

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 9/14 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510078030.5

[43] 公开日 2006年7月26日

[11] 公开号 CN 1808203A

[22] 申请日 2005.6.13

[21] 申请号 200510078030.5

[30] 优先权

[32] 2005.1.21 [33] JP [31] 2005-014122

[71] 申请人 里程碑株式会社

地址 日本东京

共同申请人 堂 智

[72] 发明人 堂 智

[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 王以平

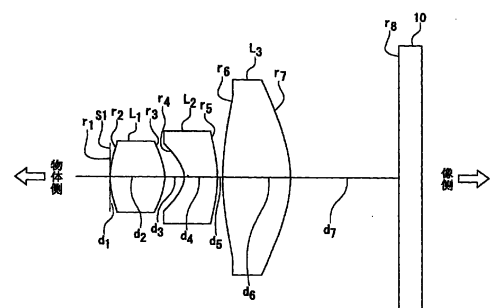
权利要求书 4 页 说明书 55 页 附图 59 页

[54] 发明名称

摄像镜头

[57] 摘要

本发明提供了各种像差被良好地校正，光程长短，而且能确保有充分的后焦距的摄像镜头。该摄像镜头包括孔径光阑 S1、第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3。按照从物体侧到像侧，由孔径光阑、第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成。第一透镜 L1 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面，且具有正的屈光力的透镜，第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜，第三透镜 L3 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面，且具有正的屈光力的透镜。而且，第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 三个透镜的两侧面均为非球面。



第一发明摄像镜头的剖面图

【权利要求 1】

一种摄像镜头具有孔径光阑 S1、第一透镜 L1、第二透镜 L2
5 和第三透镜 L3，按照从物体侧到像侧，由孔径光阑 S1、第一透镜
L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成，

第一透镜 L1 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面，且具有正的屈光
力的透镜；

第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜；

10 第三透镜 L3 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面，且具有正的屈光
力的透镜，

而且，第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 三个透镜
的两侧面均为非球面，

该摄像镜头满足以下条件：

15 $0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (1-1)$

$$0.08 < d_3 / f < 0.12 \quad (1-2)$$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (1-3)$$

$$0.24 < d_6 / f < 0.40 \quad (1-4)$$

$$0.90 < L / 2 Y < 1.10 \quad (1-5)$$

20 $0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (1-6)$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (1-7)$$

式中，

f: 摄像镜头的组合焦距

r2 : 第一透镜 L1 于物体侧的光轴附近的曲率半径，即轴上曲
25 率半径

r3 : 第一透镜 L1 于像侧的光轴附近的曲率半径，即轴上曲率
半径

d₃ : 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 在光轴上的间距

d₄ : 第二透镜 L2 的中心厚度

d_6 : 第三透镜 L3 的中心厚度

L : 第一透镜 L1 的物体侧面到摄像面的在光轴上的间距, 即光学长

2 Y: 像高, 即有效画面的对角线长

5 b_f : 在空气中从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离

F_{NO} : 数值孔径, 即F数

【权利要求 2】

一种摄像镜头具有第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3, 按照从物体侧到像侧, 由第一透镜 L1、孔径光阑
10 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成,

第一透镜 L1 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面, 且具有正的屈光力的透镜;

第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜;

15 第三透镜 L3 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面, 且具有正的屈光力的透镜,

而且, 第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 三个透镜的两侧面均为非球面,

该摄像镜头且满足以下条件:

$$0.55 < | r_1 / r_2 | < 0.70 \quad (2-1)$$

$$20 \quad 0.08 < D_3 / f < 0.12 \quad (2-2)$$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (2-3)$$

$$0.24 < d_6 / f < 0.40 \quad (2-4)$$

$$0.90 < L / 2 Y < 1.10 \quad (2-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$25 \quad 2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (2-7)$$

式中,

f: 摄像镜头的组合焦距

r_1 : 第一透镜 L1 于物体侧的光轴附近的曲率半径, 即轴上曲率半径

r_2 : 第一透镜 L1 于像侧的光轴附近的曲率半径, 即轴上曲率半径

D_3 : 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 在光轴上的间距

d_4 : 第二透镜 L2 的中心厚度

5 d_6 : 第三透镜 L3 的中心厚度

L : 第一透镜 L1 的物体侧面到摄像面的在光轴上的间距, 即光学长

$2Y$: 像高, 即有效画面的对角线长

b_f : 在空气中从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离

10 F_{NO} : 数值孔径, 即F数

【权利要求 3】

一种摄像镜头具有孔径光阑 S1、第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3, 按照从物体侧到像侧, 由孔径光阑 S1、第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成,

第一透镜 L1 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面, 且具有正的屈光力的透镜;

第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜;

第三透镜 L3 是物体侧及像侧的两侧面呈凸面, 且具有正的屈光力的透镜,

而且, 第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 三个透镜的两侧面均为非球面,

该摄像镜头满足以下条件:

$$0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (3-1)$$

$$25 \quad 0.08 < D_3 / f < 0.12 \quad (3-2)$$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (3-3)$$

$$0.24 < d_6 / f < 0.40 \quad (3-4)$$

$$0.90 < L / 2Y < 1.10 \quad (3-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (3-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (3-7)$$

式中,

f : 摄像镜头的组合焦距

5 r_2 : 第一透镜 L1 于物体侧的光轴附近的曲率半径, 即轴上曲率半径)

r_3 : 第一透镜 L1 于像侧的光轴附近的曲率半径, 即轴上曲率半径)

D_3 : 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 在光轴上的间距

D_4 : 第二透镜 L2 的中心厚度

10 d_6 : 第三透镜 L3 的中心厚度

L : 第一透镜 L1 的物体侧面到摄像面的在光轴上的间距, 即光学长

$2Y$: 像高, 即有效画面的对角线长

b_f : 在空气中从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离

15 F_{NO} : 数值孔径, 即F数

【权利要求 4】

权利要求 1 至权利要求 3 所述的摄像镜头中, 构成该摄像镜头的上述第二透镜 L2 的材料的折射率、比构成第一透镜 L1 和第三透镜 L3 的材料的折射率高; 而构成该摄像镜头的第二透镜 L2 的材料的阿贝数、比构成第一透镜 L1 和第三透镜 L3 的材料的阿贝数低。

【权利要求 5】

权利要求 1 至权利要求 3 所述的摄像镜头中, 构成该摄像镜头的上述第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的材料的阿贝数在 30 至 60 范围内。

25 【权利要求 6】

权利要求 1 至权利要求 3 所述的摄像镜头中, 构成该摄像镜头的上述第一透镜 L1 和第三透镜 L3 是由环烯塑性材料, 第二透镜 L2 是由聚碳酸酯材料形成。

摄像镜头

5 技术领域

本发明涉及的摄像镜头尤其适合安装于以CCD(Charge Coupled Devices)或CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)为摄像元件的手机与个人电脑的画像输入装置、数码相机、监视用CCD摄像机以及检查装置等。

10

技术背景

在上述的摄像镜头中,以摄像镜头的物体侧的入射面到摄像面(CCD等的摄像面)的距离定义的光学长必须短。即在设计透镜时,摄像镜头的组合焦距对光学长的比必须小。以下,光学长短且焦距对光学长的比小的摄像镜头,也称为小型镜头。

15

以手机为例,摄像镜头的光学长至少要比手机本身的厚度短。另一方面,以从摄像镜头像侧的出射面到摄像面的距离定义的后焦距应尽可能长。即在设计透镜时,后焦距对焦距的比应尽可能取大。这是因为在摄像镜头和摄像面之间必须插入滤波器或保护玻璃等配件。

20

除此以外,作为摄像镜头,各种像差及画像的畸变必须被校正到充分小的程度,以致于不被肉眼所感知,且足以满足摄像元件: imaging elements(或称「像素: pixels」)的集成密度的要求。以下,各种像差被良好地校正了的画像也被称为「良好的画像」。

25

如下所示,适用于使用了CCD,CMOS等固体摄像元件的,以携带型电脑和电视电话装置等为代表的摄像装置中,具有三层结构的摄像镜头已有报道。这些镜头都既能确保广视角,又能实现小型化轻量化。

其中,第一类具有三层结构的摄像镜头已经公开,该摄像镜头能确保广视角,且能得到各种像差被良好地校正了的画像。(例如,参

照专利文献1)

但是,该摄像镜头按照从物体侧开始,由具有不同屈光力的第一、第二和第三透镜的三枚透镜顺序排列构成。第一透镜 L1 是凸面朝向像侧且具有正的屈光力的弯月形透镜,第二透镜 L2 是以凸面朝向物
5 体侧且具有负的屈光力的弯月形透镜,第三透镜 L3 是具有正的屈光力的凸透镜,结果构成其光学长对后焦距的比过大的结构,无法实现镜头的小型化。

另外,第二类至第四类具有三层结构的摄像镜头分别已经公开,这些摄像镜头均能确保广视角,各种像差被良好地校正,且实现了短
10 焦距化。(例如,参照专利文献2,专利文献3及专利文献4)

这些摄像镜头也如上述公开的摄像镜头一样,按照从物体侧开始,由具有不同的屈光力的第一、第二和第三透镜的三枚透镜顺序排列构成。第一透镜具有正的屈光力,第二透镜具有负的屈光力,第三
15 透镜具有正的屈光力。该摄像镜头的组合焦距虽然能设计得短,然而后焦距和光学长都过长。而且由于利用了玻璃材料透镜,所以成本高。

已经公开的第五类具有三层结构的摄像镜头中,通过采用非球面透镜和设计功率分配及透镜表面形状而实现摄像镜头的小型化。(例如,参照专利文献5)

但是,该摄像镜头按照从物体侧开始,由具有不同的屈光力的第一、第二和第三透镜的三枚透镜顺序排列构成。第一透镜具有负的屈
20 光力,第二透镜具有正的屈光力,第三透镜具有负的屈光力,结果成为相对合成焦距而言,光学长的摄像镜头。且因为利用了玻璃材料,所以成本高。

已经公开的第六类具有三层结构的摄像镜头中,含有一组各自至少有一个非球面表面而且互相以凹面朝向对方的弯月形的塑性材料透
25 镜,整个透镜系统由三枚透镜组成。此摄像镜头在实现小型化和降低成本的同时,能够简单地抑制由于温度变化而引起的焦点移动。(例如,参照专利文献6)

但是,此摄像镜头按照从物体侧开始,由具有不同的屈光力的第

一、第二和第三透镜的三枚透镜顺序排列构成。第一透镜具有弱屈光力，第二透镜也具有弱屈光力，第三透镜具有正的屈光力。因此仅仅依靠第三透镜不能补偿第一透镜和第二透镜的屈光力，结果导致与合成焦距相比，后焦距变长且光学长也变长。而且，因为第三透镜为玻璃透镜，所以不能完全降低成本。

已经公开的第七类具有三层结构的摄像镜头中，整个透镜系分为前、后两组。该摄像镜头为，前组具有正的屈光力，后组具有负的屈光力的望远型结构。摄像镜头的光学长短且价格廉宜。（例如，参照专利文献7）

但是，此透镜组按照从物体侧开始，由具有不同的屈光力的第一、第二和第三透镜的三枚透镜顺序排列构成。第一透镜具有负的屈光力，第二透镜具有正的屈光力，第三透镜具有负的屈光力，而且第二透镜与第三透镜的间距大。因此，有与合成焦距相比光学长过长，及第三透镜孔径过大的问题，不适合装载于手机与个人电脑的画像输入装置、数码相机、监视用 CCD 摄像机以及检查装置等。

已经公开的第八类具有三层结构的摄像镜头中，从物体侧开始由两枚正透镜和一枚两面均为非球面且以凹面朝向像侧的负透镜组成。该负透镜从透镜中心到透镜周边，透镜的负功率逐渐变弱而在周边部透镜的功率转变为正。（例如，参照专利文献8）

但是，此透镜组的特点是相当于第三透镜 L3 的透镜从透镜中心到周边透镜的负功率逐渐变弱，透镜的功率转变为正的位置距透镜中心距离在透镜的有效孔径的 0.7倍~1.0倍范围内。被公开的摄像镜头的实施例中，镜头的功率由负转变为正的转折点到透镜中心的距离分别为透镜有效孔径的0.96倍和0.97倍，几乎位于透镜的周边部。

如果把镜头的功率转变为正的转折点设于透镜的周边部，入射到透镜光轴与摄像面交点附近以及入射到透镜周边部的光，对摄像元件的入射角接近直角，然而入射到透镜光轴与摄像面交点到透镜周边部之间的光，对摄像元件的入射角就远离直角。也就是说，占画像重要部份的光对摄像元件的入射角远离直角，因为光从倾斜方向入射到摄

像元件而在入射面的反射量增加，所以输送到摄像元件的光电转换面的光能量变小，因此产生这部份画像变暗的问题。

第九类具有三层结构的摄像镜头中，从物体侧开始由孔径光阑，两面为凸状的正透镜的第一透镜，以凹面朝向物体侧的负透镜的第二透镜，和凸面朝向物体侧的弯月形透镜组成。（例如，参照专利文献9）

此透镜组的设计，使得在第一透镜的物体侧设置了孔径光阑的情况下，可以得到良好的画像。通过在第一透镜的物体侧设置孔径光阑，可以使得入射光瞳的位置接近于物体。因而具有主光线以接近于垂直角度入射到画像面的特点。如果主光线以倾斜角度入射到画像面，就会产生入射到设置于画像面的画素（摄像元件）的入射光量减少的 Shading 现象，因此画面的周边部份画像会变暗。

该问题是由于，当光线从与摄像元件的倾斜方向入射到摄像元件时，在摄像元件的表面的反射量会增加，传送到摄像元件的光电转换面的光量减少而产生的。因此，通过在第一透镜的物体侧设置孔径光阑，可以设计不易产生 Shading 现象的摄像镜头。

对根据以上的设计方针设计的摄像镜头，更进一步以防止画像的对比度减少现象的耀光（即 Flare）或画像浸润现象（即 Smear）为目的，在第一透镜与第二透镜之间加设孔径光阑后，将产生以下问题。即，在透过孔径光阑的主光线中，对摄像镜头的光轴具有大的入射角的主光线，会被孔径光阑遮断。因而，该孔径光阑在遮断造成耀光或浸润等引起画质下降的原因的迷光的同时，会遮断如上所述的一部分主光线，有时甚至会产生画像的周边部份的光量减少，画像的周边部份变暗的问题。

另外，该摄像镜头具有，相当于第三透镜的透镜为弯月形透镜的特征，因此相对于光学长来说，后焦距相对短。即，如在摄像镜与透镜面之间插入滤波器或保护玻璃等配件，使后焦距取长则光学长也必须相应变长，结果造成摄像镜头本身过大的问题。

第十类具有三层结构的摄像镜头中，从物体侧开始，由以凸面朝向物体侧的正透镜的第一透镜，光阑，由塑料材料构成的至少有一个非

球面的，以凹面朝向物体侧的负透镜或正透镜的第二透镜，和有两个非球面且以凸面朝向物体侧的正透镜的第三透镜组成。（例如，参照专利文献10）

第十类具有三层结构的摄像镜头，在第一透镜与第二透镜之间设置光阑，以该光阑具有孔径光阑的功能用为前提，设计成可以取得良好的画像。即，如把快门等设于第一透镜的物体侧，由于快门等的原因镜头的入射口径变窄。因此，该快门等实质有光阑的作用，使得入射到光阑上的主光线的一部分被遮断。对镜头的光轴具有大的入射角的主光线，即形成画像的周边部的光线，如被设置在第一透镜的物体侧快门等遮断，就可能产生画像的周边部份变暗的问题。

另外，该摄像镜头与第九类三层结构的摄像镜头相同，相当于第三透镜的透镜为弯月形透镜。因而，该摄像镜头与第九类三层结构的摄像镜头相同，有后焦距取长则光学长也必须相应变长，结果造成摄像镜本身过大的问题。

第十一类具有三层结构的摄像镜头中，从物体侧开始，由以玻璃材料构成的凸面朝向物体侧的正透镜的第一透镜，光阑，由塑料材料构成的至少有一个非球面的凹面朝向物体侧的弯月形正透镜的第二透镜，和以塑料材料构成的有两个非球面且凸面朝向物体侧的负透镜或正透镜的第三透镜组成。（例如，参照专利文献11）

第十一类三层结构的摄像镜头与第十类三层结构的摄像镜头的基本构成相同，所以与第十类三层结构的摄像镜头有相同的问题。

第十二类具有三层结构的摄像镜头中，从物体侧开始，由至少有一个非球面和两个凸面的正透镜的第一透镜，光阑，至少有一个非球面的凹面朝向物体侧的弯月形正透镜的第二透镜，和以塑料材料构成的有两个非球面且凸面朝向物体侧的负透镜或正透镜的第三透镜组成。（例如，参照专利文献12）

第十二类三层结构的摄像镜头与第十类及第十一类三层结构的摄像镜头的基本构成相同，所以与第十类及第十一类三层结构的摄像镜头有同样的问题。

第十三类具有三层结构的摄像镜头中，从物体侧开始，由凸面朝向物体侧的正透镜的第一透镜，凸面朝向像侧的弯月形负透镜的第二透镜，和凸面朝向物体侧的正透镜的第三透镜组成。并且包括，第一透镜的物体侧设置光阑的摄像镜头，和在第一透镜与第二透镜之间设置光阑的摄像镜头。（例如，参照专利文献13）

即，以第一透镜的物体侧设置的光阑具有孔径光阑功能为前提，设计了的可以取得良好的画像的摄像镜头，和在第一透镜与第二透镜之间设置的光阑具有孔径光阑的功能为前提，设计了可以取得良好的画像的摄像镜头。

如上所述，对以第一透镜的物体侧设置的光阑具有孔径光阑功能为前提，设计的可以取得良好的画像的摄像镜头，再在第一透镜与第二透镜之间设置光阑，通过孔径光阑的主光线中，对摄像镜头的光轴具有大的入射角的主光线，会被再设置的光阑遮断。同样，对在在第一透镜与第二透镜之间设置光阑具有孔径光阑的功能为前提，设计的可以取得良好的画像光阑的摄像镜头，再在第一透镜的物体侧设置的光阑，通过孔径光阑的主光线中，对摄像镜头的光轴具有大的入射角的主光线，会被再设置的光阑遮断。

可知，如上所述，在遮断造成耀光或浸润等引起画质下降的原因的迷光的同时，由于如上所述的主光线的一部分被遮断，有时甚至会产生到画像的周边部份的光量减少，画像的周边部份变暗的问题。

在参照专利文献13中，对第一透镜的物体侧设置了孔径光阑的摄像镜头，和在第一透镜与第二透镜之间设置了孔径光阑的摄像镜头，分别单独考虑以实施例进行了说明。即，分别对于不同的孔径光阑的位置设置，为了能得到良好的画像，对第一透镜至第三透镜的形状及其透镜的设置进行了设计。即，对在在第一透镜的物体侧设置了光阑，并且在第一透镜与第二透镜之间设置了孔径光阑的摄像镜头，并未进行说明。换言之，对除确定入射光瞳位置的孔径光阑外，为提高镜头的性能，而具有的以防止耀光或画像浸润为目的的光阑的摄像镜头，未进行说明。

另外，第十三类三层结构的摄像镜头，与第九类三层结构的摄像镜头相同，相当于第三透镜的透镜为弯月形透镜。因而，该摄像镜头与第九类三层结构的摄像镜头相同，有后焦距取长则光学长也必须相应变长，结果造成摄像镜头本身过大的问题。

- 5 【专利文献 1】特开平 2001-075006 号公报
 【专利文献 2】特开平 2003-149548 号公报
 【专利文献 3】特开平 2002-221659 号公报
 【专利文献 4】特开平 2002-244030 号公报
 【专利文献 5】特开平 2003-149545 号公报
10 【专利文献 6】特开平 10-301022 号公报
 【专利文献 7】特开平 10-301021 号公报
 【专利文献 8】特开平 2003-322792 号公报
 【专利文献 9】特开平 2004-4566 号公报
 【专利文献 10】特开平 2004-302058 号公报
15 【专利文献 11】特开平 2004-302059 号公报
 【专利文献 12】特开平 2004-302060 号公报
 【专利文献 13】特开平 2005-4045 号公报
 【发明要解决的问题】

20 本发明的目的是为了提供适合用于以 CCD 或 CMOS 为摄像元件的摄像机的摄像镜头，该摄像镜头的光学长短，后焦距尽量长，同时能获得良好的画像。光学长短的具体表示为光学长对焦距的比小。后焦距长的具体表示为后焦距对焦距的比大。

25 另外本发明中，因构成摄像镜头的所有透镜（三枚）均利用塑性材料形成，从而实现了低成本及轻量化。这里所指的塑性材料，是指可通过加热或/和加压而产生塑性变形而形成透镜且可以透过可见光的高分子物质。

发明内容

为了实现上述目的，第一发明的摄像镜头具有，孔径光阑 S1、

第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3，按照从物体侧到像侧，由孔径光阑 S1、第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序排列构成。第一透镜 L1 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜，第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜，第三透镜 L3 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜。

而且，第一透镜 L1 的两面、第二透镜 L2 的两面，而第三透镜 L3 的两面为非球面。

而且，根据本发明的实施例可知，此摄像镜头满足以下的条件式 (1-1) 至 (1-7)。

$$0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (1-1)$$

$$0.08 < d_3 / f < 0.12 \quad (1-2)$$

$$0.140 \leq d_4 / f < 0.270 \quad (1-3)$$

$$0.24 < d_6 / f < 0.40 \quad (1-4)$$

$$0.90 < L / 2Y < 1.10 \quad (1-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (1-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (1-7)$$

式中，

f: 摄像镜头的组合焦距

r_2 : 第一透镜 L1 物体侧的光轴附近的曲率半径 (轴上曲率半径)

r_3 : 第一透镜 L1 像侧的光轴附近的曲率半径 (轴上曲率半径)

d_3 : 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的光轴上的间距

d_4 : 第二透镜 L2 的中心处厚度

d_6 : 第三透镜 L3 的中心处厚度

L: 从第一透镜 L1 物体侧到摄像面的距离 (空气中)

2Y: 像高 (有效画面的对角线长)

b_f : 从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离 (空气中)

F_{NO} : 数值孔径 (F 数值)

以从摄像镜头像侧的出射面到摄像面的距离而定义的后焦距 b_f ，本文中指从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离。像高 $2Y$ 指有效画面的对角线长，即，指设置于摄像镜头的摄像面上的固体摄像元件的矩形受光面的对角线长度。

5 第二发明的摄像镜头具有，第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3，按照从物体侧到像侧，由第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序排列构成。第一透镜 L1 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜，第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜，第三透镜
10 L3 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜。

而且，第一透镜 L1 的两面、第二透镜 L2 的两面，而第三透镜 L3 的两面为非球面。

而且，根据本发明的实施例可知，此摄像镜头满足以下的条件式 (2-1) 至 (2-7)。

$$15 \quad 0.55 < |r_1/r_2| < 0.70 \quad (2-1)$$

$$0.08 < D_3/f < 0.12 \quad (2-2)$$

$$0.140 \leq d_4/f < 0.270 \quad (2-3)$$

$$0.24 < d_6/f < 0.40 \quad (2-4)$$

$$0.90 < L/2Y < 1.10 \quad (2-5)$$

$$20 \quad 0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$2.70 < F_{No} < 3.60 \quad (2-7)$$

式中，

f ：摄像镜头的组合焦距

r_1 ：第一透镜 L1 物体侧的光轴附近的曲率半径（轴上曲率半径）
25 径）

r_2 ：第一透镜 L1 像侧的光轴附近的曲率半径（轴上曲率半径）

D_3 ：第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的光轴上的间距

d_4 ：第二透镜 L2 的中心处厚度

d_6 ：第三透镜 L3 的中心处厚度

L : 从第一透镜 L1 物体侧到摄像面的距离 (空气中)

2Y: 像高 (有效画面的对角线长)

b_f : 从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离 (空气中)

F_{NO} : 数值孔径 (F 数值)

- 5 以从摄像镜头像侧的出射面到摄像面的距离而定义的后焦距 b_f , 本文中指从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离。像高 2Y 指有效画面的对角线长, 即, 指设置于摄像镜头的摄像面上的固体摄像元件的, 矩形受光面的对角线长度。

- 10 第二发明的摄像镜头中, 因在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间设置孔径光阑 S2, 第一透镜 L1 到第二透镜 L2 的光轴上的间距 D_3 , 如下定义。即, 间距 D_3 为第一透镜 L1 像侧到孔径光阑 S2 的间距与孔径光阑 S2 到第二透镜 L2 物体侧的间距之和。

- 15 第三发明的摄像镜头具有, 孔径光阑 S1、第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3, 按照从物体侧到像侧, 由孔径光阑 S1、第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序排列构成。第一透镜 L1 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜, 第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜, 第三透镜 L3 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜。

- 20 而且, 第一透镜 L1 的两面、第二透镜 L2 的两面, 而第三透镜 L3 的两面为非球面。

而且, 根据本发明的实施例可知, 此摄像镜头满足以下的条件式 (3-1) 至 (3-7)。

$$0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (3-1)$$

25 $0.08 < D_3 / f < 0.12 \quad (3-2)$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (3-3)$$

$$0.24 < D_6 / f < 0.40 \quad (3-4)$$

$$0.90 < L / 2Y < 1.10 \quad (3-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (3-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (3-7)$$

式中，

f: 摄像镜头的组合焦距

5 r_2 : 第一透镜 L1 物体侧的光轴附近的曲率半径 (轴上曲率半径)

r_3 : 第一透镜 L1 像侧的光轴附近的曲率半径 (轴上曲率半径)

D_3 : 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 的光轴上的间距

d_4 : 第二透镜 L2 的中心处厚度

D_6 : 第三透镜 L3 的中心处厚度

10 L : 从第一透镜 L1 物体侧到摄像面的距离 (空气中)

2Y: 像高 (有效画面的对角线长)

b_f : 从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离 (空气中)

F_{NO} : 数值孔径 (F 数值)

15 以从摄像镜头像侧的出射面到摄像面的距离而定义的后焦距 b_f , 本文中指从第三透镜 L3 的像侧面到摄像面的距离。像高 2Y 指有效画面的对角线长, 即, 指设置于摄像镜头的摄像面上的固体摄像元件的, 矩形受光面的对角线长度。

20 第三发明的摄像镜头至第二发明的摄像镜头, 在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间设置孔径光阑 S2, 第一透镜 L1 到第二透镜 L2 的光轴上的间距 D_3 与第二摄像镜头相同如下定义。即, 间距 D_3 为第一透镜 L1 像侧到孔径光阑 S2 的间距与孔径光阑 S2 到第二透镜 L2 物体侧的间距之和。

25 第一发明的摄像镜头至第三发明的摄像镜头中最好使得, 第二透镜 L2 的材料的折射率比第一透镜 L1 及第三透镜 L3 的材料的折射率大, 第二透镜 L2 的材料的阿贝数比第一透镜 L1 及第三透镜 L3 的材料的阿贝数小。

另外, 第一发明的摄像镜头至第三发明的摄像镜头中, 第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 应由阿贝数为 30 到 60 范围内的材料形成。而且, 第一透镜 L1 及第三透镜 L3 透镜最好由环烯塑

料,而第二透镜 L2 最好由聚碳酸酯材料形成。

【发明的效果】

如果,第一透镜 L1 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜,第二透镜 L2 是凸面朝向像侧且具有负的屈光力的弯月形透镜,第三透镜 L3 是以凸面朝向物体侧及像侧具有正的屈光力的透镜,光学长 L 就能缩短。

下面说明上述的条件式 (1-1) 至 (1-7)、(2-1) 至 (2-7) 及 (3-1) 至 (3-7) 对本发明的摄像镜头的意义。

条件式 (1-1)、(2-1) 及 (3-1) 为决定第一透镜 L1 的第 1 面 (物体侧的面) 的轴上曲率半径与第 2 面 (像侧的面) 的轴上曲率半径的比的条件。如果该比值大于条件式 (1-1)、(2-1) 及 (3-1) 的下限,摄像镜头的后焦距足以确保能在摄像镜头与摄像面之间插入保护玻璃或滤波器等配件,且能确保摄像镜头的后焦距在一定的长度范围内而不会影响装载该摄像镜头的设备的小型化。而且能确保畸变像差不会过大,同时第一透镜 L1 的第 1 面也容易加工。

如果第一透镜 L1 的第 1 面 (物体侧的面) 的轴上曲率半径与第 2 面 (像侧的面) 的轴上曲率半径的比值,小于条件式 (1-1)、(2-1) 及 (3-1) 的上限,能缩短后焦距,实现摄像镜头的小型化。另外,

球面像差和像散不会取太大的正值。并且,畸变像差虽取负值,其绝对值充分小。第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的各种像差能被校正到必要的范围之内。

条件式 (1-2)、(2-2) 及 (3-2) 是关于第一透镜 L1、第二透镜 L2 的条件式,决定以摄像镜头的组合焦距 f 将第一透镜 L1 到第二透镜 L2 之间的距离 d_3 的取值范围归一化的条件。但是,第二发明的摄像镜头至第三发明的摄像镜头中,以 D_3 代表 d_3 。理由如上所述,因在第二发明的摄像镜头及第三摄像镜头中,在第一透镜 L1 到第二透镜 L2 之间配置了孔径光阑 S2 之故。即,间距 D_3 为第一透镜 L1 像侧到孔径光阑 S2 的间距与孔径光阑 S2 到第二透镜 L2 物体侧的间距之和,为与未配置孔径光阑 S2 的第一摄像镜头区别,

以 D_3 代替 d_3 表示。两者物理意义相同，以下的说明中，在不必区分二者的情况下，不以 D_3 代替 d_3 ，而以共同的 d_3 表示。

d_3/f 大于条件式 (1-2)、(2-2) 及 (3-2) 的下限时，球面像差不会取太大的正值，另外，畸变像差不会取太大的负值。当 d_3/f 小于条件式 (1-2)、(2-2) 及 (3-2) 的上限时，不必过于增大第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的口径，以至影响设备的小型化。

条件式 (1-3)、(2-3) 及 (3-3) 是，决定以摄像镜头的组合焦距 f 将第二透镜 L2 的中心处厚度 d_4 的取值范围归一化的条件。但是，第三发明的摄像镜头中，以 D_4 代表 d_4 。因在第三发明的摄像镜头中，在第一透镜 L1 物体侧配置了孔径光阑 S1，且在第一透镜 L1 到第二透镜 L2 之间配置了孔径光阑 S2 之故，为下文中说明方便，分别表示。两者物理意义相同，以下的说明中，在不必区分二者的情况下，不以 D_4 代替 d_4 ，而以共同的 d_4 表示。

d_4/f 大于条件式 (1-3)、(2-3) 及 (3-3) 的下限时，能够确保树脂透镜加工时必须的中心处厚度。当 d_4/f 小于条件式 (1-3)、(2-3) 及 (3-3) 的上限时，摄像面的畸变像差能够足够小，从而得到良好的画像。

条件式 (1-4)、(2-4) 及 (3-4) 是，决定以摄像镜头的组合焦距 f 将第三透镜 L3 的中心处厚度 d_6 的取值范围归一化的条件。

但是，第三发明的摄像镜头中，以 D_6 代表 d_6 。因与上述的 d_4 相同，在第三发明的摄像镜头中，在第一透镜 L1 物体侧配置了孔径光阑 S1，且在第一透镜 L1 到第二透镜 L2 之间配置了孔径光阑 S2，为下文中说明方便，分别表示。两者物理意义相同，以下的说明中，在不必区分二者的情况下，不以 D_6 代替 d_6 ，而以共同的 d_6 表示。

d_6/f 大于条件式 (1-4)、(2-4) 及 (3-4) 的下限时，能够确保第三透镜 L3 的周边部的厚度足以设置，形成树脂透镜时，把稀释后的形成树脂灌入铸模时必要的通路。即，如果第三透镜 L3 的中心处厚度 d_6 变薄，第三透镜 L3 的周边部的厚度也相应变薄。但是，

把 d_6/f 设计成, 比 (1-4)、(2-4) 及 (3-4) 的下限大, 就能确保第三透镜 L3 的周边部的厚度足以设置, 形成树脂透镜时必要的通路。

另外, 当 d_6/f 小于条件式 (1-4)、(2-4) 及 (3-4) 的上限时, 第三透镜 L3 的周边部不必大到影响摄像镜头的小型化。畸变像差能够足够小, 从而得到良好的画像。

上述的条件式 (1-5)、(2-5) 及 (3-5) 是规定, 光学长 L 与像高 (有效画面的对角线长) $2Y$ 的比值的取值范围的条件式。如 $L/2Y$ 大于条件式 (1-5)、(2-5) 及 (3-5) 的下限, 能确保第一透镜 L1、第二透镜 L2 及第三透镜 L3 的厚度, 在形成镜头所必须的厚度之上。即, 以树脂材料形成第一透镜 L1、第二透镜 L2 及第三透镜 L3 时, 射出成形时如透镜的厚度薄, 则不易把树脂材料均等地注入铸模。因而, 以树脂材料形成透镜时, 透镜必须有一定的厚度。当 $L/2Y$ 大于条件式 (1-5)、(2-5) 及 (3-5) 的下限时, 能充分确保透镜的厚度。

如 $L/2Y$ 小于条件式 (1-5)、(2-5) 及 (3-5) 的上限, 在确保第一透镜 L1、第二透镜 L2 及第三透镜 L3 的外形不影响摄像镜头的小型化的同时, 能确保到达摄像镜头周边的光量比不会过小。

上述的条件式 (1-6)、(2-6) 及 (3-6) 是, 决定以摄像镜头的组合焦距 f 将后焦距 b_f 的取值范围归一化的条件式。如果 b_f 值在条件式 (1-6)、(2-6) 及 (3-6) 的范围之内, 就能在第三透镜 L3 的像侧面与摄像面之间插入作为手机等的画像输入装置中需要的滤波器等配件。

上述的条件式 (1-7)、(2-7) 及 (3-7) 是规定, 摄像镜头的数值孔径 (F 数值) 的取值范围的条件式。如数值孔径大于条件式 (1-7)、(2-7) 及 (3-7) 的下限, 不仅能确保作为摄像镜头的充分的分辨率, 而且能确保到达摄像镜头周边的光量比足够大。当数值孔径大于条件式 (1-7)、(2-7) 及 (3-7) 的下限时, 则具有作为摄像镜头需要的充分的亮度, 即安装在使用 CCD 或 CMOS 的摄像装置中, 也不必因

噪声水平问题,而提高 CCD 或 CMOS 的感光度。

5 所以,第一发明的摄像镜头至第三发明的摄像镜头,只要采用分别满足上述条件式(1-1)至(1-7)、条件式(2-1)至(2-7)及条件式(3-1)至(3-7)的七个条件的透镜结构,可以解决以上所述的问题点,能够实现具有良好的画像的小型摄像镜头。

第一发明的摄像镜头具有,确定入射光瞳位置的孔径光阑 S1 位于第一透镜 L1 的前侧,即第一透镜 L1 的物体侧的特点。由此,能使入射光瞳的位置接近于物体,让主光线以接近于垂直角度入射到摄像面,从而能防止 Shading 现象。

10 第二发明的摄像镜头具有,确定入射光瞳位置的孔径光阑 S2 位于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的特点。由此,孔径光阑 S2 有除去由第一透镜 L1 产生的耀光的作用。由于第三透镜 L3 的口径大,对第一透镜 L1 产生的引起耀光的迷光,在入射到第三透镜 L3 前遮断比通过后遮断要有效得多。

15 另外,只要改变孔径光阑的大小就能改变摄像镜头的数值孔径(F 数值)。因第二发明的摄像镜头为,孔径光阑 S2 配置于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的构成,只要交换孔径光阑 S2 就能改变摄像镜头的数值孔径。但是,对如第一发明的摄像镜头,孔径光阑配置于第一透镜 L1 的前侧,则需追溯到固定圆筒的制作阶段,固定圆筒是为固定构成摄像镜头的第一透镜 L1 至第三透镜 L3 等。圆筒的前端起孔径光阑 S1 的作用,所以必须设计圆筒的开口的大小。即,每次改变数值孔径,就必须重新设计摄像镜头的圆筒,及重新制作制造摄像镜头的圆筒的铸模。

20 如上所述,第一发明的摄像镜头至第二发明的摄像镜头,分别有不同的特点。

第三发明的摄像镜头是,除具有确定入射光瞳位置的孔径光阑外,同时还具有用于防止耀光或画像浸润目的的孔径光阑的摄像镜头。即,同时配置有光阑 S1 和光阑 S2,以光阑 S1 为孔径光阑计算而得的各种像差,和以光阑 S2 为孔径光阑计算而得的各种像差,无论哪

种情况均能得到良好的画像，是第三发明的摄像镜头的特点。计算各种像差时，假定第一透镜 L1至第三透镜 L3 的形状及构成材料相同，而且透镜之间的相互间距也相同。

下文的实施例 11 及实施例 12 中，以光阑 S1 为孔径光阑，以光阑 S2 为孔径光阑为前提，对以上两种情况分别计算各种像差。确认无论哪种情况均能得到良好的画像。

换言之，第三发明的摄像镜头是有以下特点的摄像镜头，直到画像的周边部都可确保有充分的亮度，并且能遮断造成耀光或画像浸润等引起画质下降的原因的迷光。

另外，如第二透镜 L2 的材料的折射率比第一透镜 L1 及第三透镜 L3 的材料的折射率大，并且第二透镜 L2 的材料的阿贝数比第一透镜 L1 及第三透镜 L3 的材料的阿贝数小，色差/球差能显著地减小。

如果第二透镜 L2 利用聚碳酸酯形成，而第一透镜 L1 和第三透镜 L3 利用环烯塑料形成，就可得到第二透镜 L2 的材料的折射率比第一透镜 L1 及第三透镜 L3 的材料的折射率大，并且第二透镜 L2 的材料的阿贝数比第一透镜 L1 及第三透镜 L3 的材料的阿贝数小。

因为环烯塑料的折射率是 1.5304，聚碳酸酯的折射率是 1.5839，而环烯塑料的阿贝数是 56.2，聚碳酸酯的阿贝数是 30.0，所以这些材料可以用于本发明的摄像镜头。

众所周知，环烯塑料及聚碳酸酯材料适合于利用已经成熟的射出整形法制造透镜。当然不必限定于特定的塑性材料，只要是阿贝数在 30 到 60 范围内的塑性材料或模制玻璃材料都可以利用。

下文的实施例 1 及实施例 12 中，第一透镜 L1 和第三透镜 L3 利用环烯塑料形成，而第二透镜 L2 利用聚碳酸酯形成。

附图说明

【图 1】第一发明摄像镜头的剖面图

- 【图 2】第一实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 3】第一实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 4】第一实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 5】第一实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 5 【图 6】第二实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 7】第二实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 8】第二实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 9】第二实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 10】第三实施例的摄像镜头的剖面图
- 10 【图 11】第三实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 12】第三实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 13】第三实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 14】第四实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 15】第四实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 15 【图 16】第四实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 17】第四实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 18】第五实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 19】第五实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 20】第五实施例的摄像镜头的像散图
- 20 【图 21】第五实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 22】第二发明摄像镜头的剖面图
- 【图 23】第六实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 24】第六实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 25】第六实施例的摄像镜头的像散图
- 25 【图 26】第六实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 27】第七实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 28】第七实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 29】第七实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 30】第七实施例的摄像镜头的色差/球差图

- 【图 31】第八实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 32】第八实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 33】第八实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 34】第八实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 5 【图 35】第九实施例的摄像镜头的剖面图
- 【图 36】第九实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 37】第九实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 38】第九实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 39】第十实施例的摄像镜头的剖面图
- 10 【图 40】第十实施例的摄像镜头的畸变像差图
- 【图 41】第十实施例的摄像镜头的像散图
- 【图 42】第十实施例的摄像镜头的色差/球差图
- 【图 43】第三发明摄像镜头的剖面图
- 【图 44】第十一实施例的摄像镜头的剖面图 [A]
- 15 【图 45】第十一实施例的摄像镜头的畸变像差图 [A]
- 【图 46】第十一实施例的摄像镜头的像散图 [A]
- 【图 47】第十一实施例的摄像镜头的色差/球差图 [A]
- 【图 48】第十一实施例的摄像镜头的剖面图 [B]
- 【图 49】第十一实施例的摄像镜头的畸变像差图 [B]
- 20 【图 50】第十一实施例的摄像镜头的像散图 [B]
- 【图 51】第十一实施例的摄像镜头的色差/球差图 [B]
- 【图 52】第十二实施例的摄像镜头的剖面图 [A]
- 【图 53】第十二实施例的摄像镜头的畸变像差图 [A]
- 【图 54】第十二实施例的摄像镜头的像散图 [A]
- 25 【图 55】第十二实施例的摄像镜头的色差/球差图 [A]
- 【图 56】第十二实施例的摄像镜头的剖面图 [B]
- 【图 57】第十二实施例的摄像镜头的畸变像差图 [B]
- 【图 58】第十二实施例的摄像镜头的像散图 [B]
- 【图 59】第十二实施例的的摄像镜头的色差/球差图 [B]

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的实施例。这些图仅在能帮助理解本
 5 发明程度上概括说明部件的形状、大小和配置关系。此外，以下说明
 中使用的数值以及其他条件仅仅是适当的例子，本发明并不只局限于
 这些实施例的形式。

图 1、图 22 和图 43 分别是本发明的摄像镜头的结构图。在
 图 1、图 22 和图 43 中定义的表面序号和表面间距等符号，在图
 10 2、图 6、图 10、图 14、图 18、图 23、图 27、图 31、图 35、图
 39、图 44、图 48、图 52 和图 56 中通用。

从物体侧开始顺次为第 1、第 2 和第 3 的透镜分别以 L1、L2 和
 L3 表示。在不产生误解的情况下， r_i ($i=1,2,3, \dots,9$) 除了用作表示轴
 上曲率半径值的变数之外，还用作识别透镜，保护玻璃或摄像面的符
 15 号（例如， r_1 用来表示第一透镜的物体侧的表面）。

这些图中所示的 r_i ($i=1,2,3, \dots,9$) 和 d_i ($i=1,2,3, \dots,8$) 等参数
 的具体数值由下面的表 1 至表 12 给出。下标 i ，按照从物体侧到像
 侧顺序，对应各透镜的表面序号、透镜的厚度或透镜表面间隔。即，

r_i 为第 i 表面的轴上曲率半径，
 20 d_i 为第 i 表面与第 $(i+1)$ 表面的间距，
 N_i 为由第 i 表面和第 $(i+1)$ 表面构成的透镜的材料的折射
 率

v_i 为由第 i 表面和第 $(i+1)$ 表面构成的透镜的材料的阿贝数

图 1、图 22 和图 43 中，光阑的开口部以线段表示。因为为了
 25 定义从镜头面到光阑面的距离，必须明确的表示光阑面与光轴的交点。
 图 2、图 6、图 10、图 14、图 18、图 23、图 27、图 31、图 35、
 图 39、图 44、图 48、图 52 和图 56，分别是第一实施例至第十二
 实施例的摄像镜头的剖面图中，与上述的图 1、图 22 和图 43 相
 反，光阑的开口部敞开，以开口部的端部为始点用两条直线代表遮断

光线的光阑本身。这是因为为了表示主光线等光线，有必要反映光阑的实际形态，所以把光阑的开口部敞开表示。

光学长 L ，在第一和第三摄像镜头中，是从孔径光阑 $S1$ 到摄像面的距离，在第二发明的摄像镜头中，是从第一透镜的物体侧与光轴 5 的交点到摄像面的距离。后焦距 b_f ，表示在光轴上的从第三透镜的像侧面到摄像面的距离。

非球面数据在表 1 至表 12 各栏中与表面序号一起示明。因为光阑 $S1$ 及光阑 $S2$ 的面、及摄像面都是平面，所以其曲率半径以 ∞ 表示。

10 本发明中使用的非球面由下式给出。

$$Z = ch^2 / [1 + [1 - (1 + k) c^2 h^2]^{1/2}] + A_0 h^4 + B_0 h^6 + C_0 h^8 + D_0 h^{10}$$

式中，

15 Z : 距表面顶点的切平面的距离

c : 面的近轴曲率

h : 距光轴的高度

k : 圆锥常数

A_0 : 4 级非球面系数

B_0 : 6 级非球面系数

20 C_0 : 8 级非球面系数

D_0 : 10 级非球面系数

本说明书的表 1 至表 12 中，非球面系数的数值以指数形式表示，例如「 $e - 1$ 」代表「 10^{-1} 」。焦距 f 值表示，由第 1 至第 3 透镜组成的透镜组的组合焦距。

25 下面参照图 2 至图 25 分别说明第一至第十二实施例。

图 3、图 7、图 11、图 15、图 19、图 24、图 28、图 32、图 36、图 40、图 45、图 49、图 53 和图 57 表示畸变像差，按照相应的到光轴的距离(纵轴采用像面内距光轴的最大距离为 100 的百分率表示)表示像差量(横轴采用百分率表示正切条件的不满足量)。

图 4、图 8、图 12、图 16、图 20、图 25、图 29、图 33、图 37、图 41、图 46、图 50、图 54 和图 58 表示像散，像散曲线与畸变像差曲线相同，按照对应的到光轴的距离，像差量 (mm 单位) 以横轴表示，图中分别表示了子午面 (meridional) 和弧矢面 (sagittal) 的像差量 (mm 单位)。图 5、图 9、图 13、图 17、图 21、图 26、图 30、图 34、图 38、图 42、图 47、图 51、图 55 和图 59 表示色差/球差，在色差/球差曲线中，纵轴为入射高 h (F 数)，而相应的像差量 (mm 单位) 以横轴表示。

另外，色差/球差曲线中，示明了相对于 C 线 (波长 656.3 nm 的光)，d 线 (波长 587.6 nm 的光)，e 线 (波长 546.1 nm 的光)，F 线 (波长 486.1 nm 的光) 以及 g 线 (波长 435.8 nm 的光) 的像差量。折射率为相对于 d 线 (587.6 nm 的光) 的折射率。

以下汇总了第一至第十二实施例中的有关透镜部件的曲率半径 (mm 单位)、透镜表面间距 (mm 单位)、透镜材料的折射率、透镜材料的阿贝数、焦距、数值孔径和非球面系数。在第一至第十二实施例中，各别以 f_1 、 f_2 和 f_3 表示第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的焦距。在第一至第十二实施例的所有实施例中， f_1 、 f_3 取正值，而 f_2 取负值。即，第一透镜 L1 及第三透镜 L3 是具有正的屈光力的透镜，而第二透镜 L2 是具有负的屈光力的透镜。

另外，光轴上曲率半径 r_i ($i=1,2,3,\dots,9$)，在物体侧面为凸面时取正值，在像侧为凸面时取负值。由构成镜头的曲面的曲率半径的取值符号可知，第一透镜 L1 是物体侧及像侧均呈凸面的凸透镜；第二透镜 L2 是像侧呈凸面的弯月形透镜；第三透镜 L3 是物体侧及像侧均呈凸面的凸透镜。

下面说明各实施例的特征。第一至第十二实施例中，第一透镜 L1 和第三透镜 L3 的材料为环烯塑料 ZEONEX 480 R (ZEONEX 是日本 zeon 股份有限公司的注册商标而 480 R 是其产品号)。而第二透镜 L2 采用聚碳酸酯为材料。

ZEONEX 480 R 相对于 d 线的折射率是 1.5304，而聚碳酸酯

相对于d线的折射率是1.5869。ZEONEX 480 R 的阿贝数是56.0，而聚碳酸酯的阿贝数是30.9。

而且，第一透镜 L1 的两面、第二透镜 L2 的两面，以及第三透镜 L3的两面为非球面。

5

【第一发明】

第一发明的摄像镜头如图1所示，具有孔径光阑 S1、第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3，按照从物体侧到像侧，由孔径光阑 S1、第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成。

10 以下在表1至表5中汇总了第一发明的摄像镜头的第一至第五实施例的，有关透镜部件的曲率半径(mm 单位)、透镜表面间距(mm 单位)、透镜材料的折射率、透镜材料的阿贝数、焦距、数值孔径和非球面系数。

【表 1】

第一实施例

曲率半径(ri)	间距(di)	折射率(Ni)	阿贝数(νi)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
r1 = ∞	d1 = 0.0000							
r2 = 0.421	d2 = 0.2394	N2 = 1.5304	ν2 = 56.0	-1.400e-1	3.868e-1	-3.459e+2	1.545e+4	-3.294e+5
r3 = -0.689	d3 = 0.0901			2.800	-1.486e+1	-2.430e+1	-1.772e+3	4.245e+3
r4 = -0.149	d4 = 0.1445	N4 = 1.5839	ν4 = 30.9	-7.939e-1	1.776e+1	1.357e+2	6.271e+2	-1.214e+5
r5 = -0.320	d5 = 0.0227			-1.888	1.039e+1	2.019e+2	-1.561e+3	-2.012e+3
r6 = 1.084	d6 = 0.3032	N6 = 1.5304	ν6 = 56.0	-4.340	-2.197	1.847	1.010e+2	-3.599e+2
r7 = -10.754	d7 = 0.4817			3.000e-2	-3.222	1.338e+1	-8.214e+1	1.855e+2
r8 = ∞								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.53 \text{ mm}$
 数值孔径 $Fno = 2.90$ $f_2 = -0.69 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.30 \text{ mm}$ $f_3 = 1.87 \text{ mm}$

5

【表 2】

第二实施例

曲率半径(ri)	间距(di)	折射率(Ni)	阿贝数(νi)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
r1 = ∞	d1 = 0.0000							
r2 = 0.436	d2 = 0.2519	N2 = 1.5304	ν2 = 56.0	-1.530e-1	6.923e-2	-2.956e+2	1.232e+4	-2.551e+5
r3 = -0.659	d3 = 0.0925			2.930	-1.345e+1	-4.422e+1	-1.213e+3	2.624e+4
r4 = -0.155	d4 = 0.1479	N4 = 1.5839	ν4 = 30.9	-7.668e-1	1.423e+1	1.123e+2	3.226e+3	-9.360e+4
r5 = -0.328	d5 = 0.0187			-1.620	9.406	1.826e+2	-1.289e+3	2.257e+2
r6 = 1.244	d6 = 0.3173	N6 = 1.5304	ν6 = 56.0	-1.165	-2.194	-1.459	8.371e+1	-2.475e+2
r7 = -9.759	d7 = 0.4596			0.000	-2.792	9.039	-5.070e+1	5.267e+1
r8 = ∞								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.54 \text{ mm}$
 数值孔径 $Fno = 2.78$ $f_2 = -0.73 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.32 \text{ mm}$ $f_3 = 2.10 \text{ mm}$

【表 3】

第三实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$							
$r_2 = 0.415$	$d_2 = 0.2376$	$N_2 = 1.5304$	$\nu_2 = 56.0$	-1.640e-2	4.209e-1	-3.987e+2	1.892e+4	-4.257e+5
$r_3 = -0.871$	$d_3 = 0.0875$			2.900	-1.614e+1	-2.802e+1	-2.156e+3	5.594e+3
$r_4 = -0.144$	$d_4 = 0.1400$	$N_4 = 1.5839$	$\nu_4 = 30.9$	-7.940e-1	1.931e+1	1.576e+2	7.681e+2	-1.574e+5
$r_5 = -0.312$	$d_5 = 0.0230$			-1.887	1.133e+1	2.326e+2	-1.901e+3	-2.594e+3
$r_6 = 1.068$	$d_6 = 0.2980$	$N_6 = 1.5304$	$\nu_6 = 56.0$	-4.334	-2.394	2.124	1.213e+2	-4.526e+2
$r_7 = -10.702$	$d_7 = 0.4876$			0.000	-3.455	1.548e+1	-1.027e+2	2.322e+2
$r_8 = \infty$								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.52 \text{ mm}$
 数值孔径 $Fno = 2.80$ $f_2 = -0.66 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.24 \text{ mm}$ $f_3 = 1.85 \text{ mm}$

【表 4】

5

第四实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$							
$r_2 = 0.416$	$d_2 = 0.2379$	$N_2 = 1.5304$	$\nu_2 = 56.0$	5.120e-2	6.774e-1	-4.278e+2	1.951e+4	-3.919e+5
$r_3 = -0.671$	$d_3 = 0.0875$			9.880e-1	-1.453e+1	-1.040e+2	2.336e+3	-6.422e+4
$r_4 = -0.145$	$d_4 = 0.1400$	$N_4 = 1.5839$	$\nu_4 = 30.9$	-8.314e-1	2.250e+1	1.079e+2	8.030e+2	-1.544e+5
$r_5 = -0.313$	$d_5 = 0.0232$			-2.000	1.208e+1	2.318e+2	-2.382e+3	3.962e+3
$r_6 = 1.069$	$d_6 = 0.3008$	$N_6 = 1.5304$	$\nu_6 = 56.0$	-2.400	-2.665	1.177	1.325e+2	-4.679e+2
$r_7 = -10.711$	$d_7 = 0.4854$			0.000	-3.766	2.001e+1	-1.307e+2	2.808e+2
$r_8 = \infty$								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.52 \text{ mm}$
 数值孔径 $Fno = 2.80$ $f_2 = -0.66 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.26 \text{ mm}$ $f_3 = 1.85 \text{ mm}$

【表 5】

第五实施例

曲率半径 (ri)	间距 (di)	折射率 (Ni)	阿贝数 (vi)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
r1 = ∞	d1 = 0.0000							
r2 = 0.436	d2 = 0.2526	N2 = 1.5304	v2 = 56.0	-1.000e-1	8.097e-2	-2.794e+2	1.035e+4	-1.996e+5
r3 = -0.661	d3 = 0.0927			2.700	-1.353e+1	3.733	-1.785e+3	2.917e+4
r4 = -0.155	d4 = 0.1483	N4 = 1.5839	v4 = 30.9	-7.713e-1	1.314e+1	2.573e+2	2.568e+3	-1.265e+5
r5 = -0.329	d5 = 0.0183			-1.513	8.667	1.815e+2	-2.887e+2	-9.913e+3
r6 = 1.247	d6 = 0.3183	N6 = 1.5304	v6 = 56.0	-1.131e+1	-2.421	2.383	1.166e+2	-4.622e+2
r7 = -9.710	d7 = 0.4589			0.000	-2.491	5.391	-3.754e+1	2.666e+1
r8 = ∞								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.54 \text{ mm}$
 数值孔径 $F_{no} = 3.40$ $f_2 = -0.73 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.24 \text{ mm}$ $f_3 = 2.10 \text{ mm}$

5

【第一实施例】

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.421 \text{ mm}$

(B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.689 \text{ mm}$

(C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $d_3 =$

10 **0.0901 mm**

(D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1445 \text{ mm}$

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3032 \text{ mm}$

(F) 光学长 $L = 1.282 \text{ mm}$

(G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.30 \text{ mm}$

15

(H) 后焦距 $b_f = 0.482 \text{ mm}$

(I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.9$

因此,

(1-1) $| r_2 / r_3 | = | 0.421 / -0.689 | = 0.611$

(1-2) $d_3 / f = 0.0901 / 1.00 = 0.0901$

20

(1-3) $d_4 / f = 0.1445 / 1.00 = 0.1445$

$$(1-4) \quad d_6/f = 0.3032/1.00 = 0.3032$$

$$(1-5) \quad L/2Y = 1.282/1.30 = 0.9862$$

$$(1-6) \quad b_f/f = 0.482/1.00 = 0.482$$

$$(1-7) \quad F_{NO} = 2.9 ,$$

5 所以第一实施例中的透镜组，满足下面所有的条件式 (1-1) 至 (1-7)。

$$0.55 < | r_2/r_3 | < 0.70 \quad (1-1)$$

$$0.08 < d_3/f < 0.12 \quad (1-2)$$

$$0.140 \cong d_4/f < 0.270 \quad (1-3)$$

10 $0.24 < d_6/f < 0.40 \quad (1-4)$

$$0.90 < L/2Y < 1.10 \quad (1-5)$$

$$0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (1-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (1-7)$$

15 下文中提及的第一发明的条件式指上述 (1-1) 至 (1-7) 的七个条件式。

光阑 S1 如表 1 所示，设于第一透镜 L1 第 1 面 (物体侧的面) 与光轴的交点处。因光阑面是平面，表 1 中 $r_1 = \infty$ ，可知光阑 S1 设置于 r_1 处。另外，数值孔径 (F 数) 为 2.90。

20 图 2 示明第一实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm，后焦距为 0.482 mm，因此能确保充分的长度。

图 3 示明畸变像差曲线 20，图 4 示明像散曲线 (对子午面 (meridional) 的像差曲线 22 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 24)，而图 5 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 26，相对于 d 线的像差曲线 28，相对于 e 线的像差曲线 30，相对于 F 线的像差曲线 32 和相对于 g 线的像差曲线 34)。

图 3 和图 4 的像差曲线的纵轴，以到光轴距离的百分比值表示像高。图 3 和图 4 中，100% 对应于 0.651 mm。另外，图 5 的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数)，最大对应于 2.9，横轴表示像差量的大小。

畸变像差在像高 80% (像高 0.5208 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 0.4527%。而像高小于 0.5208 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.4527%。

5 像散在像高 100% (像高 0.651 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0875 mm。而像高小于 0.651 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0875 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 34 的像差量的绝对值达到最大为 0.0421 mm, 像差量的绝对值在 0.0421 mm 以内。

10 **【第二实施例】**

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.436$ mm

(B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.659$ mm

(C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $d_3 = 0.0925$ mm

15 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1479$ mm

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3173$ mm

(F) 光学长 $L = 1.288$ mm

(G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.32$ mm

(H) 后焦距 $b_f = 0.460$ mm

20 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.78$

因此,

$$(1-1) \quad | r_2 / r_3 | = | 0.436 / -0.659 | = 0.6616$$

$$(1-2) \quad d_3 / f = 0.0925 / 1.00 = 0.0925$$

$$(1-3) \quad d_4 / f = 0.1479 / 1.00 = 0.1479$$

25 (1-4) $d_6 / f = 0.3173 / 1.00 = 0.3173$

$$(1-5) \quad L / 2Y = 1.288 / 1.32 = 0.9758$$

$$(1-6) \quad b_f / f = 0.460 / 1.00 = 0.460$$

$$(1-7) \quad F_{NO} = 2.78$$

所以第二实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式 (1-1) 至

(1-7)。

$$0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (1-1)$$

$$0.08 < d_3 / f < 0.12 \quad (1-2)$$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (1-3)$$

$$5 \quad 0.24 < d_6 / f < 0.40 \quad (1-4)$$

$$0.90 < L / 2Y < 1.10 \quad (1-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (1-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (1-7)$$

下文中提及的第一发明的条件式指上述(1-1)至(1-7)的七个
10 条件式。光阑 S1 如表 2 所示, 设于第一透镜 L1 第 1 面(物体侧
的面)与光轴的交点处。即, 因光阑面是平面, 由表 2 中 $r_1 = \infty$ 可
知, 光阑 S1 设置于 r_1 处。另外, 数值孔径(F 数)为 2.78。

图 6 示明第二实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00
mm, 后焦距为 0.460 mm, 因此能确保充分的长度。

15 图 7 示明畸变像差曲线 36, 图 8 示明像散曲线(对于子午面
(meridional)的像差曲线 38 和对弧矢面(sagittal)的像差曲线 40),
而图 9 示明色差/球差曲线(相对于 C 线的像差曲线 42, 相对于 d
线的像差曲线 44, 相对于 e 线的像差曲线 46, 相对于 F 线的像差
曲线 48 和相对于 g 线的像差曲线 50)。

20 图 7 和图 8 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示
像高。图 7 和图 8 中, 100% 对应于 0.660 mm。另外, 图 9 的
像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.78, 横轴表示像
差量的大小。

25 畸变像差在像高 80% (像高 0.5280 mm) 处, 像差量的绝对值
达到最大为 0.5607%。而像高小于 0.660 mm 时, 其像差量的绝对值
均小于 0.5607%。

像散在像高 100% (像高 0.660 mm) 处, 对于子午面(meridional)
的像差量的绝对值达到最大为 0.0249 mm。而像高小于 0.660 mm
时, 其像差量的绝对值均小于 0.0249 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 50 的像差量的绝对值达到最大为 0.0764 mm, 像差量的绝对值在 0.0764 mm 以内。

【第三实施例】

- 5 (A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.415$ mm
 (B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.671$ mm
 (C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $d_3 =$
0.0875 mm
 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1400$ mm
 10 (E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.2980$ mm
 (F) 光学长 $L = 1.274$ mm
 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.24$ mm
 (H) 后焦距 $b_f = 0.488$ mm
 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.80$

15 因此,

- (1-1) $| r_2 / r_3 | = | 0.415 / -0.671 | = 0.6185$
 (1-2) $d_3 / f = 0.0875 / 1.00 = 0.0875$
 (1-3) $d_4 / f = 0.1400 / 1.00 = 0.1400$
 (1-4) $d_6 / f = 0.2980 / 1.00 = 0.2980$
 20 (1-5) $L / 2Y = 1.274 / 1.24 = 1.0274$
 (1-6) $b_f / f = 0.488 / 1.00 = 0.488$
 (1-7) $F_{NO} = 2.80$

所以第三实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式 (1-1) 至 (1-7)。

- 25 $0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70$ (1-1)
 $0.08 < d_3 / f < 0.12$ (1-2)
 $0.140 \cong d_4 / f < 0.270$ (1-3)
 $0.24 < d_6 / f < 0.40$ (1-4)
 $0.90 < L / 2Y < 1.10$ (1-5)

$$0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (1-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (1-7)$$

光阑 S1 如表 3 所示, 设于第一透镜 L1 第 1 面 (物体侧的面) 与光轴的交点处。即, 因光阑面是平面, 由表 3 中 $r_1 = \infty$ 可知, 光阑 S1 设置于 r_1 处。另外, 数值孔径 (F 数) 为 2.80。

图 10 示明第三实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.488 mm, 因此能确保充分的长度。

图 11 示明畸变像差曲线 52, 图 12 示明像散曲线 (对于子午面 (meridional) 的像差曲线 54 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 56), 而图 13 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 58, 相对于 d 线的像差曲线 60, 相对于 e 线的像差曲线 62, 相对于 F 线的像差曲线 64 和相对于 g 线的像差曲线 66)。

图 11 和图 12 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 11 和图 12 中, 100% 对应于 0.620 mm。另外, 图 9 的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.80, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差在像高 100% (像高 0.620 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 0.3991%。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.3991%。

像散在像高 100% (像高 0.620 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0221 mm。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0221 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 66 的像差量的绝对值达到最大为 0.0781 mm, 像差量的绝对值在 0.0781 mm 以内。

【第四实施例】

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.416$ mm

(B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.671$ mm

(C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $d_3 =$

0.0875 mm

(D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1400 \text{ mm}$

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3008 \text{ mm}$

(F) 光学长 $L = 1.274 \text{ mm}$

5 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2 Y = 1.26 \text{ mm}$

(H) 后焦距 $b_f = 0.485 \text{ mm}$

(I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.80$

因此,

(1-1) $| r_2 / r_3 | = | 0.416 / -0.671 | = 0.6200$

10 (1-2) $d_3 / f = 0.0875 / 1.00 = 0.0875$

(1-3) $d_4 / f = 0.1400 / 1.00 = 0.1400$

(1-4) $d_6 / f = 0.3008 / 1.00 = 0.3008$

(1-5) $L / 2 Y = 1.274 / 1.26 = 1.0111$

(1-6) $b_f / f = 0.485 / 1.00 = 0.485$

15 (1-7) $F_{NO} = 2.80$

所以第四实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式 (1-1) 至 (1-7)。

$0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70$ (1-1)

$0.08 < d_3 / f < 0.12$ (1-2)

20 $0.140 \cong d_4 / f < 0.270$ (1-3)

$0.24 < d_6 / f < 0.40$ (1-4)

$0.90 < L / 2 Y < 1.10$ (1-5)

$0.40 < b_f / f < 0.52$ (1-6)

$2.70 < F_{NO} < 3.60$ (1-7)

25 光阑 S1 如表 4 所示, 设于第一透镜 L1 第 1 面 (物体侧的面) 与光轴的交点处。即, 因光阑面是平面, 由表 4 中 $r_1 =$ 光阑 S1 设置于 r_1 处。另外, 数值孔径 (F 数) 为 2.80。

图 14 示明第四实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.485 mm, 因此能确保充分的长度。

图 15 示明畸变像差曲线 68, 图 16 示明像散曲线 (对于子午面 (meridional) 的像差曲线 70 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 72), 而图 17 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 74, 相对于 d 线的像差曲线 76, 相对于 e 线的像差曲线 78, 相对于 F 线的像差曲线 80 和相对于 g 线的像差曲线 82)。

图 15 和图 16 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 15 和图 16 中, 100% 对应于 0.630 mm。另外, 图 17 的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.80, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 0.8777%。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.8777%。

像散在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.1033 mm。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.1033 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 82 的像差量的绝对值达到最大为 0.0278 mm, 像差量的绝对值在 0.0278 mm 以内。

【实施例 5】

- (A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.436$ mm
 (B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.661$ mm
 (C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $d_3 = 0.0927$ mm
 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1483$ mm
 (E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3183$ mm
 (F) 光学长 $L = 1.289$ mm
 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.24$ mm
 (H) 后焦距 $b_f = 0.459$ mm
 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{No} = 3.40$

因此,

$$(1-1) \quad |r_2/r_3| = |0.436/-0.661| = 0.6596$$

$$(1-2) \quad d_3/f = 0.0927/1.00 = 0.0927$$

$$(1-3) \quad d_4/f = 0.1483/1.00 = 0.1483$$

$$5 \quad (1-4) \quad d_6/f = 0.3183/1.00 = 0.3183$$

$$(1-5) \quad L/2Y = 1.289/1.24 = 1.0395$$

$$(1-6) \quad b_f/f = 0.459/1.00 = 0.459$$

$$(1-7) \quad F_{NO} = 3.40$$

所以第五实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式 (1-1) 至
10 (1-7)。

$$0.55 < |r_2/r_3| < 0.70 \quad (1-1)$$

$$0.08 < d_3/f < 0.12 \quad (1-2)$$

$$0.140 \cong d_4/f < 0.270 \quad (1-3)$$

$$0.24 < d_6/f < 0.40 \quad (1-4)$$

$$15 \quad 0.90 < L/2Y < 1.10 \quad (1-5)$$

$$0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (1-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (1-7)$$

光阑 S1 如表 5 所示, 设于第一透镜 L1 第 1 面 (物体侧的
面) 与光轴的交点处。即, 因光阑面是平面, 由表 5 中 $r_1 = \infty$ 可知,
20 光阑 S1 设置于 r_1 处。另外, 数值孔径 (F 数) 为 3.40。

图 18 示明第五实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00
mm, 后焦距为 0.459 mm, 因此能确保充分的长度。

图 19 示明畸变像差曲线 84, 图 20 示明像散曲线 (对于子午面
(meridional) 的像差曲线 86 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 88),
25 而图 21 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 90, 相对于 d
线的像差曲线 92, 相对于 e 线的像差曲线 94, 相对于 F 线的像差
曲线 96 和相对于 g 线的像差曲线 98)。

图 19 和图 20 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表
示像高。图 19 和图 20 中, 100% 对应于 0.620 mm。另外, 图 21

的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 3.40, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差在像高 80% (像高 0.496 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 1.2363%。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均
5 小于 1.2363%。

像散在像高 100% (像高 0.620 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0404 mm。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0404 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 90
10 的像差量的绝对值达到最大为 0.0232 mm, 像差量的绝对值在 0.0232 mm 以内。

【第二发明】

第二发明的摄像镜头如图 22 所示, 具有第一透镜 L1、孔径光
15 阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3, 按照从物体侧到像侧, 由第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成。以下在表 6 至表 10 中汇总了有关第二发明的摄像镜头的第六至第十实施例的, 有关透镜部件的曲率半径 (mm 单位)、透镜表面间距 (mm 单位)、透镜材料的折射率、透镜材料的阿贝数、焦距、数值孔
20 径和非球面系数。

【表 6】

第六实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	A_0	B_0	C_0	D_0
$r_1 = 0.421$	$d_1 = 0.2394$	$N_1 = 1.5304$	$\nu_1 = 56.0$	-1.400e-1	3.868e-1	-3.459e+2	1.545e+4	-3.294e+5
$r_2 = -0.689$	$d_2 = 0.0000$			2.800	-1.486e+1	-2.430e+1	-1.772e+3	4.245e+3
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0901$	$N_4 = 1.5839$	$\nu_4 = 30.9$	-7.939e-1	1.776e+1	1.357e+2	6.271e+2	-1.214e+5
$r_4 = -0.149$	$d_4 = 0.1445$			-1.888	1.039e+1	2.019e+2	-1.561e+3	-2.012e+3
$r_5 = -0.320$	$d_5 = 0.0227$	$N_6 = 1.5304$	$\nu_6 = 56.0$	-4.340	-2.197	1.847	1.010e+2	-3.599e+2
$r_6 = 1.084$	$d_6 = 0.3032$			3.000e-2	-3.222	1.338e+1	-8.214e+1	1.855e+2
$r_7 = -10.754$	$d_7 = 0.4817$							
$r_8 = \infty$								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.53 \text{ mm}$
 数值孔径 $Fno = 2.90$ $f_2 = -0.69 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.30 \text{ mm}$ $f_3 = 1.87 \text{ mm}$

5

【表 7】

第七实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	A_0	B_0	C_0	D_0
$r_1 = 0.436$	$d_1 = 0.2519$	$N_1 = 1.5304$	$\nu_1 = 56.0$	-1.530e-1	6.923e-2	-2.956e+2	1.232e+4	-2.551e+5
$r_2 = -0.659$	$d_2 = 0.0000$			2.930	-1.345e+1	-4.422e+1	-1.213e+3	2.624e+4
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0925$	$N_4 = 1.5839$	$\nu_4 = 30.9$	-7.668e-1	1.423e+1	1.123e+2	3.226e+3	-9.360e+4
$r_4 = -0.155$	$d_4 = 0.1479$			-1.620	9.406	1.826e+2	-1.289e+3	2.257e+2
$r_5 = -0.328$	$d_5 = 0.0187$	$N_6 = 1.5304$	$\nu_6 = 56.0$	-1.165	-2.194	-1.459	8.371e+1	-2.475e+2
$r_6 = 1.244$	$d_6 = 0.3173$			0.000	-2.792	9.039	-5.070e+1	5.267e+1
$r_7 = -9.759$	$d_7 = 0.4596$							
$r_8 = \infty$								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.54 \text{ mm}$
 数值孔径 $Fno = 2.78$ $f_2 = -0.73 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.32 \text{ mm}$ $f_3 = 2.10 \text{ mm}$

【表 8】

第八实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
$r_1 = 0.415$				-1.640e-2	4.209e-1	-3.987e+2	1.892e+4	-4.257e+5
$r_2 = -0.671$	$d_1 = 0.2376$	$N_1 = 1.5304$	$\nu_1 = 56.0$	2.900	-1.614e+1	-2.802e+1	-2.156e+3	5.594e+3
$r_3 = \infty$	$d_2 = 0.0000$							
$r_4 = -0.144$	$d_3 = 0.0875$							
$r_5 = -0.312$	$d_4 = 0.1400$	$N_4 = 1.5839$	$\nu_4 = 30.9$	-7.940e-1	1.931e+1	1.576e+2	7.681e+2	-1.574e+5
$r_6 = 1.068$	$d_5 = 0.0230$			-1.887	1.133e+1	2.326e+2	-1.901e+3	-2.594e+3
$r_7 = -10.702$	$d_6 = 0.2980$	$N_6 = 1.5304$	$\nu_6 = 56.0$	-4.334	-2.394	2.124	1.213e+2	-4.526e+2
$r_8 = \infty$	$d_7 = 0.4876$			0.000	-3.455	1.548e+1	-1.027e+2	2.322e+2

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.52 \text{ mm}$
 数值孔径 $F_{no} = 2.80$ $f_2 = -0.66 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.24 \text{ mm}$ $f_3 = 1.85 \text{ mm}$

5

【表 9】

第九实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
$r_1 = 0.416$				5.120e-2	6.774e-1	-4.278e+2	1.951e+4	-3.919e+5
$r_2 = -0.671$	$d_1 = 0.2379$	$N_1 = 1.5304$	$\nu_1 = 56.0$	9.880e-1	-1.453e+1	-1.040e+2	2.336e+3	-6.422e+4
$r_3 = \infty$	$d_2 = 0.0000$							
$r_4 = -0.145$	$d_3 = 0.0875$							
$r_5 = -0.313$	$d_4 = 0.1400$	$N_4 = 1.5839$	$\nu_4 = 30.9$	-8.314e-1	2.250e+1	1.079e+2	8.030e+2	-1.544e+5
$r_6 = 1.069$	$d_5 = 0.0232$			-2.000	1.208e+1	2.318e+2	-2.382e+3	3.962e+3
$r_7 = -10.711$	$d_6 = 0.3008$	$N_6 = 1.5304$	$\nu_6 = 56.0$	-2.400	-2.665	1.177	1.325e+2	-4.679e+2
$r_8 = \infty$	$d_7 = 0.4854$			0.000	-3.766	2.001e+1	-1.307e+2	2.808e+2

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.52 \text{ mm}$
 数值孔径 $F_{no} = 2.80$ $f_2 = -0.66 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.26 \text{ mm}$ $f_3 = 1.85 \text{ mm}$

【表 10】

第十实施例

曲率半径 (ri)	间距 (di)	折射率 (Ni)	阿贝数 (νi)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
r1 = 0.436	d1 = 0.2526	N1 = 1.5304	ν1 = 56.0	-1.000e-1	8.097e-2	-2.794e+2	1.035e+4	-1.996e+5
r2 = -0.661				2.700	-1.353e+1	3.733	-1.785e+3	2.917e+4
r3 = ∞	d2 = 0.0000							
	d3 = 0.0927							
r4 = -0.155	d4 = 0.1483	N4 = 1.5839	ν4 = 30.9	-7.713e-1	1.314e+1	2.573e+2	2.568e+3	-1.265e+5
r5 = -0.329	d5 = 0.0183			-1.513	8.567	1.815e+2	-2.887e+2	-9.913e+3
r6 = 1.247	d6 = 0.3183			N6 = 1.5304	ν6 = 56.0	-1.131e+1	-2.421	2.383
r7 = -9.710	d7 = 0.4589			0.000	-2.491	5.391	-3.754e+1	2.666e+1
r8 = ∞								

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.54 \text{ mm}$
 数值孔径 $F_{NO} = 3.40$ $f_2 = -0.73 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.24 \text{ mm}$ $f_3 = 2.10 \text{ mm}$

5 **【第六实施例】**

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r1 = 0.421 \text{ mm}$

(B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r2 = -0.689 \text{ mm}$

(C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 = 0.0901 \text{ mm}$, 但是, D_3 等于图 22 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0 \text{ mm}$

10 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1445 \text{ mm}$

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3032 \text{ mm}$

(F) 光学长 $L = 1.282 \text{ mm}$

(G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.30 \text{ mm}$

(H) 后焦距 $b_f = 0.482 \text{ mm}$

15 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.9$

因此,

(1-1) $| r1 / r2 | = | 0.421 / -0.689 | = 0.611$

(1-2) $D_3 / f = 0.0901 / 1.00 = 0.0901$

$$(1-3) \quad d_4/f = 0.1445/1.00 = 0.1445$$

$$(1-4) \quad d_6/f = 0.3032/1.00 = 0.3032$$

$$(1-5) \quad L/2 Y = 1.282/1.30 = 0.9862$$

$$(1-6) \quad b_f/f = 0.482/1.00 = 0.482$$

$$5 \quad (1-7) \quad F_{NO} = 2.90$$

所以第六实施例中的透镜组，满足下面所有的条件式(2-1)至(2-7)。

$$0.55 < | r_2/r_3 | < 0.70 \quad (2-1)$$

$$0.08 < D_3/f < 0.12 \quad (2-2)$$

$$10 \quad 0.140 \cong d_4/f < 0.270 \quad (2-3)$$

$$0.24 < d_6/f < 0.40 \quad (2-4)$$

$$0.90 < L/2 Y < 1.10 \quad (2-5)$$

$$0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (2-7)$$

15 下文中提及的第二发明的条件式指上述(2-1)至(2-7)的七个条件式。

这里提及的光阑 S2 如表 6 所示，设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即，因光阑面是平面，由表 6 中 $r_3 = \infty$ 可知，光阑 S2 设置于 r_3 处。另外，数值孔径(F 数)为 2.90。

20 图 23 示明第六实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm,后焦距为 0.482 mm，因此能确保充分的长度。

图 24 示明畸变像差曲线 120，图 25 示明像散曲线(对于子午面(meridional)的像差曲线 122 和对弧矢面(sagittal)的像差曲线 124)，而图 26 示明色差/球差曲线(相对于 C 线的像差曲线 126，相对于 d 线的像差曲线 128，相对于 e 线的像差曲线 130，相对于 F 线的像差曲线 132 和相对于 g 线的像差曲线 134)。

25 图 24 和图 25 的像差曲线的纵轴，以到光轴距离的百分比值表示像高。图 24 和图 25 中，100% 对应于 0.649 mm。另外，图 26 的像差曲线的纵轴表示入射高 h(F 数)，最大对应于 2.9,横轴表示

像差量的大小。

畸变像差在像高 100% (像高 0.649 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 1.1701%。而像高小于 0.649 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 1.1701%。

- 5 像散在像高 100% (像高 0.649 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0571 mm。而像高小于 0.649 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0571 mm。

- 色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 134 的像差量的绝对值达到最大为 0.0581 mm, 像差量的绝对值在 0.0581 mm 以内。

【第七实施例】

- (A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_1 = 0.436$ mm
 (B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_2 = -0.659$ mm
 (C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 =$
 15 0.0925 mm, 但是, D_3 等于图 22 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0$ mm
 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1479$ mm
 (E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3173$ mm
 (F) 光学长 $L = 1.288$ mm
 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.32$ mm
 20 (H) 后焦距 $b_f = 0.460$ mm
 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.78$

因此,

- (1-1) $| r_1 / r_2 | = | 0.436 / -0.659 | = 0.6616$
 (1-2) $D_3 / f = 0.0925 / 1.00 = 0.0925$
 25 (1-3) $d_4 / f = 0.1479 / 1.00 = 0.1479$
 (1-4) $d_6 / f = 0.3173 / 1.00 = 0.3173$
 (1-5) $L / 2Y = 1.288 / 1.32 = 0.9758$
 (1-6) $b_f / f = 0.460 / 1.00 = 0.460$
 (1-7) $F_{NO} = 2.78$

所以第七实施例中的透镜组，满足下面所有的条件式 (2-1) 至 (2-7)。

$$0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (2-1)$$

$$0.08 < D_3 / f < 0.12 \quad (2-2)$$

$$5 \quad 0.140 \leq d_4 / f < 0.270 \quad (2-3)$$

$$0.24 < d_6 / f < 0.40 \quad (2-4)$$

$$0.90 < L / 2 Y < 1.10 \quad (2-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (2-7)$$

10 光阑 S2 如表 7 所示，设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即，因光阑面是平面，由表 7 中 $r_3 = \infty$ 可知，光阑 S2 设置于 r_3 处。另外，数值孔径 (F 数) 为 2.78。

图 27 示明第七实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.460 mm, 因此能确保充分的长度。

15 图 28 示明畸变像差曲线 136, 图 29 示明像散曲线 (对于子午面 (meridional) 的像差曲线 138 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 140), 而图 30 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 142, 相对于 d 线的像差曲线 144, 相对于 e 线的像差曲线 146, 相对于 F 线的像差曲线 148 和相对于 g 线的像差曲线 150)。

20 图 28 和图 29 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 28 和图 29 中, 100% 对应于 0.660 mm。另外, 图 30 的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.78, 横轴表示像差量的大小。

25 畸变像差在像高 80% (像高 0.528 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 0.9205%。而像高小于 0.660 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.9205%。

像散在像高 100% (像高 0.660 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0608 mm。而像高小于 0.660 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0608 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 150 的像差量的绝对值达到最大为 0.0733 mm, 像差量的绝对值在 0.0733 mm 以内。

【第八实施例】

- 5 (A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_1 = 0.415$ mm
 (B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_2 = -0.671$ mm
 (C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 = 0.0875$ mm, 但是, D_3 等于图 22 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0$ mm
 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1400$ mm
 10 (E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.2980$ mm
 (F) 光学长 $L = 1.274$ mm
 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.24$ mm
 (H) 后焦距 $b_f = 0.488$ mm
 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.80$

15 因此,

- (1-1) $| r_1 / r_2 | = | 0.415 / -0.671 | = 0.6185$
 (1-2) $D_3 / f = 0.0875 / 1.00 = 0.0875$
 (1-3) $d_4 / f = 0.1400 / 1.00 = 0.1400$
 (1-4) $d_6 / f = 0.2980 / 1.00 = 0.2980$
 20 (1-5) $L / 2Y = 1.274 / 1.24 = 1.0274$
 (1-6) $b_f / f = 0.488 / 1.00 = 0.488$
 (1-7) $F_{NO} = 2.80$

所以第八实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式 (2-1) 至 (2-7)。

- 25 $0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70$ (2-1)
 $0.08 < D_3 / f < 0.12$ (2-2)
 $0.140 \cong d_4 / f < 0.270$ (2-3)
 $0.24 < d_6 / f < 0.40$ (2-4)
 $0.90 < L / 2Y < 1.10$ (2-5)

$$0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (2-7)$$

光阑 S2 如表 8 所示, 设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即, 因光阑面是平面, 由表 8 中 $r_3 = \infty$ 可知, 光阑 S2 设置于 r_3 处。另外, 数值孔径 (F 数) 为 2.80。

图 31 示明第八实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.488 mm, 因此能确保充分的长度。

图 32 示明畸变像差曲线 152, 图 33 示明像散曲线 (对于子午面 (meridional) 的像差曲线 154 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 156), 而图 34 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 158, 相对于 d 线的像差曲线 160, 相对于 e 线的像差曲线 162, 相对于 F 线的像差曲线 164 和相对于 g 线的像差曲线 166)。

图 32 和图 33 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 32 和图 33 中, 100% 对应于 0.620 mm。另外, 图 34 的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.80, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差在像高 70% (像高 0.434 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 0.5260%。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.5260%。

像散在像高 100% (像高 0.620 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0558 mm。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0558 mm。

色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 166 的像差量的绝对值达到最大为 0.0781 mm, 像差量的绝对值在 0.0781 mm 以内。

【第九实施例】

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_1 = 0.416$ mm

(B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_2 = -0.671$ mm

(C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 =$

0.0875 mm, 但是, D_3 等于图 22 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0$ mm

(D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1400$ mm

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3008$ mm

(F) 光学长 $L = 1.274$ mm

5 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.26$ mm

(H) 后焦距 $b_f = 0.485$ mm

(I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.80$

因此,

$$(1-1) \quad |r_1/r_2| = |0.416/-0.671| = 0.6200$$

10 (1-2) $D_3/f = 0.0875/1.00 = 0.0875$

$$(1-3) \quad d_4/f = 0.1400/1.00 = 0.1400$$

$$(1-4) \quad d_6/f = 0.3008/1.00 = 0.3008$$

$$(1-5) \quad L/2Y = 1.274/1.26 = 1.0111$$

$$(1-6) \quad b_f/f = 0.485/1.00 = 0.485$$

15 (1-7) $F_{NO} = 2.80$

所以九实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式(2-1)至(2-7)。

$$0.55 < |r_2/r_3| < 0.70 \quad (2-1)$$

$$0.08 < D_3/f < 0.12 \quad (2-2)$$

$$0.140 \leq d_4/f < 0.270 \quad (2-3)$$

20 $0.24 < d_6/f < 0.40 \quad (2-4)$

$$0.90 < L/2Y < 1.10 \quad (2-5)$$

$$0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (2-7)$$

25 光阑 S2 如表 9 所示, 设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即, 因光阑面是平面, 由表 9 中 $r_3 = \infty$ 可知, 光阑 S2 设置于 r_3 处。另外, 数值孔径 (F 数) 为 2.80。

图 35 示明第九实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.485 mm, 因此能确保充分的长度。

图 36 示明畸变像差曲线 168, 图 37 示明像散曲线 (对子午面

(meridional) 的像差曲线 170 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 172), 而图 38 示明色差/球差曲线 (相对于 C 线的像差曲线 174, 相对于 d 线的像差曲线 176, 相对于 e 线的像差曲线 178, 相对于 F 线的像差曲线 180 和相对于 g 线的像差曲线 182)。

5 图 36 和图 37 的像差曲线的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 36 和图 37 中, 100% 对应于 0.630 mm。另外, 图 38 的像差曲线的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.80, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差在像高 80% (像高 0.504 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 0.7085%。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.7085%。

像散在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0948 mm。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0948 mm。

15 色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 182 的像差量的绝对值达到最大为 0.0278 mm, 像差量的绝对值在 0.0278 mm 以内。

【第十实施例】

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_1 = 0.436$ mm

20 (B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_2 = -0.661$ mm

(C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 = 0.0927$ mm, 但是, D_3 等于图 22 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0$ mm

(D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $d_4 = 0.1483$ mm

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $d_6 = 0.3183$ mm

25 (F) 光学长 $L = 1.289$ mm

(G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.24$ mm

(H) 后焦距 $b_f = 0.459$ mm

(I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 3.40$

因此,

$$(1-1) \quad |r_1/r_2| = |0.436/-0.661| = 0.6596$$

$$(1-2) \quad D_3/f = 0.0927/1.00 = 0.0927$$

$$(1-3) \quad d_4/f = 0.1483/1.00 = 0.1483$$

$$(1-4) \quad d_6/f = 0.3183/1.00 = 0.3183$$

$$5 \quad (1-5) \quad L/2 Y = 1.289/1.24 = 1.0395$$

$$(1-6) \quad b_f/f = 0.459/1.00 = 0.459$$

$$(1-7) \quad F_{NO} = 3.40$$

所以第十一实施例中的透镜组，满足下面所有的条件式(2-1)至(2-7)。

$$10 \quad 0.55 < |r_2/r_3| < 0.70 \quad (2-1)$$

$$0.08 < D_3/f < 0.12 \quad (2-2)$$

$$0.140 \cong d_4/f < 0.270 \quad (2-3)$$

$$0.24 < d_6/f < 0.40 \quad (2-4)$$

$$0.90 < L/2 Y < 1.10 \quad (2-5)$$

$$15 \quad 0.40 < b_f/f < 0.52 \quad (2-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (2-7)$$

光阑 S2 如表 10 所示，设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即，因光阑面是平面，由表 10 中 $r_3 = \infty$ 可知，光阑 S2 设置于 r_3 处。另外，数值孔径(F 数)为 3.40。

20 图 39 示明第十实施例的摄像镜头的剖面图。相对于焦距 1.00 mm,后焦距为 0.459 mm，因此能确保充分的长度。

图 40 示明畸变像差曲线 184，图 41 示明像散曲线(对于子午面(meridional)的像差曲线 186 和对弧矢面(sagittal)的像差曲线 188)，而图 42 示明色差/球差曲线(相对于 C 线的像差曲线 190，相对于 d 线的像差曲线 192，相对于 e 线的像差曲线 194，相对于 F 线的像差曲线 196 和相对于 g 线的像差曲线 198)。

25 图 40 和图 41 的像差曲线的纵轴，以到光轴距离的百分比值表示像高。图 40 和图 41 中，100% 对应于 0.620 mm。另外，图 42 的像差曲线的纵轴表示入射高 h(F 数)，最大对应于 3.40,横轴表示

像差量的大小。

畸变像差在像高 80% (像高 0.496 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 1.5860%。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 1.5860%。

- 5 像散在像高 100% (像高 0.620 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0571 mm。而像高小于 0.620 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0571 mm。

- 10 色差/球差在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 198 的像差量的绝对值达到最大为 0.0233 mm, 像差量的绝对值在 0.0233 mm 以内。

【第三发明】

- 15 第三发明的摄像镜头如图 43 所示, 具有孔径光阑 S1、第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3, 按照从物体侧到像侧, 由孔径光阑 S1、第一透镜 L1、孔径光阑 S2、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的顺序构成。以下在表 11 至表 12 中汇总了有关第三发明的摄像镜头的第十一至第十二实施例的, 有关透镜部件的曲率半径 (mm 单位)、透镜表面间距 (mm 单位)、透镜材料的折射率、透镜材料的阿贝数、焦距、数值孔径和非球面系数。

20

【表 11】

第十实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
$r_1 = \infty$								
$r_2 = 0.405$	$d_1 = 0.0000$							
$r_3 = -0.720$	$d_2 = 0.2397$	$N_2 = 1.5304$	$\nu_2 = 56.0$	-7.752e-2	1.525e-1	-3.599e+2	1.817e+4	-4.186e+5
$r_4 = \infty$	$d_3 = 0.0000$			4.610	-1.674e+1	-2.019	-1.738e+3	-2.605e+4
$r_5 = -0.146$	$d_4 = 0.0883$							
$r_6 = -0.315$	$d_5 = 0.1417$	$N_5 = 1.5839$	$\nu_5 = 30.9$	-7.835e-1	1.807e+1	1.211e+2	6.358e+1	-1.124e+5
$r_7 = 1.078$	$d_6 = 0.0232$			-1.826	1.115e+1	2.290e+2	-1.725e+3	-3.457e+3
$r_8 = -10.794$	$d_7 = 0.2497$	$N_7 = 1.5304$	$\nu_7 = 56.0$	-1.806e+1	-2.283	2.526	1.020e+2	-3.875e+2
$r_9 = \infty$	$d_8 = 0.5087$			0.000	-4.309	1.715e+1	-1.039e+2	1.488e+2

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.53 \text{ mm}$
 数值孔径 $F_{no} = 2.80$ $f_2 = -0.67 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.26 \text{ mm}$ $f_3 = 1.86 \text{ mm}$

5

【表 12】

第十二实施例

曲率半径(r_i)	间距(d_i)	折射率(N_i)	阿贝数(ν_i)	非球面系数				
				K	Ao	Bo	Co	Do
$r_1 = \infty$								
$r_2 = 0.585$	$d_1 = 0.0000$							
$r_3 = -0.837$	$d_2 = 0.2342$	$N_2 = 1.5304$	$\nu_2 = 56.0$	-1.709	-8.269e-1	-8.854e+1	4.249e+3	-6.665e+4
$r_4 = \infty$	$d_3 = 0.0000$			2.542	-6.963	3.576e+1	-1.145e+3	3.985e+3
$r_5 = -0.204$	$d_4 = 0.1149$							
$r_6 = -0.405$	$d_5 = 0.2532$	$N_5 = 1.5839$	$\nu_5 = 30.9$	-7.043e-1	5.317	5.935e+1	9.040e+2	-1.407e+4
$r_7 = 1.037$	$d_6 = 0.0146$			-4.911e-1	3.275	5.467e+1	-2.525e+2	5.711e+2
$r_8 = -14.049$	$d_7 = 0.3952$	$N_7 = 1.5304$	$\nu_7 = 56.0$	2.333	-8.507e-1	-3.619	6.302	-1.153e+1
$r_9 = \infty$	$d_8 = 0.5191$			0.000	-1.650	4.711	-1.558e+1	1.213e+1

焦距 $f = 1.00 \text{ mm}$ $f_1 = 0.69 \text{ mm}$
 数值孔径 $F_{no} = 2.80$ $f_2 = -1.31 \text{ mm}$
 像高 $2Y = 1.42 \text{ mm}$ $f_3 = 1.84 \text{ mm}$

【第十一实施例】

(A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.405 \text{ mm}$

(B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.720 \text{ mm}$

5 (C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 = 0.0883 \text{ mm}$, 但是, D_3 等于图 43 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0 \text{ mm}$

(D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $D_4 = 0.1417 \text{ mm}$, 但是, D_4 等于图 43 中的 d_5

(E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $D_6 = 0.2497 \text{ mm}$, 但是, D_6 等于图 43 中的 d_7

(F) 光学长 $L = 1.252 \text{ mm}$

(G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.26 \text{ mm}$

(H) 后焦距 $b_f = 0.509 \text{ mm}$

(I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.8$

15 因此,

$$(1-1) \quad | r_1 / r_2 | = | 0.405 / -0.720 | = 0.5625$$

$$(1-2) \quad D_3 / f = 0.0883 / 1.00 = 0.0883$$

$$(1-3) \quad D_4 / f = 0.1417 / 1.00 = 0.1417$$

$$(1-4) \quad D_6 / f = 0.2497 / 1.00 = 0.2497$$

20 $(1-5) \quad L / 2Y = 1.252 / 1.26 = 0.9937$

$$(1-6) \quad b_f / f = 0.509 / 1.00 = 0.509$$

$$(1-7) \quad F_{NO} = 2.80$$

所以十一实施例中的透镜组, 满足下面所有的条件式 (3-1) 至 (3-7)。

25 $0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (3-1)$

$$0.08 < D_3 / f < 0.12 \quad (3-2)$$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (3-3)$$

$$0.24 < D_6 / f < 0.40 \quad (3-4)$$

$$0.90 < L / 2Y < 1.10 \quad (3-5)$$

$$0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (3-6)$$

$$2.70 < F_{No} < 3.60 \quad (3-7)$$

下文中提及的第三发明的条件式指上述(3-1)至(3-7)的七个条件式。

- 5 如表 11 所示,光阑 S1 设于第一透镜 L1 的第 1 面(物体侧的面)与光轴的交点处,光阑 S2 设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即,因光阑面是平面,由表 11 中的 $r_1 = \infty$ 及 $r_4 = \infty$ 可知,光阑 S1 设置于 r_1 处,并且光阑 S2 设置于 r_4 处。另外,数值孔径(F 数)为 2.8。

- 10 [假定光阑 S1 是孔径光阑时计算各种像差的情况]

图 44 示明第十一实施例的摄像镜头的剖面图[A]。相对于焦距 1.00 mm,后焦距为 0.509 mm,因此能确保充分的长度。

- 15 假定光阑 S1 是孔径光阑时计算各种像差的情况是指,在满足入射到光阑 S1 的所有主光线都通过安装光阑 S1 的光轴(光阑 S1 的中心)的条件下,计算各种像差。图 44 中,点 P 表示安装光阑 S1 的光轴位置(光阑 S1 的中心),也是入射到光阑 S1 的主光线的通过位置。如图 44 所示,入射到光阑 S1 的所有主光线都通过点 P。

- 20 以下,为了与假定光阑 S2 是孔径光阑时计算各种像差的情况进行区别,必要时在各种像差、像差曲线及像差图中,添加符号[A]以示区别。

- 25 图 45 示明畸变像差曲线[A] 220,图 46 示明像散曲线[A](对子午面(meridional)的像差曲线 222 和对弧矢面(sagittal)的像差曲线 224),而图 47 示明色差/球差曲线[A](相对于 C 线的像差曲线 226,相对于 d 线的像差曲线 228,相对于 e 线的像差曲线 230,相对于 F 线的像差曲线 232 和相对于 g 线的像差曲线 234)。

图 45 和图 46 的像差曲线[A]的纵轴,以到光轴距离的百分比表示像高。图 45 和图 46 中,100% 对应于 0.630 mm。另外,图 47 的像差曲线[A]的纵轴表示入射高 h (F 数),最大对应于 2.8,横轴表示像差量的大小。

畸变像差[A]在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 1.075%。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 1.075%。

5 像散[A]在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0214 mm。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0214 mm。

色差/球差[A]在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 234 的像差量的绝对值达到最大为 0.0491 mm, 像差量的绝对值在 0.0491 mm 以内。

10 [假定光阑 S2 是孔径光阑时计算各种像差的情况]

图 48 示明第十一实施例的摄像镜头的剖面图[B]。与图 44 相同的图, 只是光线的形状不同。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.509 mm, 因此能确保充分的长度。

15 假定光阑 S2 是孔径光阑时计算各种像差的情况是指, 在满足入射到光阑 S2 的所有主光线都通过安装光阑 S2 的光轴(光阑 S2 的中心)的条件下, 计算各种像差。图 48 中, 点 P 表示安装光阑 S2 的光轴位置(光阑 S2 的中心), 也是入射到光阑 S2 的主光线的通过位置。如图 48 所示, 可知入射到光阑 S2 的所有主光线都通过点 P。

20 以下, 为了与假定光阑 S1 是孔径光阑时计算各种像差的情况进行区别, 必要时在各种像差、像差曲线及像差图中, 添加符号[B]以示区别。

25 图 49 示明畸变像差曲线[B] 236, 图 50 示明像散曲线[B] (对于子午面 (meridional) 的像差曲线 238 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 240), 而图 51 示明色差/球差曲线[B] (相对于 C 线的像差曲线 242, 相对于 d 线的像差曲线 244, 相对于 e 线的像差曲线 246, 相对于 F 线的像差曲线 248 和相对于 g 线的像差曲线 250)。

图 49 和图 50 的像差曲线[B]的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 49 和图 50 中, 100% 对应于 0.630 mm。另外, 图 51 的像差曲线[B]的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.8,

横轴表示像差量的大小。

畸变像差[B]在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 1.3965%。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 1.3965%。

- 5 像散[B]在像高 100% (像高 0.630 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0631 mm。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0631 mm。

- 色差/球差[B]在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 250 的像差量的绝对值达到最大为 0.0491 mm, 像差量的绝对值在 10 0.0491 mm 以内。

【第十二实施例】

- (A) 第一透镜 L1 的物体侧曲率半径 $r_2 = 0.585$ mm
 (B) 第一透镜 L1 的像侧曲率半径 $r_3 = -0.837$ mm
 (C) 第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的光轴上的间隔 $D_3 =$
 15 0.1149 mm, 但是, D_3 等于图 43 中的 $d_2 + d_3$, 这里 $d_2 = 0$ mm
 (D) 第二透镜 L2 的中心处厚度 $D_4 = 0.2532$ mm, 但是, D_4 等
 于图 43 中的 d_5
 (E) 第三透镜 L2 的中心处厚度 $D_6 = 0.3952$ mm, 但是, D_6 等
 于图 43 中的 d_7
 20 (F) 光学长 $L = 1.531$ mm
 (G) 像高 (有效画面的对角线长) $2Y = 1.42$ mm
 (H) 后焦距 $b_f = 0.519$ mm
 (I) 数值孔径 (F 数值) $F_{NO} = 2.8$

因此,

- 25 (1-1) $| r_1 / r_2 | = | 0.585 / -0.837 | = 0.6989$
 (1-2) $D_3 / f = 0.1149 / 1.00 = 0.1149$
 (1-3) $D_4 / f = 0.2532 / 1.00 = 0.2532$
 (1-4) $D_6 / f = 0.3952 / 1.00 = 0.3952$
 (1-5) $L / 2Y = 1.531 / 1.42 = 1.0782$

$$(1-6) \quad b_f / f = 0.519 / 1.00 = 0.519$$

$$(1-7) \quad F_{NO} = 2.80$$

所以十二实施例中的透镜组，满足下面所有的条件式(3-1)至(3-7)。

$$5 \quad 0.55 < | r_2 / r_3 | < 0.70 \quad (3-1)$$

$$0.08 < D_3 / f < 0.12 \quad (3-2)$$

$$0.140 \cong d_4 / f < 0.270 \quad (3-3)$$

$$0.24 < D_6 / f < 0.40 \quad (3-4)$$

$$0.90 < L / 2 Y < 1.10 \quad (3-5)$$

$$10 \quad 0.40 < b_f / f < 0.52 \quad (3-6)$$

$$2.70 < F_{NO} < 3.60 \quad (3-7)$$

下文中提及的第三发明的条件式指上述(3-1)至(3-7)的七个条件式。

15 如表 12 所示，光阑 S1 设于第一透镜 L1 的第 1 面（物体侧的面）与光轴的交点处，光阑 S2 设于第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间。即，因光阑面是平面，由表 12 中的 $r_1 = \infty$ 及 $r_4 = \infty$ 可知，光阑 S1 设置于 r_1 处，并且光阑 S2 设置于 r_4 处。另外，数值孔径（F 数）为 2.8。

[假定光阑 S1 是孔径光阑时计算各种像差的情况]

20 图 52 示明第十二实施例的摄像镜头的剖面图[A]。相对于焦距 1.00 mm，后焦距为 0.519 mm，因此能确保充分的长度。

与第十一实施例相同，假定光阑 S1 是孔径光阑时计算各种像差的情况下，说明各种像差计算结果。图 52 中，点 P 表示安装光阑 S1 的光轴位置（光阑 S1 的中心），也是入射到光阑 S1 的主光线的通过位置。如图 52 所示，可知入射到光阑 S1 的所有主光线都通过点 P。

25 以下，为了与假定光阑 S2 是孔径光阑时计算各种像差的情况进行区别，必要时在各种像差、像差曲线及像差图中，添加符号[A]以示区别。

图 53 示明畸变像差曲线[A] 252，图 54 示明像散曲线[A]（对

子午面 (meridional) 的像差曲线 254 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 256), 而图 55 示明色差/球差曲线[A] (相对于 C 线的像差曲线 258, 相对于 d 线的像差曲线 260, 相对于 e 线的像差曲线 262, 相对于 F 线的像差曲线 264 和相对于 g 线的像差曲线 266)。

5 图 53 和图 54 的像差曲线[A]的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 53 和图 54 中, 100% 对应于 0.710 mm。另外, 图 55 的像差曲线[A]的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.8, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差[A]在像高 80% (像高 0.568 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 3.2531%。而像高小于 0.630 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 3.2531%。

像散[A]在像高 100% (像高 0.710 mm) 处, 对于子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.0515 mm。而像高小于 0.710 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.0515 mm。

15 色差/球差[A]在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 266 的像差量的绝对值达到最大为 0.0380 mm, 像差量的绝对值在 0.0380 mm 以内。

[假定光阑 S2 是孔径光阑时计算各种像差的情况]

20 图 56 示明第十二实施例的摄像镜头的剖面图[B]。与图 52 相同的图, 只是光线的形状不同。相对于焦距 1.00 mm, 后焦距为 0.519 mm, 因此能确保充分的长度。

与第十一实施例相同的, 假定光阑 S2 是孔径光阑时计算各种像差的情况下, 说明各种像差计算结果。图 56 中, 点 P 表示安装光阑 S2 的光轴(光阑 S2 的中心)的位置, 也是入射到光阑 S2 的主光线的通过位置。如图 56 所示, 可知入射到光阑 S2 的所有主光线都通过点 P。

25 以下, 为了与假定光阑 S1 是孔径光阑时计算各种像差的情况进行区别, 必要时在各种像差、像差曲线及像差图中, 添加符号[B]以示区别。

图 57 示明畸变像差曲线[B] 268, 图 58 示明像散曲线[B] (对子午面 (meridional) 的像差曲线 270 和对弧矢面 (sagittal) 的像差曲线 272), 而图 59 示明色差/球差曲线[B] (相对于 C 线的像差曲线 274, 相对于 d 线的像差曲线 276, 相对于 e 线的像差曲线 278, 相对于 F 线的像差曲线 280 和相对于 g 线的像差曲线 282)。

图 57 和图 58 的像差曲线[B]的纵轴, 以到光轴距离的百分比值表示像高。图 57 和图 58 中, 100% 对应于 0.710 mm。另外, 图 59 的像差曲线[B]的纵轴表示入射高 h (F 数), 最大对应于 2.8, 横轴表示像差量的大小。

畸变像差[B]在像高 80% (像高 0.568 mm) 处, 像差量的绝对值达到最大为 3.3733%。而像高小于 0.710 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 3.3733%。

像散[B]在像高 100% (像高 0.710 mm) 处, 对子午面 (meridional) 的像差量的绝对值达到最大为 0.1629 mm。而像高小于 0.710 mm 时, 其像差量的绝对值均小于 0.1629 mm。

色差/球差[B]在入射高 h 为 100% 处, 相对于 g 线的像差曲线 282 的像差量的绝对值达到最大为 0.0379 mm, 像差量的绝对值在 0.0379 mm 以内。

如上所述, 第三发明的摄像镜头中, 第一透镜 L1 至第三透镜 L3 的形状及构成材料相同, 并且各透镜相互之间的间距也相同, 在同时设置光阑 S1 和光阑 S2 时, 不管是假定光阑 S1 是孔径光阑再计算各种像差的情况, 还是假定光阑 S2 是孔径光阑计算的各种像差的情况, 都可确保获得良好的画像。即确认了, 既具有确定入射光瞳的孔径光阑, 又具有以防止耀光或画质浸润为目的的光阑的摄像镜头可以实现。

另外, 从第一发明的摄像镜头至第三发明的摄像镜头的说明可知, 只要把构成摄像镜头的各透镜设计成满足条件式 (1-7) 至 (1-7)、条件式 (2-7) 至 (2-7) 及条件式 (3-7) 至 (3-7), 就可解决本发明

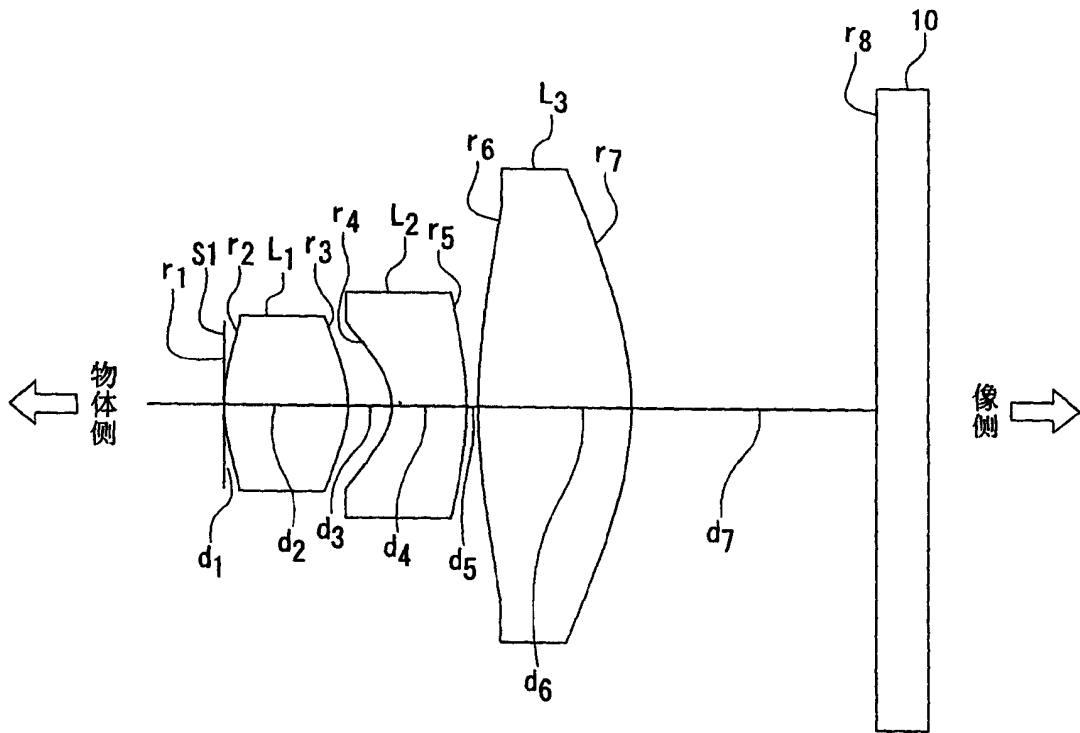
的课题。即，可以得到，不仅各种像差能被良好地校正，且能确保充分的后焦距及短光学长的摄像镜头。

上述的实施例中，第一透镜 L1和第三透镜 L3采用ZEONEX 480 R，第二透镜 L2 采用聚碳酸酯塑性材料，然而实施例以外的塑性材料，甚至不是塑性材料，例如模制玻璃等，只要是满足了实施例中说明的5 各种条件的材料，不管是玻璃材料还是其他材料都可以利用。

如上所示，根据本发明的摄像镜头，不仅各种像差能被良好地校正且光学长短，而且能够获得良好的画像，且能确保充分的后焦距。

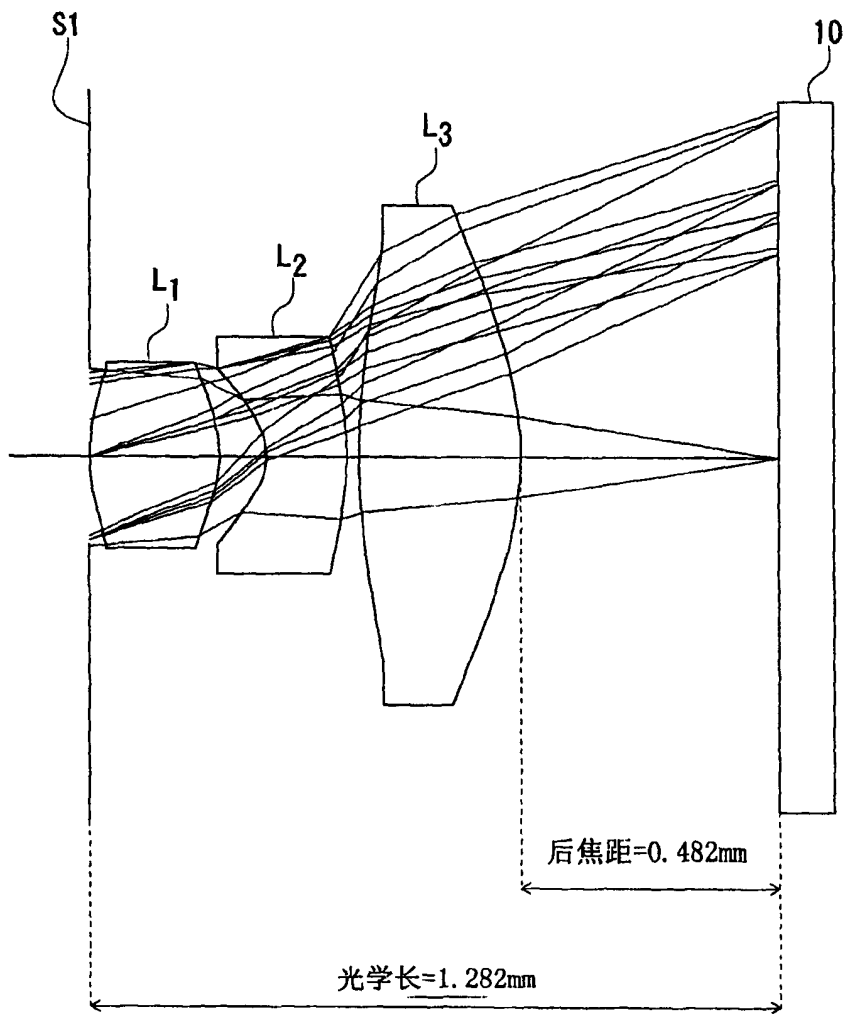
如上所述可知，本发明的摄像镜头，既适合用作手机，个人电脑或数码相机10 的内置摄像机的摄像镜头，也适合用作携带信息终端（PDA：personal digital assistants）的内置摄像机的摄像镜头，同样适合用作具有画像识别功能的玩具的内置摄像机的摄像镜头，以及适合用作监视，检查或防犯设备等的内置摄像机的摄像镜头。

图1



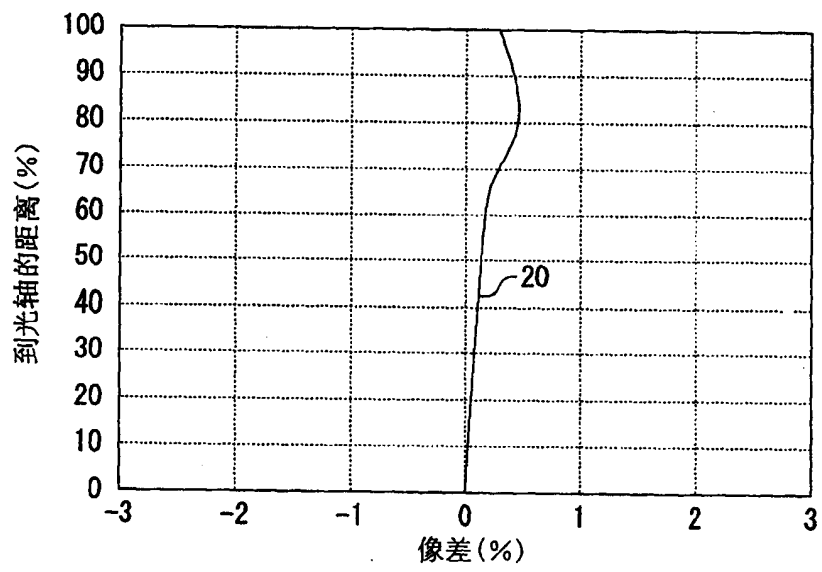
第一发明摄像透镜的剖面图

图2



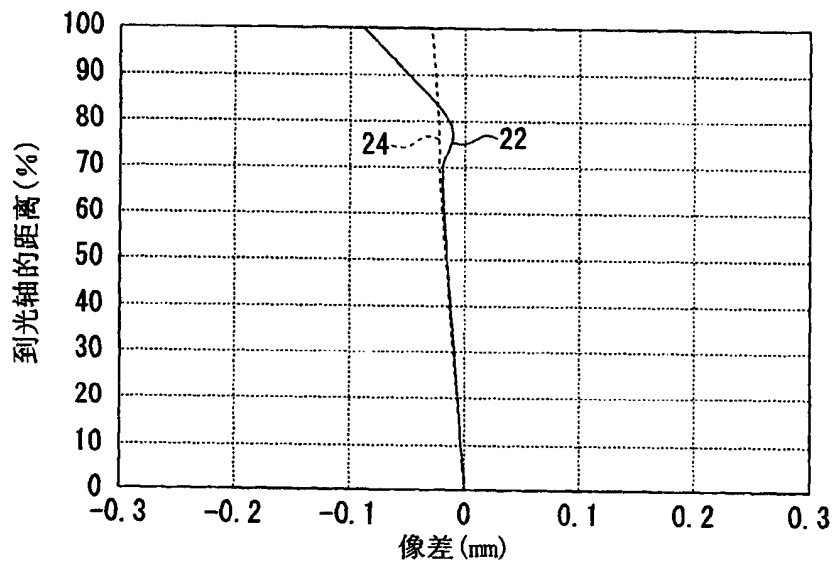
第一实施例的摄像镜头的剖面图

图 3



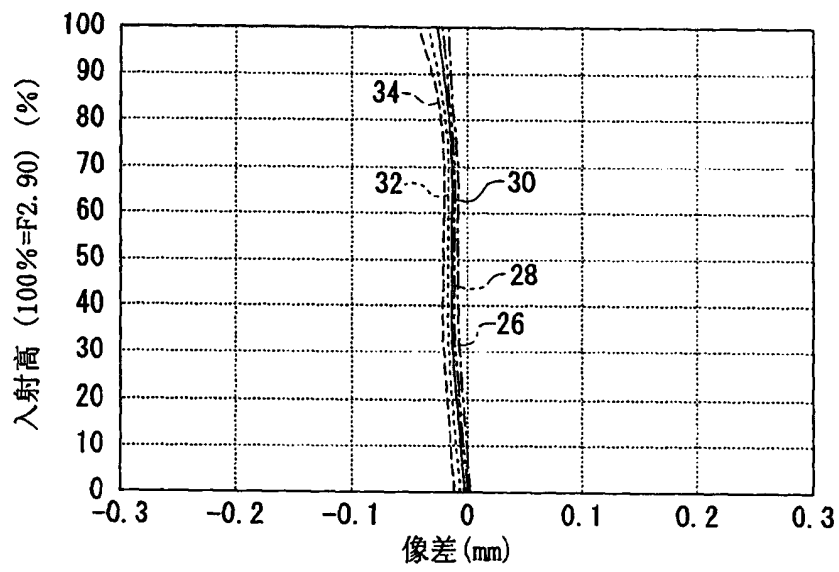
第一实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 4



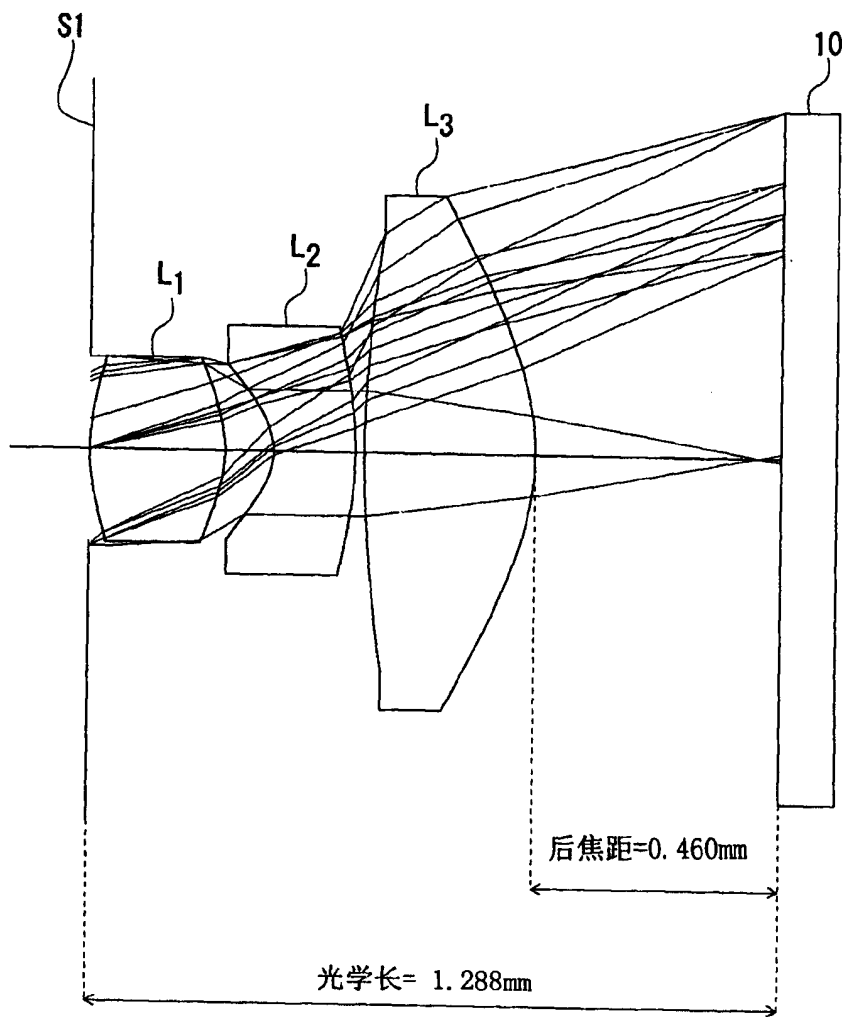
第一实施例的摄像镜头的像散图

图5



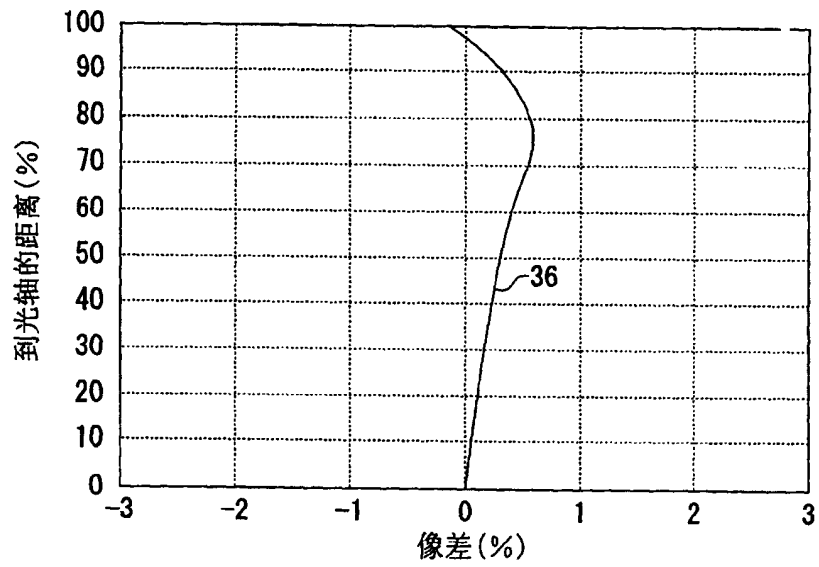
第一实施例的摄像镜头的色差/球差图

图6



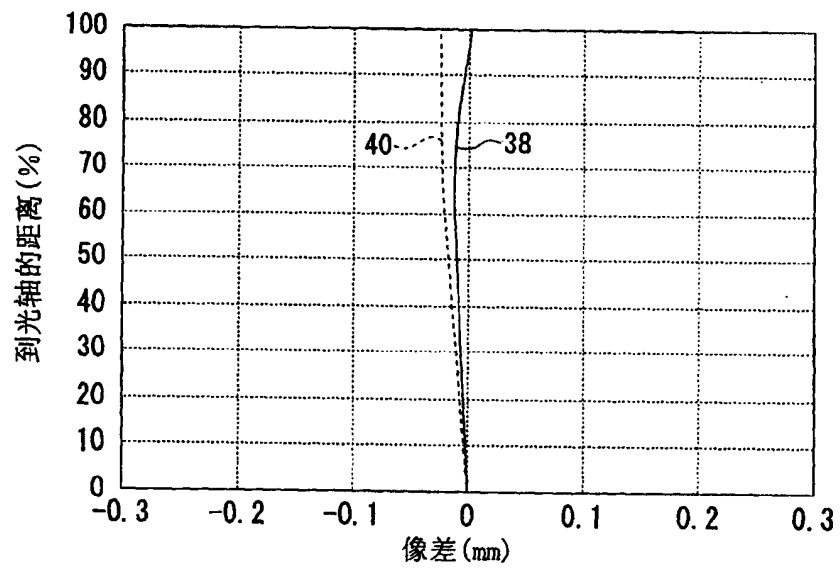
第二实施例的摄像镜头的剖面图

图 7



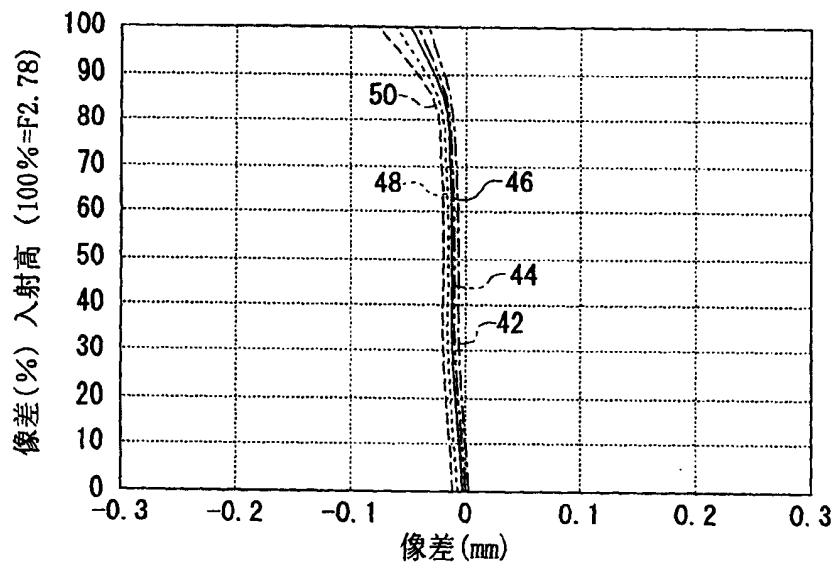
第二实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 8



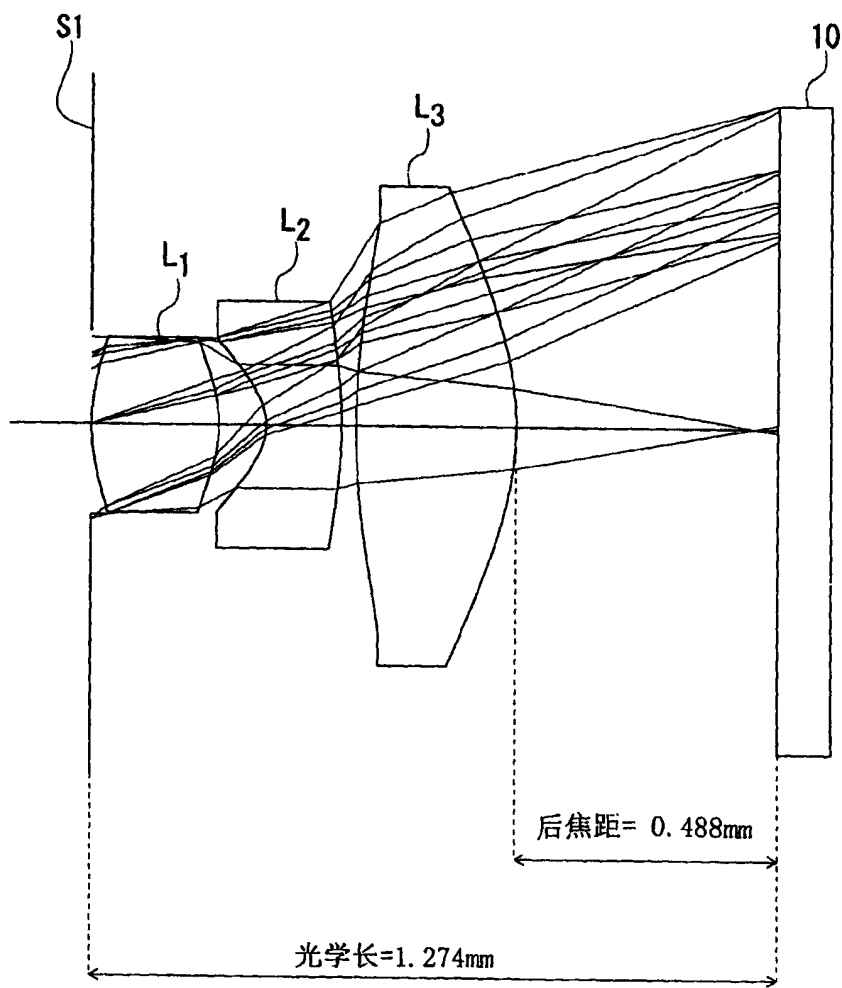
第二实施例的摄像镜头的像散图

图9



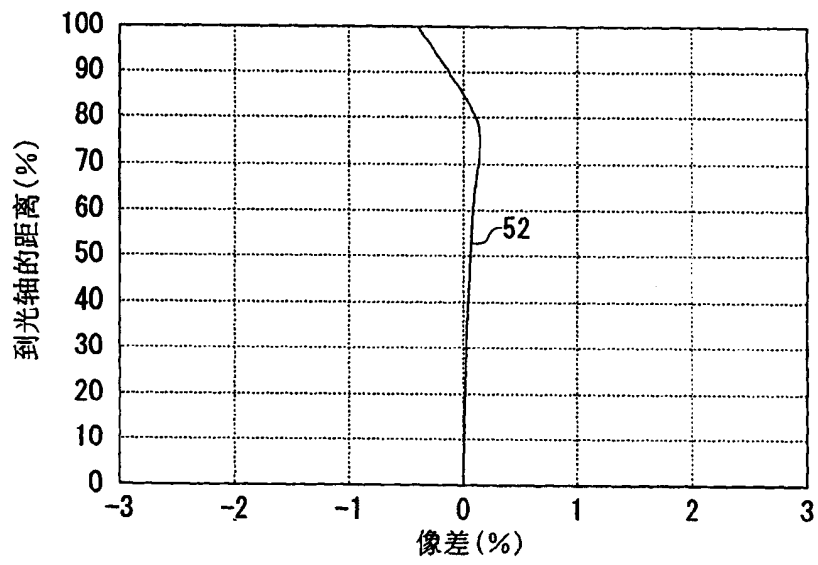
第二实施例的摄像镜头的色差/球差图

图10



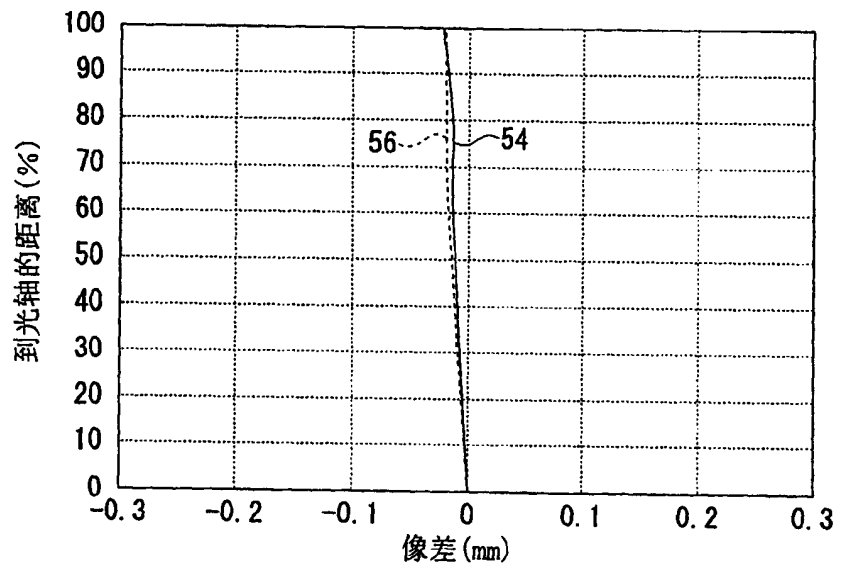
第三实施例的摄像镜头的剖面图

图 11



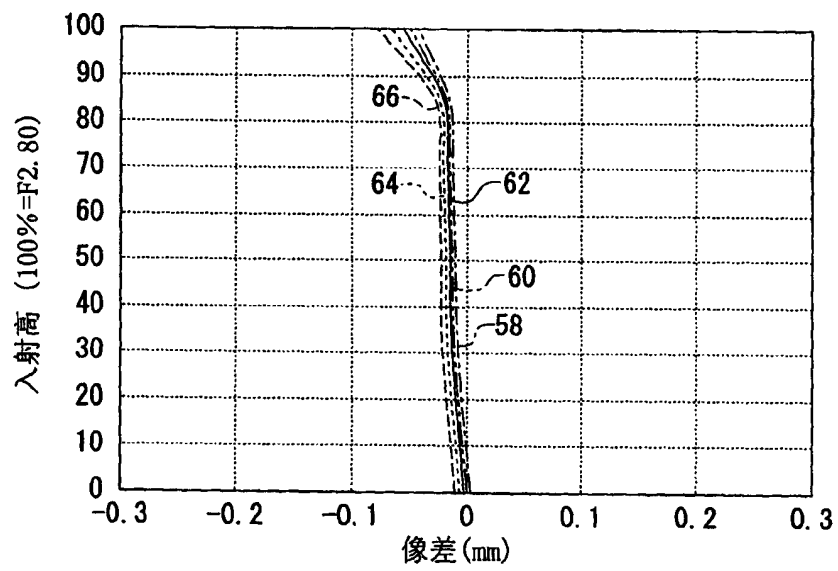
第三实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 12



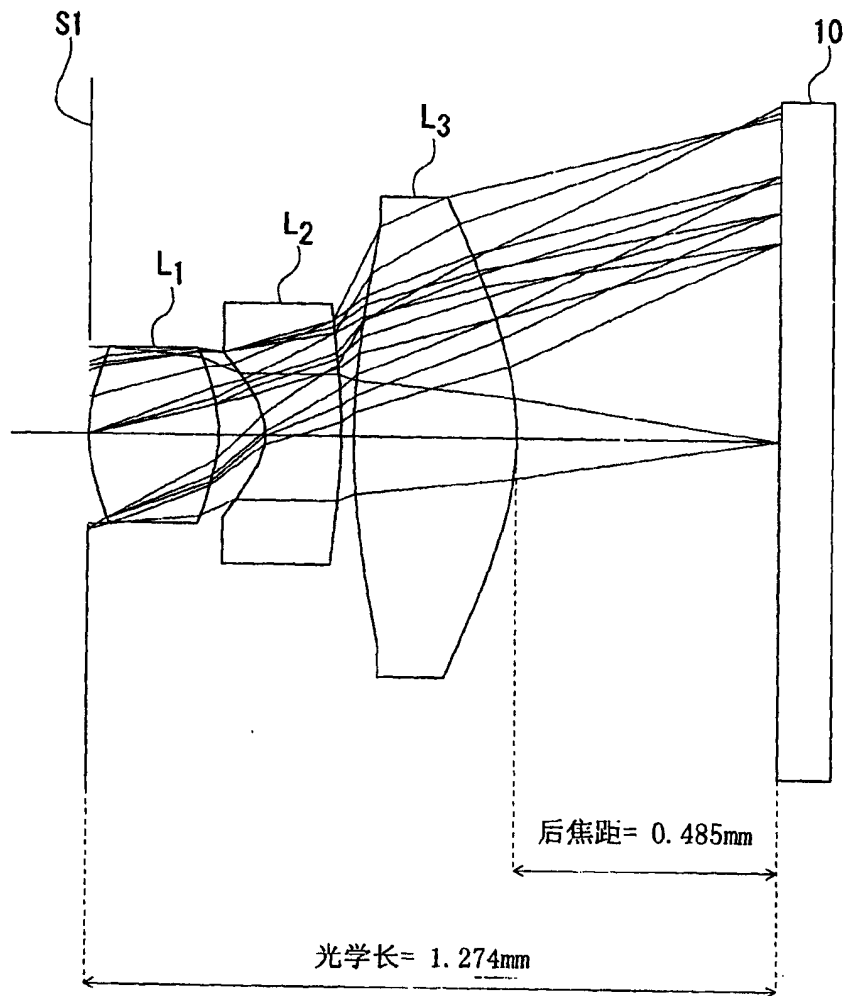
第三实施例的摄像镜头的色差/球差图

图13



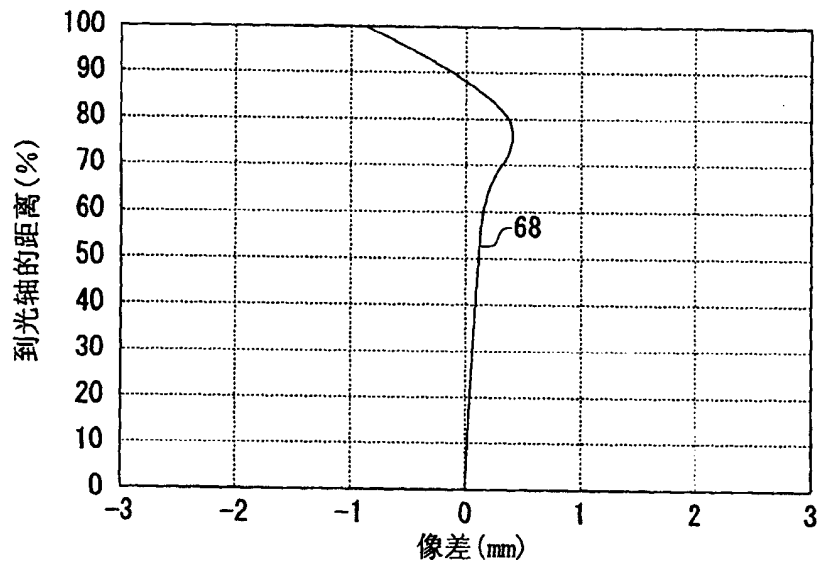
第三实施例的摄像镜头的色差/球差图

图 14



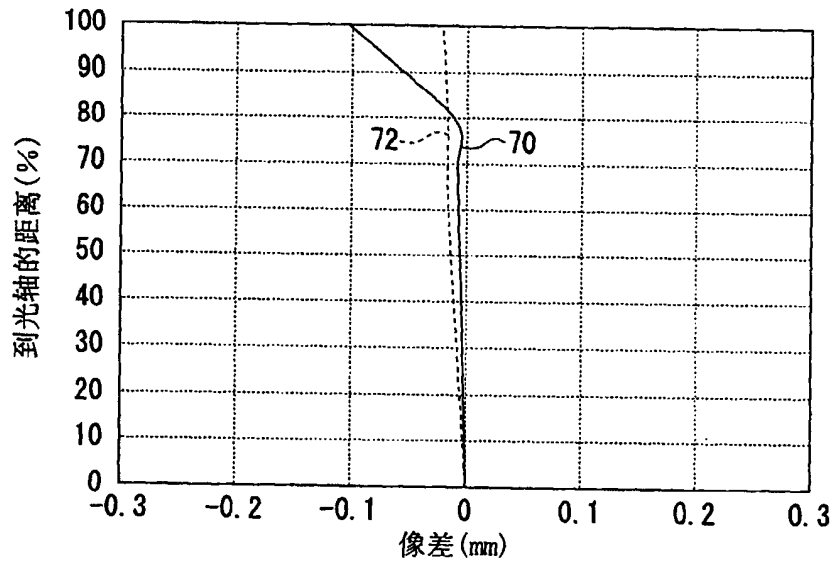
第四实施例的摄像镜头的剖面图

图 15



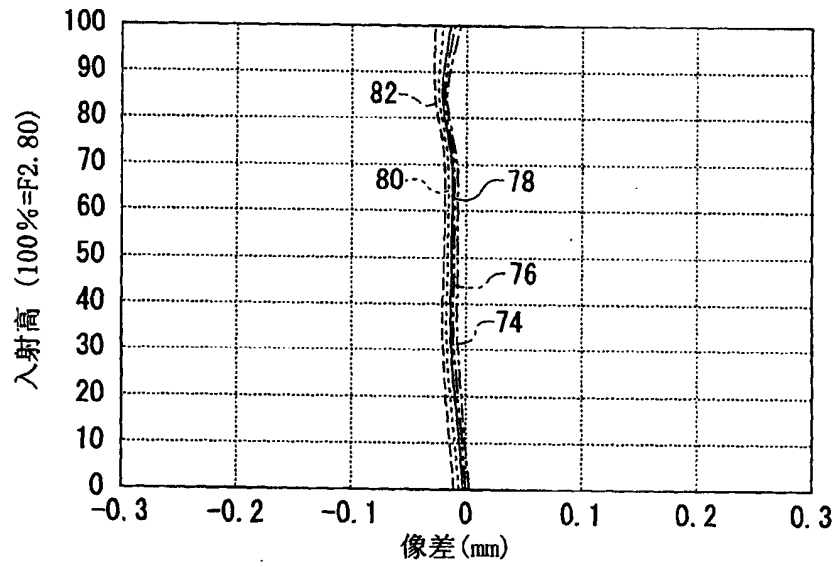
第四实施例的摄像镜头的畸变像差图

图16



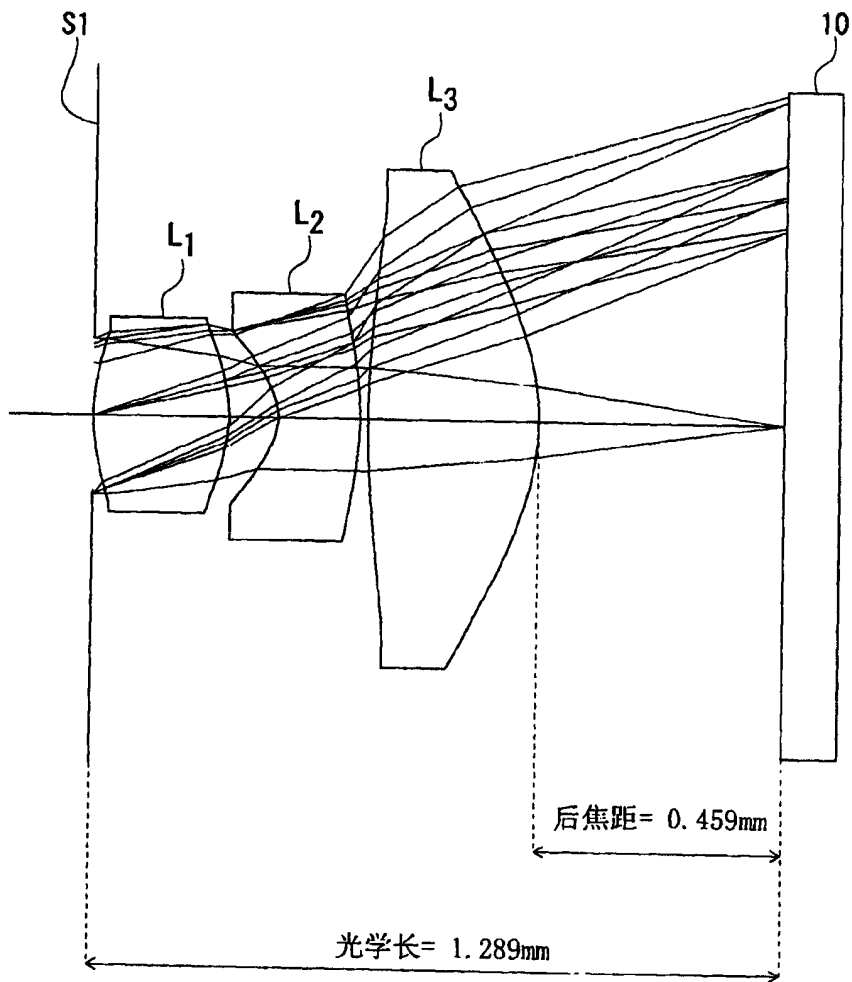
第四实施例的摄像镜头的像散图

图17



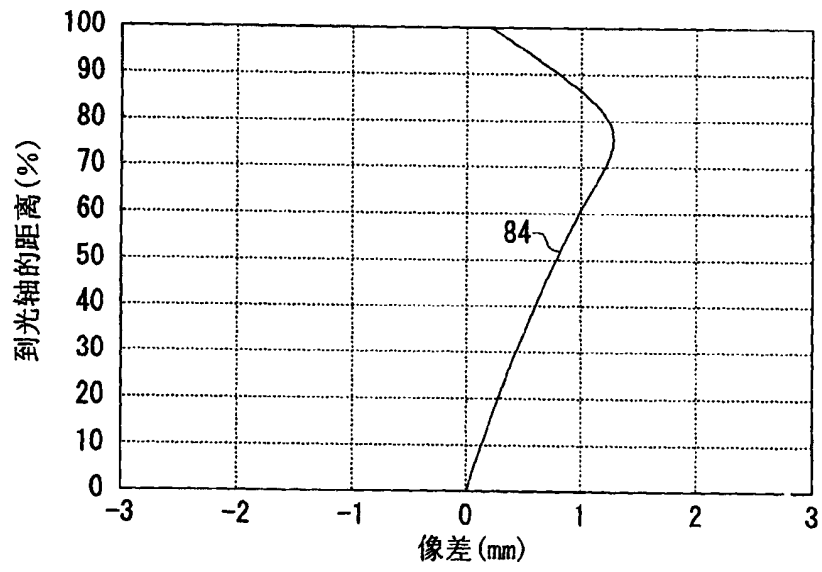
第五实施例的摄像镜头的剖面图

图 18



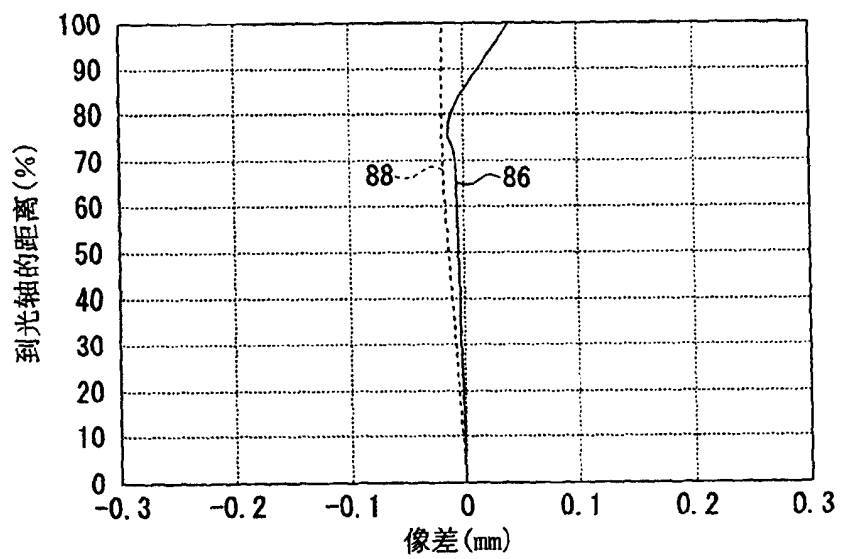
第五实施例的摄像镜头的剖面图

图 19



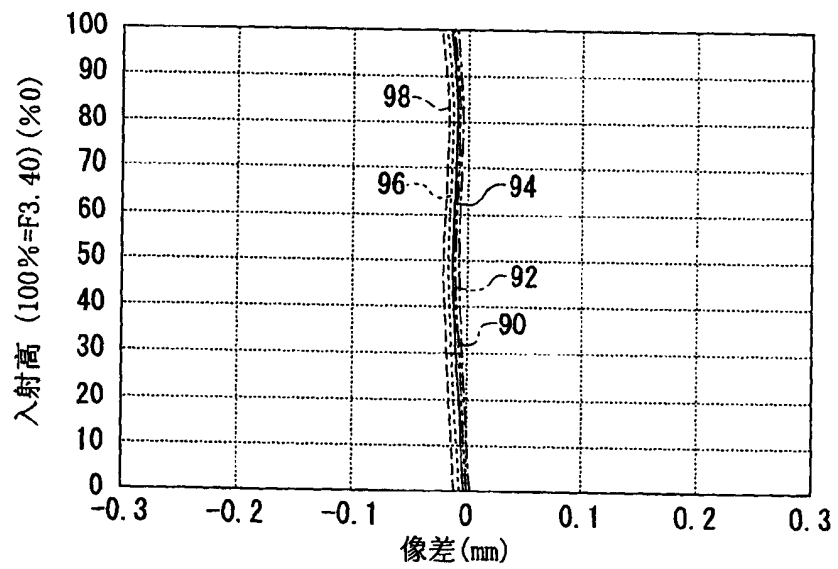
第五实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 20



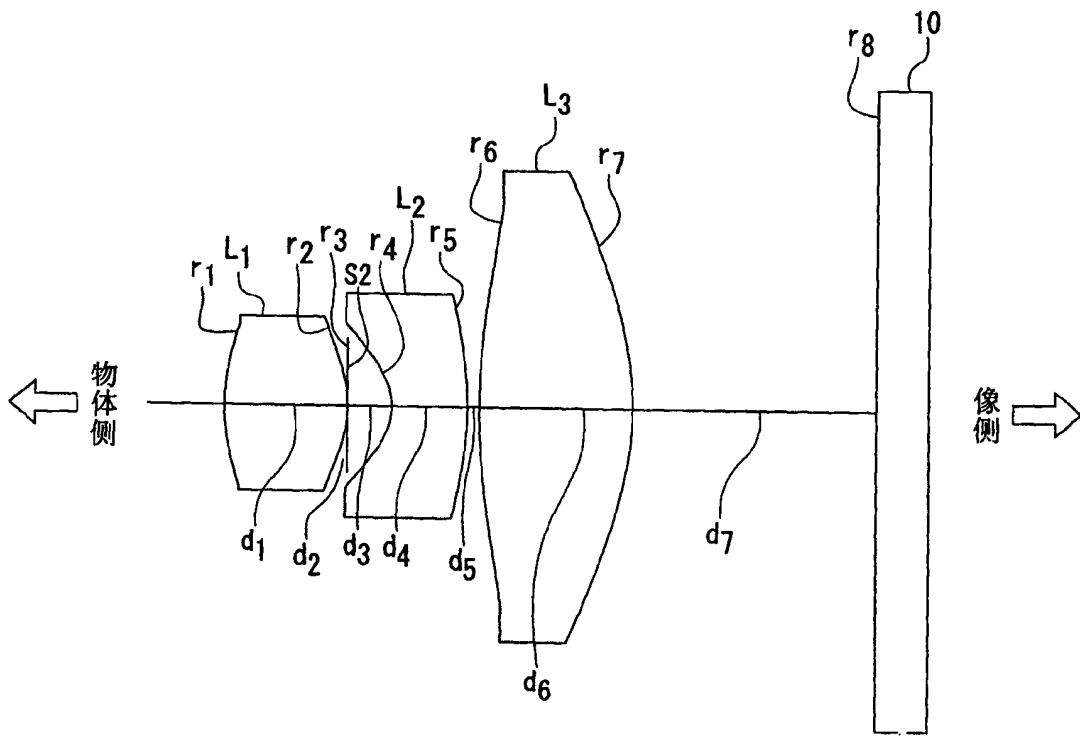
第五实施例的摄像镜头的像散图

图 21



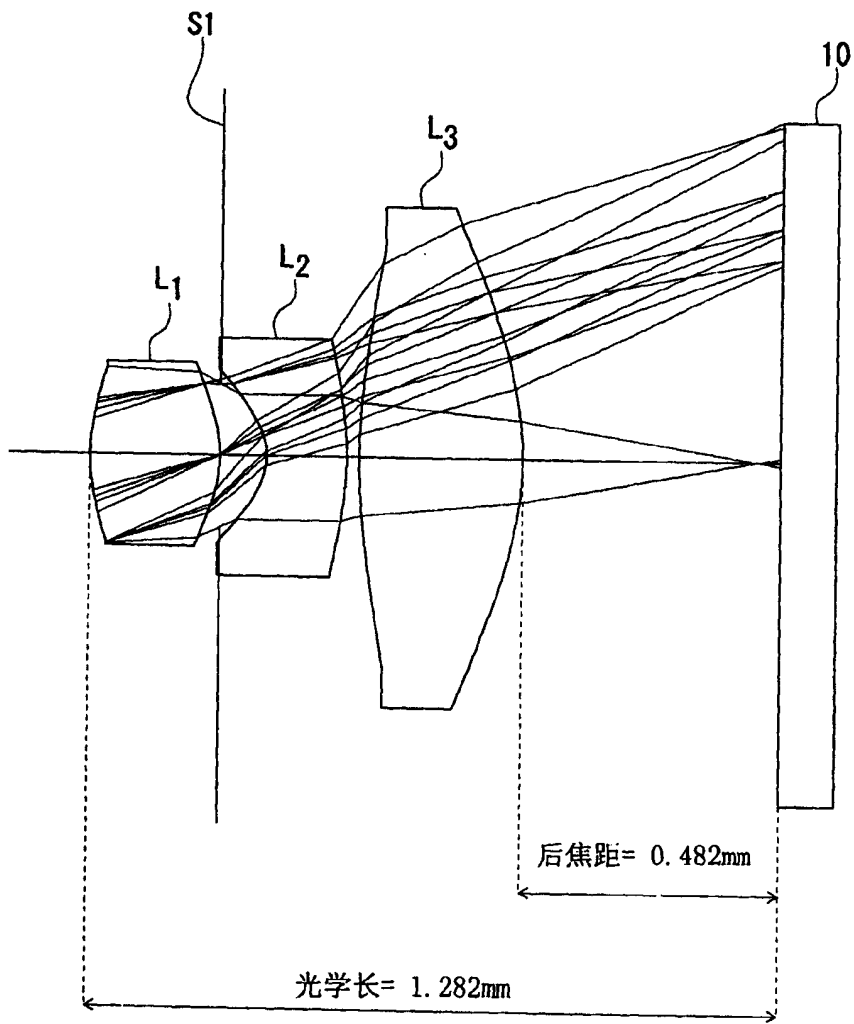
第五实施例的摄像镜头的色差/球差图

图22



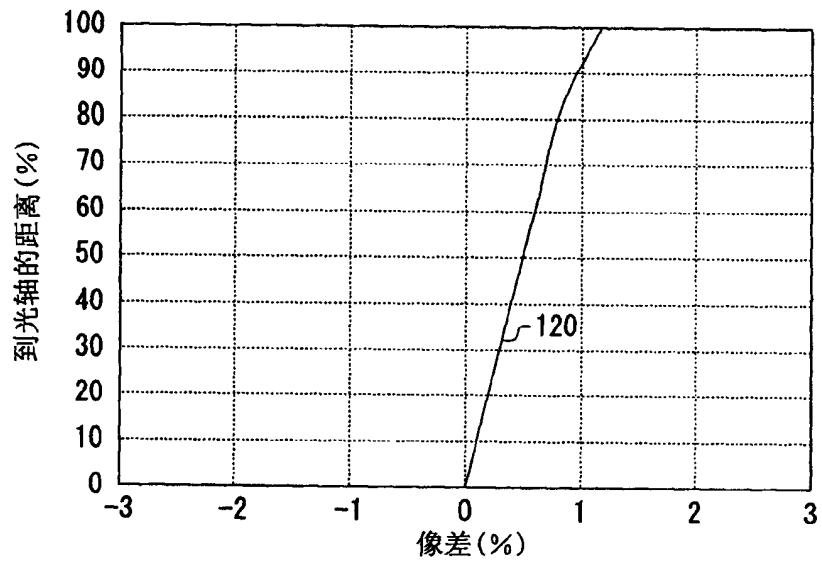
第二发明摄像镜头的剖面图

图 23



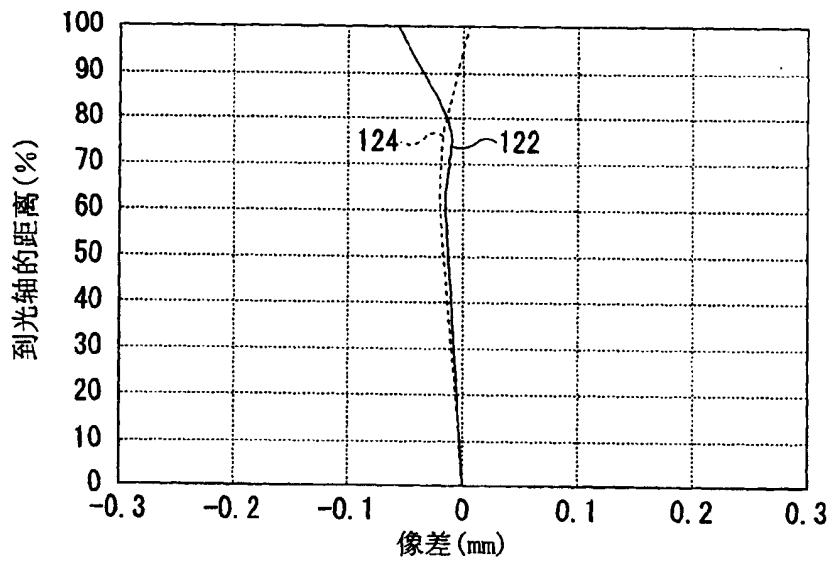
第六实施例的摄像镜头的剖面图

图 24



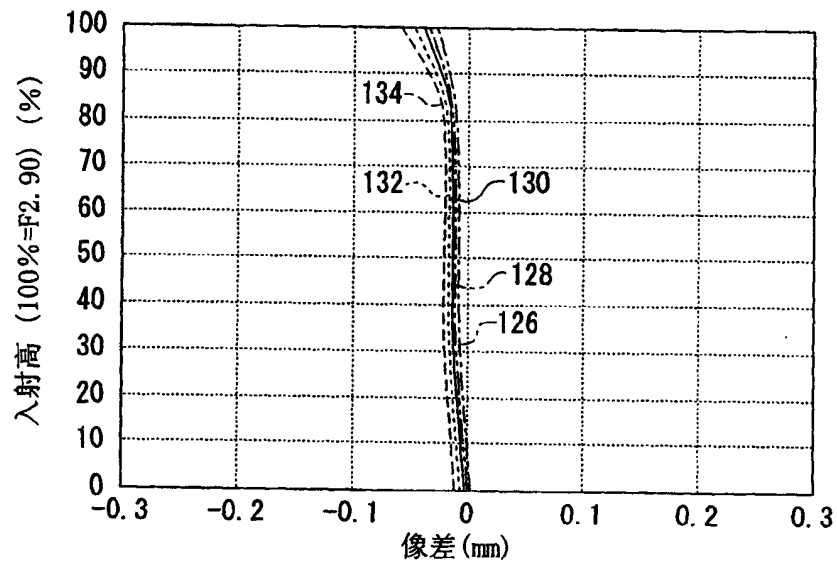
第六实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 25



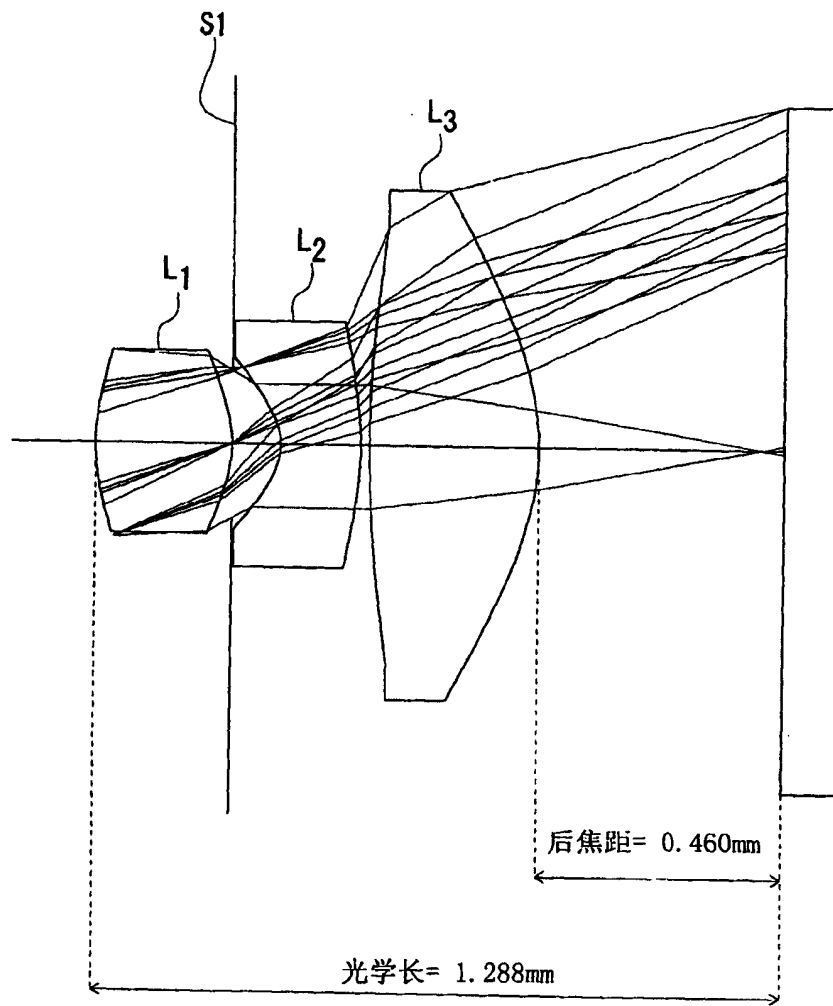
第六实施例的摄像镜头的像散图

图 26



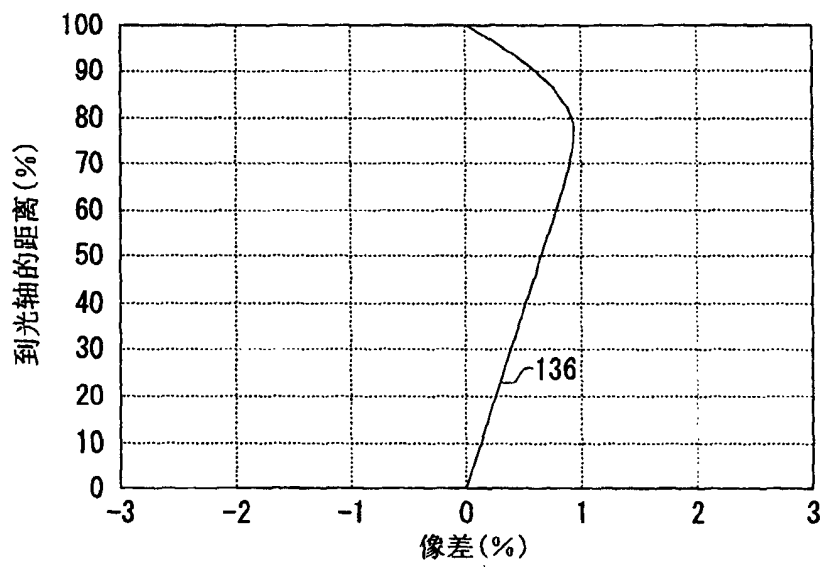
第六实施例的摄像镜头的色差/球差图

图27



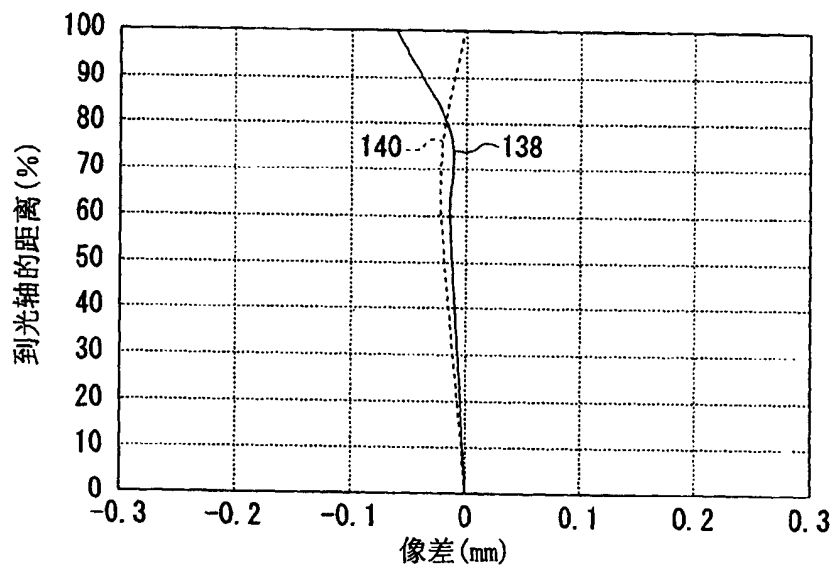
第七实施例的摄像镜头的剖面图

图 28



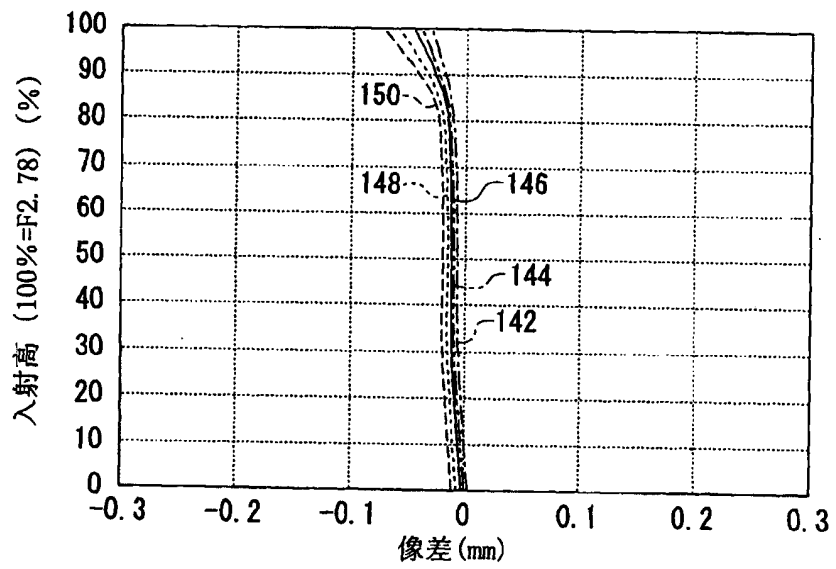
第七实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 29



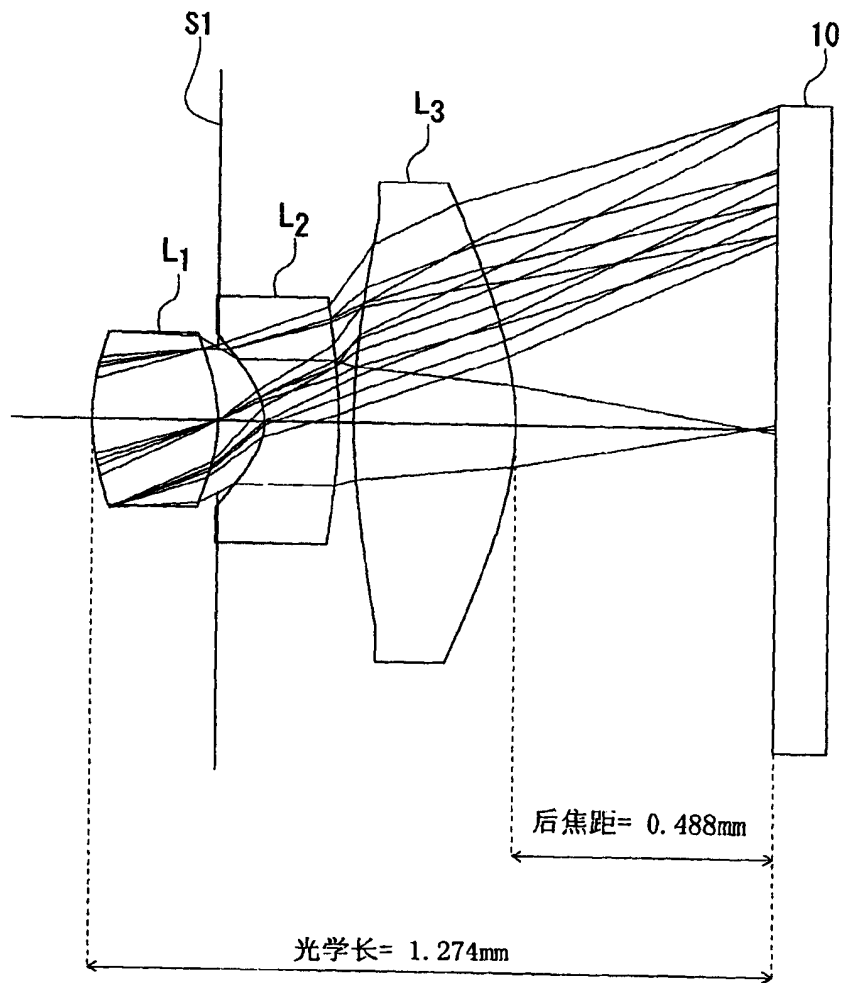
第七实施例的摄像镜头的像散图

图 30



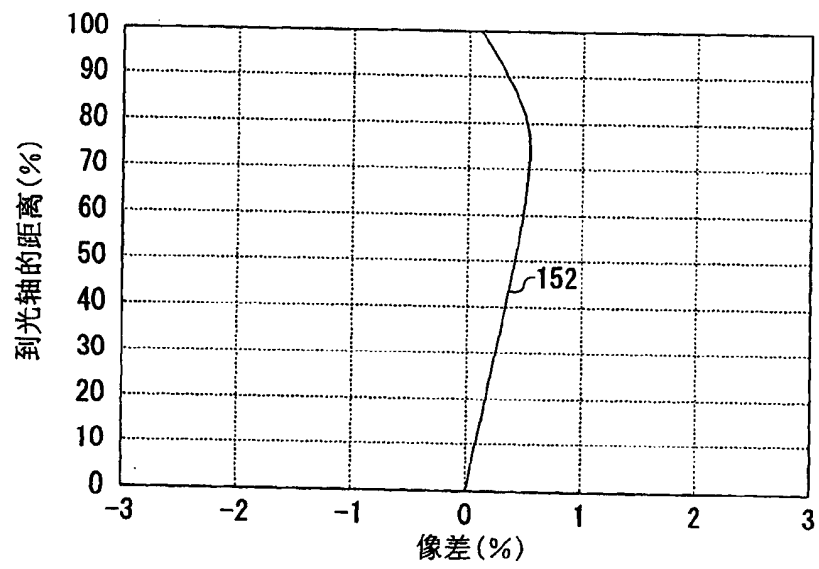
第七实施例的摄像镜头的色差/球差图

图 31



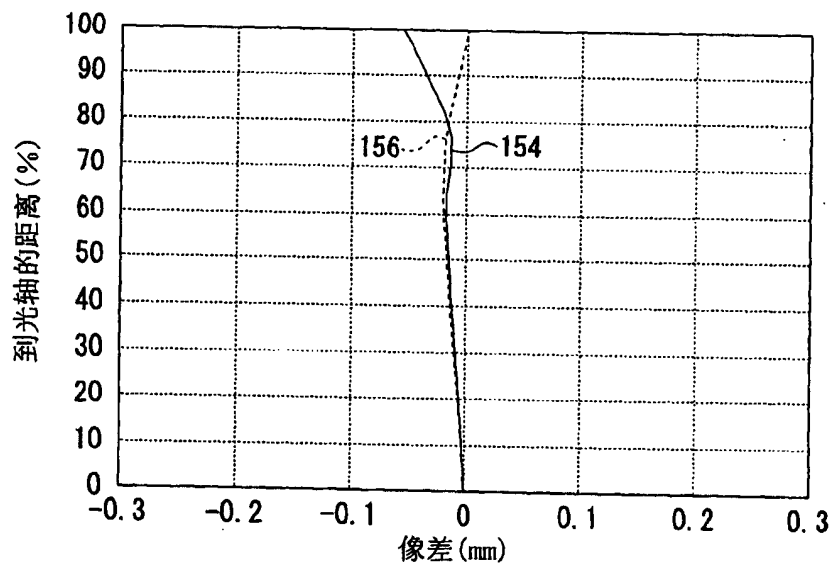
第八实施例的摄像镜头的剖面图

图 32



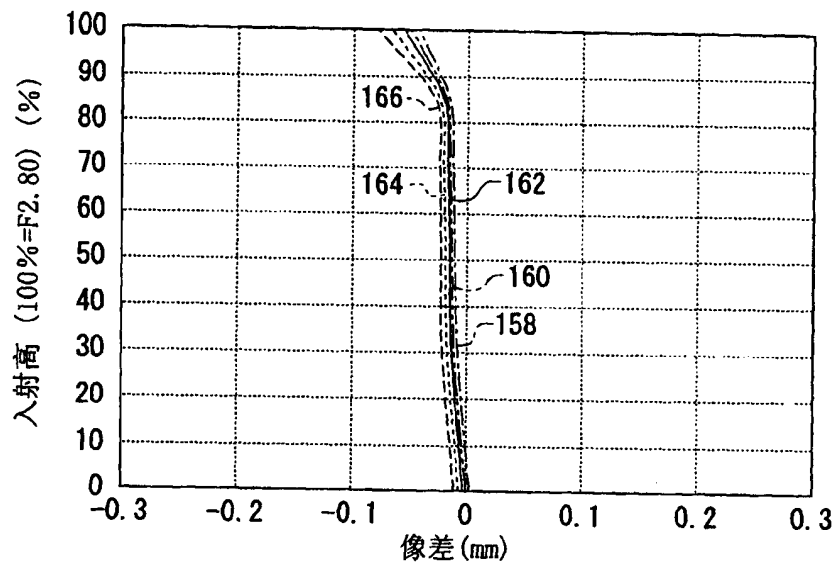
第八实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 33



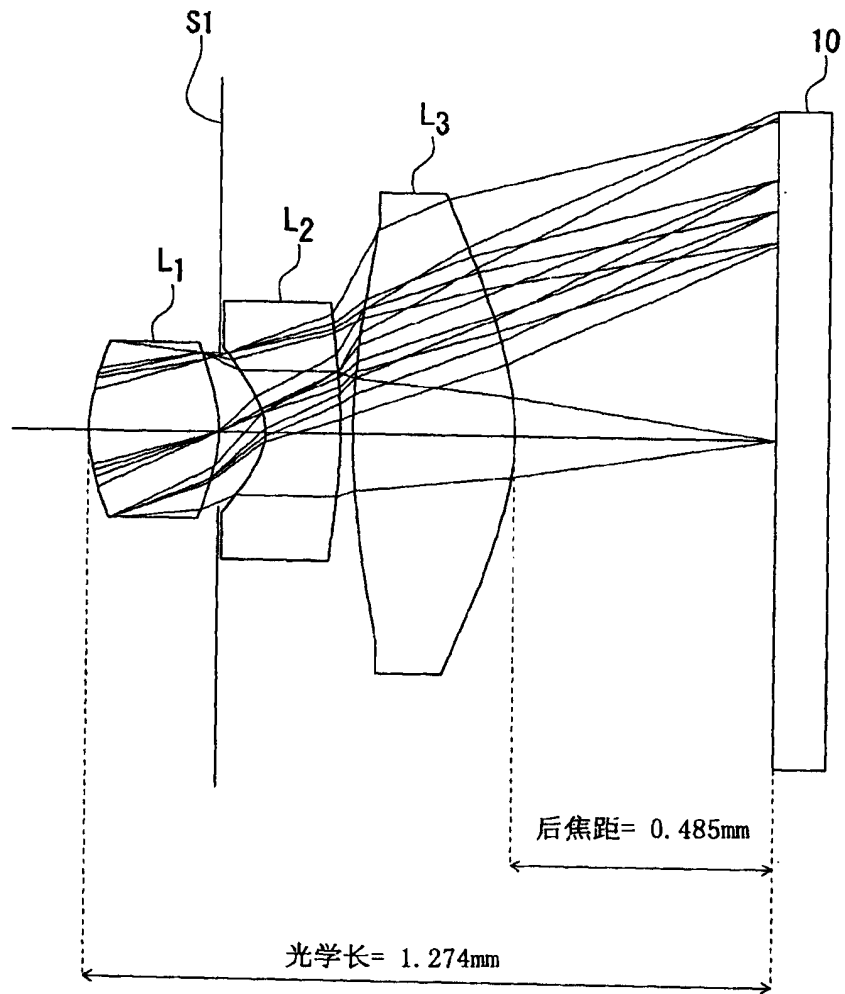
第八实施例的摄像镜头的像散图

图 34



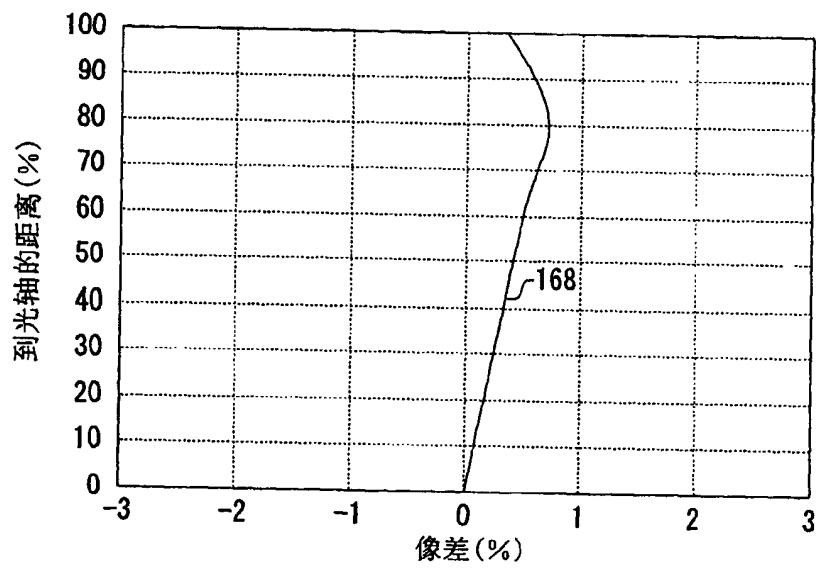
第八实施例的摄像镜头的色差/球差图

图 35



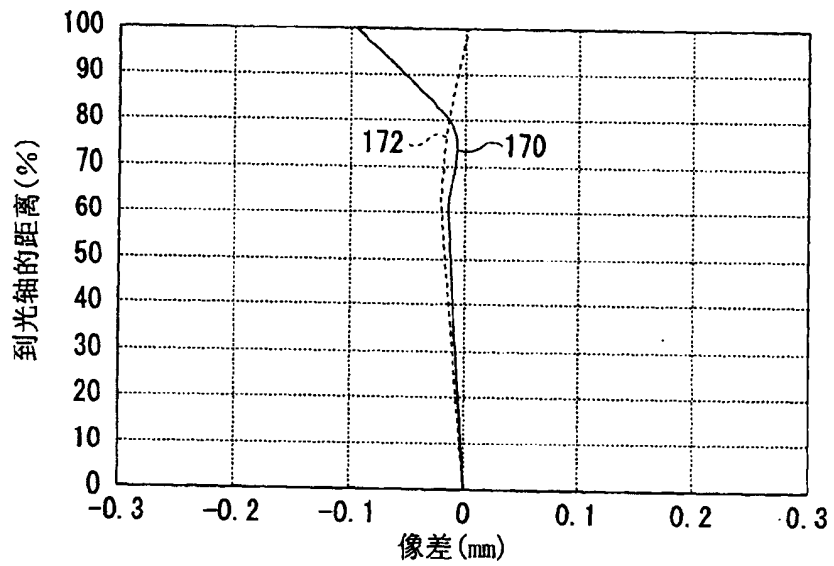
第九实施例的摄像镜头的剖面图

图 36



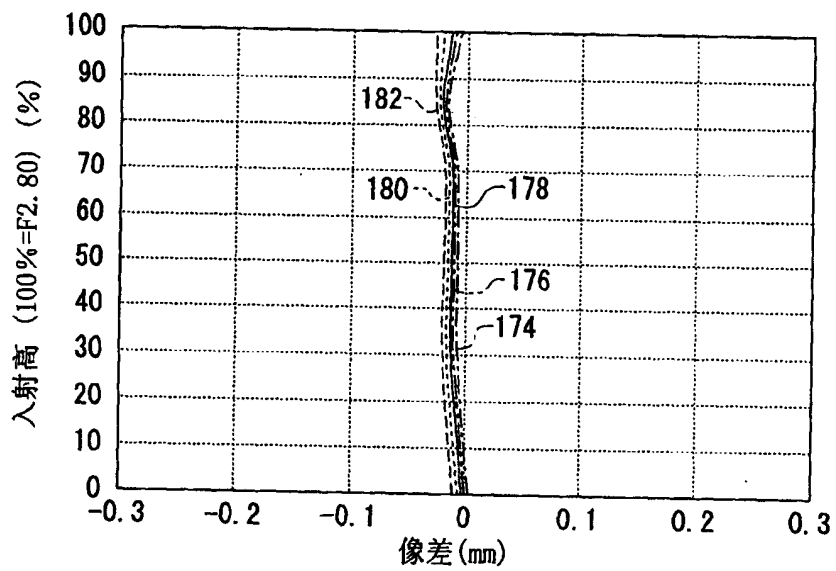
第九实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 37



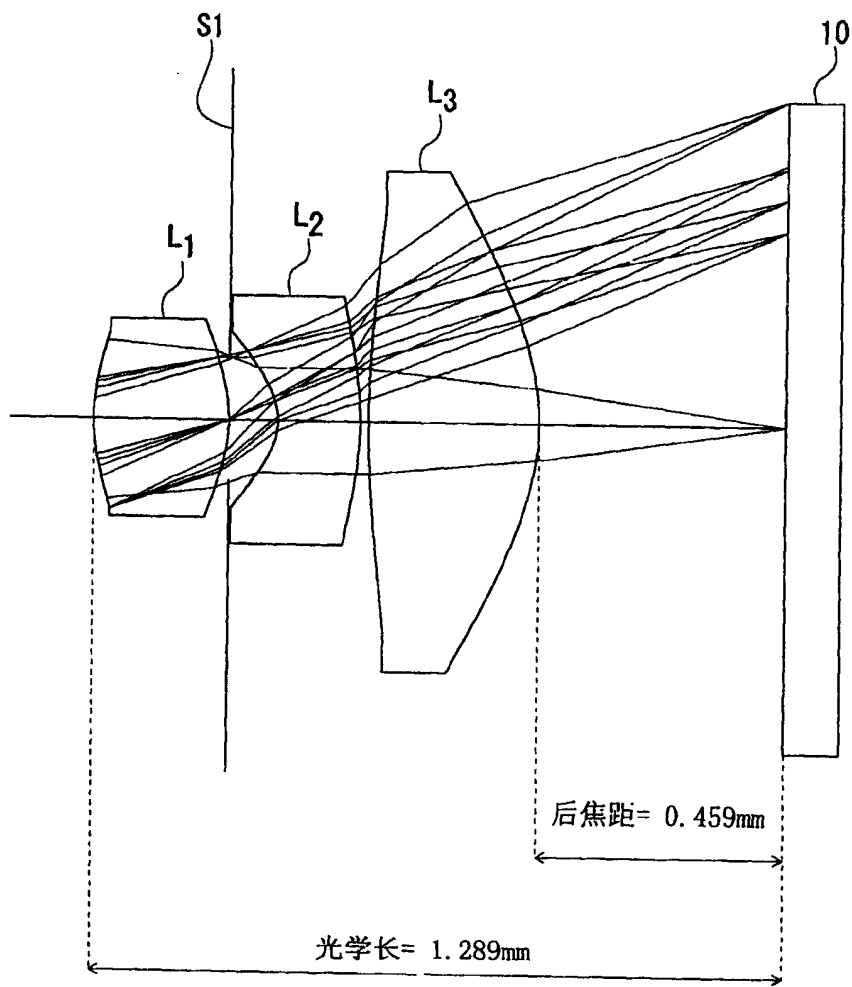
第九实施例的摄像镜头的像散图

图 38



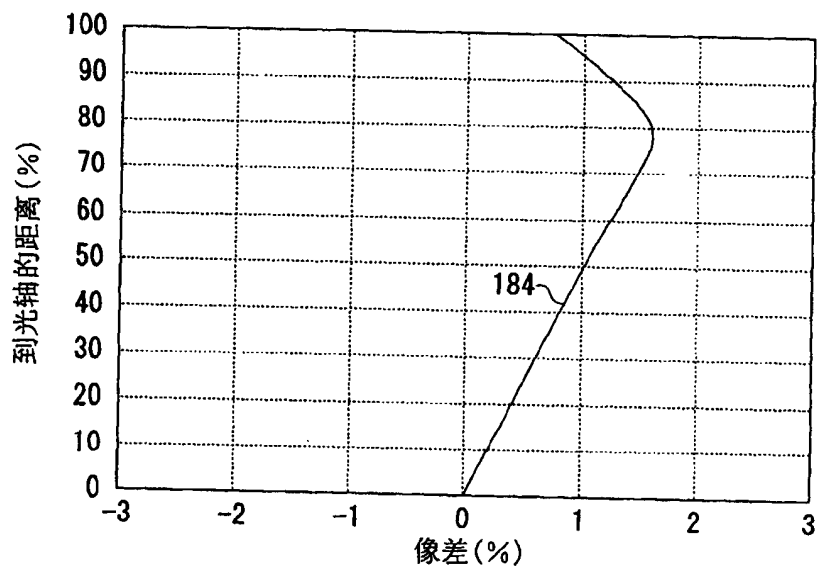
第九实施例的摄像镜头的色差/球差图

图 39



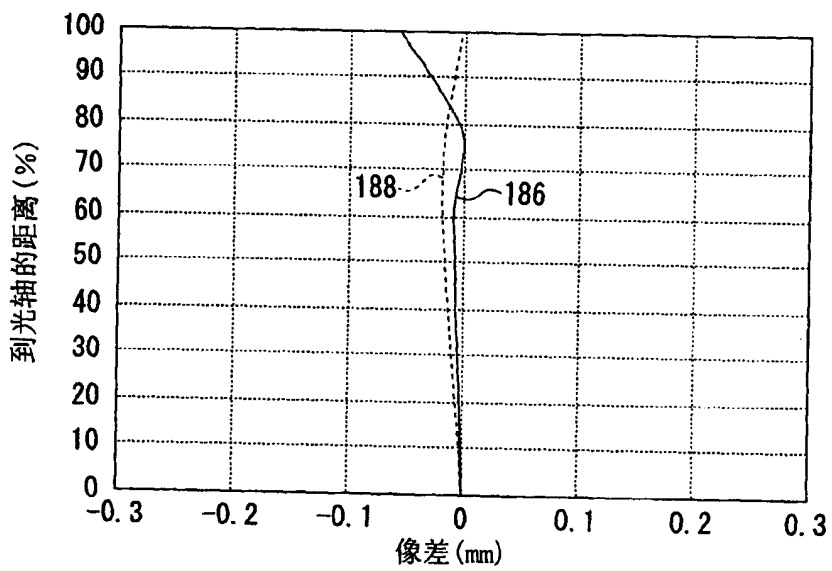
第十实施例的摄像镜头的剖面图

图 40



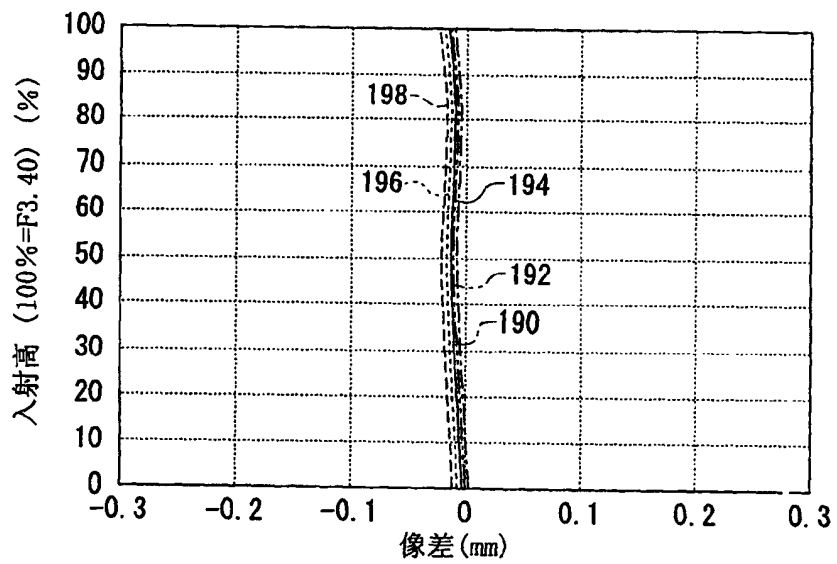
第十实施例的摄像镜头的畸变像差图

图 41



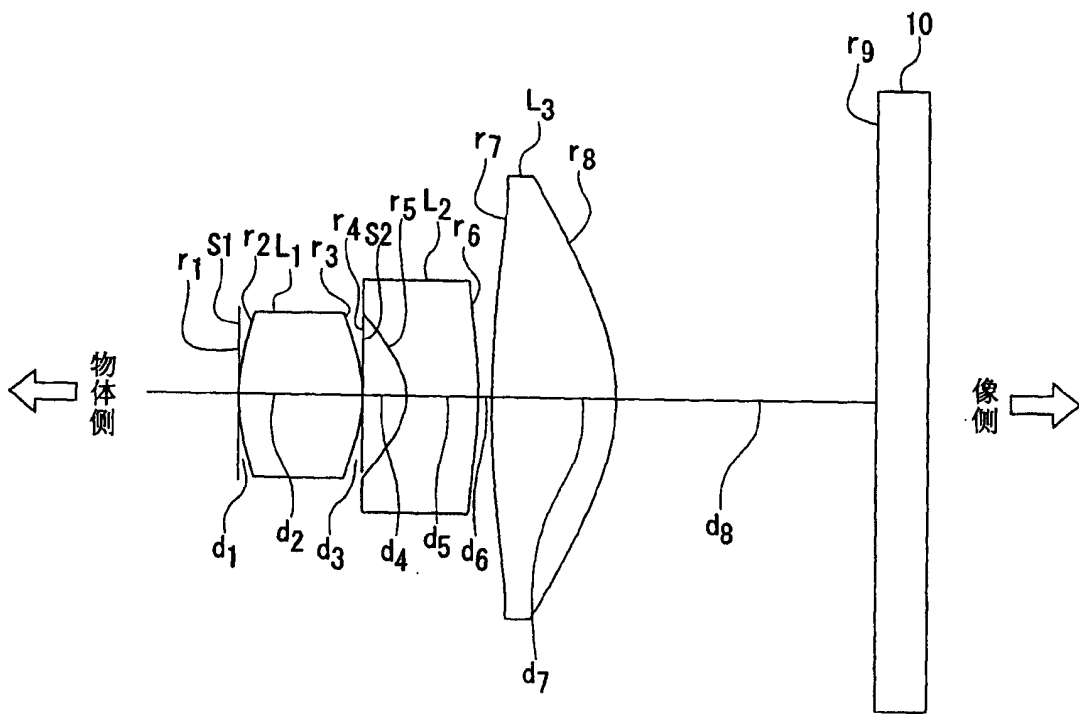
第十实施例的摄像镜头的像散图

图 42



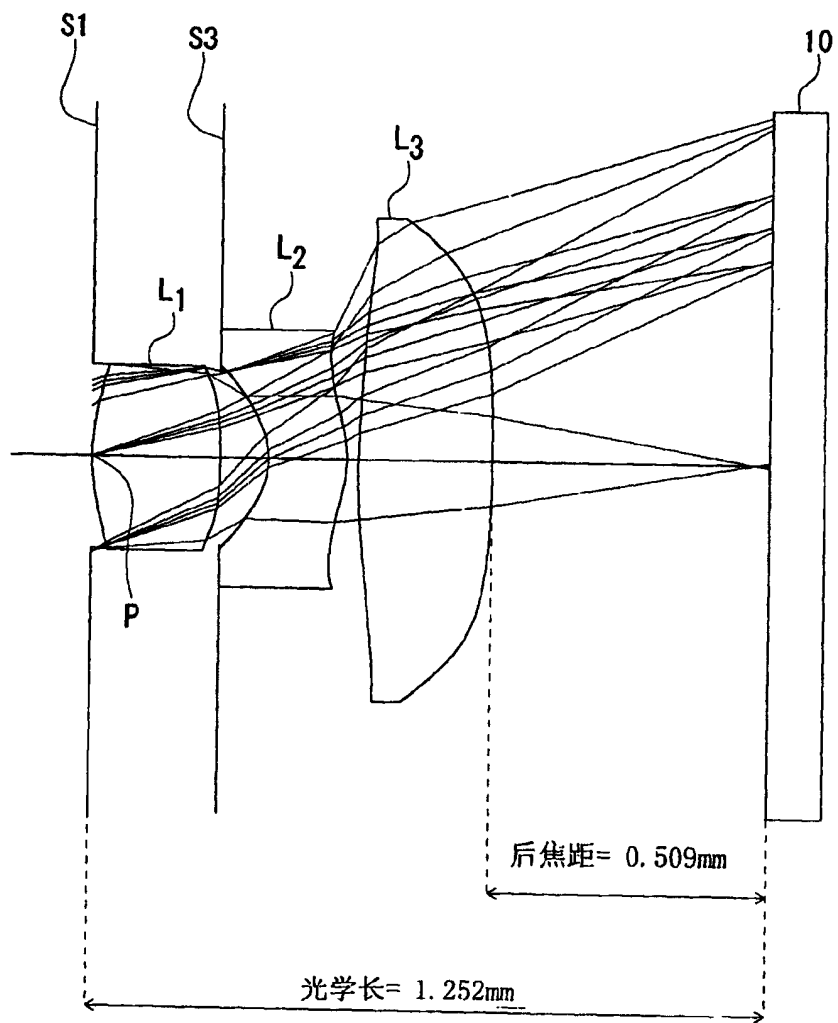
第十实施例的摄像镜头的色差/球差图

图 43



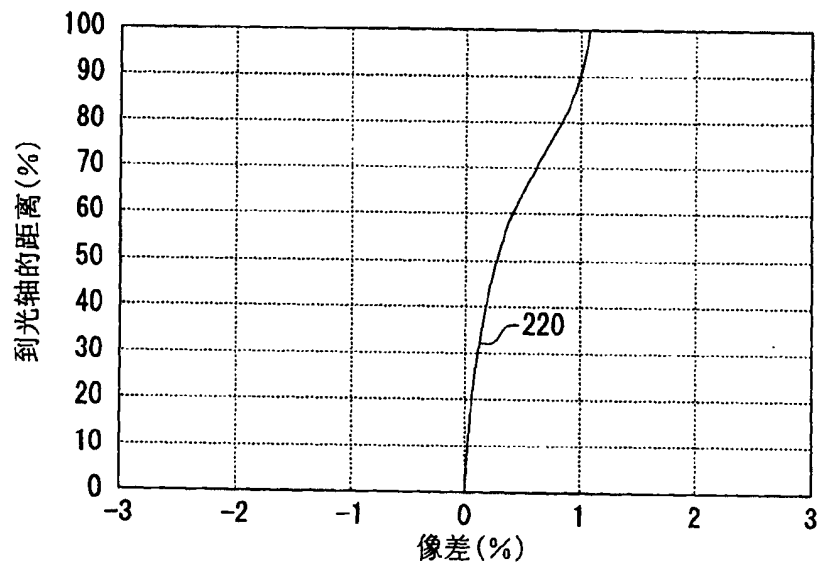
第三发明摄像镜头的剖面图

图 44



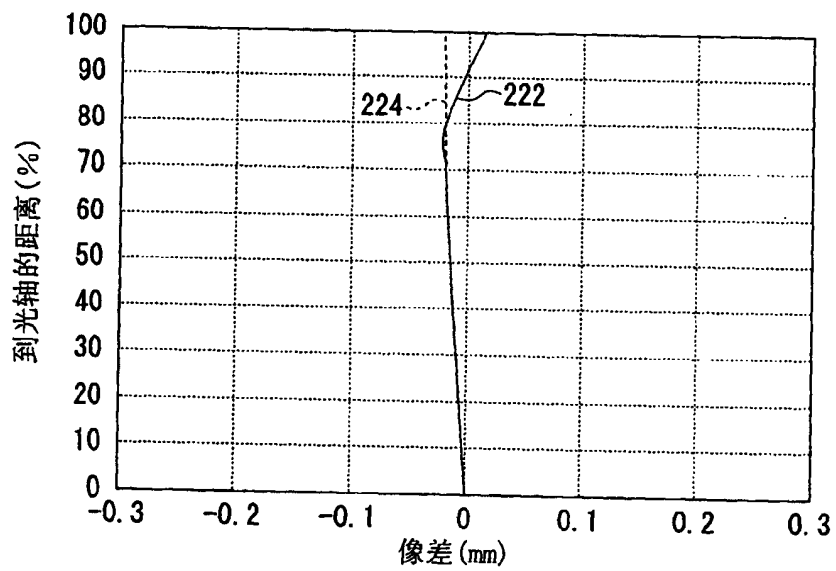
第十一实施例的摄像镜头的剖面图 [A]

图 45



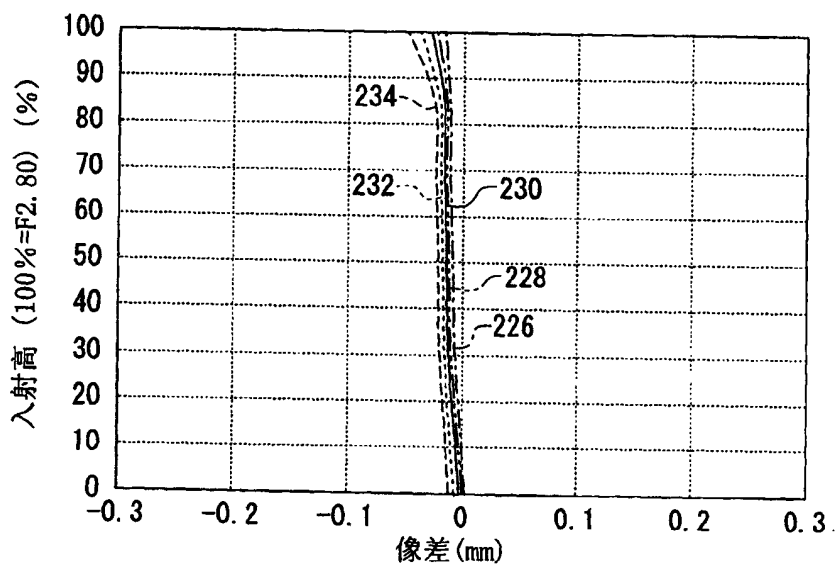
第十一实施例的摄像镜头的畸变像差图 [A]

图 46



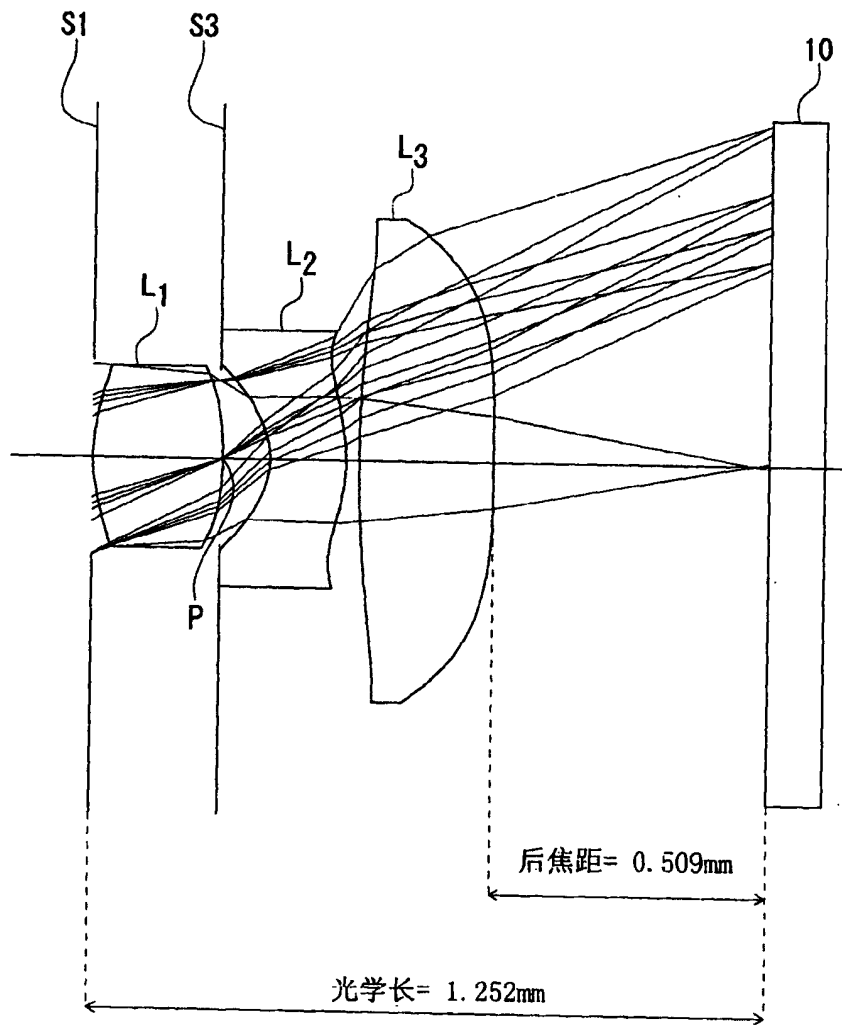
第十一实施例的摄像镜头的像散图 [A]

图 47



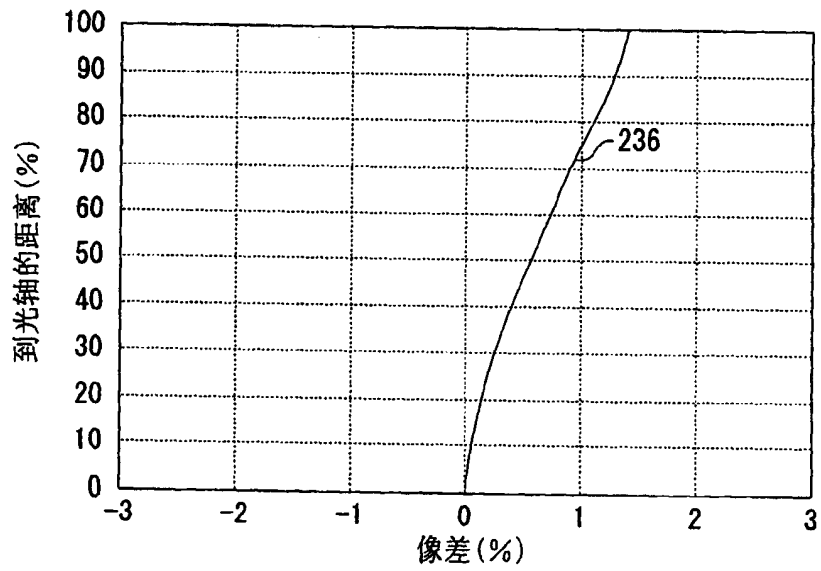
第十一实施例的摄像镜头的色差/球差图 [A]

图 48



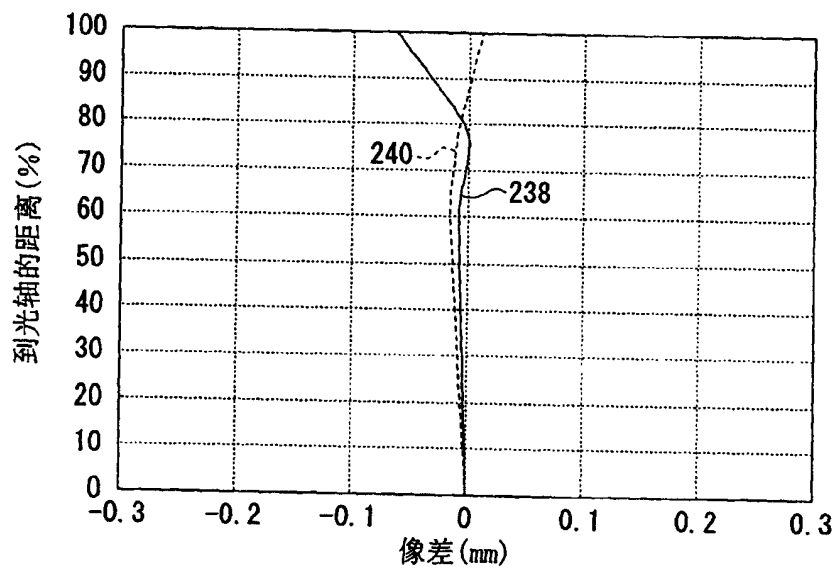
第十一实施例的摄像镜头的剖面图 [B]

图 49



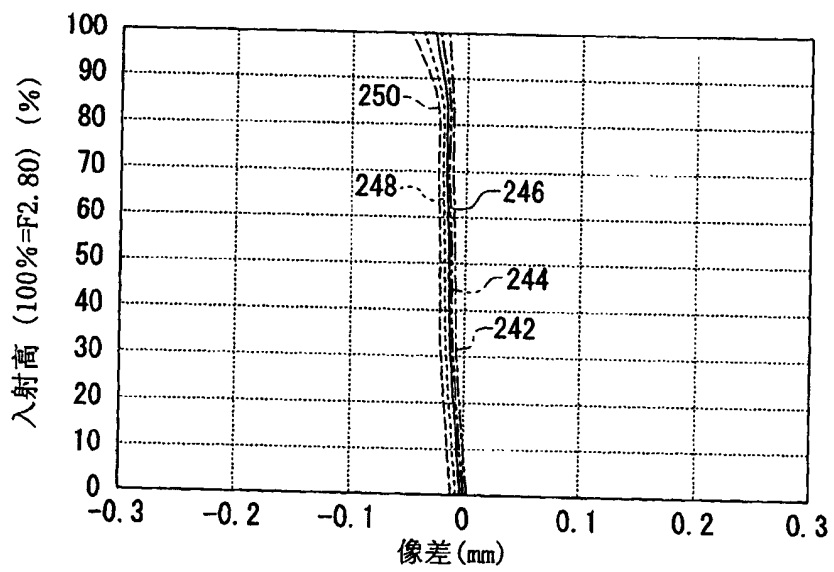
第十一实施例的摄像镜头的畸变像差图 [B]

图 50



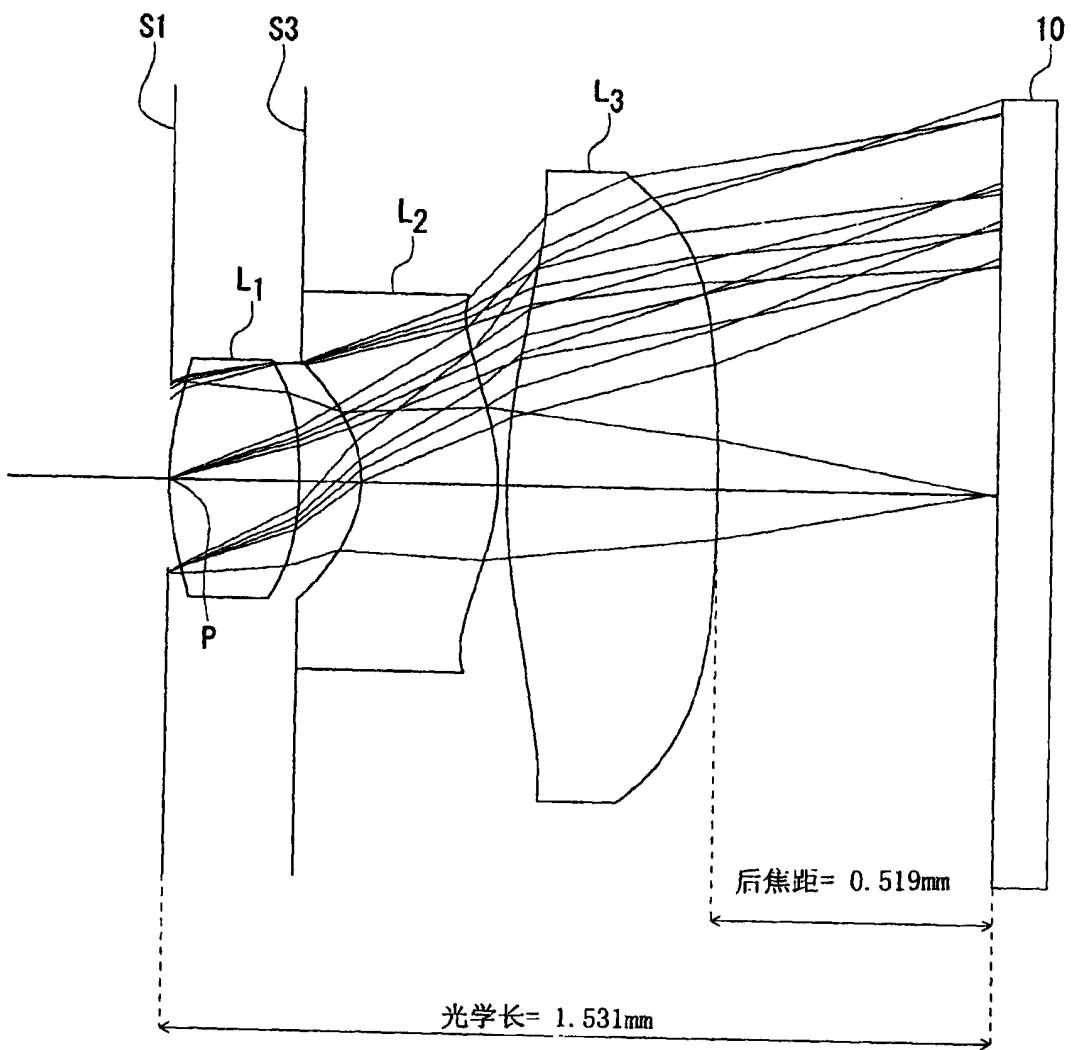
第十一实施例的摄像镜头的像散图 [B]

图 51



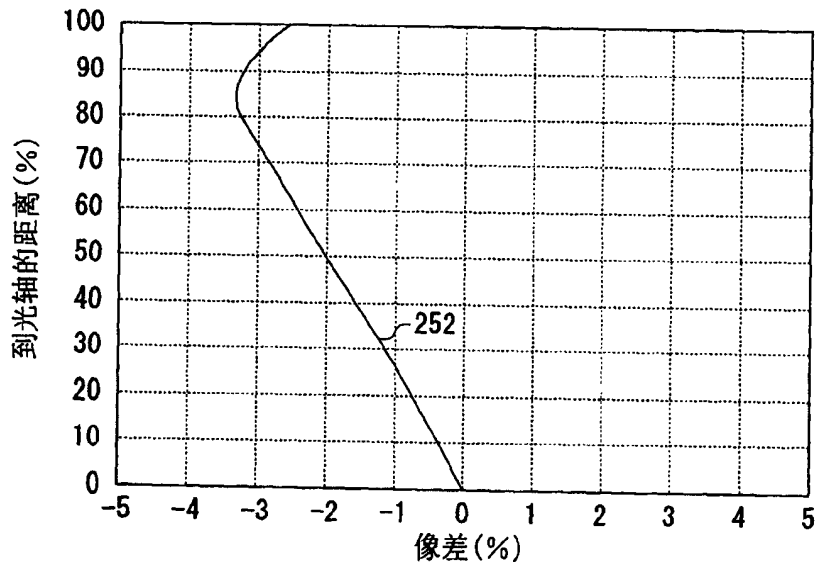
第十一实施例的摄像镜头的色差/球差图 [B]

图 52



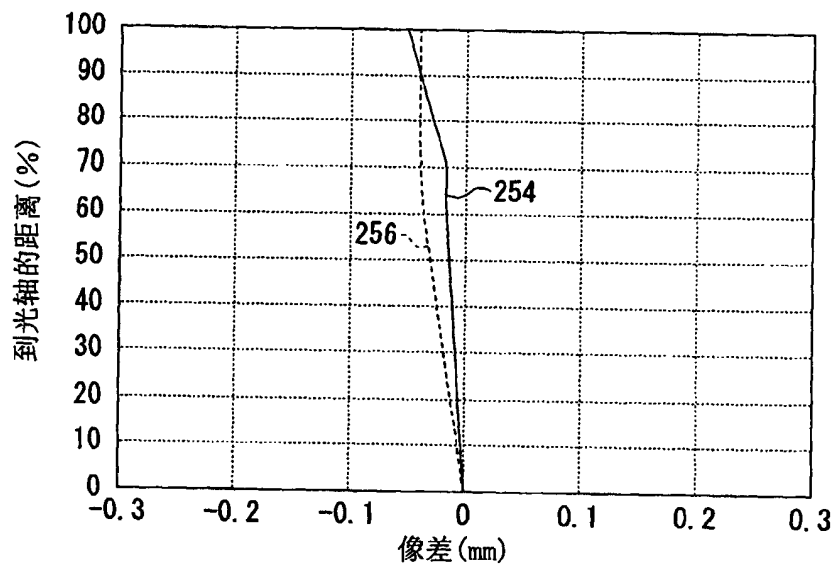
第十二实施例的摄像镜头的剖面图 [A]

图 53



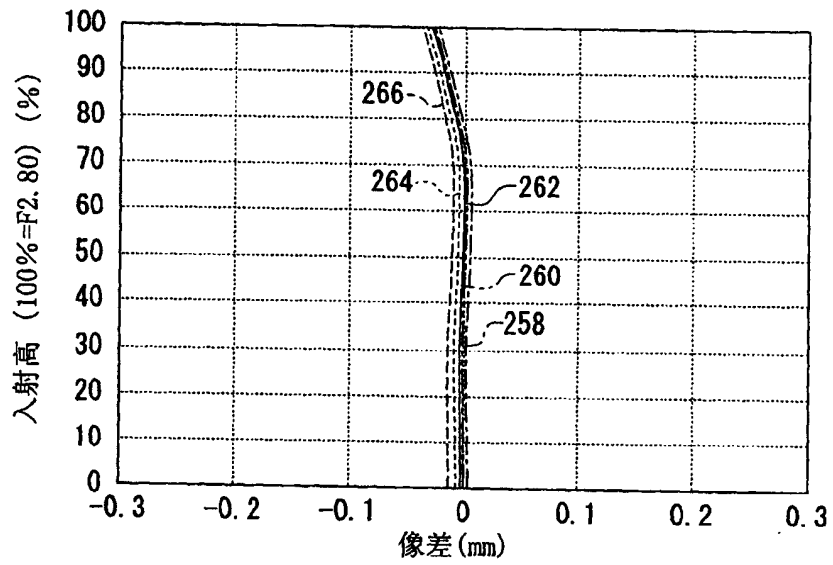
第十二实施例的摄像镜头的畸变像差图 [A]

图 54



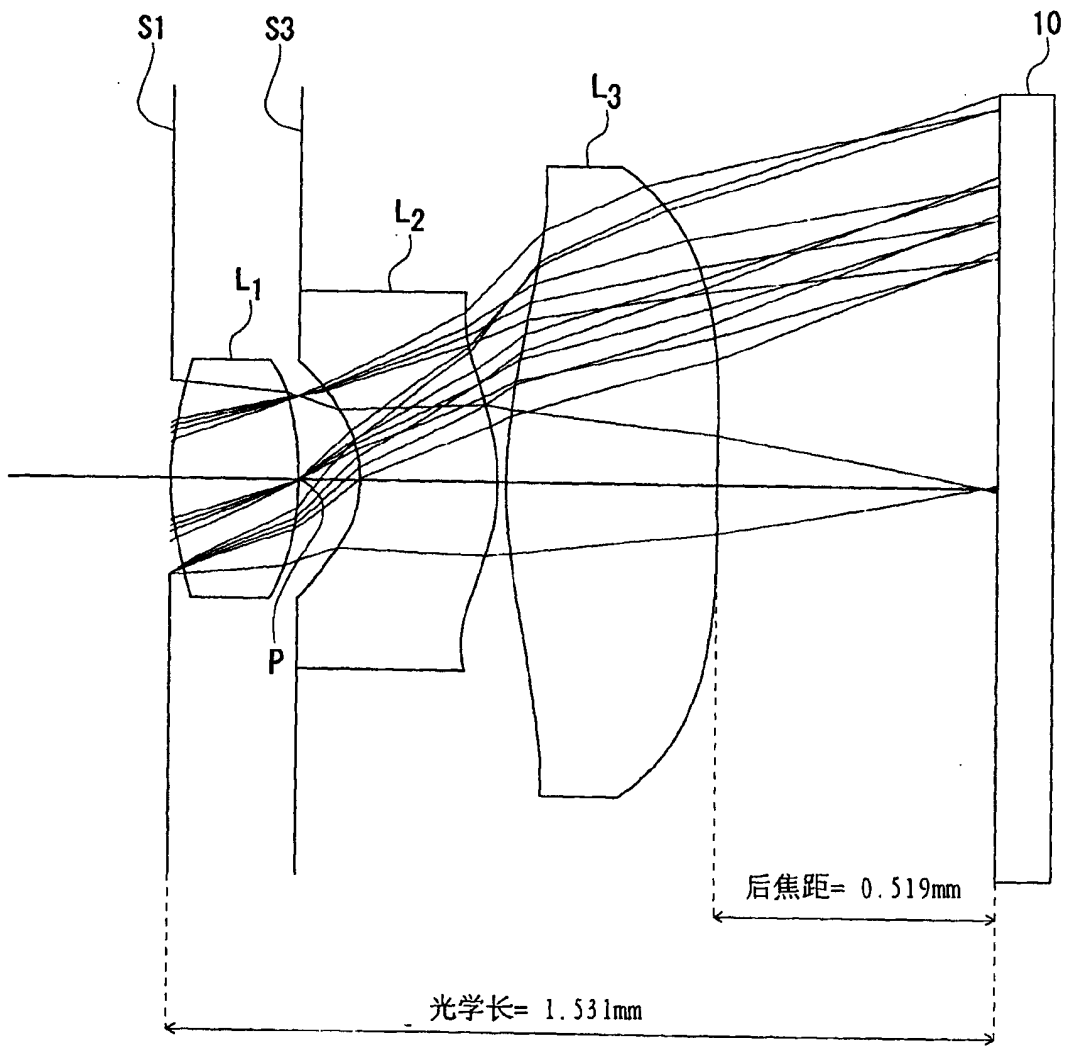
第十二实施例的摄像镜头的像散图 [A]

图 55



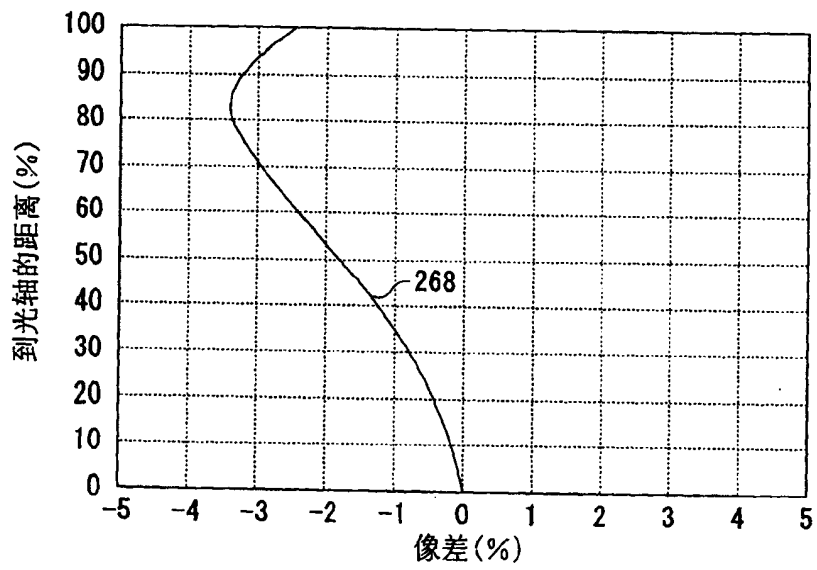
第十二实施例的摄像镜头的色差/球差图 [A]

图 56



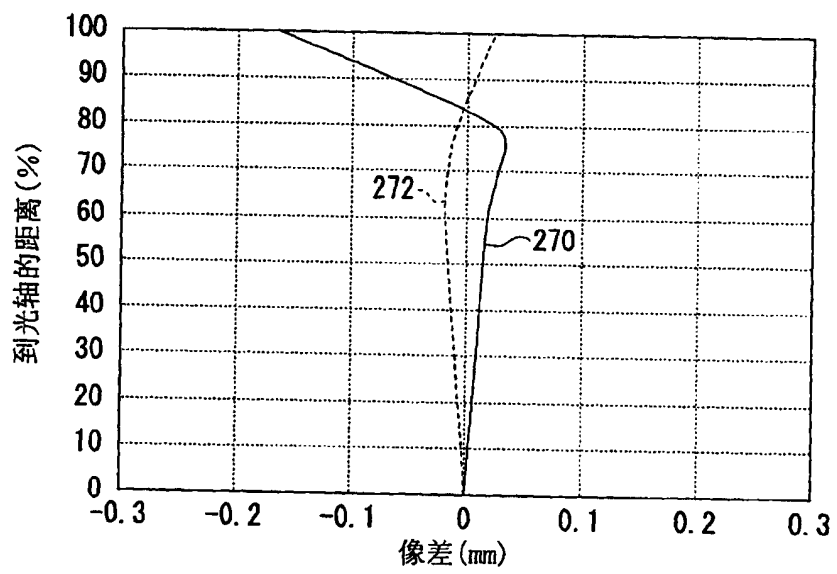
第十二实施例的摄像镜头的剖面图 [B]

图 57



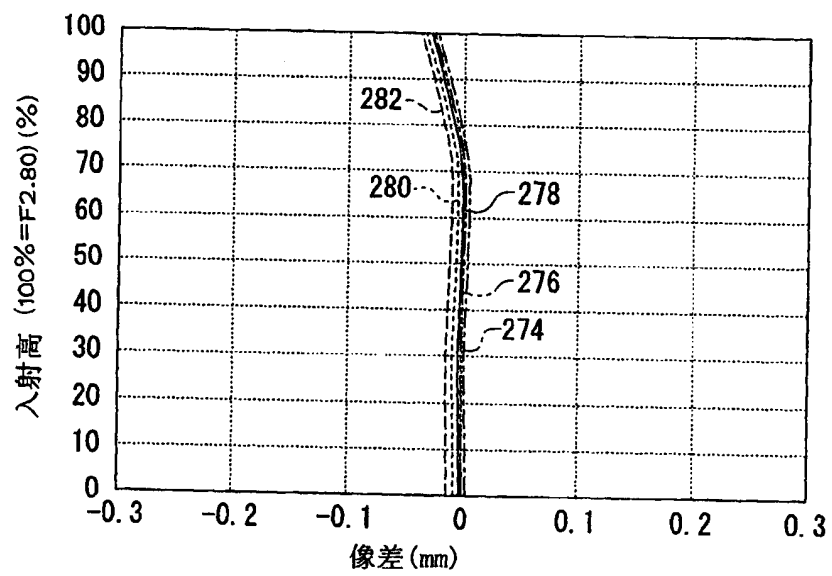
第十二实施例的摄像镜头的畸变像差图 [B]

图 58



第十二实施例的摄像镜头的像散图 [B]

图 59



第十二实施例的摄像镜头的色差/球差图 [B]