

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 13/04

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190801.4

[45]授权公告日 2000年5月3日

[11]授权公告号 CN 1052076C

[22]申请日 1995.7.20 [24]颁证日 2000.1.22

[21]申请号 95190801.4

[30]优先权

[32]1994.7.25 [33]EP [31]94202161.9

[86]国际申请 PCT/IB95/00576 1995.7.20

[87]国际公布 WO96/03669 英 1996.2.8

[85]进入国家阶段日期 1996.4.24

[73]专利权人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72]发明人 J·J·M·布拉特

审查员 俞志龙

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

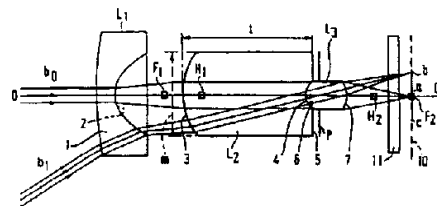
代理人 王勇 王岳

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 2 页

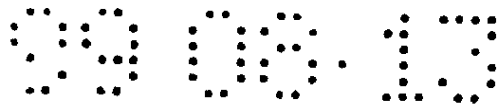
[54]发明名称 广角物镜系统

[57]摘要

本发明描述了一种特别用于 CCD 摄像机的广角物镜系统,其紧凑、廉价,并能令人满意地矫正象差。它包括前面的弯月形透镜(L<sub>1</sub>)、居间的厚的凸凹透镜(L<sub>2</sub>)和双凸透镜(L<sub>3</sub>),最后提及的两个元件最好胶合在一起;出瞳(P)位于第二块透镜元件的出射面(4)所在的区域内;而且第一和第三个元件(L<sub>1</sub>和 L<sub>3</sub>)是由例如 PMMA 制成的,第二个元件(L<sub>2</sub>)是由例如 PC 制成的。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

---

1. 一种用来将一定场面缩小成象于象平面的具有大孔径角的物镜系统，其从物方看上去依次包括有：

第一块透镜元件，带有第一个凸的折射表面和第二个凹的折射表面；

第二块透镜元件，带有第三个凸的折射表面和第四个折射表面，以及

第三块透镜元件，带有第五个折射表面和第六个折射表面，其特征在于：

第六个折射表面为凸的；此透镜系统的光瞳处在第四个折射表面或与其非常贴近的区域内；第一和第三块透镜元件是由具有第一折射率的同样的第一种材料制成的，第二块透镜元件是由具有不同于第一折射率的第二折射率的第二种材料制成的。

2. 如权利要求 1 所述的物镜系统，其特征在于，第四和第五个折射表面具有相同的曲率，而且是胶合在一起的。

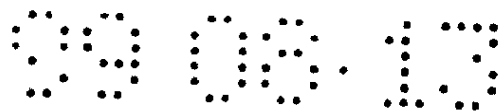
3. 如权利要求 2 所述的物镜系统，其特征在于它满足以下条件

$$0.20 \leq \frac{K_+}{K_{\text{tot}}} \leq 0.60$$

其中  $K_+$  为第二和第三块透镜组合件的正光焦度； $K_{\text{tot}}$  为该透镜系统的总光焦度。

4. 如权利要求 1，2 或 3 的物镜系统，其特征在于这些透镜元件完全是由合成材料制成的。

5. 如权利要求 4 所述的物镜系统，其特征在于：第一和第三块透镜是由聚甲基丙烯酸甲酯制成的，第二块透镜是由聚碳酸



酯制成的。

6. 如权利要求 1, 2, 或 3 所述的物镜系统, 其特征在于第四个透镜表面为非球面。

7. 如权利要求 6 所述的物镜系统, 其特征在于至少第一和第二个透镜表面之一为非球面。

8. 如权利要求 7 所述的物镜系统, 其特征在于第六个透镜表面为非球面。

9. 如权利要求 1, 2, 或 3 所述的物镜系统, 配备有接纳这些透镜元件的镜头座, 其特征在于该镜头座是由具有这样一种热膨胀系数的材料制成的, 使得可引起此透镜系统光学性能随温度变化的此透镜系统等效膨胀系数, 等于处在两外部透镜元件的支座上两固定位置之间的支座材料的膨胀系数, 且此透镜系统的等效膨胀系数为该温度的一个函数并由以下参数决定, 即:

透镜材料的膨胀系数;

这些材料的折射率及其随温度的变化, 以及

这些透镜元件的大小。

10. 一种配备有物镜系统和光电子图象传感器以将此物镜系统形成的图象转换成电子图象信号的摄象装置, 其特征在于该物镜系统为权利要求 1, 2, 或 3 的物镜系统。

11. 如权利要求 10 的摄象装置, 其特征在于所述图象传感器为 CCD 传感器。

12. 如权利要求 10 的摄象装置, 其特征在于: 该传感器配备有接纳镜头座用的套筒, 物镜系统的透镜被固定在此镜头座中; 而且上述套筒的热膨胀系数大于此镜头座的热膨胀系数。

# 说明书

## 广角物镜系统

本发明涉及用来将一定场面微缩成象于象平面的具有大孔径角的物镜系统，其从物方看上去依次包括有：

第一块透镜元件，带有第一和第二个凸的折射表面；

第二块透镜元件，带有第三个凸的折射表面和第四个折射表面；以及

第三块透镜元件，带有第五个折射表面和第六个折射表面。

本发明还涉及配备有这种物镜系统的摄象装置。

然而在美国专利 5,251,073 中，描述了可被用在电荷耦合器件 ( CCD ) 摄象机中，具有 ( 在  $125^\circ$  和  $150^\circ$  范围之间 ) 非常大的孔径角的这类物镜系统。该系统为反远距焦点型，又被称为反摄远型，意指其在象方具有相对长的前焦距。此已知的物镜系统具有  $F/2.0$  的光圈数，并且至少包括四块而最好为六块玻璃透镜元件。在此已知系统中，第一和第二块透镜之间的入射光孔是处在空气中的。

本发明的物镜系统，是为了广泛使用，并与带光敏表面 ( 例如对角线长  $4\text{mm}$  ) 的譬如电子图象传感器或 CCD 传感器组合而设计的。假如物镜系统足够便宜，则这样一种组合便可应用到监控摄象机、电视电话，或者与个人计算机工作站关联的摄象机中，此计算机工作站同其它这类工作站耦合，以将目视观察数据与实际数据一起从一个工作站传送给其它工作站。这些数据可通过对文献扫描来获得，又可称为位映象。对于上述应用来说，此物镜

系统应当具有大约  $2 \times 35^\circ$  或更大的视场，取决于图象传感器感光面大小的焦距（例如对于对角线长 2mm 的 CCD 图象传感器来说，此焦距例如为 3mm），以及例如 F/2.5 的光圈数，以便摄取足够优质的场景，即使是在低照度下也如此。这样的物镜系统无法根据美国专利 5,251,073 中描述的设计进行制造，因为那样做太昂贵。此外，该系统的分辨率太低，并且呈现出太大的球差和象散，后一结果在上述位映象应用中尤其麻烦。

本发明的目的在于提供一种特别适合上述用途的物镜系统，该系统便宜而且紧凑，具有令人满意的颜色校正和较小的象散和畸变，以及令人满意的分辨率。该物镜系统的特征在于：第六个折射表面为凹的；此透镜系统的入射光孔处在第四个折射表面或者与其非常贴近的区域内；第一和第三块透镜元件是由具有第一折射率的同样的第一种材料制成的，第二块透镜元件是由具有不同于第一折射率的第二折射率的第二种材料制成的。

在第四个表面区域内，成象光束的入射角（此角度是由第一和第二块透镜决定的），与入射在第一块透镜表面上的该光束的角度相比，显著地减小了。由于具有第二折射率的第二块透镜到具有第一折射率的第三块透镜的临界点处于光瞳所在的位置，而且这种临界点对于纵向色差具有校正作用，故此象差对于成象光束的所有入射角均能获得令人满意的矫正。这样一种有效的矫正，在根据美国专利 5, 251, 073 的物镜系统中是无法实现的，其中的光瞳并不处在象差校正元件所在或与其非常贴近的位置。纵向色差被理解为是指，象面的位置依赖于该光束或者光束成分的颜色或波长。

通过使用具有第二种折射率的第二块厚透镜，具有第一种折射率的第一块透镜的横向色差便可得到校正。此横向色差被理解

为是指物镜系统的与颜色或者波长有关的放大倍率。

第一和第三块透镜可以相互隔开--狭窄的空气间隙。然而从制造工艺的观点及就稳定性而论，此物镜系统的较佳实施例，其特征在于，第四和第五个折射表面具有相同的曲率，而且是胶合在一起的。

所使用的胶合材料，其折射率的取值范围，处在比上述第一和第二种折射率中最小的折射率略大，及比其中最大的折射率略大的折射率之间。

该实施例的进一步特征在于，最好满足以下条件：

$$0.20 \leq \frac{K_2}{K_{tot}} \leq 0.60$$

其中  $K_2$ —第二和第三块透镜组合件的正光焦度；  $K_{tot}$ —该透镜系统的总光焦度。

具有令人满意质量的该物镜系统，其廉价的实例的特征在于这些透镜元件完全是由合成材料制成的。

由于所有的透镜元件都是由透明的合成材料构成的，故此物镜系统是廉价的，而仍然具有上述应用所需要的象质。此外，由这种合成材料制成的透镜，通过使用非球面轮廓的模具制造该透镜，可以很容易地提供以非球面。

应当指出的是，用在 CCD 摄象机中并由合成材料的元件构成的物镜系统，其本身可由日本专利申请 4 - 107407 的摘要中了解到。然而该系统仅包括两块透镜（一块负的弯月形透镜和一块双凸透镜），其中的弯月形透镜不带非球面。此摘要也没有指出这些透镜在用料上的不同。此物镜系统的质量无法与本发明的物镜系统相比，不仅在视场方面，而且在光轴上。

使用合成材料元件的物镜系统，其最佳实施例的特征在于，第一和第三块透镜是由聚甲基丙烯酸甲酯制成的，第二块透镜是

由聚碳酸酯制成的。实践证明，这些分别具有 1.49 和 1.58 的折射率的材料，是一些具有良好的光学性能的材料。

在此实施例中，第四和第五个透镜表面，从物方看上去是凸起的。

此物镜系统的进一步特征在于，最好第四个透镜表面为非球面。

非球面的透镜表面，被理解为是指一种表面，其基本形状为球面，但其实际形状只有很小一点偏离，以对此透镜基本形状的球差进行矫正。由于此非球面处在或者贴近该透镜系统光瞳的位置，故其能对成象光束的所有入射角进行令人满意的象差矫正。由于第四个表面也能保证对纵向色差的矫正，故此表面在相应的透镜系统中具有双重校正功能。

如果此物镜系统的进一步特征在于至少第一和第二个透镜表面之一为非球面，则此系统能够令人满意地消除畸变。

通过赋予第六个折射表面以非球面形状，可以得到一个球差足够小的具有 F/2.5 数量级的较大光圈数的物镜系统。

本发明还涉及配备有物镜系统和光电子图象传感器的摄象装置，以将物镜系统形成的图象转换成电子图象信号。该摄象装置的特征在于，此物镜系统为此前描述的物镜系统。

如果该摄象装置的进一步特征在于所述图象传感器为 CCD 传感器，则该装置可以紧凑和廉价的方式实现。

被缩写为 PMMA 和 PC 的上述合成材料，具有比玻璃高的温度敏感性。为了将此温度敏感性和安置透镜元件的镜头座温度敏感性对所接受的图象信号的影响减小到最低限度，该摄象装置的进一步特征在于：图象传感器配备有用于接纳透镜座的套筒，物镜系统的一些透镜则固定在此镜头座中；而且上述套筒的热膨

胀系数大于此镜头座的热膨胀系数。

本发明的这些以及其它某些方面，从以下参照实施例所作说明中将会明白。

在附图中

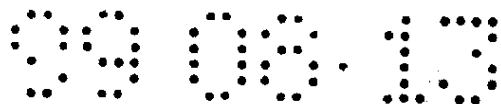
图 1 表示根据本发明的物镜系统的实施例；

图 2a 和 2b 表示此物镜系统的调制传递函数曲线和象差曲线；

图 3 表示被接纳在镜头座中物镜系统，以及

图 4 表示配置有该物镜系统的摄象装置。

此物镜系统以截面图表示在图 1 中，它包括第一块透镜元件  $L_1$ 、第二块透镜元件  $L_2$  和第三块透镜元件  $L_3$ 。准备成象的场面位于图 1 中的左侧，而且象平面 10 位于右侧。第一块透镜元件所具有的形状为带有略微弯曲的出射表面 2 的弯月形透镜。此元件能够保证沿光轴  $OO'$  进入的光束部分  $b_0$  变得发散，且使以较大的角度  $\alpha$  入射的外围光束部分  $b_1$  按一定方式偏向，使其更加平行于光轴延伸及变得发散。透镜元件  $L_2$  有一个具有一定曲率半径的入射表面 3，使其具有准直作用，以使所有各部分光束能被组合在出射表面 4 上，该表面具有比入射表面 3 更小的直径和更小的曲率半径。位于透镜元件  $L_2$  的出射表面 4 两侧的表面部分 5，可以是平面。出射表面 4 本身具有发散作用，其被第三块透镜元件  $L_3$  过度补偿，使得  $b_0$  和  $b_1$  两部分光束聚焦在象平面 10 上的 a 和 b 点。所有以  $0^\circ$  和  $\alpha^\circ$  之间角度入射在光轴下方光束的那些部分，被聚焦在位于 a b 两点之间的某些点上。以角度  $-\alpha$  在光轴上方入射的外围部分的光束，在象平面上被聚焦在 C 点，其与 b 点对称。在光轴上方以  $0^\circ$  和  $-\alpha^\circ$  之间的角度入射的那些光束部分，被聚焦在上述 C 和 a 点之间的某些点上。第三块透镜元



件带有入射表面 6 和反方向弯曲的出射表面 7。透镜元件  $L_2$  的表面 4 最好与  $L_3$  的表面 6 胶合。然而这些表面也可以狭窄的空气间隙隔开。

在图 1 中， $H_1$  和  $H_2$  表示该物镜系统的主平面， $F_2$  表面图象的聚焦点， $P$  表示出射光瞳。为完整性起见，玻璃平板 11 也表示在图中，它可以位于传感器前面，在此物镜系统的设计中应当加以考虑。

透镜材料的折射率、这些透镜元件的曲率以及这些表面之间的距离最好这样选择，使其光焦度保持在：

$$0.20 \leq \frac{K_+}{K_{tot}} \leq 0.60$$

其中  $K_+$  为元件  $L_2$  和  $L_3$  组合件的正光焦度， $K_{tot}$  为此物镜系统的总光焦度。

为了能够保持该透镜系统的造价尽可能低，这些透镜元件最好由合成材料制造。第一和第三块透镜  $L_1$  和  $L_3$  是由同一种透明的合成材料制成的，最好是折射率  $n_1=1.49$  的聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)，而第二块透镜是由具有不同折射率的不同的合成材料制成的，例如折射率为  $n_2=1.58$  的聚碳酸酯 (PC)。在选择这种合成材料的情况下，表面 4 是凹的和表面 6 是凸的，如图 1 所示。在选择不同的合成材料的情况下，表面 4 可以是凸的和表面 6 是凹的。替代 PMMA，另一种类似的聚合物可以应用，并且替代 PC，例如苯乙烯或者材料 CA - 39。第二块透镜为厚透镜元件，即其长度  $l$  显著地比其第一透镜表面 3 的直径  $m$  大。在此透镜元件例如由 PC 制成的情况下，前面的负透镜  $L_1$  (例如由 PMMA 制成) 的横向色差可被矫正。此外，纵向色差，是在透镜  $L_2$  的折射面 4 和透镜  $L_3$  的折射面 6 之间临界处 (因而是在内折射面上) 被矫正的。

此内折射表面处在或者贴近该物镜系统的光瞳处，因而处在

各部分光线的轴线以小角度沿伸到该系统光轴  $OO'$  的位置，以致于对此各部分光束的校正同样令人满意。

表面 4 最好为非球面，以致于在光瞳位置上它也能对非球面象差进行矫正，这种矫正对于所有各部分光束基本上又是相同的。于是表面 4 具有双重校正作用。

非球面可被表征为

$$Z = \sum A_{2i} Y^{2i}$$

其中  $Y$  为非球面上一点和透镜光轴之间的距离； $Z$  为该点在光轴上的投影和光轴与非球面交点之间的距离； $A_{2i}$  为非球面系数。

通过赋予表面 2 或 1 以非球面形状，此物镜系统的畸变可以保持在足够小。通过再赋予表面 7 以非球面形状，此物镜系统的球差甚至可以更好地矫正，以致于能够充分地消除球差，而且是对于比较大的光圈数  $F2.5$ 。

作为根据图 1 的物镜系统的实施例，带有三个非球面，其中的透镜  $L_1$  和  $L_3$  是由 PMMA 制做的，透镜  $L_2$  是由 PC 制做的，从物方计算出来下述各值，以求出轴向表面曲率  $C_i$ 、各表面间的轴向距离  $d$  以及折射率  $n$ ：

		$c$ ( $\text{mm}^{-1}$ )	$d$ (mm)	$n$
	1	0.03078		
$L_1$			1.5	1.49
	2	0.33483		
			5.346	1
	3	0.17400		
$L_2$			10.055	1.58
	4/6	0.49336		
$L_3$			3.2118	1.49

而表面 2、4 和 7 的非球面系数  $A_{2i}$  等于:

$$\begin{aligned}A_2 &= 0.167446 \cdot 10^0 \\A_4 &= 0.410699 \cdot 10^{-2} \\A_6 &= -0.361459 \cdot 10^{-3} \\A_8 &= 0.332931 \cdot 10^{-4} \\A_{10} &= -0.942326 \cdot 10^{-6}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_2 &= 0.246681 \cdot 10^0 \\A_4 &= 0.163018 \cdot 10^0 \\A_6 &= -0.283456 \cdot 10^{-1} \\A_8 &= 0.332336 \cdot 10^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_2 &= -0.230787 \cdot 10^0 \\A_4 &= -0.904503 \cdot 10^{-2} \\A_6 &= 0.433596 \cdot 10^{-2} \\A_8 &= -0.444410 \cdot 10^{-2} \\A_{10} &= -0.841075 \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

如果具有 0.19mm 厚度和 1.51 折射率的玻璃平板 11 安排在透镜面 7 和象平面 10 之间, 则象场将位于距该透镜面 5.3132mm 距离处。

此物镜系统具有 3mm 的焦距、4.02mm 长的图象对角线、F2.5 的光圈数、 $2 \times 38^\circ$  的视场, 而且对于 40 线/毫米的结构具有大于 50% 的分辨率。此系统能在 500nm 和 900nm 之间的波长带内对颜色进行令人满意的矫正。

图 2 用图解法表示根据本发明的摄象装置实施例, 它包括前面描述的物镜系统和图象传感器 30, 作为其基本元件, 最好是

CCD 传感器形式的图象传感器。

此物镜系统具有的总光焦度为  $K_{tot}=0.333\text{mm}^{-1}$ ，透镜  $L_1$  的光焦度  $K$  为  $0.16\text{mm}^{-1}$ ，透镜  $L_2$  和  $L_3$  组合件的光焦度  $K$  为  $0.13\text{mm}^{-1}$ 。

图 2a 表示此物镜系统实施例的调制传递函数 (MTF) 作为空间频率  $SP$  (以每毫米的线数表示) 的函数，而图 2b 表示对于每毫米 12.5 线的空间频率 MTF 作为到光轴距离  $AS$  的函数。看来好象是象散很小，而且对于每毫米 40 线的空间频率 MTF 为 50%。

实际上接纳在共同的镜头座 20 中的透镜元件是分离的，如图 3 所示。

优先用于透镜元件  $L_1$ ， $L_2$  和  $L_3$  的合成材料，具有比玻璃大的热膨胀系数，而且，它们的折射率与温度有关。因此，当环境温度变化时，此物镜系统的光学性能可能会变化，以致于在图象传感器上成象的场面可能会离开焦点。为了避免这种情况，可以为透镜座 20 选择一种具有这样的热膨胀系数的材料，使得可以引起物镜系统的光学性能随温度变化的此物镜系统的等效膨胀系数，等于处在此物镜系统中两外部元件支座上的固定位置 21 和 22 之间的支座材料的膨胀系数，而且此物镜系统的等效膨胀系数是由以下参数决定的，即

透镜材料的膨胀系数；

这些材料的折射率及其随温度的变化，以及

这些透镜元件的大小。

这就能对物镜系统本身中的温度变化提供补偿。对此温度补偿的原理和进一步的详细描述，涉及到美国专利 4, 855, 987，其中描述了一种进行温度补偿的光源装置和一种光学扫描装置。

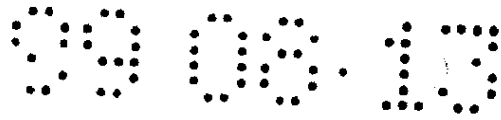


图 4 用图解表示本发明摄象装置的实施例，它包括上面描述的物镜系统和作为其基本元件的图象传感器 30，最好以 CCD 传感器形式。此传感器安置在支座 31 上面。为了能够矫正温度变化，作为对参照图 3 描述的温度补偿的一种替代，可以将一套筒 32 固定在支座 31 上。此套筒在点 33 处与其中安装有透镜组  $L_1$ ， $L_2$ ， $L_3$  的内套筒 34 相连。套筒 32 的热膨胀系数  $\alpha_1$  大于套筒 34 的热膨胀系数  $\alpha_2$ 。如果套筒 32 的长度为  $l_1$  而且套筒 34 的长度为  $l_2$ ，那么此物镜系统相对传感器 30 的偏移  $\Delta Z$  将在温度变化  $\Delta T$  时发生，此偏移可由下式给出

$$\Delta Z = (l_1 \alpha_1 - l_2 \alpha_2) \Delta T$$

此偏移可以用来矫正此物镜系统的焦点因温度变化的结果  $\Delta T$  而产生的偏移。

# 说明书附图

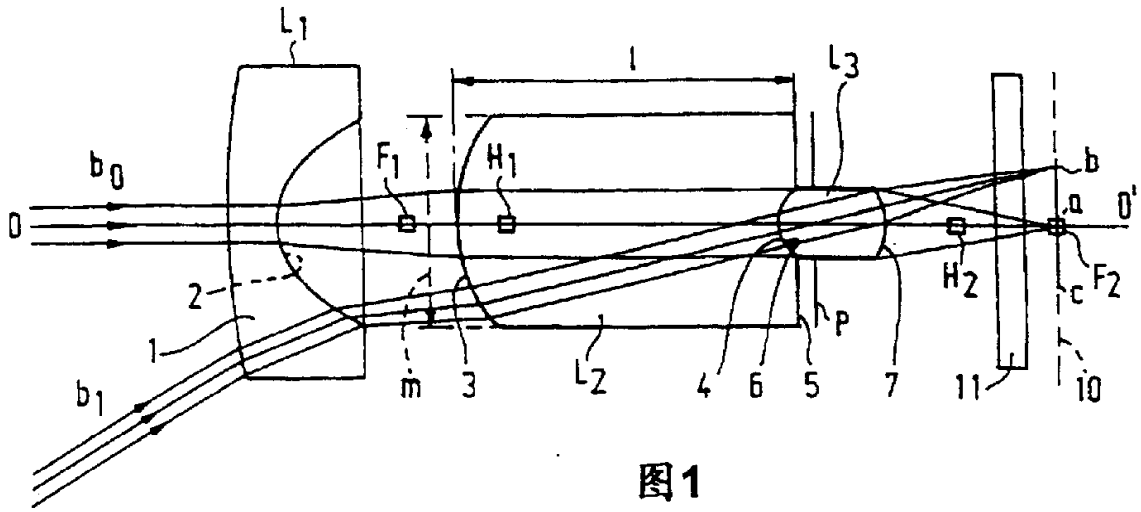


图1

几何调制传递函数(MTF)曲线  
 N.A. 0.225 X 0.00000 Y 1.95620 频率 (1/MM) 12.5  
 渐晕 (%): 29

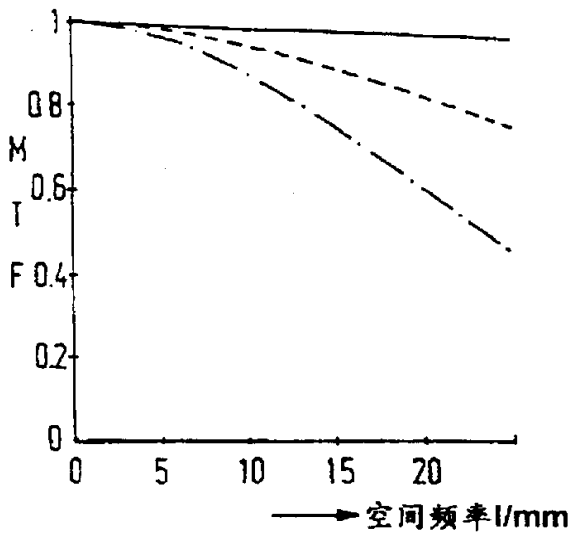


图2a

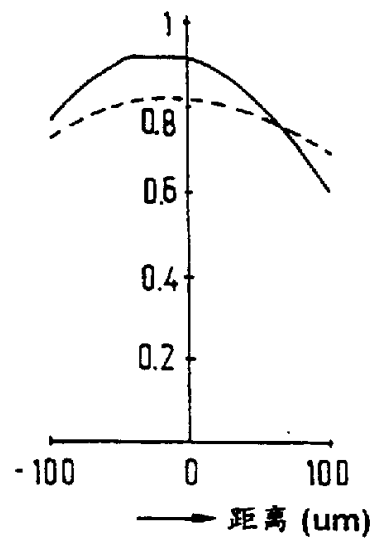


图2b

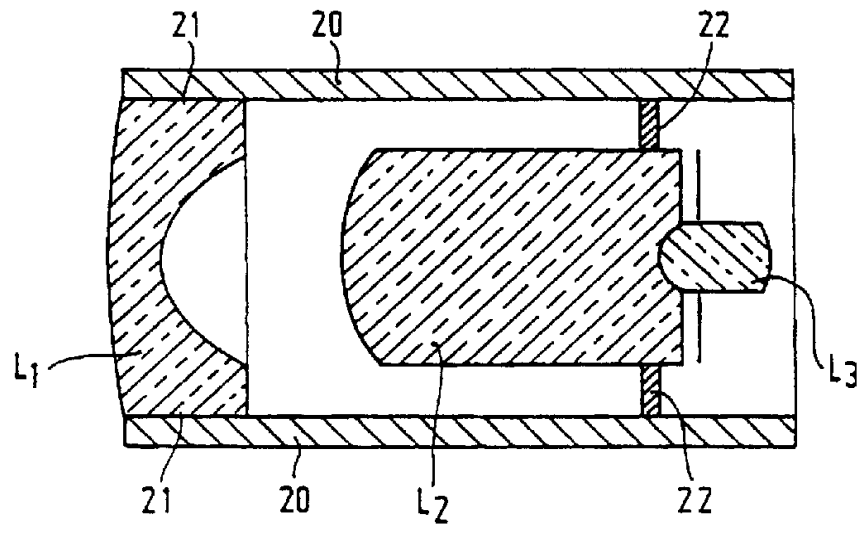


图3

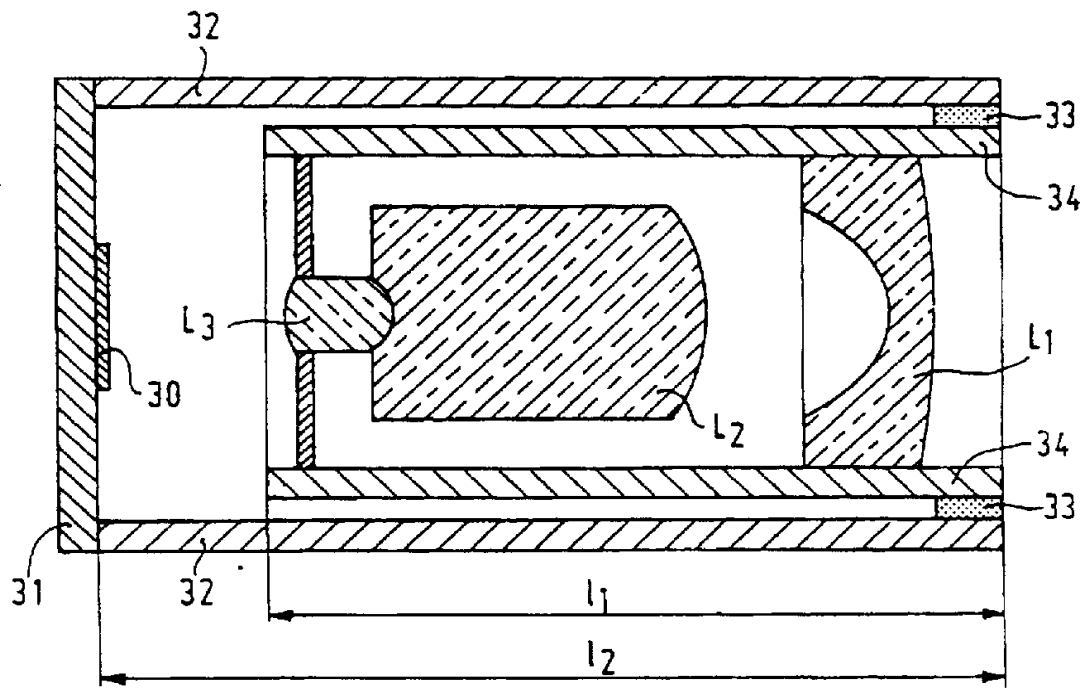


图4