出瞳位置 EP 意味着被反射光学部 30 反射而朝向最大视场角的主光线与反射光学部 30 等的光轴 OA 相交的位置。所谓光路后段,意味着以投射光的行进方向为基准相对位于下游的光射出侧(即放大侧)。因此,当在反射光学部 30 的光路后段配置有例如表面投射型的屏幕 10 时,凹凸透镜 41 被配置在射出瞳位置 EP 与屏幕 10 之间。凹凸透镜 41 整体具有大致相同的厚度。凹凸透镜 41 在光轴 OA 的上侧具有折射光学面 41a、41b(图 3 的实线部分),使被曲面镜 31 折回的投射光向屏幕投射面 10a 向斜上方向通过。在这里,图 3 的双点划线部分即光轴 OA 的下侧表示凹凸透镜 41 的假想性的延长面即非实体部分 41f。凹凸透镜 41 被配置成与曲面镜 31 的反射光学面 31a 相对。由此,能够使凹凸透镜 41 作为反射光学面 31a 的保护盖进而作为投射光学系统 50 的保护盖而起作用。进而,凹凸透镜 41 具有向光路后段侧即放大侧凸的圆顶型的外形。由此,凹凸透镜 41 与平坦的盖板相比较能够比较简单地将尺寸小型化,容易确保作为保护盖的强度,其支撑也变得简单且可靠。进而,凹凸透镜 41 大致沿着以射出瞳位置 EP 为中心的球面配置,具有大致均匀的厚度,所以以较浅的角度入射的光束较少,也能够减少相对于入射光的折射量,所以能够减少相对于屏幕 10 上的成像的影响。另外,在上面的说明中,将构成凹凸透镜 41 的两折射光学面 41a、41b 设为球面,但只要不将两折射光学面 41a、41b 的厚度的变动设为极大的范围内,也可以设为用于校正像差的非球面。

[0079] 图 4 是说明第 1 实施方式的投射光学系统 50 的主要部分的放大图。在这里,将作为构成第 1 折射光学部 20 的反射面的曲面镜 31 的曲率半径设为 R_a ,将作为构成第 2 折射光学部 40 的射出透镜的凹凸透镜 41 的入射光学面 41a 的曲率半径设为 R_2 ,将其射出光学面 41b 的曲率半径设为 R_1 ,将被曲面镜 31 反射而朝向最大视场角的主光线与反射光学部 30 等的光轴 OA 相交的位置(即射出瞳位置 EP)与主光线与凹凸透镜 41 的设为凹面侧的入射光学面 41a 相交的位置的距离设为 S 。此时,投射光学系统 50 满足下面的各条件:

$$[0080] \quad 0.2 < |R_1/R_a| < 2.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$[0081] \quad 0.7 < R_2/R_1 < 1.1 \quad \dots\dots (2)$$

$$[0082] \quad 0.3 < S/R_2 < 1.5 \quad \dots\dots (3)$$

[0083] 在本投射光学系统 50 中,由于设定为不超过条件式 (1) 的上限,避免了凹凸透镜 41 的形状接近平面,所以能够防止为了包括以广角度从反射光学面 31a 发散的光束从而凹凸透镜 41 的有效面积变得过大,并且能够防止在画面周边部射入凹凸透镜 41 的光线的入射角变得较陡、反射率增加。另一方面,在本投射光学系统 50 中,由于设定为不超过条件式 (1) 的下限,避免了凹凸透镜 41 的曲率半径变得过小,所以能够防止凹凸透镜 41 的像差产生变得过大而成为性能恶化的原因。

[0084] 另外,在本投射光学系统 50 中,由于设定为不超过条件式 (2) 的上限从而凹凸透镜 41 不具有正的放大率,所以能够防止出现使视场角变窄这样的效果从而反射光学面 31a 的负担增大。另一方面,在本投射光学系统 50 中,由于设定为不超过条件式 (2) 的下限从而凹凸透镜 41 的负的放大率不会变得过大,所以能够防止使被第 1 折射光学部 20 校正为良好的歪曲像差、像面弯曲恶化。进而由于避免了凹凸透镜 41 的正或负的放大率变得过大,所以能够防止设置的位置精度变为性能的恶化等的原因。

[0085] 在本投射光学系统 50 中,由于设定为不超过条件式 (3) 的上限,避免了与从反射光学面 31a 的会聚位置到凹凸透镜 41 的距离相比较、凹凸透镜 41 的折射光学面 41a 的曲

率半径变得过小,所以能够防止像差的产生变大。另一方面,在本投射光学系统 50 中,由于设定为不超过条件式 (3) 的下限,避免了与从反射光学面 31a 的会聚位置到凹凸透镜 41 的距离相比较、凹凸透镜 41 的折射光学面 41a 的曲率半径变得过大,所以能够防止在画面周边部射入凹凸透镜 41 的光线的入射角变得较陡、反射率增加。

[0086] 表 1 表示由第 1 折射光学部 20、反射光学部 30 以及第 2 折射光学部 40 构成的所述投射光学系统 50 的具体的实施例的透镜数据。

[0087] 【表 1】

[0088] 透镜数据

[0089]	面编号	R	D	Nd	Nv
[0090]	物面	无限	5.00		
[0091]	1	无限	27.50	1.51680	64.2
棱镜					
[0092]	2	无限	3.00		
[0093]	3 非球	78.767	4.00	1.52473	56.7
[0094]	4 非球面	-120.000	0.10		
[0095]	5	137.990	9.50	1.49700	81.6
[0096]	6	-40.628	0.10		
[0097]	7	57.396	8.00	1.48749	70.4
[0098]	8	-36.316	2.00	1.81194	24.0
[0099]	9	21.287	6.50	1.76359	50.0
[0100]	10	80.365	26.69		
[0101]	11	-175.488	5.00	1.79588	25.9
[0102]	12	-30.000	2.00	1.54915	45.5
[0103]	13	-51.122	1.55		
[0104]	光阑	无限	67.56		
[0105]	15	730.574	4.50	1.68845	50.2
[0106]	16	-118.877	10.22		
[0107]	17	-38.904	3.00	1.85000	23.0
[0108]	18	-102.113	0.27		
[0109]	19	98.256	7.00	1.61230	35.4
[0110]	20	-273.663	76.70		
[0111]	21 非球	90.705	4.00	1.52473	56.7
[0112]	22 非球面	45.100	6.64		
[0113]	23	90.833	5.00	1.81180	25.3
[0114]	24	51.694	199.16		
[0115]	25 非球面	-59.882	-100.00	反射面	曲面镜
[0116]	26	70.000	-5.00	1.52473	56.7
[0117]	27	75.000	-250.00		
[0118]	屏幕	无限	0.00		

[0119] 非球面

[0120] 系数

[0121] 面编号	K	A04	A06	A08	A10	A12
[0122] 3	0.0000E+00	-1.2349E-05	1.5332E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0123] 4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0124] 21	0.0000E+00	1.1280E-06	2.5645E-10	-2.6807E-13	-2.6650E-16	0.0000E+00
[0125] 22	0.0000E+00	-6.6621E-06	2.9220E-09	-1.8263E-12	0.0000E+00	0.0000E+00
[0126] 25	-1.9765E+00	-1.9217E-07	3.7303E-12	7.9640E-17	-2.0731E-20	0.0000E+00

[0127] 在该表 1 的上栏,“面编号”是从物面 OS 侧开始按顺序对各透镜的面赋予的编号。另外,“R”表示曲率半径,“D”表示与接下来的面之间的透镜厚度或者空气空间。进而,“Nd”表示透镜材料的 d 线上的折射率,“Nv”表示透镜材料的 d 线上的色散系数。

[0128] 在本实施方式中,透镜 L1 ~ L9 基本由球面形成,但第 1 透镜 L1 的入射和射出面(表 1 的 3 面以及 4 面)与第 8 透镜 L8 的入射和射出面(表 1 的 21 面以及 22 面)形成为非球面。另外,曲面镜 31 的反射光学面 31a(表 1 的 25 面)形成为非球面。在将 c 设为近轴曲率半径的倒数、将 h 设为距光轴的高度、将 k 设为圆锥系数、将 A04 ~ A12 设为高次非球面系数时,从这些非球面形状的光轴方向的曲面顶点变位的变位量 x 通过下式表示:

[0129] 【式 1】

$$[0130] \quad x = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k) \cdot c^2 \cdot h^2}} + A04 \cdot h^4 + A06 \cdot h^6 + A08 \cdot h^8 + A10 \cdot h^{10} + A12 \cdot h^{12}$$

[0131] 在本实施方式的情况下,对于上述非球面式中的各系数“k”、“A04”~“A12”的值,如表 1 的下栏所示那样。

[0132] 表 2 表示将表 1 的实施例应用于上述条件式 (1) ~ (3) 的结果。如从下述表 2 可明了那样,表 1 的实施例满足上述条件式 (1) ~ (3) 中的所有式子。

[0133] 【表 2】

[0134]

参数		实施例应用值
曲面镜	Ra	-59.882
曲面盖 (凹凸透镜)	凸面 R1	75.000
	凹面 R2	70.000
最大视场角		79.086
距离	S	47.460
(1) R1 / Ra		1.252
(2) R2 / R1		0.933
(3) S / R2		0.678

[0135] 图 5 是图像形成光学部 60 的概念图。图像形成光学部 60,沿着系统光轴 SA 包括:射出均匀化的光源光的光源装置 61,将从光源装置 61 射出的照明光分离为红·绿·蓝 3 色的分离照明系统 63,由从分离照明系统 63 射出的各色照明光照亮的光调制部 65,和将经过了光调制部 65 的各色调制光合成的十字分色棱镜 67。从十字分色棱镜 67 射出的图像光经投射光学系统 50 的第 1 折射光学部 20 等进行投射。

[0136] 在这里,光源装置 61 包括:射出光源光的光源单元 61a,和将从该光源单元 61a 射

出的光源光转换成均匀且预定的偏振方向的照明光的均匀化光学系统 61c。光源单元 61a 具有光源灯 61m、反射器 61n。另外,均匀化光学系统 61c 包括:用于将光源光分割为部分光束的第 1 透镜阵列 61d,调节分割后的部分光束的范围的第 2 透镜阵列 61e,使各部分光束的偏振方向一致的偏振转换装置 61g,和将各部分光束重叠射入作为对象的照明区域的重叠透镜 61i。

[0137] 分离照明系统 63 包括第 1 以及第 2 分色镜 63a、63b 和光路折射用的反射镜 63m、63n、63o,将系统光轴 SA 分支为 3 个光路 OP1 ~ OP3,由此将照明光分离为蓝色光 LB、绿色光 LG 以及红色光 LR 这 3 个光束。另外,中继透镜 LL1、LL2 将形成在入射侧的第 1 中继透镜 LL1 的正前方的图像大致原样地向射出侧的场透镜 63h 传递,由此防止由光的扩散等引起的光的利用效率的下降。

[0138] 光调制部 65 包括 3 色照明光 LB、LR、LG 分别入射的 3 块液晶光阀 65a、65b、65c,根据驱动信号而以像素单位对经由场透镜 63f、63g、63h 入射到各液晶光阀 65a、65b、65c 的各色光 LB、LG、LR 进行强度调制。另外,各液晶光阀 65a、65b、65c 是具有通过一对偏振板夹持液晶面板的构造的图像形成元件。另外,构成各液晶光阀 65a、65b、65c 的液晶面板与图 1 等所示的物面 OS 相对应。

[0139] 十字分色棱镜 67 包括交叉的分色膜 67a、67b,射出将来自各液晶光阀 65a、65b、65c 的调制光合成后的图像光。由十字分色棱镜 67 合成的图像光通过投射透镜即投射光学系统 50 以适当的放大率作为彩色图像投射到未图示的屏幕 10 上。

[0140] 返回到图 2,对于上述的投射型图像显示装置 100 的设置例进行说明。投射型图像显示装置 100 的光学系统被收纳在外壳 100a 内,与屏幕 10 一起固定在架台 111 上。在架台 111 上的屏幕 10 的下方侧配置投影部 100b,在屏幕 10 的下部的背面侧配置主体部 100c,从屏幕 10 下方接近而将投射光 RL 投射在屏幕投射面 10a 上。在这里,在投影部 100b 中收纳有图 3 等所示的投射光学系统 50,在主体部 100c 中主要收纳有图像形成光学部 60。

[0141] 图 6 是说明外壳 100a 中的投射光学系统 50 等的配置的具体例的剖视图。投射光学系统 50 中,第 1 折射光学部 20 被主要收纳在投影部 100b 而配置在屏幕 10 的下部。此时,考虑到收纳空间,第 1 折射光学部 20 由反射镜 MR 使光路弯折,具有在与屏幕 10 的屏幕投射面 10a 平行的竖直方向上延伸的缩小侧的部分和在与屏幕投射面 10a 垂直的水平方向上延伸的放大侧的部分。反射光学部 30 被收纳在投影部 100b,被配置并固定在第 1 折射光学部 20 的前端侧即放大侧。第 2 折射光学部 40 被嵌入固定在投影部 100b 的顶板部分 100t 上,被配置并固定在反射光学部 30 的上方即反射光学部 30 的放大侧。另外,第 1 折射光学部 20 是塑料制的,不但容易加工成均匀的厚度的圆顶状,而且具有充分的强度。

[0142] 如从上面的说明可知那样,根据本实施方式的投射型图像显示装置 100,在第 2 折射光学部 40,凹凸透镜 41 的放大侧的折射光学面 41b 具有向放大侧凸出的凸面形状,所以即使在以广视场角投射时,也能够使第 2 折射光学部 40 作为投射光学系统 50 的保护盖而起作用。此时,凹凸透镜 41 的厚度大致均匀并且设为向放大侧凸出的凸面形状,所以能够缩小作为保护盖的尺寸,能够减小对成像的影响。另外,由于凹凸透镜 41 形成为将透镜面的曲率中心配置在射出瞳位置 EP 附近的同心球形状的圆顶型,所以被反射光学部 30 的曲面镜 31 反射的投射光通过射出瞳位置 EP 及其附近的倾向增强,因此能够降低由凹凸透镜 41 引起的图像恶化的影响。另外,不管是朝向画面的哪个方向的光线,射入凹凸透镜 41 的

光线的入射角度都相对于面接近垂直,所以能够有效地抑制特别是周边部处的反射,所以能够实现投射图像的周边部的光量提高。

[0143] [第2实施方式]

[0144] 图7是表示构成第2实施方式所涉及的投射型图像显示装置的光学系统的主要部分的侧视图,图8是说明投射型图像显示装置中投射光学系统的结构的图。另外,图9是说明投射光学系统的主要部分的放大图。

[0145] 本实施方式的投射型图像显示装置200,是对图1等所示的第1实施方式的投射型图像显示装置100进行变形之后的图像显示装置,对于没有特别说明的部分,与第1实施方式的投射型图像显示装置100具有相同的构造。

[0146] 本实施方式中的投射型图像显示装置200包括:屏幕10,投射光学系统250,和图像形成光学部60;投射光学系统250从缩小侧按照顺序,由第1折射光学部220、反射光学部230和第2折射光学部240构成。

[0147] 第1折射光学部220包括第1透镜L1、第2透镜L2、第3透镜L3、第4透镜L4、第5透镜L5、第6透镜L6、第7透镜L7、第8透镜L8、第9透镜L9和光阑45。反射光学部230具有至少1块曲面镜31。第2折射光学部240由1块凹凸透镜241构成。该凹凸透镜241是仅在光轴OA的上侧具有球面的折射光学面241a、241b的稍微负的透镜,凹凸透镜241的光轴OA3被保持为相对于第1折射光学部220以及反射光学部230的光轴OA以曲面镜31的焦点位置F2附近为中心顺时针旋转了 α° 的倾斜状态,并且相对于倾斜后的光轴OA2进而向下侧偏心距离Y。凹凸透镜241被配置成与曲面镜31的反射光学面31a相对,具有向光路后段侧即放大侧凸的圆顶型的外形。由此,凹凸透镜241作为用于投射光学系统250的比较小型的保护盖,对成像的影响度比较小。另外,凹凸透镜241作为小型的保护盖容易确保强度,并且支撑也简单且可靠。在这种投射光学系统中,对于光轴中心,由于由曲面镜31反射的光线返回到第1光学系统,所以只要保证不与第1光学系统干涉的范围内的轴外形能即可,不需要保证光轴附近的性能。在这样的情况下,通过对凹凸透镜241赋予偏心,能够高效地对轴外形能进行校正。此时通过使凹凸透镜241具有少许的放大率,能够提高校正效果。进而,通过将折射光学面241a、241b设为非球面,能够提高同样的校正效果。

[0148] 下面的表3表示由第1折射光学部220、反射光学部230以及第2折射光学部240构成的所述投射光学系统250的透镜数据。

[0149] 【表3】

[0150] 透镜数据

[0151] 面编号	R	D	Nd	Nv	
[0152] 物面	无限	23.00			
[0153] 1	无限	38.00	1.51680	64.2	棱镜
[0154] 2	无限	3.00			
[0155] 3 非球面	-6747.433	4.00	1.52473	56.7	
[0156] 4	-120.000	0.10			
[0157] 5	45.612	9.50	1.49700	81.6	
[0158] 6	-65.431	0.10			
[0159] 7	65.719	8.00	1.48749	70.4	

[0160]	8	-40.127	2.00	1.84666	23.8		
[0161]	9	30.449	6.50	1.62041	60.3		
[0162]	10	59.953	24.27				
[0163]	11	-492.354	5.00	1.76182	26.6		
[0164]	12	-30.000	2.00	1.58913	61.3		
[0165]	13	-64.320	25.14				
[0166]	光阑	无限	110.95				
[0167]	15	99.897	4.50	1.67270	32.2		
[0168]	16	-558.153	10.06				
[0169]	17	-46.639	3.00	1.84666	23.8		
[0170]	18	-2046.421	0.10				
[0171]	19	72.732	7.00	1.567302	42.8		
[0172]	20	-1702.465	59.14				
[0173]	21 非球面	90.541	4.00	1.52473	56.7		
[0174]	22 非球面	45.426	22.09				
[0175]	23	81.756	5.00	1.62041	60.3		
[0176]	24	54.409	186.56				
[0177]	25 非球面	-58.425	-100.00	反射面		曲面镜	
[0178]	26	无限	55.00				
[0179]	27	无限	-55.00			旋转 α	
[0180]	28	55.000	-5.00	1.52473	56.7	偏心 Y	
[0181]	29	65.000	0.00				
[0182]	30	无限	60.00			偏心 Y	
[0183]	31	无限	-60.00			旋转 α	
[0184]	32	无限	-250.00				
[0185]	屏幕	无限	0.00				
[0186]	非球面						
[0187]	系数						
[0188]	面编号	K	A04	A06	A08	A10	A12
[0189]	3	0.0000E+00	-2.7080E-06	-6.8661E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0190]	21	0.0000E+00	-8.5562E-08	5.1467E-10	-4.6529E-13	-1.7147E-16	0.0000E+00
[0191]	22	0.0000E+00	-6.2958E-06	2.5248E-09	-1.5924E-12	0.0000E+00	0.0000E+00
[0192]	25	-2.1095E+00	-1.9959E-07	4.1584E-12	9.8699E-17	-2.3789E-20	0.0000E+00
[0193]	另外,下面的表 4 是凹凸透镜 241 的倾斜以及偏心一览表。						
[0194]	【表 4】						
[0195]	偏心量						
[0196]	面编号	偏心 Y	旋转 α				
[0197]	27	0.000	-28.000				
[0198]	28	-20.000	0.000				

[0199] 30 20.000 0.000

[0200] 31 0.0002 8.000

[0201] 在本实施方式中,透镜 L1 ~ L9 基本由球面形成,但第 1 透镜 L1 的入射面(表 3 的 3 面)与第 8 透镜 L8 的入射和射出面(表 3 的 21 面以及 22 面)形成为非球面。另外,曲面镜 31 的反射光学面 31a(表 3 的 25 面)形成为非球面。

[0202] 表 5 是将表 3 的实施例应用于在第 1 实施方式中说明的条件式 (1) ~ (3) 的结果。如从下述表 5 可明了那样,表 3 的实施例满足上述条件式 (1) ~ (3) 中的所有式子。

[0203] 【表 5】

[0204]

参数		实施例应用值
曲面镜	Ra	-58.425
曲面盖 (凹凸透镜)	凸面 R1	65.000
	凹面 R2	55.000
最大视场角		79.067
距离	S	32.291
(1) $ R1 / Ra $		1.113
(2) $R2 / R1$		0.846
(3) $S / R2$		0.587

[0205] 在本实施方式中,从图像形成光学部 60 投射的投射光,在投射光学系统 250 中,经过第 1 折射光学部 220,被反射光学部 230 折回,从第 2 折射光学部 240 向屏幕 10 射出。从投射光学系统 250 射出的投射光以所希望的倍率投射在屏幕投射面 10a 上。

[0206] [第 3 实施方式]

[0207] 图 10 是表示构成第 3 实施方式所涉及的投射型图像显示装置的光学系统的主要部分的侧视图,图 11 是说明投射型图像显示装置中投射光学系统的结构的图。另外,图 12 是说明投射光学系统的主要部分的放大图。

[0208] 本实施方式的投射型图像显示装置 300,是对图 1 等所示的第 1 实施方式的投射型图像显示装置 100 进行变形之后的图像显示装置,对于没有特别说明的部分,与第 1 实施方式的投射型图像显示装置 100 具有相同的构造。

[0209] 本实施方式中的投射型图像显示装置 300 包括:屏幕 10,投射光学系统 350,和图像形成光学部 60;投射光学系统 350 从缩小侧按照顺序,由第 1 折射光学部 320、反射光学部 330 和第 2 折射光学部 340 构成。

[0210] 第 1 折射光学部 320 包括第 1 透镜 L1、第 2 透镜 L2、第 3 透镜 L3、第 4 透镜 L4、第 5 透镜 L5、第 6 透镜 L6、第 7 透镜 L7、第 8 透镜 L8、第 9 透镜 L9 和光阑 45。反射光学部 330 具有至少 1 块曲面镜 31。第 2 折射光学部 340 由 1 块凹凸透镜 341 构成。凹凸透镜 341 是在光轴 OA 的主要是下侧具有球面的折射光学面 341a、341b 的稍微负的透镜。凹凸透镜 341 的光轴与图 8 所示的第 2 实施方式的情况同样,被保持为相对于第 1 折射光学部 320 以及反射光学部 330 的光轴 OA 以曲面镜 31 的焦点位置 F2 附近为中心顺时针旋转了 α° 的倾斜状态,并且相对于倾斜后的光轴进而向下侧偏心距离 Y。凹凸透镜 341 被配置成与曲面镜 31 的反射光学面 31a 相对,具有向光路后侧即放大侧凹的倒圆顶型(在本说明书中,该倒圆顶型也包含在以向上凸的圆顶型为基本的广义的圆顶型中)的外形。凹凸透镜 341 为由

例如以光轴 OA 为轴的一对球面构成的同心球形状的透镜,被配置在反射光学部 330 与射出瞳位置 EP 之间。在这里,射出瞳位置 EP 意味着被曲面镜 31 反射而朝向最大视场角的主光线与反射光学部 330 等的光轴 OA 相交的位置。由此,凹凸透镜 341 作为用于投射光学系统 350 的比较小型的保护盖,对成像的影响度比较小。另外,凹凸透镜 341 作为小型的保护盖容易确保强度,并且支撑也简单且可靠。进而,在该投射光学系统 350,通过对凹凸透镜 341 赋予偏心,能够高效地对轴外形能进行校正,通过使凹凸透镜 342 具有少许的放大率,能够提高校正效果。另外,通过将凹凸透镜 341 的折射光学面 341a、341b 设为非球面,能够提高同样的校正效果。

[0211] 下面的表 6 表示由第 1 折射光学部 320、反射光学部 330 以及第 2 折射光学部 340 构成的所述投射光学系统 350 的透镜数据。

[0212] 【表 6】

[0213] 透镜数据

[0214]	面编号	R	D	Nd	Nv	
[0215]	物面	无限	23.00			
[0216]	1	无限	38.00	1.51680	64.2	棱镜
[0217]	2	无限	3.00			
[0218]	3 非球面	-428.966	3.50	1.52473	56.7	
[0219]	4 非球面	-120.000	0.10			
[0220]	5	43.272	8.50	1.49700	81.6	
[0221]	6	-76.323	0.10			
[0222]	7	72.850	8.00	1.48749	70.4	
[0223]	8	-38.293	2.00	1.84666	23.8	
[0224]	9	32.697	5.50	1.62041	60.3	
[0225]	10	67.269	23.19			
[0226]	11	-202.632	5.00	1.76182	26.8	
[0227]	12	-30.000	2.00	1.58913	61.3	
[0228]	13	-50.236	17.10			
[0229]	光阑	无限	20.00			
[0230]	15	1831.206	99.40			
[0231]	16	119.397	7.00	1.67270	32.2	
[0232]	17	-255.760	6.63			
[0233]	18	-52.162	3.00	1.84666	23.8	
[0234]	19	-1671.339	0.10			
[0235]	20	83.208	12.00	1.56732	42.8	
[0236]	21	-357.687	65.27			
[0237]	22 非球面	126.728	4.00	1.52473	56.7	
[0238]	23 非球面	47.108	17.43			
[0239]	24	-218.292	5.00	1.62041	60.3	
[0240]	25	96.529	184.19			

[0241]	26 非球面	-68.338	-35.00 反射面			曲面镜	
[0242]	27	无限	3.00			旋转 α	
[0243]	28	-30.000	-3.00	1.52473	56.7	偏心 Y	
[0244]	29	-27.000	0.00				
[0245]	30	无限	0.00			偏心 Y	
[0246]	31	无限	0.00			旋转 α	
[0247]	32	无限	-320.00				
[0248]	屏幕	无限	0.00				
[0249]	非球面						
[0250]	系数						
[0251]	面编号	K	A04	A06	A08	A10	A12
[0252]	3	0.0000E+00	-4.0624E-06	-2.1098E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0253]	4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0254]	22	0.0000E+00	1.3528E-06	8.0389E-10	-3.9057E-13	-2.7328E-17	0.0000E+00
[0255]	23	0.0000E+00	-6.4034E-0	63.1488E-09	-1.2821E-12	0.0000E+00	0.0000E+00
[0256]	26	-1.7126E+00	-1.6532E-07	2.7341E-12	4.5999E-17	-1.9562E-20	0.0000E+00

[0257] 另外,下面的表 7 是凹凸透镜 341 的倾斜以及偏心一览表。

[0258] 【表 7】

[0259] 偏心量

[0260]	面编号	偏心 Y	旋转 α
[0261]	27	0.000	-60.000
[0262]	28	-25.000	0.000
[0263]	30	25.000	0.000
[0264]	31	0.000	60.000

[0265] 在本实施方式中,透镜 L1 ~ L9 基本由球面形成,但第 1 透镜 L1 的入射和射出面(表 6 的 3 面以及 4 面)与第 8 透镜 L8 的入射和射出面(表 6 的 22 面以及 23 面)形成为非球面。另外,曲面镜 31 的反射光学面 31a(表 6 的 26 面)形成为非球面。

[0266] 表 8 是将表 6 的实施例应用于在第 1 实施方式中说明的条件式 (1) ~ (3) 的结果。如从下述表 8 可明了那样,表 6 的实施例满足上述条件式 (1) ~ (3) 中的所有式子。

[0267] 【表 8】

[0268]

参数		实施例应用值
曲面镜	Ra	-68.338
曲面盖 (凹凸透镜)	凸面 R1	-30.000
	凹面 R2	-27.000
最大视场角		80.911
距离	S	24.750
(1) $ R1 / Ra $		0.439
(2) $R2 / R1$		0.900
(3) $S / R2$		0.917

[0269] 在本实施方式中,从图像形成光学部 60 投射的投射光,在投射光学系统 350 中,经过第 1 折射光学部 320,被反射光学部 330 折回,从倒圆顶型的第 2 折射光学部 340 向屏幕 10 射出。从投射光学系统 350 射出的投射光以所希望的倍率投射在屏幕投射面 10a 上。

[0270] 另外,本发明申请并不限于上述的实施方式,在不脱离其主旨的范围内能够以各种方式实施,例如也能够进行下述那样的变形。

[0271] 在上述实施方式中,将图像形成光学部 60 以及投射光学系统 50、250、350 配置在了屏幕 10 的下方,但也可以配置在屏幕 10 的上方。

[0272] 另外,在上述实施方式中,在图像形成光学部 60 作为图像形成元件使用了液晶光阀 65a、65b、65c,但也能够使用像素由微反射镜构成的设备那样的光调制装置、胶片、幻灯片那样的图像形成装置。

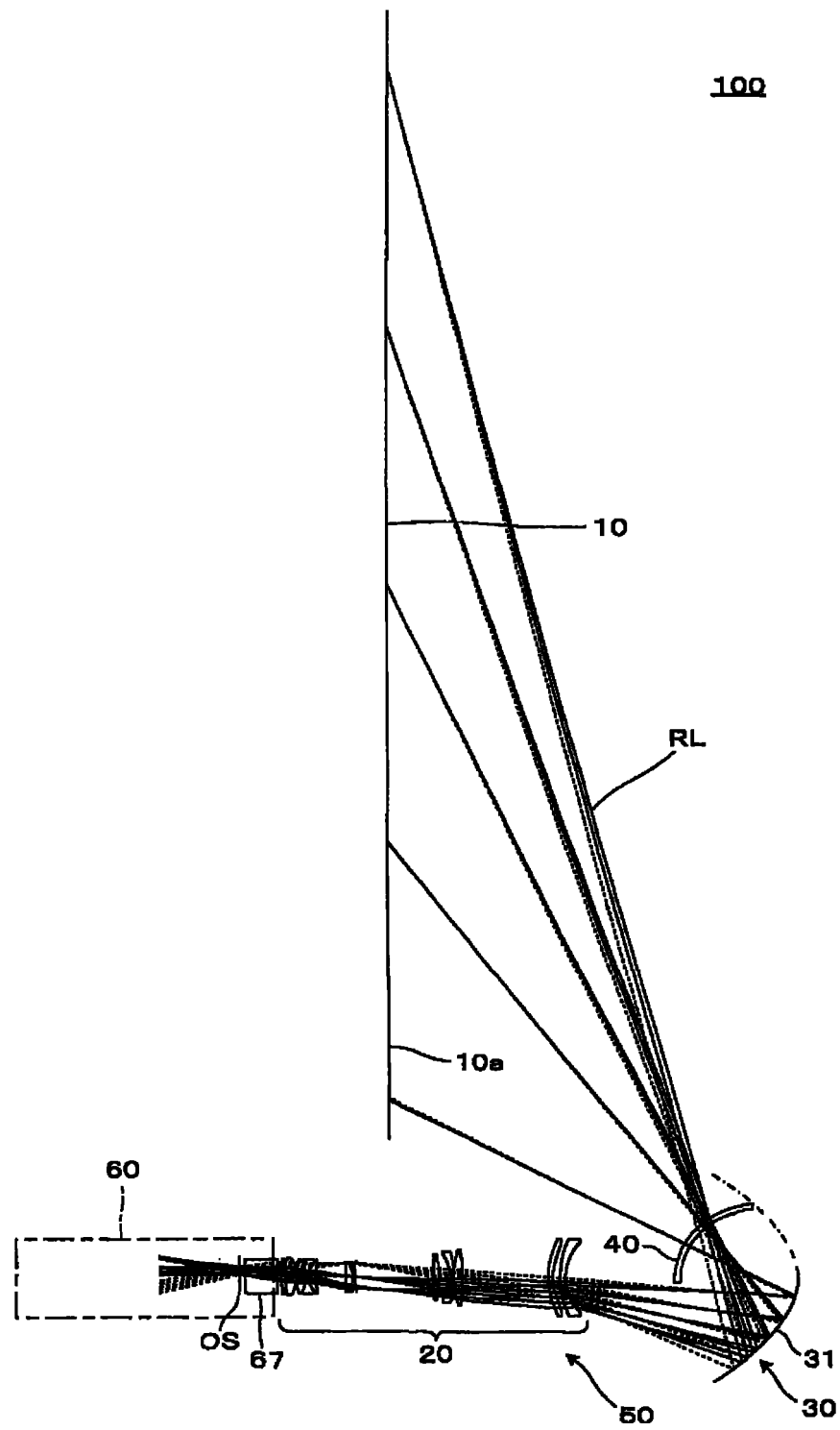


图 1

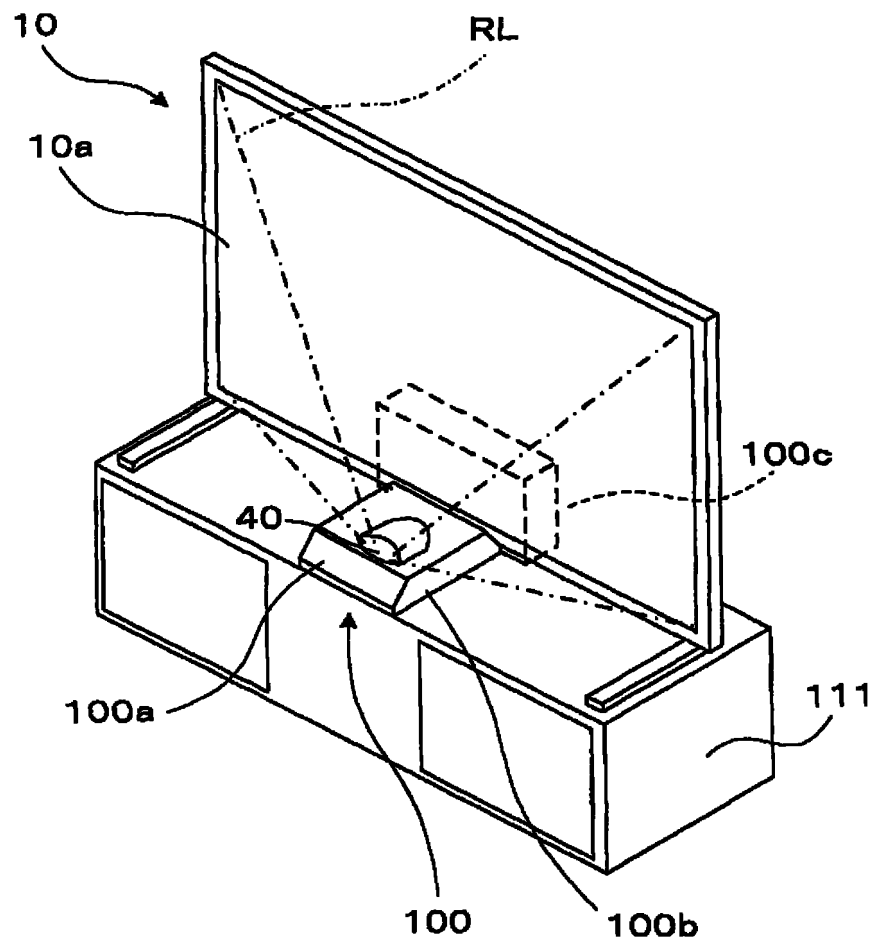


图 2

50

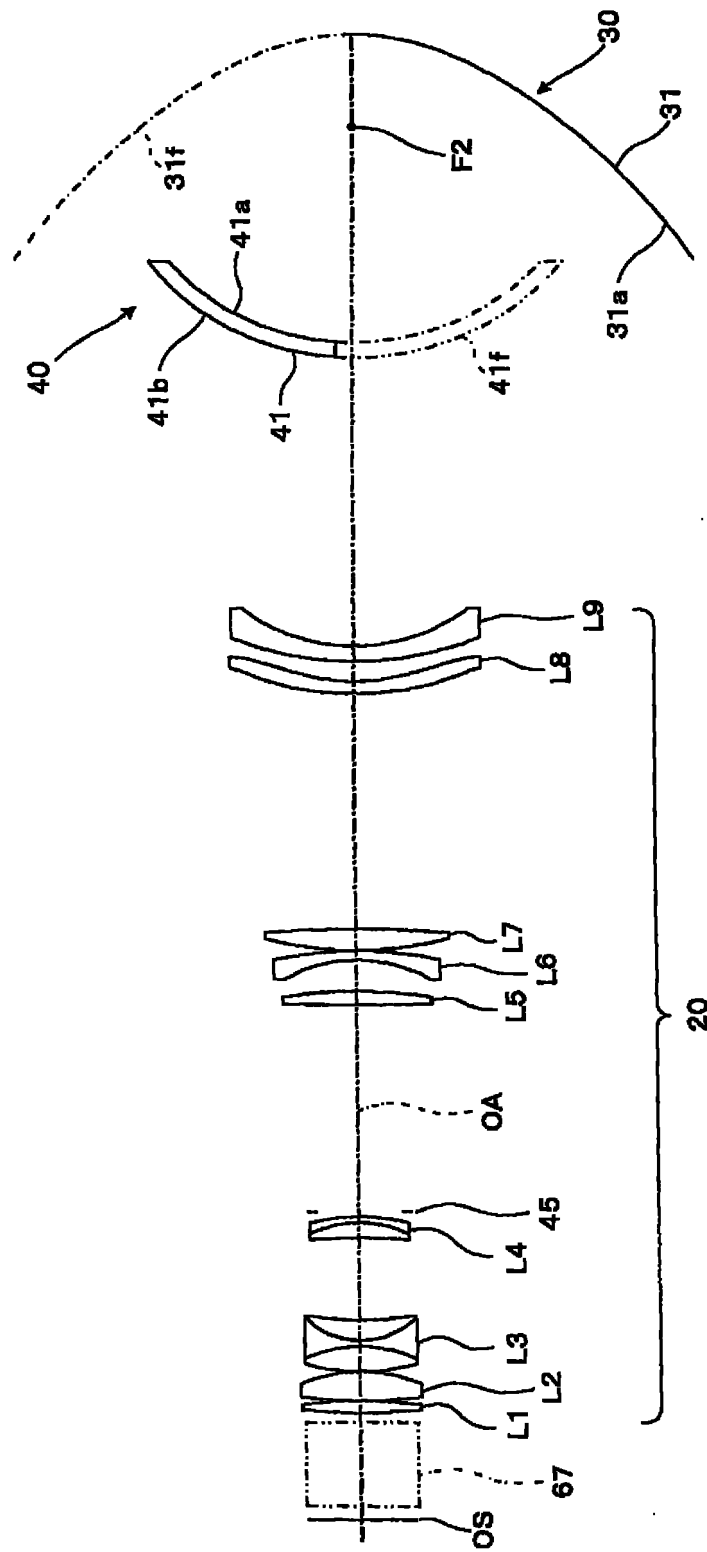


图 3

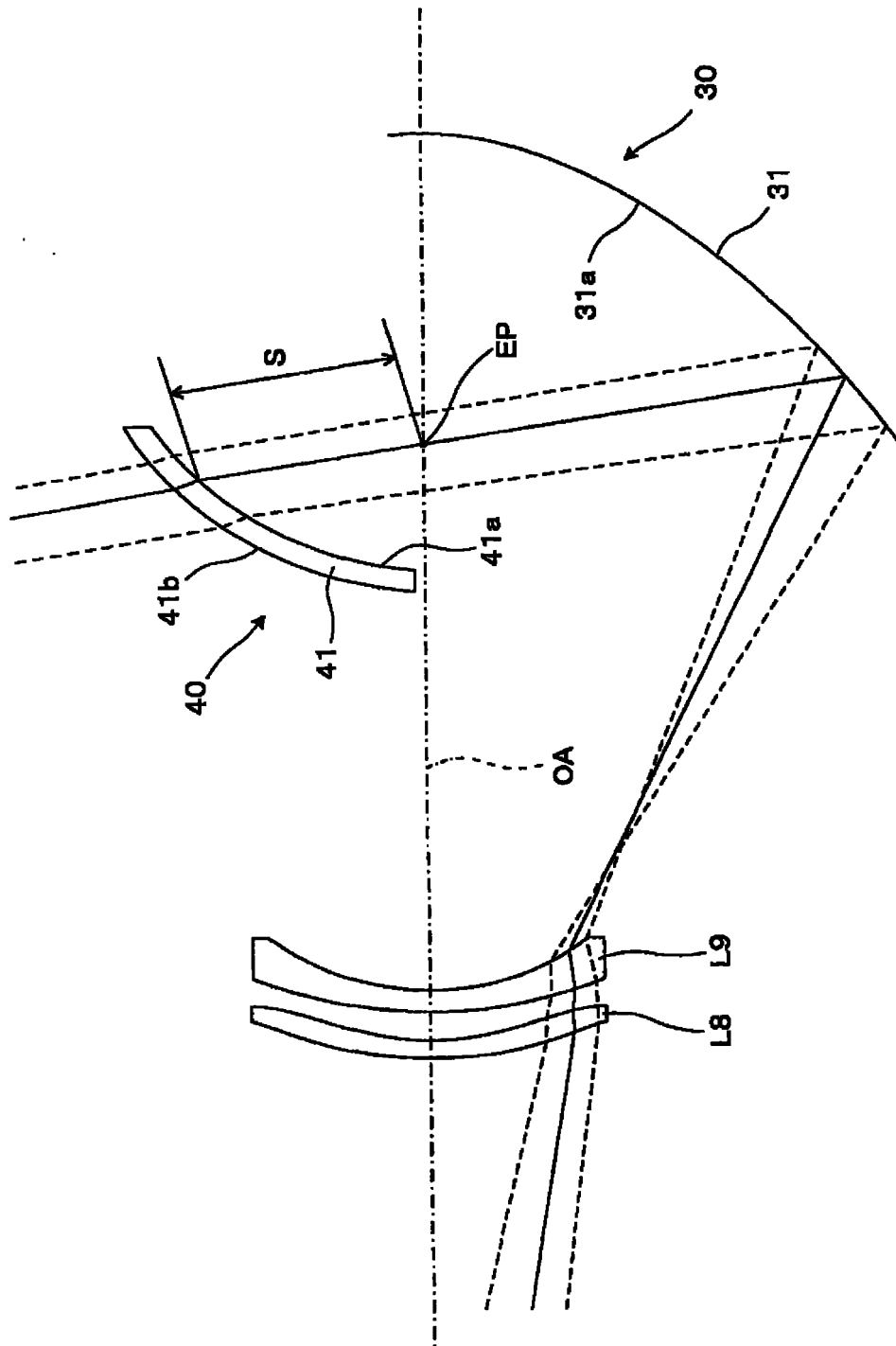


图 4

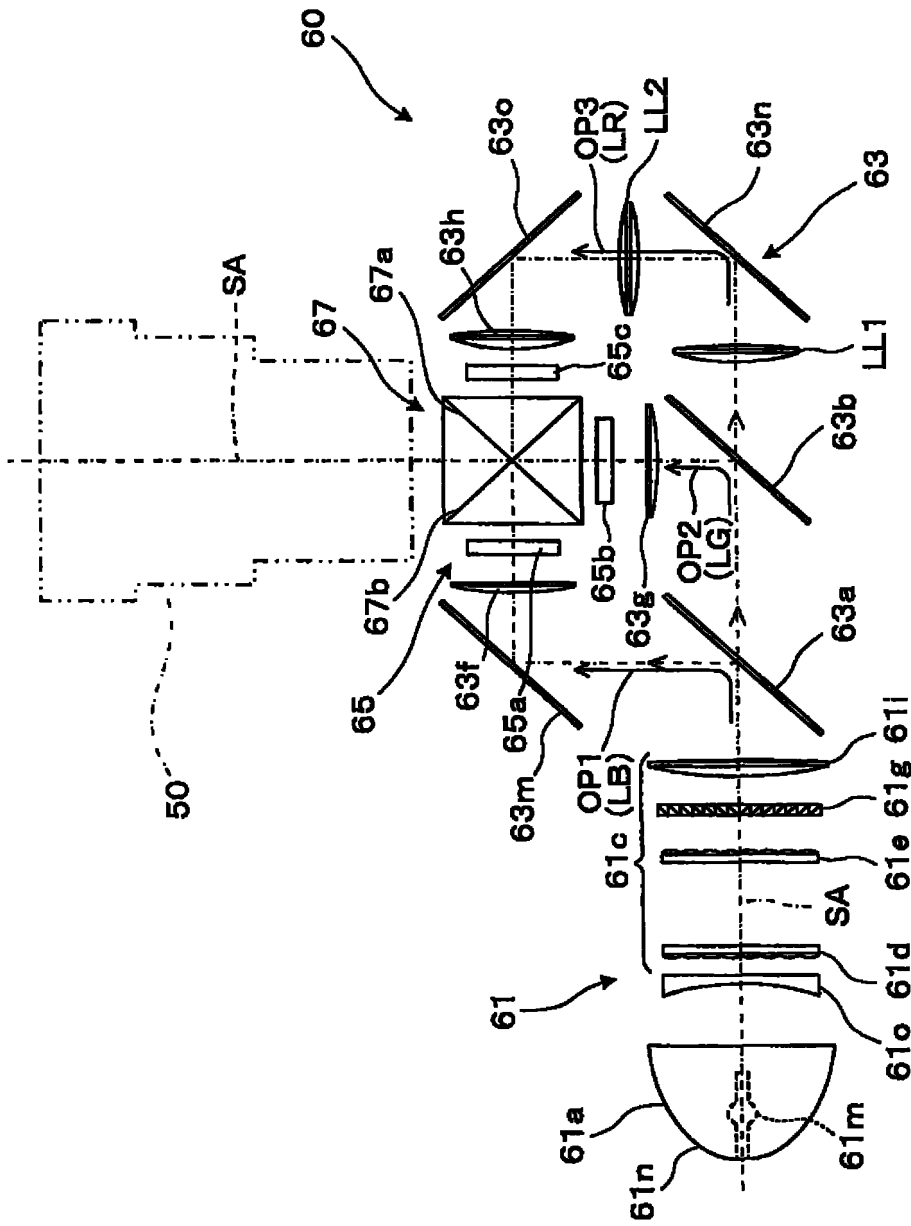


图 5

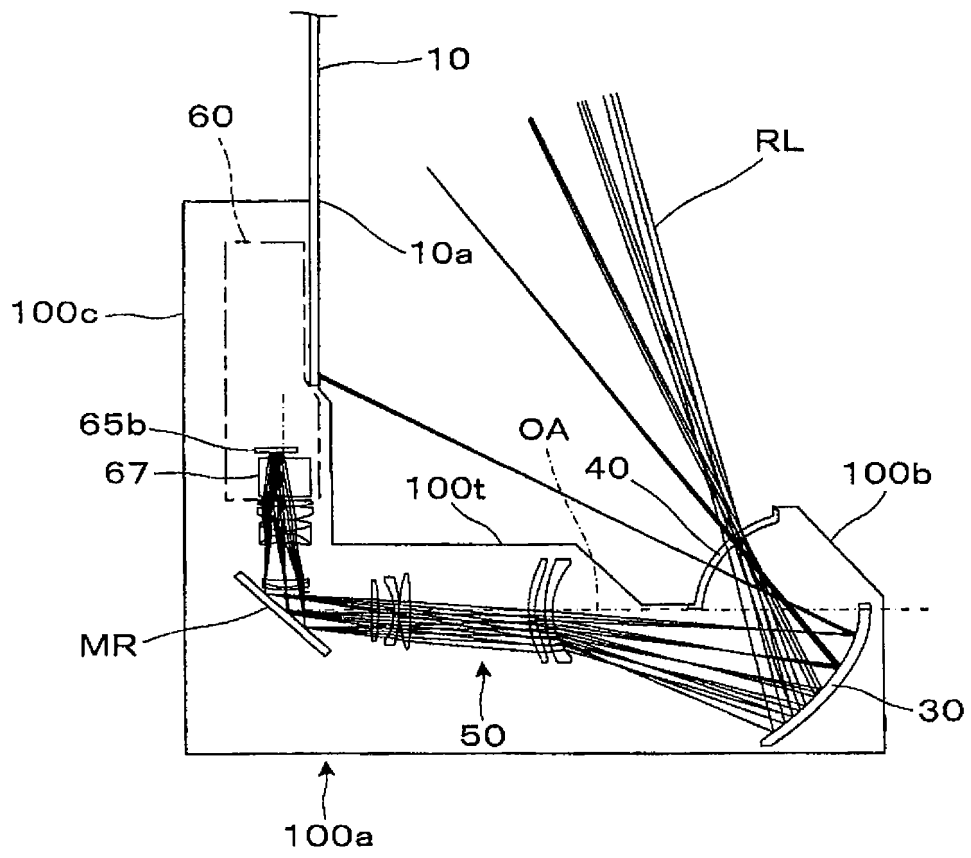


图 6

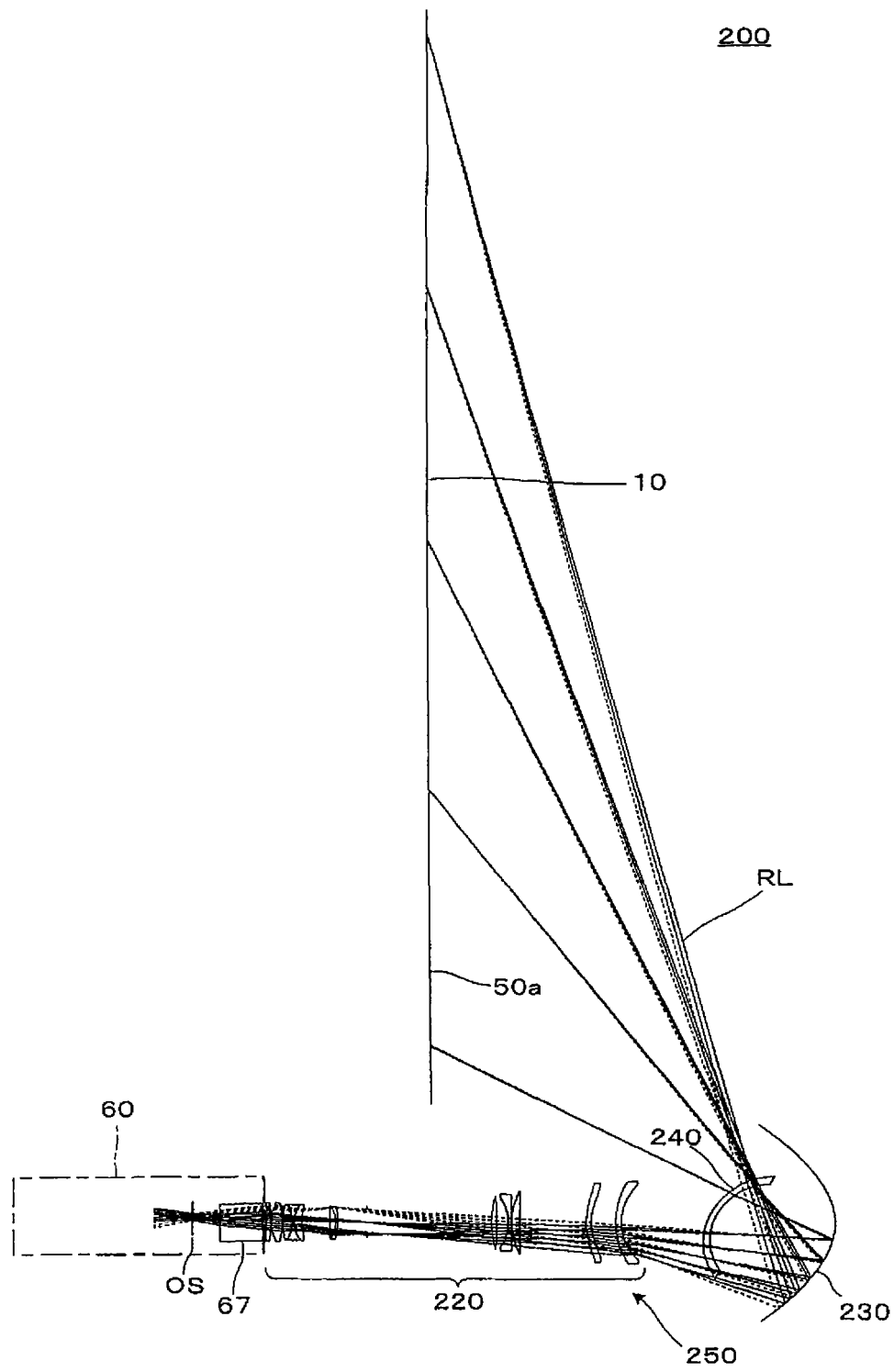


图 7

250

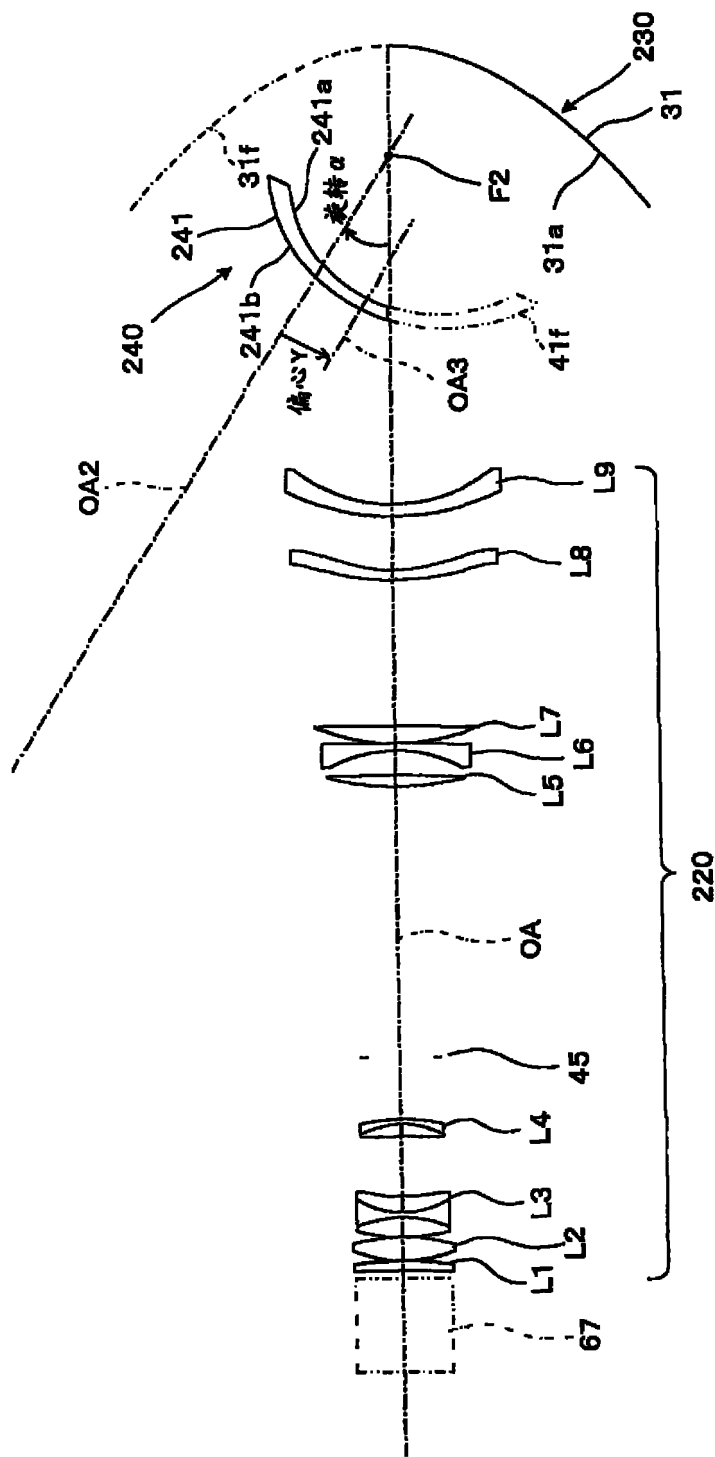


图 8

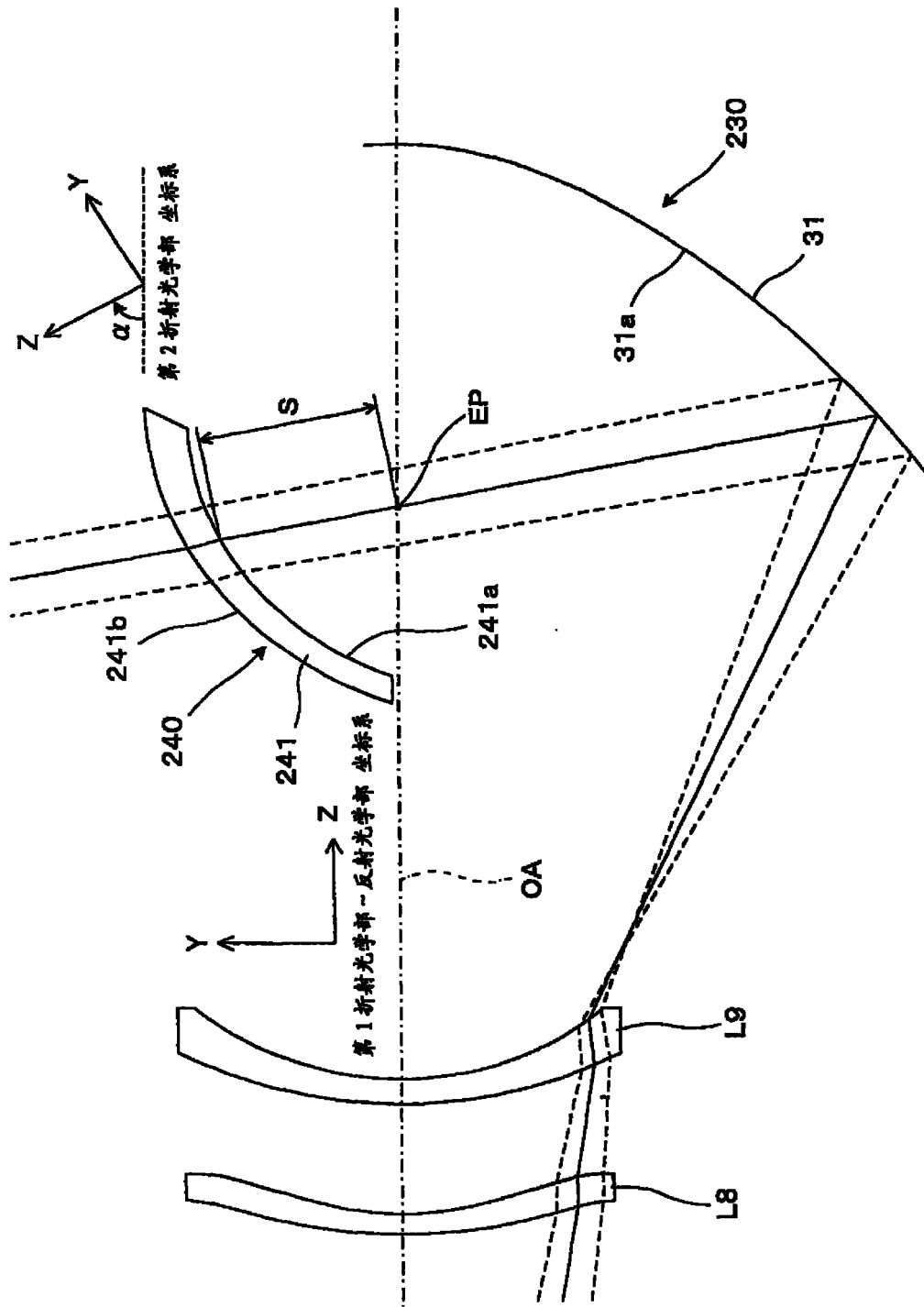


图 9

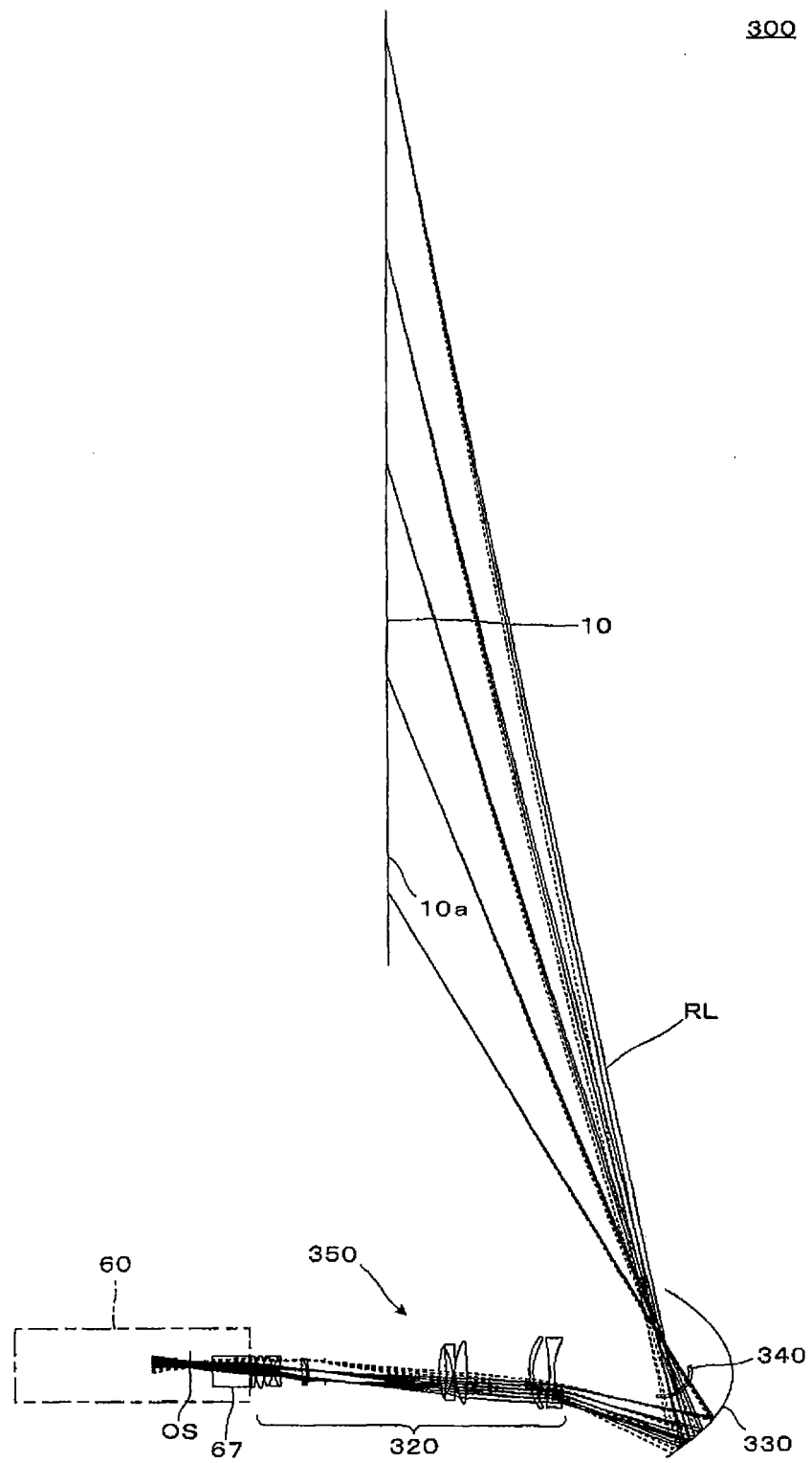


图 10

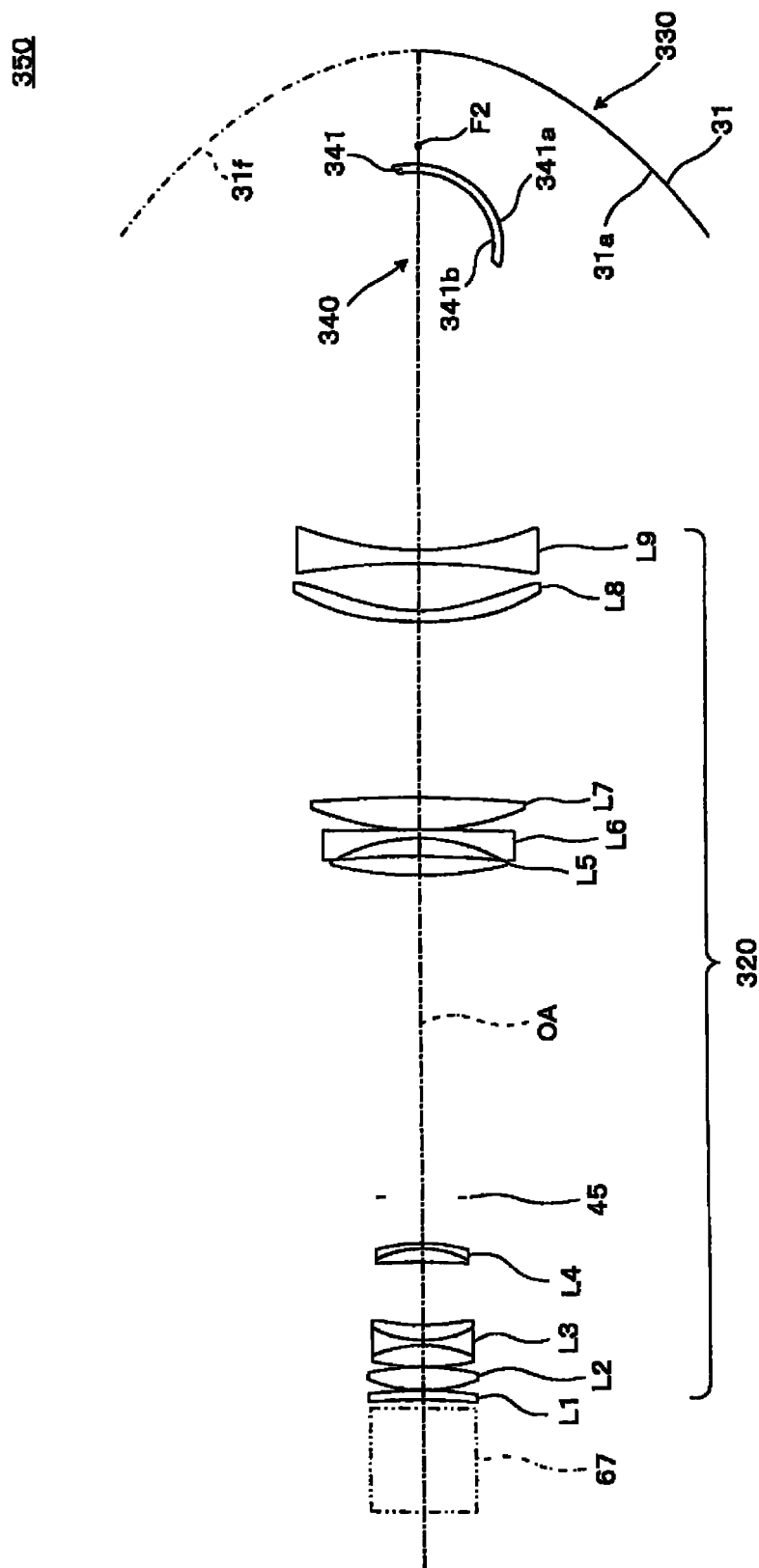


图 11

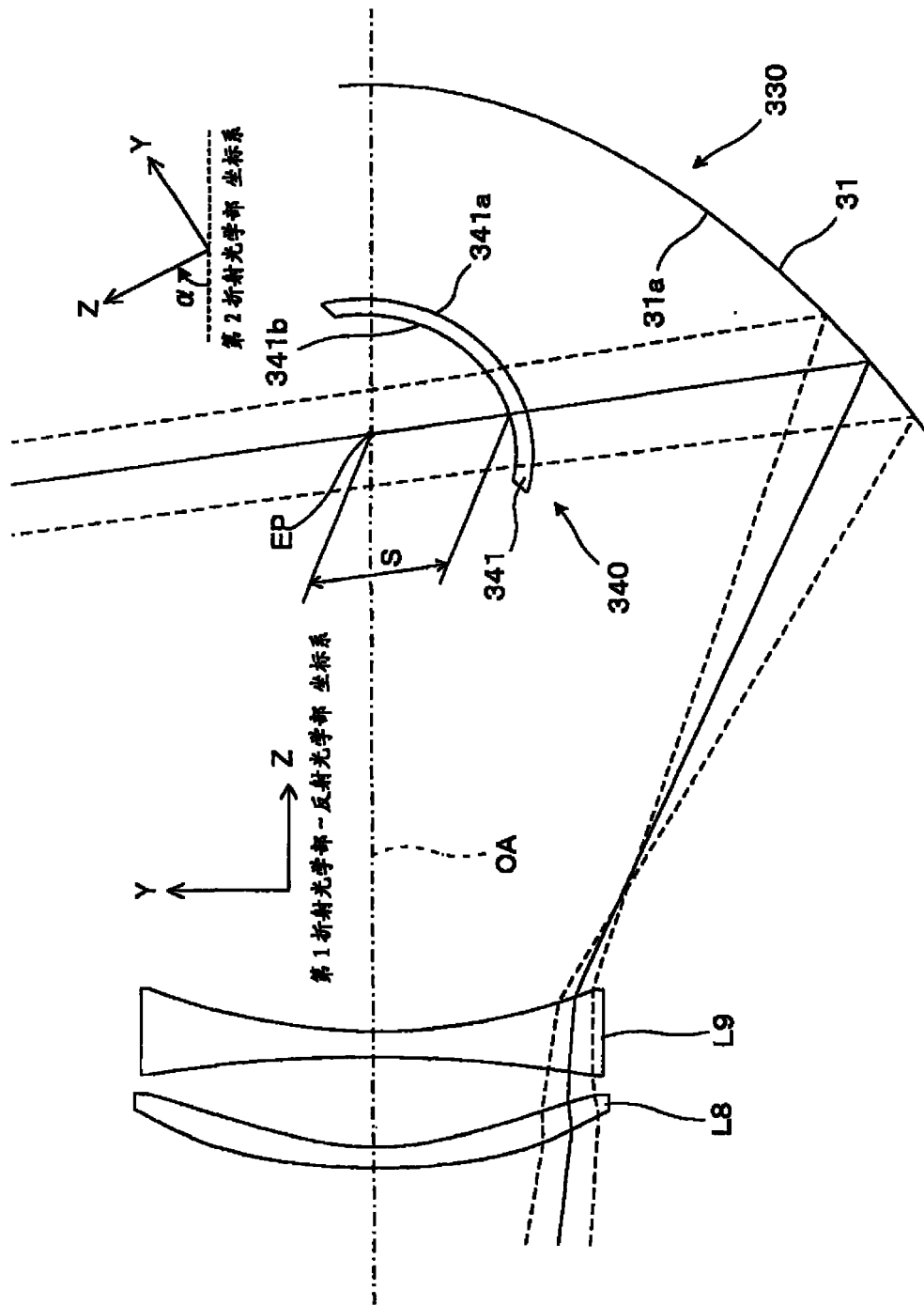


图 12