

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101203789 B

(45) 授权公告日 2010.04.14

(21) 申请号 200680022122.4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006.03.22

G02B 15/14 (2006.01)

(30) 优先权数据

11/112,098 2005.04.22 US

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.12.20

US 6002528 A, 1999.12.14, 全文.

JP 特开平 11-258506, 1999.09.24, 全文.

CN 1353317 A, 2002.06.12, 全文.

US 6122111 A, 2000.09.19, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/010446 2006.03.22

审查员 章锦

(87) PCT申请的公布数据

W02006/115647 EN 2006.11.02

(73) 专利权人 潘那维申国际有限公司

地址 美国加州

(72) 发明人 雅各·摩斯可维奇 伊恩·A·尼尔
山梨隆则

(74) 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理
有限责任公司 11019

代理人 寿宁

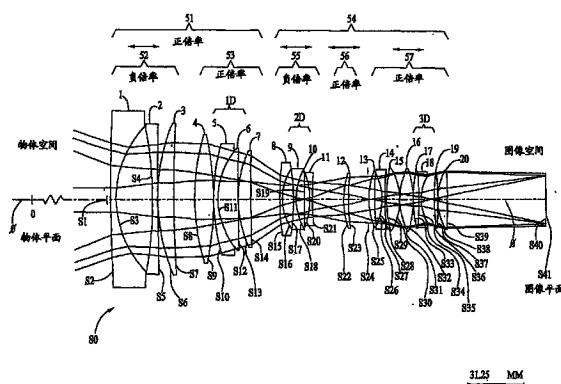
权利要求书 8 页 说明书 12 页 附图 6 页

(54) 发明名称

紧凑型高性能变焦透镜系统

(57) 摘要

本发明揭示一种紧凑型高性能变焦物镜系统，其以从近处到无穷远的对焦距离在整个变焦焦距范围上提供最佳光学性能。所述系统从物体空间到图像空间包括一个对焦物镜组（其包括对焦透镜组和固定透镜组）和在光轴上对准的三个变焦透镜组。所述对焦透镜组和所述变焦透镜组可沿着所述光轴轴向移动，以用于对焦和变焦。在一个实施例中，所述系统具有从约 19mm 到 90mm 的焦距变焦区域、F/2.7 的光圈和实质上与同一范围的高质量固定物镜相同的光学性能。此系统的性能特征使得其适用于胶卷相机和电子检测器相机。



1. 一种高性能变焦透镜系统,其特征在于其包括:

单个对焦物镜组、和在共同光轴上从物体空间到轴向固定的图像空间为依次对准的多个变焦透镜组,且经布置以收集从所述物体空间发出的辐射,并将所述辐射传递到所述图像空间作为实像,

依次从所述物体空间到所述图像空间,所述单个对焦物镜组包括:

具有负屈光力的对焦透镜组、和具有正屈光力的固定透镜组;依次从所述物体空间到所述图像空间,所述多个变焦透镜组包括:

具有负屈光力的第一变焦透镜组、具有正屈光力的第二变焦透镜组以及具有正屈光力且含有所述变焦透镜系统的光阑的第三变焦透镜组;

所述对焦透镜组以及所述第一、第二和第三变焦透镜组中的每一者可轴向移动;且

所述固定透镜组在轴向上固定。

2. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述对焦透镜组和所述固定透镜组具有组合的正屈光力。

3. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述第一、第二和第三变焦透镜组可在所述变焦透镜系统的最小焦距与最大焦距之间的整个焦距范围上以单调的方式轴向移动。

4. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述对焦透镜组包含第一光学上折射的表面,所述第一光学上折射表面为非球面与非平面。

5. 根据权利要求 4 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述第三变焦透镜组包含第二光学上折射的表面,所述第二光学上折射表面为非球面与非平面。

6. 根据权利要求 5 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述变焦透镜系统具有所有剩余的、为球面或平面的光学上折射的表面。

7. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述第三变焦透镜组包含在共同光轴上的可调节的可变光阑。

8. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述对焦透镜组和所述固定透镜组包含透镜元件,所述透镜元件用于通过所述对焦透镜组的轴向移动,使对焦距离从近物体改变到远物体期间出现在所述实像中的物体的大小变化最小。

9. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述对焦透镜组包括至少三个光学上折射的透镜元件,且包含至少一个非球面透镜表面。

10. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述固定透镜组包括至少四个光学上折射的透镜元件。

11. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述第一变焦透镜组至少包括:

第一光学上折射的透镜元件,

第二光学上折射的透镜元件,

第三光学上折射的透镜元件,以及

第四光学上折射的透镜元件;

其中,所述第二光学上折射的透镜元件与所述第三光学上折射的透镜元件形成配对。

12. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述第二变焦透镜组包

括至少一个光学上折射的透镜元件。

13. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述第三变焦透镜组包括至少八个光学上折射的透镜元件, 且包含至少一个非球面透镜表面。

14. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述变焦透镜系统包含具有非球面透镜表面 S3 的透镜元件 1, 所述非球面透镜表面 S3 具有由以下等式和系数控制的轮廓 :

$$Z = \frac{(\text{CURV})Y^2}{1 + (1 - (1 + K)(\text{CURV})^2 Y^2)^{1/2}} + (A)Y^4 + (B)Y^6 + (C)Y^8 + (D)Y^{10}$$

其中

$\text{CURV} = 1 / (\text{曲率半径})$

$Y = \text{光圈高度, 垂直于光轴而测得,}$

$K, A, B, C, D = \text{系数, 以及}$

$Z = \text{给定 } Y \text{ 值的表面轮廓的位置, 如从所述表面的极点 (即轴向顶点) 沿着所述光轴测得; 且}$

其中所述透镜元件 1 的非球面透镜表面 S3 的系数是 :

$K = -1.0493E+00,$

$A = 4.1484E-07,$

$B = 1.0025E-11,$

$C = 2.9558E-14, \text{ 以及}$

$D = -7.0724E-18.$

15. 根据权利要求 14 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述非球面透镜表面包含在所述对焦透镜组中。

16. 根据权利要求 1 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述变焦透镜系统包含具有非球面透镜表面 S26 的透镜元件 13, 所述非球面透镜表面 S 26 具有由以下等式和系数控制的轮廓 :

$$Z = \frac{(\text{CURV})Y^2}{1 + (1 - (1 + K)(\text{CURV})^2 Y^2)^{1/2}} + (A)Y^4 + (B)Y^6 + (C)Y^8 + (D)Y^{10}$$

其中

$\text{CURV} = 1 / (\text{曲率半径})$

$Y = \text{光圈高度, 垂直于光轴而测得,}$

$K, A, B, C, D = \text{系数, 以及}$

$Z = \text{给定 } Y \text{ 值的表面轮廓的位置, 如从所述表面的极点 (即轴向顶点) 沿着所述光轴测得; 且}$

其中所述透镜元件 13 的非球面透镜表面 S26 的系数是 :

$K = 0.0000E+00,$

$A = 9.4858E-06,$

$B = 6.2385E-09,$

$C = 5.7827E-12, \text{ 以及}$

D = 1.0431E-14。

17. 根据权利要求 16 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述非球面透镜表面包含在所述第三变焦透镜组中。

18. 一种高性能变焦透镜系统, 其特征在于其包括 :

单个对焦物镜组、和在共同光轴上从物体空间到轴向固定的图像空间为依次对准的多个变焦透镜组 ;

依次从所述物体空间到所述图像空间, 所述单个对焦物镜组具有 :

带负屈光力的对焦透镜组、和带正屈光力的固定透镜组,

所述对焦透镜组可单独地沿着所述光轴轴向移动, 且所述固定透镜组在轴向上固定,

依次从所述物体空间到所述图像空间, 所述多个变焦透镜组包括 :

第一变焦透镜组、

第二变焦透镜组, 和

第三变焦透镜组,

所述第一变焦透镜组可在最小与最大焦距之间的全部范围内以非单调的方式轴向移动,

所述第二变焦透镜组可在最小与最大焦距之间的所述全部范围内以单调的方式轴向移动, 且

所述第三变焦透镜组具有光阑, 且可在最小与最大焦距之间的所述全部范围内以单调的方式轴向移动。

19. 根据权利要求 18 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述对焦透镜组和所述固定透镜组具有组合的正屈光力。

20. 根据权利要求 18 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述对焦透镜组包含光学上折射的表面, 所述光学上折射的表面为非球面与非平面。

21. 根据权利要求 18 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述第三变焦透镜组包含光学上折射的表面, 所述光学上折射的表面为非球面与非平面。

22. 根据权利要求 18 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述第三变焦透镜组包含可调节的可变光阑。

23. 根据权利要求 18 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 : 所述对焦透镜组和所述固定透镜组包含透镜元件, 所述透镜元件用于通过所述对焦透镜组的轴向移动, 使对焦距离从近物体改变到远物体期间出现在实像中的物体的大小变化最小。

24. 一种高性能变焦透镜系统, 其特征在于其包括 :

单个对焦物镜组、和在共同光轴上从物体空间到轴向固定的图像空间为依次对准的多个变焦透镜组, 且经布置以收集从所述物体空间发出的辐射, 并将所述辐射传递到所述图像空间作为实像,

依次从所述物体空间到所述图像空间, 所述单个对焦物镜组包括 :

对焦透镜组、和固定透镜组,

所述对焦透镜组具有负屈光力, 且可轴向移动, 所述对焦透镜组具有第一光学上折射的表面, 所述第一光学上折射的表面为非球面与非平面,

所述固定透镜组具有正屈光力, 且在轴向上固定 ;

依次从所述物体空间到所述图像空间,所述多个变焦透镜组包括:

第一、第二和第三变焦透镜组,

所述第一变焦透镜组具有负屈光力,且可在轴向上移动,

所述第二变焦透镜组具有正屈光力,且可在轴向上移动,且

所述第三变焦透镜组具有正屈光力,且可轴向移动,所述第三变焦透镜组具有可调节光阑以及第二光学上折射的表面,所述第二光学上折射的表面为非球面与非平面;

所述变焦透镜系统具有剩余的为球面或平面的光学上折射的表面;且

所述变焦透镜系统经由轴向定位所述对焦透镜组和所述多个变焦透镜组,通过对焦和变焦范围在实像处提供高等级的光学性能。

25. 根据权利要求 24 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:每个所述非球面、非平面、光学上折射的表面是非球面透镜表面。

26. 根据权利要求 24 所述的高性能变焦透镜系统,其特征在于:所述单个对焦物镜组具有组合的正屈光力。

27. 一种高性能变焦透镜系统,其特征在于其包括:

玻璃透镜元件 1 到 20,所述玻璃透镜元件 1 到 20 在共同光轴上依次对准,并经布置以收集从物体空间发出的辐射,且将所述辐射传递到在轴向上固定的图像空间作为实像;

所述透镜元件形成包括对焦透镜组 52 和固定透镜组 53 的单个对焦物镜组 51,包括第一变焦透镜组 55、第二变焦透镜组 56 和第三变焦透镜组 57 的变焦透镜组 54,所述对焦透镜组和所述第一、第二和第三变焦透镜组每一者可轴向移动;

所述对焦透镜组包括透镜元件 1、2 和 3,所述固定透镜组包括透镜元件 4、5、6 和 7,所述第一变焦透镜组包括透镜元件 8 到 11,所述第二变焦透镜组包括透镜元件 12,且所述第三变焦透镜组具有光阑并包括透镜元件 13 到 20;以及

其中透镜元件表面,虚拟表面、光阑处的可变光阑、物体平面和图像平面被标识为 0 和 S1 到 S41,所述透镜元件表面 S3 和 S26 是非球面,且所述透镜元件、透镜元件表面、虚拟表面、光阑处的可变光阑、物体平面和图像平面具有以下次序、关系和特征:

| 项目 | 组 | 子组 | 表面 | 曲率半径 (mm) | 厚度或间距 (mm) | 玻璃代码 |
|----|----|----|----|--------------|---------------|--------|
| 物体 | | | S1 | 平坦 | 无穷大 | |
| 平面 | | | | | 810.000 | |
| | | | | | 352.000 | |
| 1 | 51 | 52 | S2 | 1063.066 | 3.000 | SLAH59 |
| | | | S3 | 51.696* | 20.347 | |
| 2 | 51 | 52 | S4 | -211.395 | 2.800 | SFPL53 |
| | | | S5 | 2053.522 | 0.150 | |

| 项目 | 组 | 子组 | 表面 | 曲率半径 (mm) | 厚度或间距 (mm) | 玻璃代码 |
|----|----|----|-----|--------------|---------------|--------|
| 3 | 51 | 52 | S6 | 110. 458 | 8. 881 | STIH6 |
| | | | S7 | 658. 340 | 1. 750 | |
| | | | | | 12. 972 | |
| | | | | | 24. 482 | |
| 4 | 51 | 53 | S8 | 123. 797 | 10. 542 | SPHM53 |
| | | | S9 | -169. 812 | 0. 125 | |
| 5 | 51 | 53 | S10 | 116. 511 | 2. 350 | STIH53 |
| 6 | 51 | 53 | S11 | 45. 106 | 10. 911 | SFPL51 |
| | | | S12 | 873. 710 | 0. 125 | |
| 7 | 51 | 53 | S13 | 66. 583 | 6. 872 | SLAH59 |
| | | | S14 | 973. 939 | 0. 764 | |
| | | | | | 10. 680 | |
| | | | | | 16. 206 | |
| | | | | | 20. 264 | |
| | | | | | 29. 240 | |
| 8 | 54 | 55 | S15 | 151. 327 | 1. 450 | SLAM3 |
| | | | S16 | 28. 614 | 6. 213 | |
| 9 | 54 | 55 | S17 | -115. 404 | 1. 450 | SBSM18 |
| 10 | 54 | 55 | S18 | 33. 001 | 4. 664 | STIH53 |
| | | | S19 | -11785. 600 | 2. 861 | |
| 11 | 54 | 55 | S20 | -40. 025 | 1. 450 | SBSM9 |
| | | | S21 | 140. 781 | 38. 107 | |

| 项目 | 组 | 子组 | 表面 | 曲率半径 (mm) | 厚度或间距 (mm) | 玻璃代码 |
|----|----|----|-----|--------------|---------------|--------|
| | | | | | 25. 754 | |
| | | | | | 17. 977 | |
| | | | | | 9. 877 | |
| | | | | | 1. 000 | |
| 12 | 54 | 56 | S22 | 49. 273 | 2. 549 | SLAH58 |
| | | | S23 | 110. 396 | 18. 211 | |
| | | | | | 14. 155 | |
| | | | | | 10. 973 | |
| | | | | | 6. 594 | |
| | | | | | 1. 637 | |
| 光阑 | 54 | 57 | S24 | 平坦 | 0. 518 | |
| 13 | 54 | 57 | S25 | 43. 816 | 3. 253 | SFPL51 |
| | | | S26 | 873. 710* | 4. 116 | |
| 14 | 54 | 57 | S27 | -35. 604 | 1. 450 | SNSL36 |
| | | | S28 | 100. 434 | 1. 681 | |
| 15 | 54 | 57 | S29 | 82. 308 | 7. 242 | SFPL51 |
| | | | S30 | -35. 982 | 0. 100 | |
| 16 | 54 | 57 | S31 | 41. 224 | 7. 435 | SFPL53 |
| 17 | | | S32 | -63. 519 | 0. 100 | |
| 17 | 54 | 57 | S33 | 82. 450 | 3. 224 | SNPH1 |
| 18 | 54 | 57 | S34 | -190. 474 | 1. 450 | SLAH79 |
| | | | S35 | 26. 399 | 7. 305 | |

| 项目 | 组 | 子组 | 表面 | 曲率半径 (mm) | 厚度或间距 (mm) | 玻璃代码 |
|----|----|----|-----|--------------|---------------|--------|
| 19 | 54 | 57 | S36 | 201. 165 | 1. 886 | SNPH1 |
| | | | S37 | -910. 736 | 0. 100 | |
| 20 | 54 | 57 | S38 | 35. 778 | 5. 071 | SFPL53 |
| | | | S39 | -576. 303 | 4. 000 | |
| | | | | | 10. 491 | |
| | | | | | 15. 926 | |
| | | | | | 24. 345 | |
| | | | | | 29. 204 | |
| 虚拟 | | | S40 | 平坦 | 38. 500 | |
| 表面 | | | | | | |
| 图像 | | | S41 | 平坦 | 0. 000 | |
| 平面 | | | | | | |

。

28. 根据权利要求 27 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 :除所述虚拟表面外, 每个表面 S1 到 S41 处的最大光圈直径如下, 其中所述最大光圈直径的单位是 mm ;

S2 处 93. 00、S3 处 78. 92、S4 处 78. 87、S5 处 79. 21、S6 处 79. 86、S7 处 79. 10、S8 处 67. 85、S9 处 66. 64、S10 处 58. 43、S11 处 53. 56、S12 处 52. 37、S13 处 50. 66、S14 处 49. 49、S15 处 38. 09、S16 处 32. 00、S17 处 31. 76、S18 处 29. 00、S19 处 28. 32、S20 处 27. 96、S21 处 27. 36、S22 处 28. 68、S23 处 28. 65、S24 处 28. 78、S25 处 29. 40、S26 处 29. 26、S27 处 29. 26、S28 处 31. 11、S29 处 32. 60、S30 处 33. 08、S31 处 32. 71、S32 处 32. 14、S33 处 29. 68、S34 处 28. 96、S35 处 26. 42、S36 处 28. 89、S37 处 29. 20、S38 处 30. 77、S39 处 30. 75 以及 S41 处 27. 80。

29. 根据权利要求 27 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于 :所述透镜元件表面 S3 是非球面透镜表面, 且具有由以下等式和系数控制的轮廓 :

$$Z = \frac{(CURV)Y^2}{1 + \left(1 - (1 + K)(CURV)^2 Y^2\right)^{1/2}} + (A)Y^4 + (B)Y^6 + (C)Y^8 + (D)Y^{10}$$

其中

$$CURV = 1 / (\text{曲率半径})$$

Y = 光圈高度, 垂直于光轴而测得,

K、A、B、C、D = 系数, 以及

Z = 给定 Y 值的表面轮廓的位置, 如从所述表面的极点 (即轴向顶点) 沿着所述光轴测得; 且

其中所述透镜元件 1 的透镜元件表面 S3 的系数是:

K = -1.0493E+00,

A = 4.1484E-07,

B = 1.0025E-11,

C = 2.9558E-14, 以及

D = -7.0724E-18。

30. 根据权利要求 27 所述的高性能变焦透镜系统, 其特征在于: 所述透镜元件表面 S26 是非球面透镜表面, 且具有由以下等式和系数控制的轮廓:

$$Z = \frac{(CURV)Y^2}{1 + \left(1 - (1 + K)(CURV)^2 Y^2\right)^{1/2}} + (A)Y^4 + (B)Y^6 + (C)Y^8 + (D)Y^{10}$$

其中

CURV = 1/(曲率半径)

Y = 光圈高度, 垂直于光轴而测得,

K、A、B、C、D = 系数, 以及

Z = 给定 Y 值的表面轮廓的位置, 如从所述表面的极点 (即轴向顶点) 沿着所述光轴测得; 且

其中所述透镜元件 13 的透镜元件表面 S26 的系数是:

K = 0.0000E+00,

A = 9.4858E-06,

B = 6.2385E-09,

C = 5.7827E-12, 以及

D = 1.0431E-14。

紧凑型高性能变焦透镜系统

技术领域

[0001] 本发明涉及相机的光学物镜系统,且具体地说,涉及一种紧凑型高性能变焦透镜系统,其在整个变焦范围上产生高质量图像。

背景技术

[0002] 高性能光学系统(例如用于电影摄影术)、高清晰度电视(highdefinition television, HDTV)和高级电视(advanced television, ATV)需要优良的光学特征和性能(其在历史上通过使用单独的具有不同固定焦距的物镜来实现)以提供由焦距确定或受焦距影响的不同摄影功能。

[0003] 然而,使用变焦透镜以在不需要更换物镜的情况下改变物镜的有效焦距具有电影摄影术优势。另外,与若干不同固定焦距透镜的成本相比,变焦透镜可降低成本,尤其在所需焦距的正常范围内,所述正常范围可在对需要从非常宽的角度到标准焦距的范围的正常场景进行摄影的过程中使用。尽管有这些优势,但先前可用的变焦透镜也具有一个或一个以上不合需要的限制,例如有限的焦距范围,不能在整个焦距范围上充分地对焦,不能对焦在较近的物体上,在整个焦距(focal length)范围和对焦距离(focusdistance)上缺乏充分的光学性能,成本、大小较大等。第6,122,111号美国专利('111专利)揭示一种高性能变焦透镜系统,其对先前可用的变焦透镜进行改进,并在整个变焦焦距范围上且以从非常近到无穷远的对焦距离提供改进的光学性能。'111专利的变焦透镜系统具有从约14.5mm到50mm的焦距变焦区域,并提供与同一范围的高质量固定物镜的光学性能类似的光学性能,包含适合使用常规检测器在低亮条件下捕获图像的光圈。

[0004] 然而,检测器技术中(例如在胶卷和电子传感器中)的新进步需要物镜(包含变焦透镜)与大量检测器一起良好地执行。另外,这些检测器的光敏性已经改进到具有较小速度或全光圈(full aperture)的物镜(包含变焦透镜)即使在低亮条件下也是可接受的程度。因此,最小F数(其为普遍接受的用于描述透镜的速度或光圈(但是在相反方向上)的技术术语)现可在不实质上影响低光敏性的情况下增加。举例来说,在F/2.0的透镜全光圈先前对常规检测器来说是必要的情况下,F/2.8的较小的透镜全光圈对于这些新的检测器来说产生类似的效果。在光圈减小的情况下,大小(包含长度、直径和重量)较小且生产成本较低(与一系列固定焦距透镜相比)的紧凑型物镜设计(包含变焦透镜)现在是可能的。

发明内容

[0005] 本发明的实施例针对一种紧凑型高性能变焦物镜系统,其在整个变焦焦距范围上且以从非常近到无穷远的对焦距离提供最佳光学性能。本发明的变焦物镜系统收集来自物体空间的辐射,且将所述辐射成像在正好位于透镜后的图像平面处。

[0006] 在一个实施例中,揭示一种紧凑型变焦透镜系统,其具有从约19mm到90mm的焦距变焦区域和实质上与同一范围的高质量固定物镜相同的光学性能。应注意,此实施例被选

择为提供具有合理长焦距的合理宽角度的透镜,还以合理的长度维持合理直径的透镜。另外,可将 F/2.7 的光圈选择为可接受的,以与具有较低光需求的当前技术检测器一起使用,从而允许透镜更加紧凑。然而,应了解,尽管本文出于阐释本发明的目的而描述此实施例,但本发明的实施例并非限于此实施例。

[0007] 出于比较的目的,将' 111 专利的变焦透镜系统设计成具有 F/2.2 的光圈,且具有两个对焦组、两个变焦组和一个在后面的固定组。最后的变焦组内具有可变光阑。然而,需要重大的设计改变,以便设计一种具有 F/2.7 的光圈的透镜(如在本发明中)。本发明的紧凑型高性能变焦透镜系统包括(以从物体空间到图像空间的次序)一个对焦透镜组、单个固定透镜组和在光轴上对准的三个变焦透镜组。对焦透镜组和变焦透镜组可沿着光轴轴向移动,以进行对焦和变焦,但单个固定透镜组和相机的实像平面保持在固定位置。一种紧凑型高性能变焦物镜可代替若干(例如 11)个固定焦距透镜,且在同一范围内,其仅比固定焦距透镜稍长。

附图说明

[0008] 图 1 是本发明的紧凑型高性能变焦物镜系统的光学图。

[0009] 图 2 到图 9 是说明对焦透镜组和变焦透镜组产生不同焦距和对焦距离的不同位置的图 1 的变焦透镜系统的光学图。

具体实施方式

[0010] 在优选实施例的以下描述内容中,参考形成本发明的一部分的附图,且在附图中以说明本发明可在其中实践的特定实施例的方式来绘示。应了解,可利用其它实施例,且可在不脱离本发明的优选实施例的范围的情况下,作出结构上的改变。

[0011] 现将以具有附图和表的设计实例的方式来描述本发明的优选实施例。首先参看图 1,每个透镜元件由从 1 到 20 的标号来标识,且描绘每个透镜元件的一般配置,但下文在表中陈述每个透镜表面的实际半径。透镜表面(包含用于设计计算的目的而使用的虚拟光学表面)由字母“S”和其后的从 S1 到 S41 的标号来标识。

[0012] 每个透镜元件的相对表面由单独但连续的表面数字来标识,例如透镜元件 1 具有透镜表面 S2 和 S3,透镜元件 12 具有透镜表面 S22 和 S23,依此类推,如图 1 中所示,对于配对透镜组件 1D、2D 和 3D 除外,重合面向的透镜表面被给予单个表面数字。举例来说,配对 1D 包括具有前透明表面 S10 和后透镜表面 S11 的透镜元件 5 以及具有前透镜表面 S11(重合的)和后透镜表面 S12 的透镜元件 6。待拍摄的物体的位置(尤其当其与焦点距离有关时)由光轴上的垂直线和字母“O”来标识,且可在光学数据表中使用的虚拟光学表面由标号为 S40 的垂直线标识,且实像表面由标号 S41 标识。虚拟表面 S40 用于使计算在对焦和变焦透镜组的所有位置处实质上与实像表面 S41 重合。所有的透镜表面都是球面的,透镜表面 S3 和 S26 除外,其具有非球面,非平面但关于光轴旋转对称的非球面表面。

[0013] 在描述透镜元件的详细特征之前,将针对本发明的变焦透镜系统(通常表示为 50)给出透镜组和其轴向位置和移动的广泛描述。从面向待拍摄的物体 0 的那端(即,图 1 中的左端)开始,对焦物镜组 51 包括:对焦透镜组 52,其包括透镜元件 1、2 和 3;和固定透镜组 53,其包括透镜元件 4,包括透镜元件 5 和 6 的第一配对 1D 以及透镜元件 7。变焦透镜

组 54 包括第一变焦透镜组 55、第二变焦透镜组 56 和第三变焦透镜组 57，其一起提供变焦，同时维持恒定的图像位置。第一变焦透镜组 55 包含（在图 1 中从左到右）透镜元件 8、包括透镜元件 9 和 10 的第二配对 2D 以及单透镜元件 10。第二变焦透镜组 56 包含单透镜元件 12。第三变焦透镜组 57 包含（在图 1 中从左到右）可调节光阑（可变光阑）S24、单透镜元件 13-16、包括透镜元件 17 和 18 的第三配对 3D 以及单透镜元件 19 和 20。

[0014] 下文在表 1 中陈述每个透镜元件的正或负倍率。每个子组的透镜的合成屈光力 (optical power) 如下：对焦透镜组 52 为负、固定透镜组 53 为正、第一变焦透镜组 55 为负、第二变焦透镜组 56 为正且第三变焦透镜组 57 为正。对焦物镜组 51 的组合屈光力为正。

[0015] 透镜组 52、55、56 和 57 中的每一者可沿着光轴在两个方向上移动。透镜组 52 移动以进行对焦，而透镜组 55、56 和 57 移动以进行变焦。固定透镜组 53 保持固定，且与实像表面 S41 成固定距离。图 1 的上部中的两端上具有矢向的水平箭头指示透镜子组 52、55、56 和 57 中的每一者可在两个轴向方向上但以单调的方式（即，当从调节的一个极端行进到另一个极端时，仅在一个方向上）移动。

[0016] 虽然图 1 中仅在物理上绘示透镜元件，但应了解，提供常规机械装置和机构以用于支撑所述透镜元件，并用于促使可移动透镜组在常规透镜外壳或镜头筒中轴向移动。

[0017] 下文在表 1 中陈述上文所述的变焦透镜系统 50 的透镜构造和制造数据，其摘自由 CODE V° 光学设计软件产生的数据，所述 CODE V° 光学设计软件可从美国加利福尼亚州帕萨迪纳市的 Optical Research Associates 公司市购得，其还可用于产生光学图图 1 到图 9。表 1 中的所有数据在 25°C (77° F) 的温度和标准大气压 (760mm Hg) 下给出。在本说明书（包含表）中，除以纳米 (nm) 计的波长之外，所有的测量值都是以毫米 (mm) 计。在表 1 中，第一列“项目”标识如图 1 中所使用的具有同一标号或标记的每个光学元件和每个位置，即物体平面，虚拟表面等，第二和第三列分别标识“组”和“子组”，光学元件（透镜）以图 1 中所使用的相同标号属于所述“组”和“子组”。第四列“表面”是物体的表面数目（图 1 中的线“0”和表 1 中的“物体平面”），虚拟光学表面 S41、光阑（可变光阑）S24 和透镜的实际表面中的每一者（如图 1 中所标识）的列表。第五和第六列“对焦位置”和“变焦位置”分别标识对焦透镜组 52 的三个典型的对焦位置 (F1、F2 和 F3) 和变焦透镜组 55-57 的五个典型位置 (Z1、Z2、Z3、Z4 和 Z5)，其中如下文更详尽地描述，第四列中所列出的表面中的一些表面之间的距离（间距）存在变化。以图注“曲率半径”为标题的第七列是每个表面的光学表面曲率半径的列表，其中负号 (-) 表示曲率半径的中心在所述表面左方，如图 1 中所见，且“平坦”表示光学上平坦的表面或虚拟光学表面。表面 S3 和 S26 的星号 (*) 指示存在“曲率半径”为基圆半径的非球面表面，且那两个表面的公式和系数以 * (星号) 陈述为对表 1 的脚注。第八列“厚度或间距”是所述表面（第四列）与下一表面之间的轴向距离。举例来说，表面 S2 与表面 S3 之间的距离是 3.000mm。

[0018] 表 1 的最后三列涉及所述表面（第四列）与在图 1 中的右侧的下一表面之间的“材料”，其中列“类型”指示那两个表面之间存在透镜（玻璃）还是空的空间（空气）。所有的透镜都是玻璃，且列“代码”标识光学玻璃。为方便起见，所有的透镜玻璃已从可向 Ohara 公司购得的玻璃中选出，且列“名称”列出了每种玻璃类型的 Ohara 标识，但应了解，可使用任一等效、类似或适当的玻璃。

[0019] 表 1 的标题为“光圈直径”的最后一列提供光线可穿过的每个表面的最大直径。

除光阑表面 S24 之外,所有的最大光圈直径在所有的对焦和变焦位置的图像平面处以约 13.9mm 的最大图像高度和 F/2.7 的恒定 f 数的 546.1 纳米的波长给出。光阑表面 S24 的最大光圈直径在表 1 中在变焦位置 Z5 的图像表面处以 546.1 纳米的波长和 F/2.7 的 f 数给出。对于变焦位置 1、2、3 和 4 来说,在图像平面处以 546.1 纳米的波长和 F/2.7 的 f 数给出的光阑表面 S24 处的最大光圈直径分别是 22.10mm、23.74mm、25.16mm 和 27.43mm。在图像平面 S41 处,最大光圈直径给出为近似值。

[0020] 表 1

[0021]

| 光学质量要求 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|----|-----|-----|----|--------------|---------------|-------|--------|--------|-----------|--|--|
| 项目 | 组 | 子 | 表 | 对焦 | 变焦 | 曲率半径 (mm) | 厚度或间距 (mm) | 材料 | | | | | |
| | | | | | | | | 类型 | 代码 | 名称 | 光圈直径 (mm) | | |
| 物体平面 | | | S1 | F1 | 所有 | 平坦 | 无穷大 | 空气 | | | | | |
| | | | | F2 | 所有 | | 810.000 | | | | | | |
| | | | | F3 | 所有 | | 352.000 | | | | | | |
| 1 | 51 | 52 | S2 | 所有 | 所有 | 1063.066 | 3.000 | 玻璃 | SLAH59 | 816466 | 93.00 | | |
| | | | | S3 | 所有 | 51.696* | 20.347 | 空气 | | | 78.92 | | |
| | | | | S4 | 所有 | -211.395 | 2.800 | 玻璃 | SFPL53 | 439950 | 78.87 | | |
| 2 | | | S5 | 所有 | 所有 | 2053.522 | 0.150 | 空气 | | | 79.21 | | |
| | | | | S6 | 所有 | 110.458 | 8.881 | 玻璃 | STIH6 | 805254 | 79.86 | | |
| | | | | S7 | F1 | 所有 | 658.340 | 1.750 | 空气 | | | | |
| | | | | F2 | 所有 | | 12.972 | | | | 79.10 | | |
| | | | | F3 | 所有 | | 24.482 | | | | | | |
| | | | | S8 | 所有 | 123.797 | 10.542 | 玻璃 | SPHM53 | 603655 | 67.85 | | |
| 4 | 51 | 53 | S9 | 所有 | 所有 | -169.812 | 0.125 | 空气 | | | 66.64 | | |
| | | | | S10 | 所有 | 116.511 | 2.350 | 玻璃 | STIH53 | 847238 | 58.43 | | |
| | | | | S11 | 所有 | 45.106 | 10.911 | 玻璃 | SFPL51 | 497816 | 53.56 | | |
| 5 | 51 | 53 | S12 | 所有 | 所有 | 873.710 | 0.125 | 空气 | | | 52.37 | | |
| | | | | S13 | 所有 | 66.583 | 6.872 | 玻璃 | SLAH59 | 816466 | 50.66 | | |
| | | | | S14 | 所有 | Z1 | 973.939 | 0.764 | 空气 | | | | |
| 6 | 51 | 53 | S14 | 所有 | Z2 | | 10.680 | | | | | | |
| | | | | 所有 | Z3 | | 16.206 | | | | | | |
| | | | | 所有 | Z4 | | 20.264 | | | | | | |
| | | | | 所有 | Z5 | | 29.240 | | | | | | |
| 7 | 51 | 53 | S15 | 所有 | 所有 | 151.327 | 1.450 | 玻璃 | SLAM3 | 717479 | 38.09. | | |
| | | | | S16 | 所有 | 28.614 | 6.213 | 空气 | | | 32.00 | | |
| 8 | 54 | 55 | S17 | 所有 | 所有 | -115.404 | 1.450 | 玻璃 | SBSM18 | 639554 | 31.76 | | |
| 9 | 54 | 55 | S18 | 所有 | 所有 | 33.001 | 4.664 | 玻璃 | STIH53 | 847238 | 29.00 | | |
| 10 | 54 | 55 | S19 | 所有 | 所有 | -11785.600 | 2.861 | 空气 | | | 28.32 | | |
| 11 | 54 | 55 | S20 | 所有 | 所有 | -40.025 | 1.450 | 玻璃 | SBSM9 | 614550 | 27.96 | | |

[0022]

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|-----|----|----|----------|--------|----|--------|--------|-------|
| | | | S21 | 所有 | Z1 | 140.781 | 38.107 | 空气 | | | 27.36 |
| | | | | 所有 | Z2 | | 25.754 | | | | |
| | | | | 所有 | Z3 | | 17.977 | | | | |
| | | | | 所有 | Z4 | | 9.877 | | | | |
| | | | | 所有 | Z5 | | 1.000 | | | | |
| 12 | 54 | 56 | S22 | 所有 | 所有 | 49.273 | 2.549 | 空气 | SLAH58 | 883408 | 28.68 |
| | | | S23 | 所有 | Z1 | 110.396 | 18.211 | 空气 | | | 28.65 |
| | | | | 所有 | Z2 | | 14.155 | | | | |
| | | | | 所有 | Z3 | | 10.973 | | | | |
| | | | | 所有 | Z4 | | 6.594 | | | | |
| | | | | 所有 | Z5 | | 1.637 | | | | |
| 光阑 | 54 | 57 | S24 | 所有 | 所有 | 平坦 | 0.518 | 空气 | | | 28.78 |
| 13 | 54 | 57 | S25 | 所有 | 所有 | 43.816 | 3.253 | 玻璃 | SFPL51 | 497816 | 29.40 |
| | | | S26 | 所有 | 所有 | 873.710* | 4.116 | 空气 | | | 29.26 |
| 14 | 54 | 57 | S27 | 所有 | 所有 | -35.604 | 1.450 | 玻璃 | SNSL36 | 517524 | 29.26 |
| | | | S28 | 所有 | 所有 | 100.434 | 1.681 | 空气 | | | 31.11 |
| 15 | 54 | 57 | S29 | 所有 | 所有 | 82.308 | 7.242 | 玻璃 | SFPL51 | 497816 | 32.60 |
| | | | S30 | 所有 | 所有 | -35.982 | 0.100 | 空气 | | | 33.08 |
| 16 | 54 | 57 | S31 | 所有 | 所有 | 41.224 | 7.435 | 玻璃 | SFPL53 | 439950 | 32.71 |
| 17 | | | S32 | 所有 | 所有 | -63.519 | 0.100 | 空气 | | | 32.14 |
| 17 | 54 | 57 | S33 | 所有 | 所有 | 82.450 | 3.224 | 玻璃 | SNPH1 | 808228 | 29.68 |
| 18 | 54 | 57 | S34 | 所有 | 所有 | -190.474 | 1.450 | 玻璃 | SLAH79 | 816466 | 28.96 |
| | | | S35 | 所有 | 所有 | 26.399 | 7.305 | 空气 | | | 26.42 |
| 19 | 54 | 57 | S36 | 所有 | 所有 | 201.165 | 1.886 | 玻璃 | SNPH1 | 808228 | 28.89 |
| | | | S37 | 所有 | 所有 | -910.736 | 0.100 | 空气 | | | 29.20 |
| 20 | 54 | 57 | S38 | 所有 | 所有 | 35.778 | 5.071 | 玻璃 | SFPL53 | 439950 | 30.77 |
| | | | S39 | 所有 | Z1 | -576.303 | 4.000 | 空气 | | | 30.75 |
| | | | | 所有 | Z2 | | 10.491 | | | | |
| | | | | 所有 | Z3 | | 15.926 | | | | |
| | | | | 所有 | Z4 | | 24.345 | | | | |
| | | | | 所有 | Z5 | | 29.204 | | | | |
| 虚拟 | | | S40 | 所有 | 所有 | 平坦 | 38.500 | 空气 | | | 30.03 |
| 表面 | | | | | | | | | | | |
| 图像 | | | S41 | 所有 | 所有 | 平坦 | 0.000 | 空气 | | | 27.80 |
| 平面 | | | | | | | | | | | |

[0023] * 由以下常规等式控制非球面表面 S3 和 S26 的表面轮廓：

[0024]
$$Z = \frac{(CURV)Y^2}{1 + (1 - (1 + K)(CURV)^2 Y^2)^{1/2}} + (A)Y^4 + (B)Y^6 + (C)Y^8 + (D)Y^{10}$$

[0025] 其中：

[0026] CURV = 1/(曲率半径)

[0027] Y = 光圈高度, 其垂直于光轴而测得

[0028] K, A, B, C, D = 系数

[0029] Z = 给定 Y 值的表面轮廓的位置, 从表面的极点(即轴向顶点)沿着光轴测得。

[0030] 透镜 1 的表面 S3 的系数是：

[0031] K = -1.0493E+00

[0032] A = 4.1484E-07

[0033] B = 1.0025E-11

[0034] C = 2.9558E-14

[0035] D = -7.0724E-18

[0036] 透镜 13 的表面 S26 的系数是：

[0037] K = 0.0000E+00

[0038] A = 9.4858E-06

[0039] B = 6.2385E-09

[0040] C = 5.7827E-12

[0041] D = 1.0431E-14

[0042] 前面对表 1 的脚注 * 包含用于针对值 Z 计算非球面表面 S3 和 S26 的形状的等式, 其中 CURV 是所述表面的极点处的曲率, Y 是距玻璃表面上的特定点的光轴的高度或距离, K 是二次曲线系数, 且 A、B、C 和 D 分别是 4 阶、6 阶、8 阶和 10 阶变形系数, 其是用于计算非球面表面的形状的众所周知的等式和值。使用非球面表面提供对变焦透镜中的像差的校正, 同时允许较小的总体大小和较简单的配置。具体地说, 对焦透镜组中的非球面表面有助于校正失真和其它视野相关的像差, 而第三变焦透镜组中的非球面有助于校正球面和其它光瞳相关的像差。

[0043] 根据表 1 中所陈述的个别透镜元件(项目 1-20)和透镜元件之间的间距的详细说明, 可通过使用前面提及的 CODE V° 光学设计软件来计算每个透镜元件和随后每组透镜元件(即对焦透镜组 52、变焦透镜组 55、56 和 57 以及固定透镜组 53)的焦距, 且那些计算出的组焦距如下：

[0044] 对焦透镜组 52(元件 1-3) = -100.96;

[0045] 固定透镜组 53(元件 4-7) = +56.52;

[0046] 第一变焦透镜组 55(元件 8-11) = -22.78;

[0047] 第二变焦透镜组 56(元件 12) = +98.27; 以及

[0048] 第三变焦透镜组 57(元件 13-20) = +53.64。

[0049] 在所有对焦位置 F1、F2 和 F3 处, 物镜组(对焦透镜组 52 和固定透镜组 53)的总体倍率是正的, 因为具有间距的两个子组的焦距被计算为 (1/焦距 1)+(1/焦距 2)-(间距/(焦距 1×焦距 2)) = 1/总焦距。

[0050] 而且, 应注意, 变焦透镜系统 50 在表面 S24 处具有一个光阑, 其将光线可穿过的光

圈的直径控制在借此促使变焦透镜系统中的任何光线在径向上超过待阻挡的直径的程度。光阑是物理可变光阑可定位在该处的位置。可变光阑定位在第三变焦组 57 内，并与所述变焦组一起移动。应注意，在图 2 中，(例如) 边缘光线在有多余空间的情况下穿过光阑 S24 的抖动标记 (tic mark)，而在图 5 中，边缘光线在穿过光阑时，几乎触碰光阑 24 的抖动标记。这表明当焦距增加时，位于 S24 处的可变光阑必须打开。为了维持图像处的恒定 f 数，可变光阑必须“变焦”或改变。换句话说，必须调节可变光阑，以获得恒定光圈。在变焦期间，可使用单独的凸轮来打开或关闭可变光阑。另外，应注意，表 1 中所陈述的所有透镜元件表面光圈充当所有对焦和变焦位置处的场阑，如图 2 到图 9 中所描绘。

[0051] 四个透镜组 52、55、56 和 57 每一者可独立地轴向移动，且其各个移动由任何便利构件（例如常规机械装置，例如凸轮或类似装置）来协调，以实现所需的对焦和变焦功能。对焦透镜组 52 独立于变焦透镜组 55、56 和 57 而移动。

[0052] 参看表 1，为了说明本发明的范围和通用性，在数据中陈述了三个不同的对焦位置 F1、F2 和 F3 以及五个不同的变焦位置 Z1、Z2、Z3、Z4 和 Z5，所述数据实际上提供四个可移动透镜组的十五 ($3 \times 5 = 15$) 个不同组合的特定数据。对于对焦位置 F1，假定物体平面 0 在无穷远处，对于 F2，物体平面在约 810mm 的中间距离处，且对于 F3，物体平面 0 在约 352mm 的较近距离处（即远离透镜的前顶点 352mm）。在这三个对焦位置 F1、F2 和 F3 中的每一者处，对焦透镜组 52 在变焦透镜组 55、56 和 57 的整个移动范围（由表 1 的变焦位置列中的“所有”指示）上始终保持在同一位置中。类似地，对于表 1 中所陈述的五个变焦位置 Z1、Z2、Z3、Z4 和 Z5 中的每一者，变焦透镜组 55、56 和 57 在对焦透镜组 52 的整个移动范围（由表 1 中的对焦位置列中的“所有”指示）上始终保持在同一各自位置中。举例来说，对于对焦位置 F1，从物体平面 0 到在图 1 中的右侧的下一表面的距离（厚度或间距列）是无穷大的（即，焦点在无穷远处），且从 S7 到所述下一表面的距离为 1.759mm，而在不改变对焦透镜组位置（即 S7 处的间隔）的情况下，S14、S21 和 S39 处的可变距离可在其对在无穷远焦点处的待拍摄的物体的整个变焦范围（变焦位置列中的“所有”）上变化。类似地，对于对焦位置 F2，到达物体 0 的中间对焦距离是 810mm，且 S7 处的间隔是 12.972mm，而变焦元件的 S14、S21 和 S39 处的间隔可在其整个范围上变化。变焦位置 Z1、Z2、Z3、Z4 和 Z5 代表变焦透镜组 55、56 和 57 的五个位置，其中变焦位置 Z1 和 Z5 是极端位置，且 Z2、Z3 和 Z4 是所有对焦透镜组位置的中间位置。透镜系统 50 的焦距针对不同对焦距离和变焦位置而变化，且（例如）以无穷远焦点且对于变焦位置 Z1，焦距为 19mm；对于变焦位置 Z2，焦距为 30mm；对于变焦位置 Z3，焦距为 40mm；对于变焦位置 Z4，焦距为 55mm；且对于变焦位置 Z5，焦距为 90mm。当然，将了解，可在极端对焦位置 F1 与 F3 之间获得连续对焦，可在极端变焦位置 Z1 与 Z5 之间获得连续变焦，且通过使用透镜系统 50，可在所描述的对焦和变焦范围内获得连续对焦与变焦的任一组合。

[0053] 现参看图 2 到图 9，绘示变焦透镜系统 50 在各个位置中的对焦透镜组和变焦透镜组，和那些位置的光线踪迹。图 2 表示对焦位置 F1 和变焦位置 Z1，上文在表 1 中在所述两个位置陈述无穷远焦点和约 19mm 的较小焦距的数据。图 3 表示根据表 1 无穷远焦点和约 30mm 的焦距的对焦位置 F1 和变焦位置 Z2。图 4 表示根据表 1 无穷远焦点和约 40mm 的焦距的对焦位置 F1 和变焦位置 Z3。图 5 表示根据表 1 无穷远焦点和约 55mm 的焦距的对焦位置 F1 和变焦位置 Z4。图 6 表示根据表 1 无穷远焦点和约 90mm 的焦距的对焦位置 F1 和变

焦位置 Z5。图 7 表示根据表 1 约 810mm 的中间焦点的对焦位置 F2 和变焦位置 Z5。图 8 表示根据表 1 约 352mm 的较近焦点的对焦位置 F3 和变焦位置 Z5。图 9 表示根据表 1 约 352mm 的较近焦点的对焦位置 F3 和变焦位置 Z1。提供图 9 以全面表示对焦的极端。应注意，进入图 9 中的透镜的光线与光轴成最极端角度和垂直高度，且透镜元件能够捕获所有这些光线。根据图 2 到图 9，还应注意，来自物体空间（在图中的左侧）的最接近所述轴的光线轨迹对从物体空间中的光轴发散。

[0054] 通常，透镜系统中的可变光阑位于最后一个移动透镜组（在图 2 到图 9 中的右侧）后面，但变焦透镜系统 50 具有位于第三变焦透镜组 57 内的可变光阑 S24，且因此可变光阑 S24 与第三变焦透镜组 57 一起轴向移动。在第三变焦透镜组 57 相对于表 1 中列出的最大光圈直径而轴向移动时调节可变光阑 S24 的光圈的大小，且在表 1 中以给出其最大值。

[0055] 而且，应注意，可变光阑 S24 的光圈的大小与对焦透镜组 52 的位置无关。通过此布置，变焦透镜系统 50 通过变焦范围且通过对焦范围在图像空间中维持约 2.7 的恒定 f 数。

[0056] 下文在表 2 中陈述变焦透镜系统 50 的光学性能数据，其中针对表 1 中所陈述的变焦与对焦位置的八个不同组合中的五个不同场位置（作为代表性实例），以百分数（%）陈述基于衍射的多色调制传递函数（“MTF”）数据（调制比空间频率），而且针对变焦与聚焦位置的那八个组合，以百分数（%）陈述全视野失真数据，且以百分数（%）陈述全视野相对照明数据。以两个值来陈述视野位置，距离光轴的实际图像高度（mm）和标准化的图像高度两者，标准化的图像高度是实际图像高度除以最大图像高度。MTF 百分数是根据表 2 的右手列中所陈述的波长和权数，即根据 20 循环 /mm，其为光学性能的相对标准的测量值，其中值“20 循环 /mm”表示根据其确定清晰度的图表上每毫米 20 对的黑线与白线。所有的性能数据都是在 25°C (77° F) 的温度、标准大气压 (760mm Hg) 下，且以图像空间中的 F/2.7 全光圈给出。然而，变焦透镜系统 50 确实提供实质上恒定的性能，例如 MTF 值，在 0°C 到 40°C (32° F 到 104° F) 的温度范围上，且如果性能 (MTF) 的较小降低是可接受的，那么可操作的温度范围可延伸到 -10°C 到 50°C (14° F 到 122° F) 或更高。

[0057] 表 2

[0058]

| 视野位置 | | 性能数据 | | | | | | | | 性能数据描述 |
|-----------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | 对焦位置 (F) 和变焦位置 | | | | | | | | |
| 图像高度 (mm) | 标准化的图像高度 (mm) | F1, Z1 | F1, Z2 | F1, Z3 | F1, Z4 | F1, Z5 | F2, Z5 | F3, Z5 | F3, Z1 | |
| 0 | 0 | 86.3 | 89.5 | 83.6 | 87.2 | 91.7 | 93.0 | 82.9 | 85.5 | 在固定位置和平坦图像表面处，且以以下波长：643.8、587.6、546.1、486.1 和 455.0 纳米，各自权数为 70、80、90、70 和 40，其中 (R) = 半径，且 (T) = 切线方位角，以 20 循环/mm 的多色衍射 MTF 数据 (%) |
| (轴向) | (轴向) | (R) (T) | (R) (T) | (R) (T) | (R) (T) | (R) (T) | (R) (T) | (R) (T) | (R) (T) | |
| 5.56 | 0.4 | 88.7 87.2 | 83.7 91.1 | 77.6 89.2 | 90.1 83.2 | 92.4 83.2 | 90.7 84.7 | 78.5 78.6 | 88.9 85.1 | |
| 8.34 | 0.6 | 82.1 76.5 | 79.5 91.7 | 74.2 89.1 | 88.6 79.4 | 91.8 74.7 | 88.1 78.1 | 75.6 72.6 | 82.9 76.7 | |
| 11.12 | 0.8 | 81.0 82.6 | 86.3 91.2 | 79.8 80.3 | 84.0 78.9 | 89.0 73.3 | 85.3 76.6 | 74.0 68.2 | 83.0 81.8 | |
| 13.9 | 1 (全视 野) | 82.6 80.6 | 80.3 79.6 | 86.3 79.7 | 81.7 81.4 | 83.5 77.5 | 82.1 78.6 | 73.6 66.0 | 79.7 75.8 | |
| 13.9 | 1 (全视 野) | -3.7 | 2.7 | 2.8 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | -5.0 | 全视野失真 (%) |

[0059]

| 野) | 野) | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| 13.9 (全视 野) | 1 (全视 野) | 61.8 | 60.7 | 67.4 | 74.0 | 60.8 | 60.9 | 60.8 | 59.4 | 全视野相对照明 (%) |

[0060] 具体地说，应注意，在表 2 中，性能的恒定性贯穿变焦和对焦。离轴（靠近全视野）的高相对照明和高 MTF 性能（由于低残余横向色差而导致）使得此透镜的性能同样适合与基于胶卷和 / 或电子的检测器一起使用。还注意表 2 中的低全视野失真，其对于对所有区域中的光具有恒定响应且将如实再现图像的拐角中的失真的当前技术检测器来说是优选的。

[0061] 还应注意，表 2 中的全视野相对照明在 59% 与 74% 之间。一般来说，值越高越好，因为低数值意味着光在图片的拐角中衰减。对于当前技术检测器来说，高全视野相对照明是优选的，所述当前技术检测器对所有区域中的光具有恒定响应，且将如实再现图像的拐角中的阴影，以及变焦期间对图像所作的改变。相比而言，'111 专利中所描述的透镜的全视野照明小于 50%，其并非针对电子检测器而设计。小于 50% 的照明可能在电子检测器

中导致阴影,但将可能为胶卷所接受。

[0062] 一般透镜的所谓的“呼吸”问题(但其在变焦透镜中可能更普遍)(其中图像的大小从短焦距到长焦距发生改变)在通常使用的三英尺或更大的较近对焦距离(如从物体到图像(即在表3中的约F1与F2之间)测得)在变焦透镜系统50中实际上不存在。下文在表3中给出由于视野角度的百分数(%)改变中的对焦而导致呼吸值,其中可观察到,针对变焦位置Z1-Z5,所述值相对较小。应注意,在无穷远焦点(F1)处,呼吸为零,因为其为参考视野。从无穷远(F1)到焦点位置F2(涵盖最常使用的焦点范围),呼吸值尤其小,且在最近的对焦位置,在变焦位置Z1、Z2和Z3处,类似地较低。可移动对焦组和固定组的总焦距给出表3的呼吸。可通过还移动固定透镜组来改变此数据,这也增加了机械复杂性。

[0063] 表3

| | 呼吸 (%) | | |
|--------|--------|----------|----------|
| | F1 | F2 | F3 |
| | (无穷远) | (810 mm) | (352 mm) |
| [0064] | Z1 | 0.0 | -3.7 |
| | Z2 | 0.0 | -2.5 |
| | Z3 | 0.0 | -1.8 |
| | Z4 | 0.0 | -1.7 |
| | Z5 | 0.0 | -0.8 |

[0065] 基于对焦位置F1与对焦位置F2和F3的全视野主光线角度(以度计)之间的差异,在546.1纳米的波长下,测量表3中的值,其中所有对焦位置处的全视野主光线在图像平面处产生约13.9mm的图像高度。

[0066] 表4提供无穷远的对焦距离处的变焦位置Z1-Z5的旁轴焦距,其为将在透镜不具有失真或像差时导致的焦距。

[0067] 表4

| | 旁轴焦距 (mm) | |
|--------|-----------|-------|
| | (无穷远对焦距离) | |
| [0068] | Z1 | +20.0 |
| | Z2 | +30.0 |
| | Z3 | +40.0 |
| | Z4 | +55.0 |
| | Z5 | +87.0 |

[0069] 然而,因为每个透镜都具有失真和像差,所以必须修改这些旁轴焦距。参看表2,在对焦位置F1和变焦位置Z1处呈现-3.7%的全视野失真。这是相对较大的改变,因为角度如此之大,以致即使较小的全视野失真值也会导致视野的较大变化。使20mm的Z1旁轴焦距(paraxial focal length)乘以(1-0.037)得到19.26mm。因此,上文所述的透镜在短端

处具有约 19mm 的焦距。对于长端来说,对焦位置 F1 和变焦位置 Z5 处存在 1.7% 的全视野失真。这是相对较小的变化,因为角度足够小,以致即使较小的全视野失真值也只导致视野的非常小的变化。使 87mm 的 Z5 旁轴焦距乘以 (1+0.017) 得到 88.5mm。当考虑实体产品中的超程时,焦距变成约 90mm。

[0070] 虽然已结合具有用在 35mm 电影胶卷或电子检测器相机上的适当尺寸的变焦透镜系统 50 描述了本发明,但此变焦透镜系统的尺寸可适当地放大或缩小以与各种胶卷或电子检测器图像格式(包含但不限于,16mm、超 16mm、35mm、65mm、IMAX®、OMNIMAX®等)以及各种视频格式(包含高清晰度电视(HDTV)、高级电视(ATV)和一般的数字电视)一起使用。

[0071] 本发明的变焦透镜系统 50 的许多优势之一在于提供最通常在电影院使用的较宽焦距范围,其不需要至少十一个固定焦距物镜,例如包含焦距 21mm、24mm、27mm、30mm、35mm、40mm、50mm、65mm、75mm、85mm 和 90mm,以获得高质量电影摄影术的合适的通用性,借此,使用此变焦透镜系统将导致较大的灵活性和较少的成本。另外,与具有相当焦距范围的最高性能变焦透镜系统相比,变焦透镜系统 50 的独特设计形成较小的透镜,且仅比同一范围内的最大固定焦距物镜略大。另外,变焦透镜系统 50 的独特透镜设计实际上消除了所谓的“呼吸”问题,其中当焦点从短对焦距离改变为长对焦距离时,图像改变大小。根据前文描述内容和附图,所属领域的技术人员将明白变焦透镜系统 50 的其它特征和优势。

[0072] 尽管已参考附图结合本发明的实施例全面描述了本发明,但应注意,所属领域的技术人员将明白各种改变和修改。应将此类改变和修改理解为包含在如由所附权利要求书所界定的本发明的范围内。

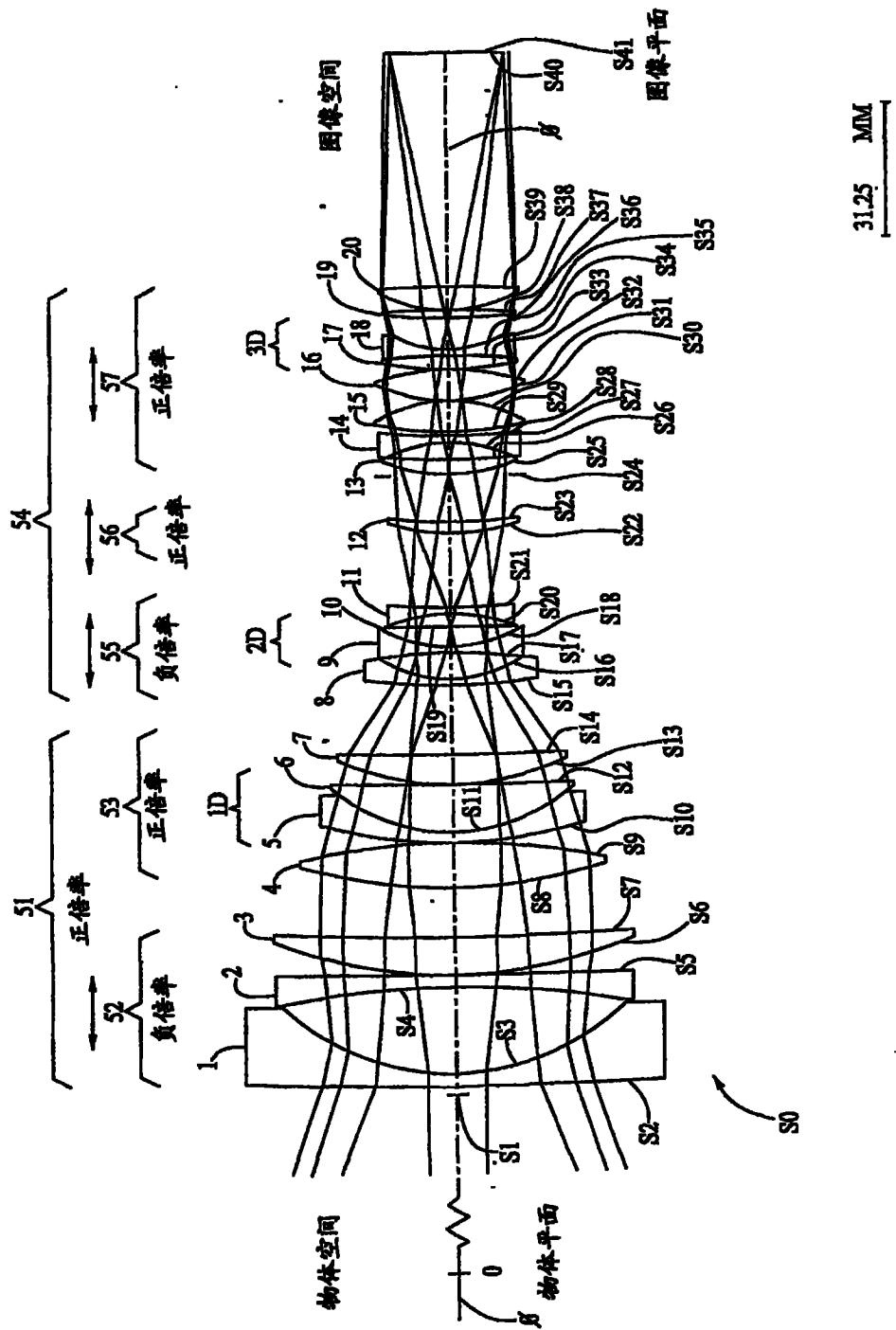


图 1

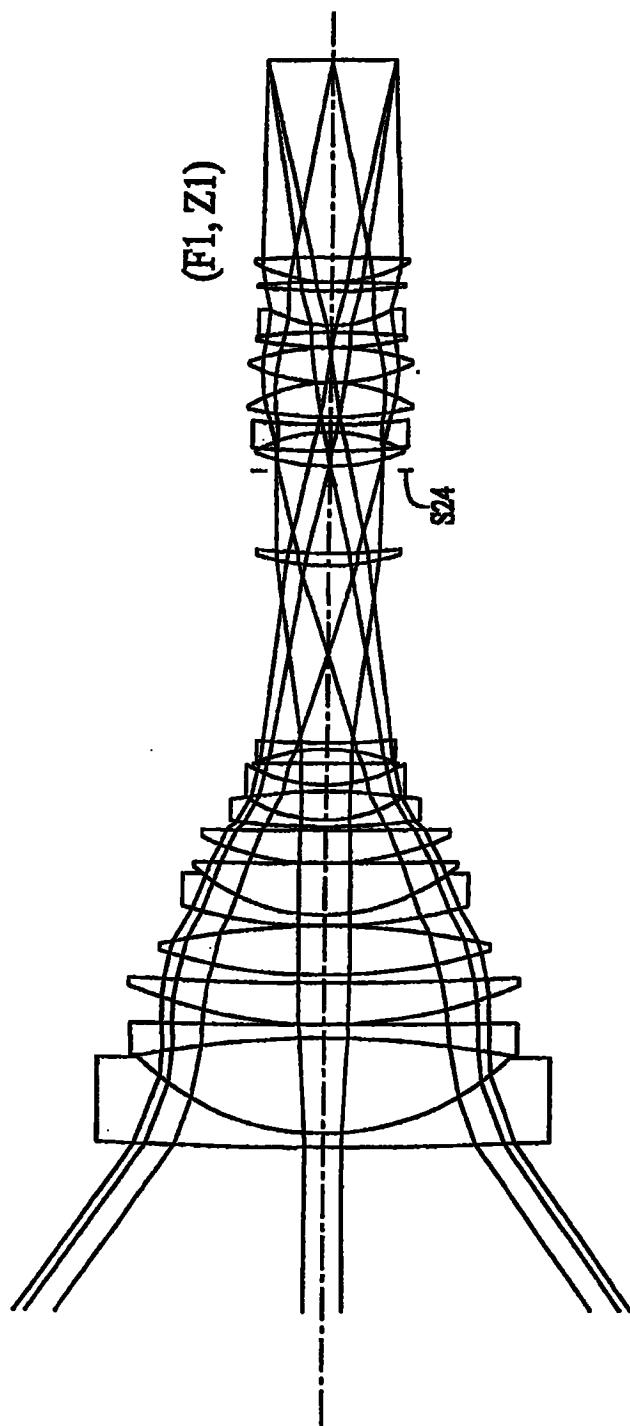


图 2

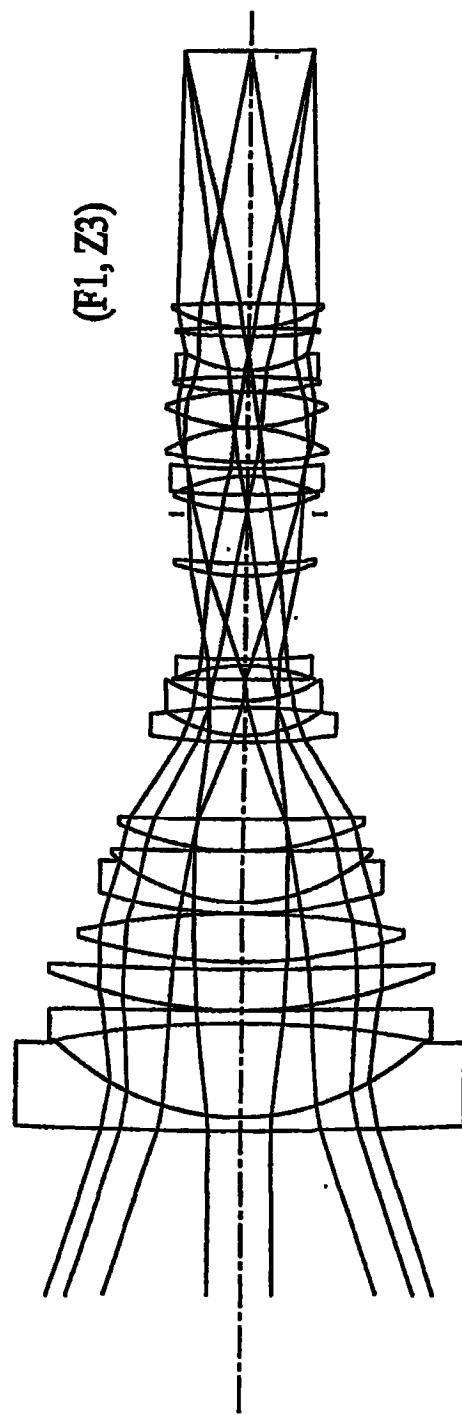
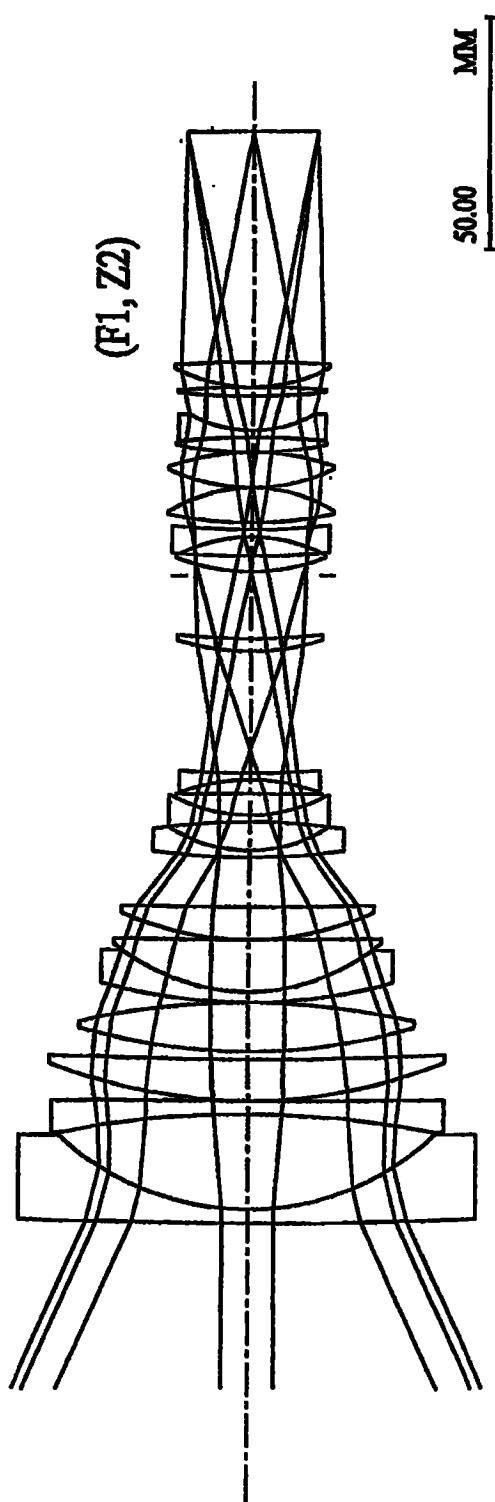


图 4

图 3

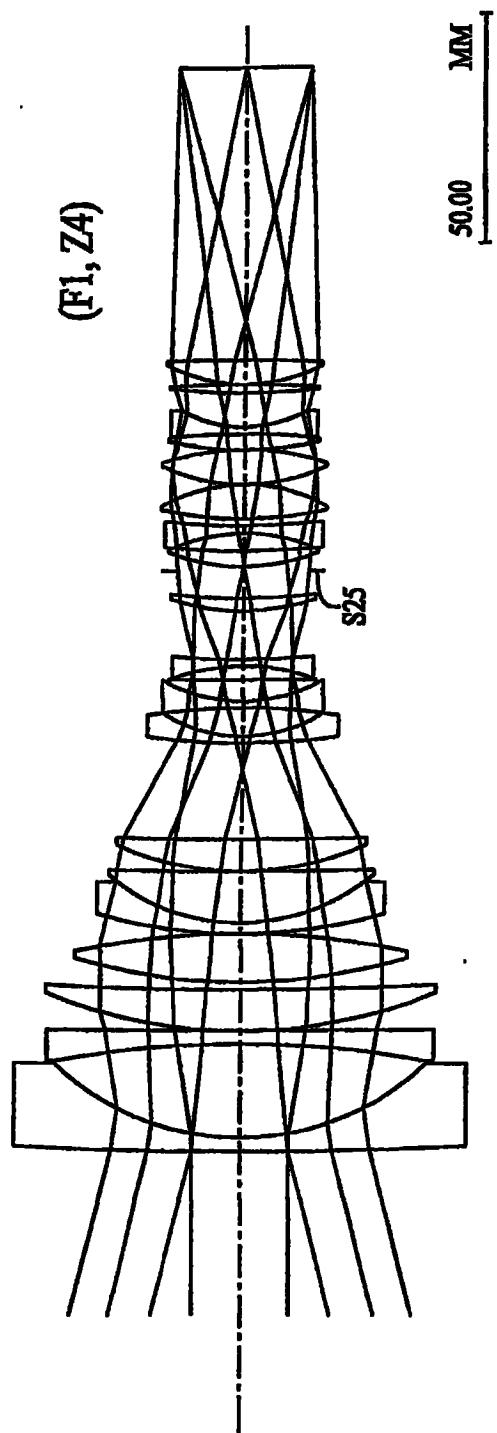


图 5

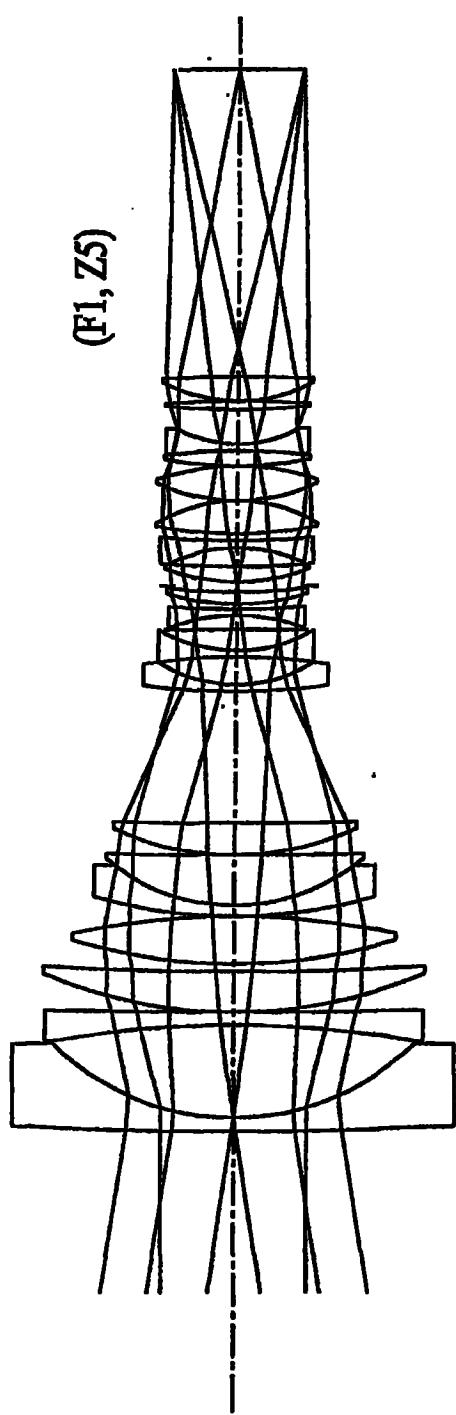


图 6

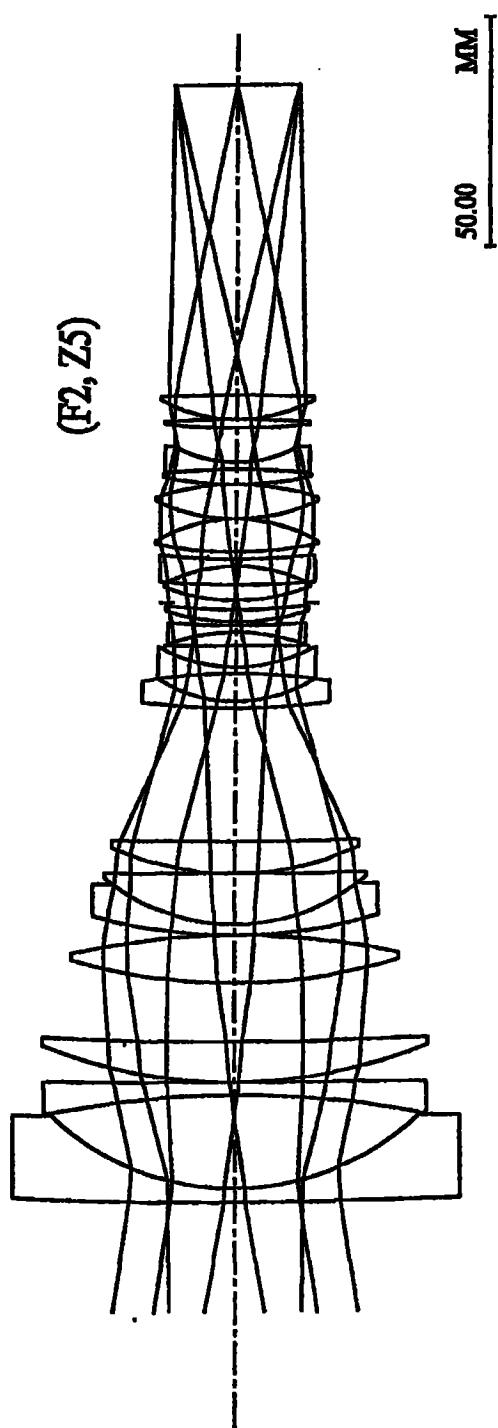


图 7

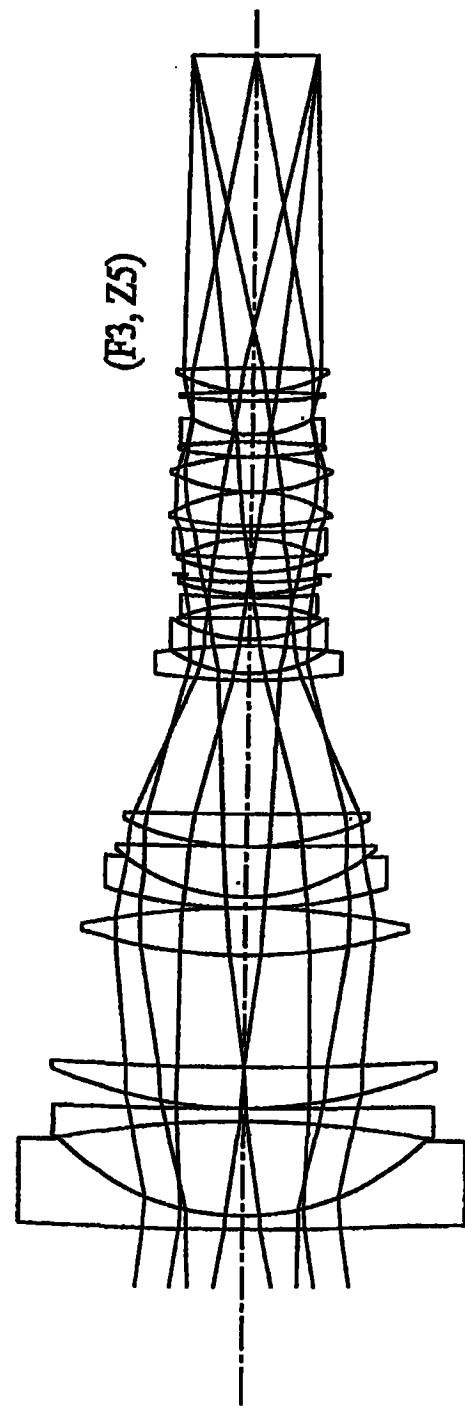


图 8

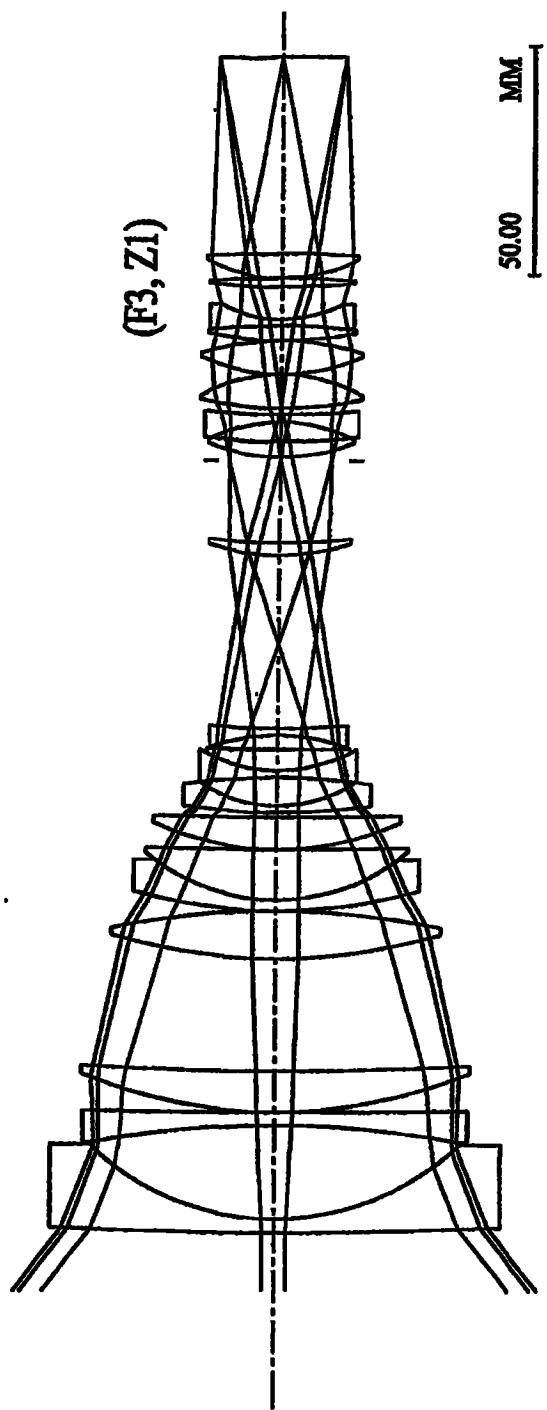


图 9