

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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

G02B 15/14

G02B 13/16 G03B 19/02



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03136837.9

[43] 公开日 2004 年 3 月 10 日

[11] 公开号 CN 1480757A

[22] 申请日 2003.5.20 [21] 申请号 03136837.9

[30] 优先权

[32] 2002. 5. 21 [33] JP [31] 145535/2002

[71] 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 難波則廣

[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

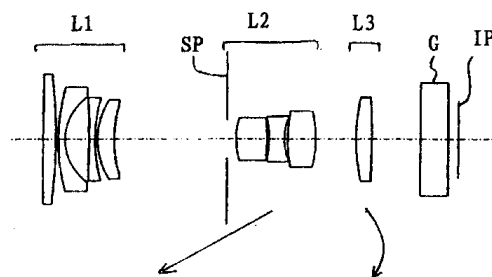
代理人 李德山

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称 变焦透镜和具有它的摄像装置

[57] 摘要

本发明公开一种变焦透镜和具有它的摄像装置，该变焦透镜从前方朝后方依次设置负光焦度的第 1 透镜组、正光焦度的第 2 透镜组、正光焦度的第 3 透镜组。其中，当从短焦点距离端朝长焦点距离端变焦时，使第 2 透镜组朝前方移动，使第 3 透镜组朝后方移动，绘成凸的轨迹或其一部分。当变焦时，第 1 透镜组不移动，第 3 透镜组绘出在短焦点距离端以外的变焦位置位于最后方的移动轨迹。另外，第 1 透镜组具有后方的面为凹面的负透镜和前方的面为凸面的正透镜。第 2 透镜组具有后方的面为凹面的负透镜和配置到该负透镜的后方的正透镜。



ISSN 1008-4274

1. 一种变焦透镜，从前方朝后方依次设置负光焦度的第 1 透镜组、正光焦度的第 2 透镜组、正光焦度的第 3 透镜组；该第 1 透镜组具有后方的面为凹面的负透镜和前方的面为凸面的正透镜；该第 2 透镜组具有后方的面为凹面的负透镜和配置到该负透镜的后方的正透镜；当从短焦点距离端朝长焦点距离端变焦时，使上述第 2 透镜组朝前方移动，使上述第 3 透镜组朝后方移动，绘成凸的轨迹或其一部分；该第 1 透镜组不为变焦而移动，第 3 透镜组在短焦点距离端以外的变焦位置位于最后方；并且，满足以下条件

$$0.7 < (e12t+e23t) / (e12w+e23w) < 1.4$$

式中， $e12w$  为在短焦点距离端的上述第 1 透镜组与第 2 透镜组的间隔， $e23w$  为在短焦点距离端的上述第 2 透镜组与第 3 透镜组的间隔， $e12t$  为在长焦点距离端的第 1 透镜组与第 2 透镜组的间隔， $e23t$  为在长焦点距离端的第 2 透镜组与第 3 透镜组的间隔。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其中，还满足以下条件

$$-0.2 < Rn/Rp < 0.5$$

式中， $Rn$  为上述第 2 透镜组中的负透镜后方的表面的曲率半径， $Rp$  为位于上述第 2 透镜组中的正透镜的前方的表面的曲率半径。

3. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其中，还满足以下条件

$$0.2 < |f2n|/f2 < 0.7$$

式中， $f2n$  为上述第 2 透镜组中的负透镜的焦点距离， $f2$  为上述第 2 透镜组的焦点距离。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其中，上述第 3 透镜组由 1 个正透镜构成。

5. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其中，还满足以下条件

$$2.0 < f3/fw < 4.5$$

式中， $f3$  为第 3 透镜组的焦点距离， $fw$  为广角端的全系焦点距离。

6. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 上述变焦透镜使上述第 3 透镜组移动而进行聚焦。

7. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 上述第 2 透镜组具有配置到上述第 2 透镜组中的负透镜的前方、前方的表面为凸面的正透镜。

8. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 上述变焦透镜在固体摄像元件的感光面上成像。

9. 一种摄像装置, 具有权利要求 1 的变焦透镜和接受由该变焦透镜形成的像的固体摄像元件。

## 变焦透镜和具有它的摄像装置

### 技术领域

本发明涉及一种适合于使用 CCD 传感器和 CMOS 传感器等固体摄像元件的摄影装置的摄影光学系中的变焦透镜。

### 背景技术

随着使用固体摄像元件的摄像机、电子静像摄像机等的高功能化，要求同时满足高性能和小型化。

在这种摄像机中，需要在透镜最后部与摄像元件之间配置光学低通滤光器和色修正滤光器等各种光学部件，所以，要求反焦距较长的透镜。另外，在使用摄像元件的摄像机的场合，为了避免成荫，希望像侧的远心特性良好，即出射光瞳从像面离开足够远。

过去，作为紧凑的变焦构成，提出了各种具有负-正光焦度的 2 个群（注：“群”→“透镜组”）的所谓短变焦型的变焦透镜。在这些短变焦型的光学系中，通过移动正光焦度的第 2 群（注：“第 2 透镜组”）进行变倍，通过移动负光焦度的第 1 群进行伴随着变倍的像点位置的修正。另外，为了实现高性能化和小型化，可列举出如记载于日本特公平 7-3507 号公报（对应 USP4, 810, 072）、特公平 6-40170 号公报（对应 USP4, 647, 160）等那样在像侧配置负或正的光焦度的第 3 群进行像差修正的例子。然而，这些透镜系主要为 35mm 胶卷照相设计，所以，难说同时获得了使用固体摄像元件的光学系要求的反焦距的长度和良好的远心特性。

作为满足反焦距和远心特性的变焦透镜系，可列举出记载于日本特开昭 63-135913 号公报（对应 USP4, 838, 666）和特开平 7-261083 号公报等的负-正-正的光焦度的 3 群构成的光学系，但存在各群的构成片数较多、透镜全长较长、制造成本较高等缺点。

另外,在日本特开平 7-261083 号公报记载的例子中,由于使负的光焦度的第 1 群移动而对近距离物体进行聚焦,所以,存在变焦的移动带来的构造复杂化的缺点。

另外,在记载于美国专利第 4, 999, 007 号公报中公开了在负-正-正的光焦度的 3 群构成中分别由 1 片单透镜构成第 1 群、第 2 群的构造。可是,在广角端的透镜全长较大,另外,在广角端的第 1 群和孔径光阑离开较远,所以,轴外光线的入射高度大,构成第 1 群的透镜的直径增大,为此,存在透镜系全体增大的缺点。另外,第 1 群、第 2 群的构成片数由于为 1 片,所以,群内的像差修正不充分。特别是变焦时的倍率色差的变动在轴外光线距光轴的高度变动大的第 1 群内易于发生,但由于使第 1 群为 1 片凹透镜,所以,不进行群内的修正,存在全系中倍率色差变动也大的问题。

另外,在美国专利第 4, 824, 223 号公报中公开了一种负-正-正的光焦度的 3 群构成的投影仪用光学系。在该透镜中,第 1 群为 1 片负透镜,所以,不进行群内的像差修正,变倍比为 1.7 左右。

另外,本申请的受让人在日本特开 2000-111798 号公报(与 USP6, 308, 011 对应)中公开了负-正-正的光焦度的 3 群构成的摄影透镜。在该摄影透镜中,在同时满足插入滤光器等时所需要的透镜支承的确保和用于固体摄像元件时所需要的远心特性的基础上,实现了较紧凑的变焦透镜。

然而,日本特开 2000-111798 号公报所公开的变焦透镜在变倍时 3 个群分别按不同的轨迹移动,所以,移动群多、机械构造易于变复杂,在镜筒大型化、成本方面存在问题。

作为在负-正-正的光焦度的 3 群构成中固定第 3 群的例子,可列举出上述特开平 7-261083 号公报,但由于存在第 2 群的倍率为-1、不能进行聚焦的变倍位置,所以,聚焦需要由第 1 群或第 3 群进行。在由第 3 群进行聚焦的场合,必须形成 3 个群都可移动的构成,在镜筒大型化、成本方面存在问题。在由第 1 群进行聚焦的场合,成为前透镜聚焦,所以,在缩短最短摄像距离的场合因导致前透镜直径的增大

而在小型化方面存在问题。

作为在负-正-正的光焦度的3群构成中使第1群固定的例子，可列举出专利第3035830号（与USP5, 270, 863对应）、日本特开平8-304704号公报（与USP5, 668, 668对应）、专利第2552861号、特开平10-213745号公报、特开2000-137164号公报、USP5015077。

USP5015077在缩微胶卷投影用的透镜系中透镜片数高达13片左右，在小型化方面具有问题。

在日本特开平8-304704号公报中，由第2群与第3群的合成系进行变倍，当从广角端朝望远端变焦时，第3群与第2群一起朝物体侧较大地移动，所以，存在第3群的轴长较长的问题。

在日本特开2000-137164号公报、专利第2552861号中第2群由正1片或2片构成，不包含负透镜，在伴随着变焦的像差变动方面存在问题。

日本特开平10-213745号公报由正透镜1片、负透镜1片构成第2群，但由于第2群的正光焦度由该1片正透镜承担，所以，与三合透镜等构成相比，在像差修正方面较差，特别是使用高像素的摄像元件的摄像机的场合存在问题。

专利3035830号从物体依次由正、正、负3片构成第2群，将第2群的最终面形成为朝物体侧的凹面。通过该凹面与第3群的正的光焦度的组合而具有使出射光瞳远离像面的作用，但当要在远离出射光瞳的状态下缩短第2群与第3群の間隔将全长缩短时，需要增大第2群的凹面与第3群的光焦度，由于轴外像差修正困难，所以，难以在使出射光瞳远离像面的状态下同时实现全长缩短和高性能。

## 发明内容

因此，本发明的目的在于提供一种变焦透镜系统，该变焦透镜系统使最小限度的透镜组移动而进行变焦，形成简单的机械构成，并在整个变焦区域良好地修正各像差，使全长较短而紧凑，同时，使出射光瞳从像面充分离开。

为了达到上述目的,本发明的1个形式的变焦透镜系统从前方(如为摄像光学系则为物体侧)朝后方(如为摄像光学系则为像侧)依次设置负光焦度的第1透镜组、正光焦度的第2透镜组、正光焦度的第3透镜组。当从短焦点距离端(所谓广角端)朝长焦点距离端(所谓望远端)变焦时,使第2透镜组朝前方移动,使第3透镜组朝后方移动,绘成凸的轨迹或其一部分。当变焦时,第1透镜组不移动,第3透镜组绘出在短焦点距离端以外的变焦位置位于最后方的那样移动轨迹。

第1透镜组具有后方的面为凹面的负透镜和前方的面为凸面的正透镜。第2透镜组具有后方的面为凹面的负透镜和配置到该负透镜的后方的正透镜。

另外,该变焦透镜系统满足以下的条件。

$$0.7 < (e12t + e23t) / (e12w + e23w) < 1.4$$

式中,  $e12w$  为在短焦点距离端的上述第1透镜组与第2透镜组的间隔,  $e23w$  为在短焦点距离端的上述第2透镜组与第3透镜组的间隔,  $e12t$  为在长焦点距离端的第1透镜组与第2透镜组的间隔,  $e23t$  为在长焦点距离端的第2透镜组与第3透镜组的间隔。

#### 附图说明

图1为数值实施例1的变焦透镜的光学断面图。

图2为数值实施例1的在变焦透镜的广角端的像差图。

图3为数值实施例1的在变焦透镜的中间焦点位置的像差图。

图4为数值实施例1的在变焦透镜的望远端的像差图。

图5为数值实施例2的变焦透镜的光学断面图。

图6为数值实施例2的在变焦透镜的广角端的像差图。

图7为数值实施例2的在变焦透镜的中间焦点位置的像差图。

图8为数值实施例2的在变焦透镜的望远端的像差图。

图9为数值实施例3的变焦透镜的光学断面图。

图10为数值实施例3的在变焦透镜的广角端的像差图。

图 11 为数值实施例 3 的在变焦透镜的中间焦点位置的像差图。

图 12 为数值实施例 3 的在变焦透镜的望远端的像差图。

图 13 为数值实施例 4 的变焦透镜的光学断面图。

图 14 为数值实施例 4 的在变焦透镜的广角端的像差图。

图 15 为数值实施例 4 的在变焦透镜的中间焦点位置的像差图。

图 16 为数值实施例 4 的在变焦透镜的望远端的像差图。

图 17 为具有本发明的变焦透镜的数字静像摄像机的要部的示意图。

### 具体实施方式

下面，使用附图说明本发明的变焦透镜系统和使用它的摄像装置的实施形式。

图 1、5、9、13 为本实施形式的变焦透镜，分别与后述的数值实施例 1~4 所示场合对应。图 2~4、6~8、10~12、14~16 分别为图 1、5、9、13 的变焦透镜的各像差图，图 2、6、10、14 对应于广角端（短焦点距离端），图 3、7、11、15 对应于中间焦点距离位置，图 4、8、12、16 对应于望远端（长焦点距离端）。

在图 1、5、9、13 中，本实施形式的变焦透镜从物体侧（前方）朝像侧（后方）依次具有负光焦度（光焦度=焦点距离的倒数）的第 1 群 L1、正光焦度的第 2 群 L2、及正光焦度的第 3 群 L3 这样 3 群。在第 1 群 L1 与第 2 群 L2 之间配置孔径光阑 SP。在变焦透镜的后方设置固体摄像元件（光电变换元件），该固体摄像元件包括对应于光学低通滤光器或滤色器、面板等而在设计上设置的玻璃块 G 和由 CCD 传感器或 CMOS 传感器等构成的用于接受变焦透镜形成的像的感光面 IP。

本实施形式的变焦透镜在从广角端朝望远端变焦时，第 1 群 L1 不移动（固定），第 2 群 L2 朝物体侧移动，第 3 群 L3 朝像侧按凸的轨迹或其一部分轨迹移动。当变焦时，孔径光阑 SP 与第 2 群 L2 成一体地移动。

即，由正光焦度的第 2 群 L2 的移动进行变倍，由正光焦度的第



3 群 L3 的移动修正变倍带来的像点的移动。另外，聚焦也由第 3 群 L3 的移动进行。这样，可使移动群的数量为最小限度，简化驱动所用机械构成，实现镜筒的小型化。

另外，通过使第 3 群 L3 为正的光焦度，从而使得第 3 群 L3 具有场透镜的作用，特别是在使用固体摄像元件等的摄像装置实现所需要的像侧的远心的成像。

另外，第 2 群 L2 中的最接近物体侧的透镜形成为从第 1 群 L1 出射的轴外主光线较大幅度地折射、不发生轴外各像差地在物体侧具有凸面的形状。另外，为了相对于按发散状态从第 1 群 L1 出射的轴上光束抑制球面象差的发生量，第 2 群 L2 中的最接近物体侧的透镜最好形成为在物体侧具有凸面的形状。

另外，在本实施形式的变焦透镜中，在第 2 群 L2 中配置在像侧具有凹面的负透镜。本实施形式的变焦透镜如上述那样使第 3 群 L3 具有场透镜的作用，但为了使出射光瞳离开像面足够地远，需要在从光轴离开某种程度的状态下使轴外光束入射到第 3 群 L3，然后，由第 3 群 L3 弯曲。考虑到这一点，在望远端由于孔径光阑 SP 与第 3 群 L3 的间隔大，所以，易于使轴外光束从光轴离开地入射到第 3 群 L3，但为了在广角端使孔径光阑 SP 与第 3 群 L3 的间隔小，需要使第 2 群 L2 具有使轴外光束从光轴离开的作用。

特别是当为了在使出射光瞳从像面 IP 离开的同时缩短全长而缩短第 2 群 L2 与第 3 群 L3 的间隔时，需要同时增大第 2 群 L2 的朝向像侧的凹面的光焦度和凹面像侧的正光焦度。在这里，为了使轴外性能良好，特别是最好由多个透镜分担凹面像侧的正光焦度，将像差的发生控制到最小极限。在本实施形式，由配置于第 2 群 L2 中的像侧的正透镜和第 3 群 L3 分担第 2 群 L2 的负透镜像侧的正光焦度，从而加以实现。

另外，在本实施形式中，由 1 片正透镜构成第 3 群 L3。由此不仅可较轻地构成聚焦群，迅速地聚焦，而且由于减少了驱动所需的电力，在节电方面也具有优势。

另外，本实施形式的变焦透镜最好满足以下条件式。

$$0.7 < (e12t+e23t) / (e12w+e23w) < 1.4 \quad (1)$$

$$-0.2 < Rn/Rp < 0.5 \quad (2)$$

$$0.2 < |f2n|/f2 < 0.7 \quad (3)$$

$$2.0 < f3/fw < 4.5 \quad (4)$$

式中， $e12w$  为广角端的第 1 群 L1 与第 2 群 L2 的间隔， $e23w$  为第 2 群 L2 与第 3 群 L3 的间隔， $e12t$  为望远端的第 1 群 L1 与第 2 群 L2 的间隔， $e23t$  为第 2 群 L2 与第 3 群 L3 的间隔， $Rn$  为第 2 群 L2 中的负透镜像侧的面的曲率半径， $Rp$  为位于第 2 群 L2 中的负透镜像侧的正透镜的物体侧的面的曲率半径， $f2n$  为第 2 群 L2 的负透镜的焦点距离， $f2$  为第 2 群 L2 的焦点距离， $f3$  为第 3 群 L3 的焦点距离， $f2$  为第 2 群 L2 的焦点距离， $f3$  为第 3 群 L3 的焦点距离， $fw$  为广角端的全系焦点距离。

条件式 (1) 为规定变焦的第 3 群 L3 的移动的式子。在第 3 群由完全往复移动在广角端、望远端成为相同位置的场合，式 (1) 成为 1。在本实施形式中，条件式 (1) 在包含 1 的范围内规定第 3 群 L3 的移动。在超过式 (1) 的上限、第 3 群 L3 从广角端往望远端朝像侧方向移动较多的场合，出射光瞳变动变大，所以，在假定将像形成于固体摄像元件的场合，不能在整个变焦区域获得良好的图像，不理想。另外，在超过下限、第 3 群 L3 从广角端往望远端朝物体方向移动较多的场合，第 3 群 L3 需要用于变焦的移动与用于在望远端的至近调焦的输送量的和的移动量。因此，用于朝光轴方向驱动第 3 群 L3 的轴长度增大，所以，在镜筒的小型化方面不利。

条件式 (2) 为规定第 2 群 L2 中的由朝向像侧的凹面和与其邻接的凸面构成的空气透镜的形状的式子。在超过上限、凹面的曲率半径变得过大的场合，凹面的光焦度过小，出射光瞳从像面充分离开较困难，所以不理想。另外，当超过下限、凹面的曲率半径变得过小时，该面的轴外光束的上侧边缘光线和下侧边缘光线的入射角度的差变大，特别是轴外慧差的发生显著，所以不理想。

条件式(3)为规定第2群L2的负透镜的光焦度的式子。在超过上限、负透镜的光焦度较小的场合,珀兹瓦尔和朝正向变大,所以,像面朝底侧的弯曲增大,所以不理想。在超过下限、负透镜的光焦度大的场合,由于反焦距变长,所以对紧凑化不利。

条件式(4)为规定第3群L3的光焦度的式子。在超过上限、第3群L3的光焦度小的场合,用于修正变倍带来的像点移动的第3群L3的移动量增大,在紧凑化方面不理想。特别是在由第3群L3进行聚焦的场合,存在作为第3群L3的移动量还需要确保与近距离时的输送量相应的行程的问题。在超过下限、第3群L3的光焦度较大的场合,当由1片构成第3群L3时,珀兹瓦尔和朝正向变大,像面朝底侧的弯曲大,所以不理想。另外,存在沿变焦整个区域倍率色差的发生显著的问题。

下面,示出各数值的实施例的各条件式的值。

表1:

	数值实施例			
	1	2	3	4
条件式(1)	1.146	1.186	0.887	1.214
条件式(2)	0.416	0.283	0.368	-0.119
条件式(3)	0.401	0.574	0.395	0.325
条件式(4)	3.581	3.782	3.587	2.366

下面,示出数值实施例1~4的数值数据。在各数值实施例中, $i$ 示出从物体侧的面的顺序, $R_i$ 为第 $i$ 面的曲率半径, $D_i$ 为第 $i$ 面与第 $i+1$ 面的间隔, $N_i$ 、 $v_i$ 分别表示相对 $d$ 线的折射率、色散系数。另外,最接近像侧的2面与水晶低通滤光器、红外截止滤光器等相当,为在设计上设置的玻璃块G。另外,以面顶点为基准,设在距光轴的高度 $H$ 的位置的光轴方向的位移为 $x$ ,则非球面形状由下式表示,

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} \quad (\text{公式1})$$

式中, $R$ 为曲率半径, $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 为非球面系数, $K$ 为圆锥常数。

## 〔数值实施例 1〕

$$f=1 \sim 2.00 \quad Fno=3.45 \sim 5.00 \quad 2\omega=58.4^\circ \sim 31.2^\circ$$

R 1 = 83.333	D 1 = 0.18	N 1 = 1.712995	$\nu$ 1 = 53.9
R 2 = -7.791	D 2 = 0.03		
R 3 = 3.184	D 3 = 0.09	N 2 = 1.719995	$\nu$ 2 = 50.2
R 4 = 0.815	D 4 = 0.33		
R 5 = -11.429	D 5 = 0.08	N 3 = 1.517417	$\nu$ 3 = 52.4
R 6 = 2.498	D 6 = 0.03		
R 7 = 1.210	D 7 = 0.22	N 4 = 1.846660	$\nu$ 4 = 23.9
R 8 = 2.221	D 8 = 可变		
R 9 = 孔径光阑	D 9 = 0.12		
R10 = 1.080	D10 = 0.43	N 5 = 1.882997	$\nu$ 5 = 40.8
R11 = -2.316	D11 = 0.03		
R12 = -1.427	D12 = 0.20	N 6 = 1.761821	$\nu$ 6 = 26.5
R13 = 0.901	D13 = 0.05		
R14 = 2.167	D14 = 0.38	N 7 = 1.712995	$\nu$ 7 = 53.9
R15 = -1.951	D15 = 可变		
R16 = 3.150	D16 = 0.22	N 8 = 1.696797	$\nu$ 8 = 55.5
R17 = -11.667	D17 = 可变		
R18 = $\infty$	D18 = 0.37	N 9 = 1.516330	$\nu$ 9 = 64.1
R19 = $\infty$			

焦点距离 可变间隔	1.000	1.41	2.0
D 8	1.526	0.96	0.3
D15	0.541	1.38	2.0
D17	0.655	0.37	0.3

## 〔数值实施例 2〕

$$f=1 \sim 2.00 \quad Fno=2.80 \sim 4.30 \quad 2\omega=58.4^\circ \sim 31.2^\circ$$

R 1 = 90.288	D 1 = 0.18	N 1 = 1.772499	$\nu$ 1 = 49.6
R 2 = -7.981	D 2 = 0.03		
R 3 = 3.762	D 3 = 0.09	N 2 = 1.719995	$\nu$ 2 = 50.2
R 4 = 0.833	D 4 = 0.33		
R 5 = -17.355	D 5 = 0.08	N 3 = 1.531717	$\nu$ 3 = 48.8
R 6 = 2.279	D 6 = 0.03		
R 7 = 1.190	D 7 = 0.22	N 4 = 1.846660	$\nu$ 4 = 23.9
R 8 = 2.143	D 8 = 可变		
R 9 = 孔径光阑	D 9 = 0.12		
R10 = 0.704	D10 = 0.33	N 5 = 1.743300	$\nu$ 5 = 49.3
R11 = 4.237	D11 = 0.08	N 6 = 1.761821	$\nu$ 6 = 26.5
R12 = 0.631	D12 = 0.12		
R13 = 2.227	D13 = 0.27	N 7 = 1.772499	$\nu$ 7 = 49.6
R14 = -2.940	D14 = 可变		
R15 = 2.923	D15 = 0.22	N 8 = 1.603112	$\nu$ 8 = 60.6
R16 = -10.087	D16 = 可变		
R17 = $\infty$	D17 = 0.37	N 9 = 1.516330	$\nu$ 9 = 64.1
R18 = $\infty$			

焦点距离 可变间隔	1.00	1.41	2.00
D 8	1.66	1.13	0.57
D14	0.82	1.70	2.37
D16	0.55	0.19	0.09

## 非球面系数

$$R10 \quad k=-4.00112e-02 \quad B=-1.31120e-01 \quad C=-7.96954e-02 \quad D=-6.50977e-01 \quad E=0.00000e+00$$

## 〔数值实施例 3〕

$$f=1\sim 2.00 \quad Fno=3.50\sim 4.82 \quad 2\omega=51.1^\circ\sim 26.9^\circ$$

R 1 = 71.428	D 1 = 0.15	N 1 = 1.712995	$\nu$ 1 = 53.9
R 2 = -5.844	D 2 = 0.03		
R 3 = 3.723	D 3 = 0.08	N 2 = 1.719995	$\nu$ 2 = 50.2
R 4 = 0.685	D 4 = 0.21		
R 5 = -9.539	D 5 = 0.07	N 3 = 1.517417	$\nu$ 3 = 52.4
R 6 = 2.897	D 6 = 0.03		
R 7 = 0.991	D 7 = 0.19	N 4 = 1.846660	$\nu$ 4 = 23.9
R 8 = 1.762	D 8 = 可变		
R 9 = 孔径光阑	D 9 = 0.01		
R10 = 0.974	D10 = 0.29	N 5 = 1.882997	$\nu$ 5 = 40.8
R11 = -1.815	D11 = 0.02		
R12 = -1.225	D12 = 0.26	N 6 = 1.761821	$\nu$ 6 = 26.5
R13 = 0.820	D13 = 0.07		
R14 = 2.229	D14 = 0.29	N 7 = 1.712995	$\nu$ 7 = 53.9
R15 = -1.672	D15 = 可变		
R16 = 3.307	D16 = 0.19	N 8 = 1.696797	$\nu$ 8 = 55.5
R17 = -10.000	D17 = 可变		
R18 = $\infty$	D18 = 0.31	N 9 = 1.516330	$\nu$ 9 = 64.1
R19 = $\infty$			

焦点距离 可变间隔	1.00	1.43	2.00
D 8	1.24	0.71	0.13
D15	0.61	1.28	1.52
D17	0.66	0.52	0.87

## 〔数值实施例4〕

$$f=1\sim 2.00 \quad Fno=3.26\sim 5.00 \quad 2\omega=58.4^\circ\sim 31.2^\circ$$

R 1 = 2.064	D 1 = 0.10	N 1 = 1.603112	$\nu$ 1 = 60.6
R 2 = 1.126	D 2 = 0.31		
R 3 = 11.174	D 3 = 0.08	N 2 = 1.487490	$\nu$ 2 = 70.2
R 4 = 1.088	D 4 = 0.19		
R 5 = 1.042	D 5 = 0.21	N 3 = 1.834000	$\nu$ 3 = 37.2
R 6 = 1.502	D 6 = 可变		
R 7 = 孔径光阑	D 7 = 0.12		
R 8 = 1.030	D 8 = 0.64	N 4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R 9 = -2.658	D 9 = 0.08		
R10 = -0.921	D10 = 0.15	N 5 = 1.846660	$\nu$ 5 = 23.9
R11 = 1.216	D11 = 0.11		
R12 = -10.234	D12 = 0.19	N 6 = 1.834807	$\nu$ 6 = 42.7
R13 = -0.994	D13 = 可变		
R14 = 8.570	D14 = 0.26	N 7 = 1.696797	$\nu$ 7 = 55.5
R15 = -2.016	D15 = 可变		
R16 = $\infty$	D16 = 0.37	N 8 = 1.516330	$\nu$ 8 = 64.1
R17 = $\infty$			

焦点距离 可变间隔	1.00	1.38	2.00
D 6	1.44	0.91	0.33
D13	0.37	1.10	1.87
D15	0.57	0.37	0.18

下面，根据图 17 说明将本发明的变焦透镜用作摄像光学系的数字静像摄像机的实施形式。

在图 17 中，符号 20 为摄像机主体，符号 21 为由数值实施例 1~4 中任一变焦透镜构成的摄像光学系，符号 22 为内装于摄像机主体、由摄像光学系 21 形成的用于接受被摄体像的光的 CCD 传感器和 CMOS 传感器等固体摄像元件（光电变换元件），符号 23 为用于存储由摄像机主体 22 进行光电变换的与被摄体像对应的信息的存储器，符号 24 为由液晶显示板等构成的、用于观察形成于固体摄像元件 22 上的被摄体像的取景器。

这样，通过将本发明的变焦透镜适用于数字静像摄像机等光学设备，可实现小型、具有高光学性能的光学设备。



图1

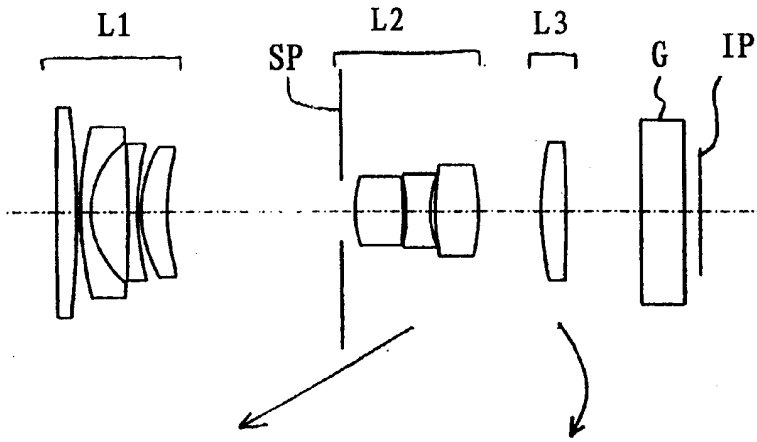


图2

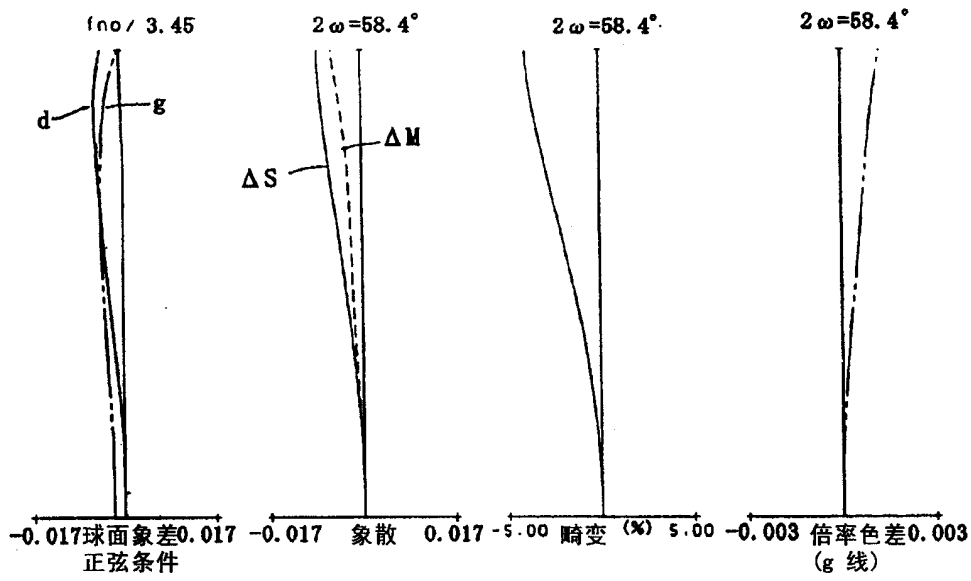


图3

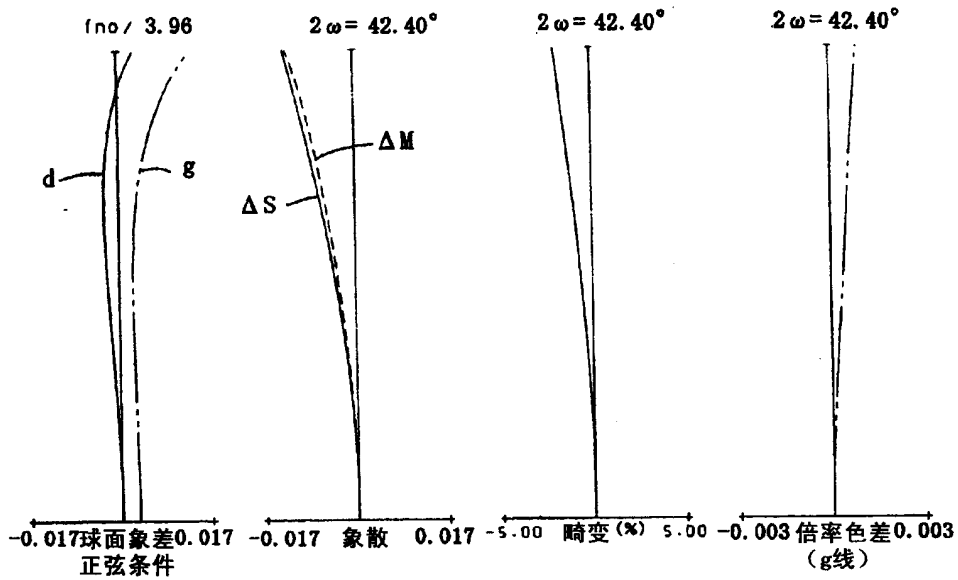


图4

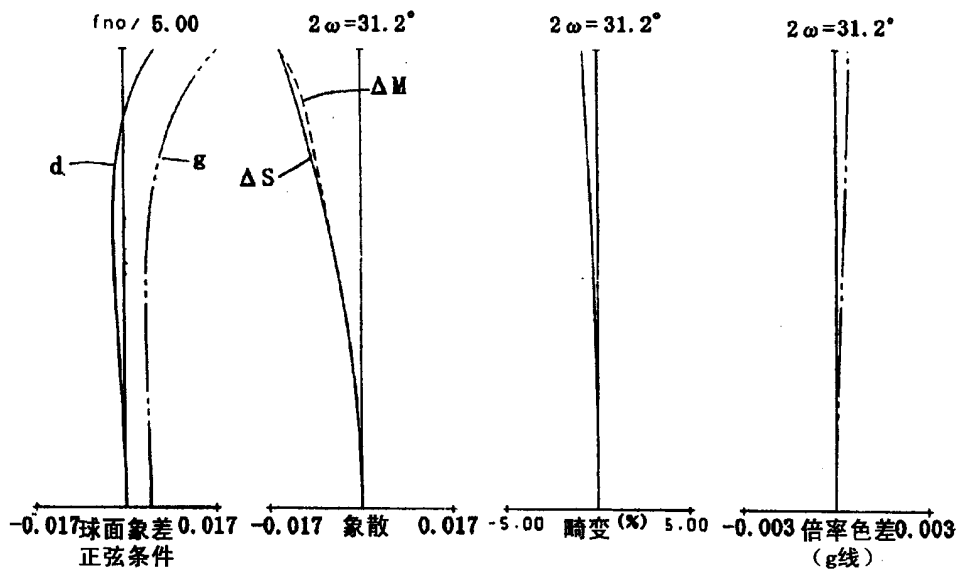


图5

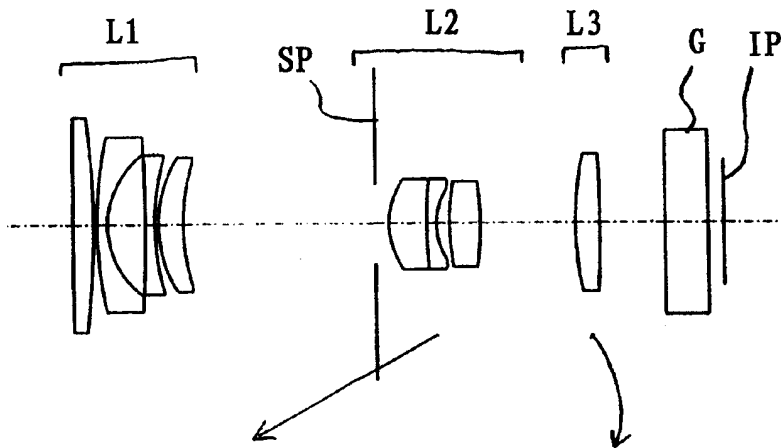


图6

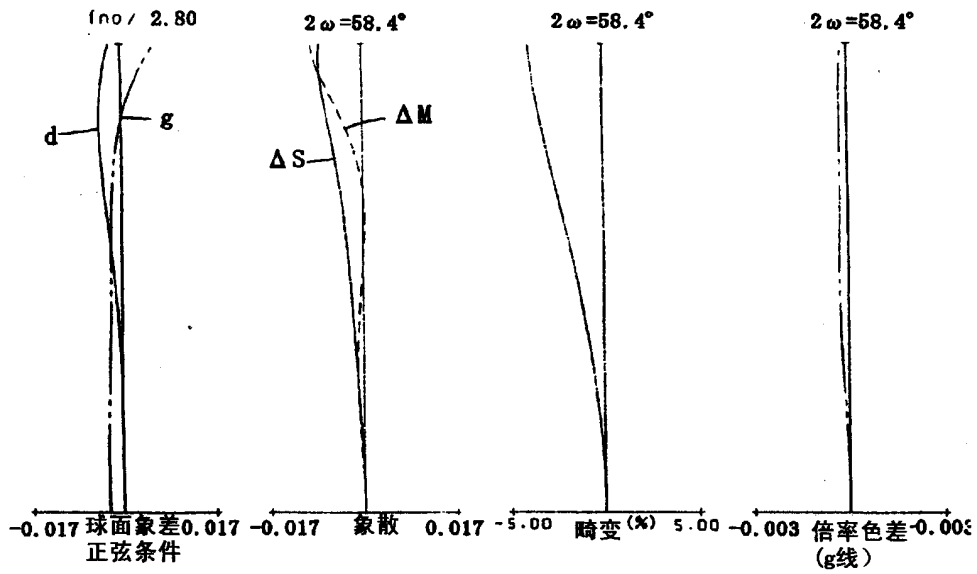


图7

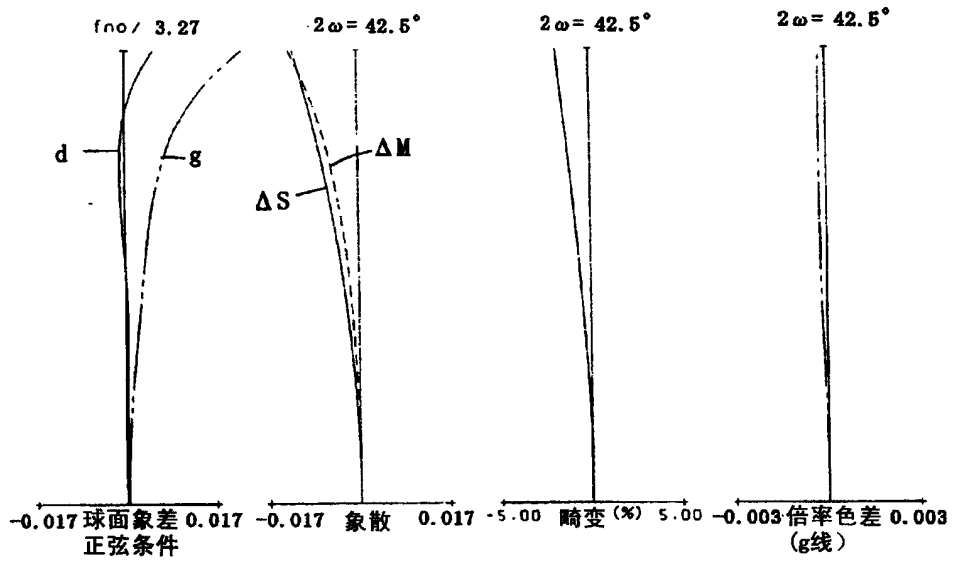


图8

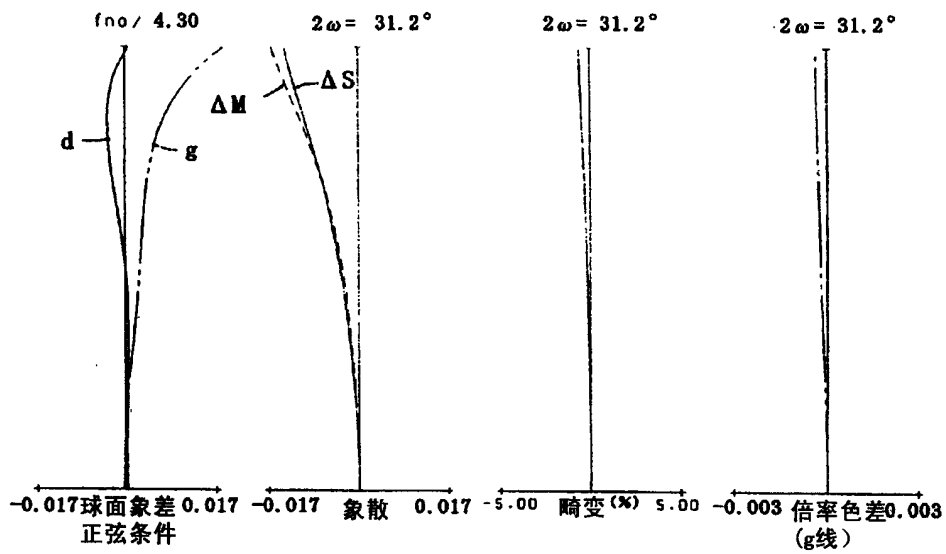


图9

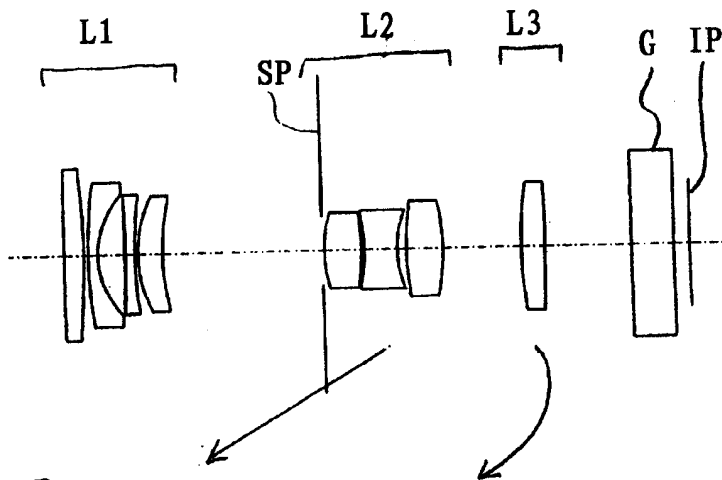


图10

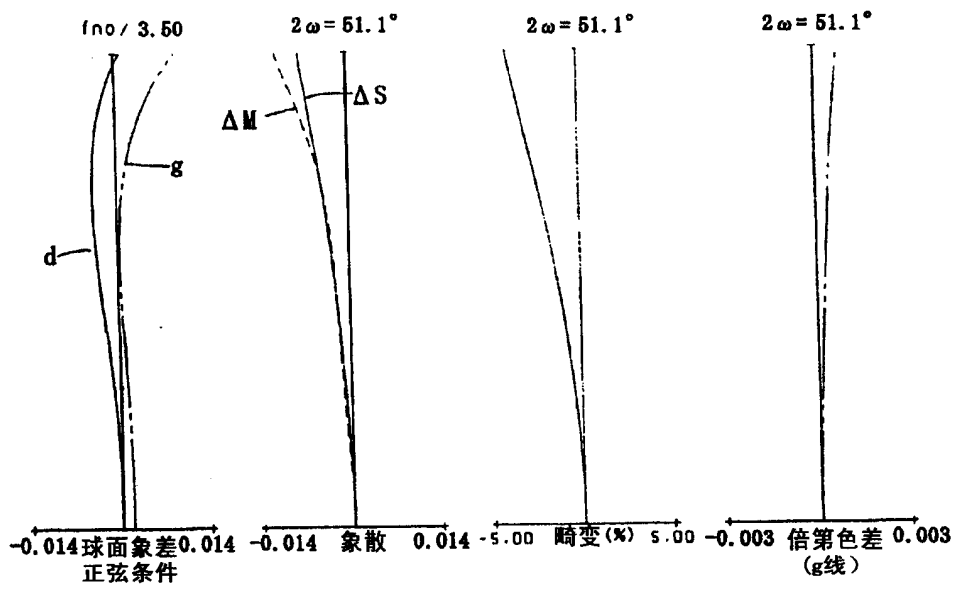


图11

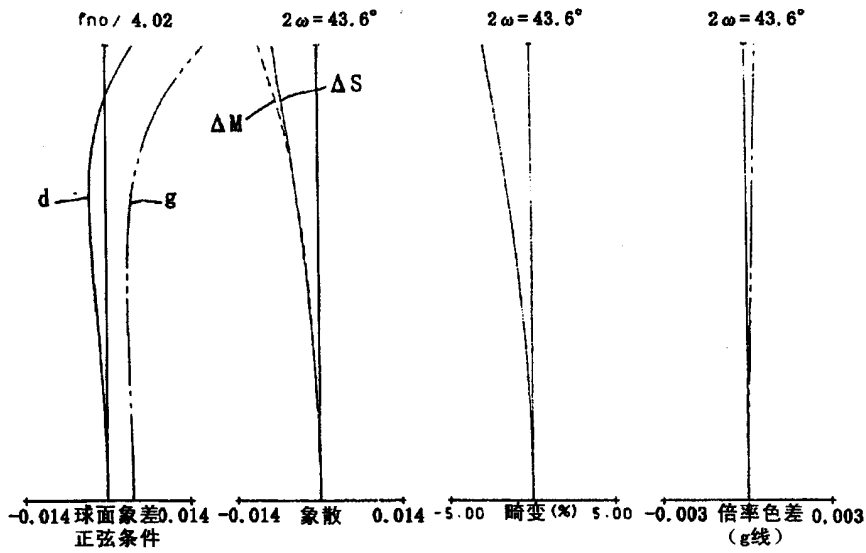


图12

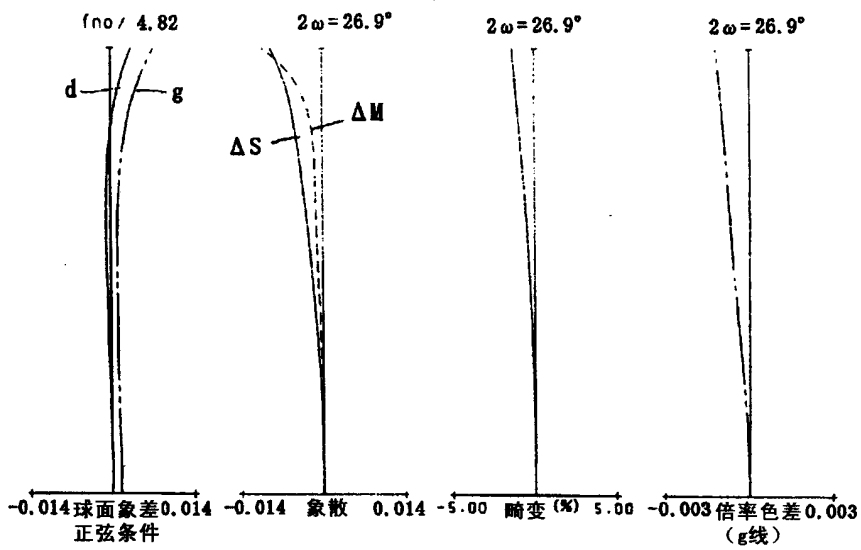


图13

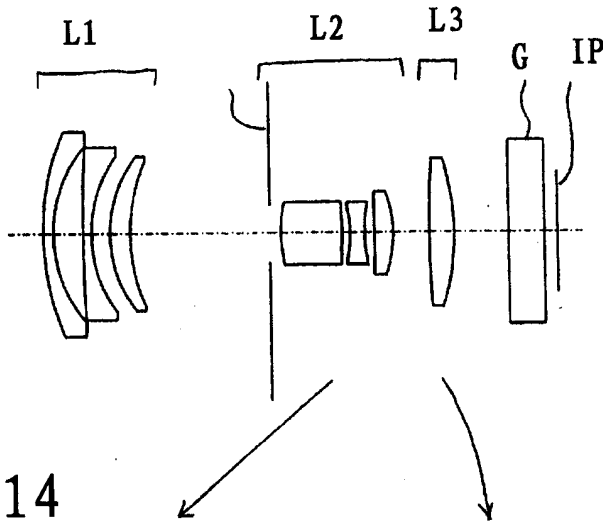


图14

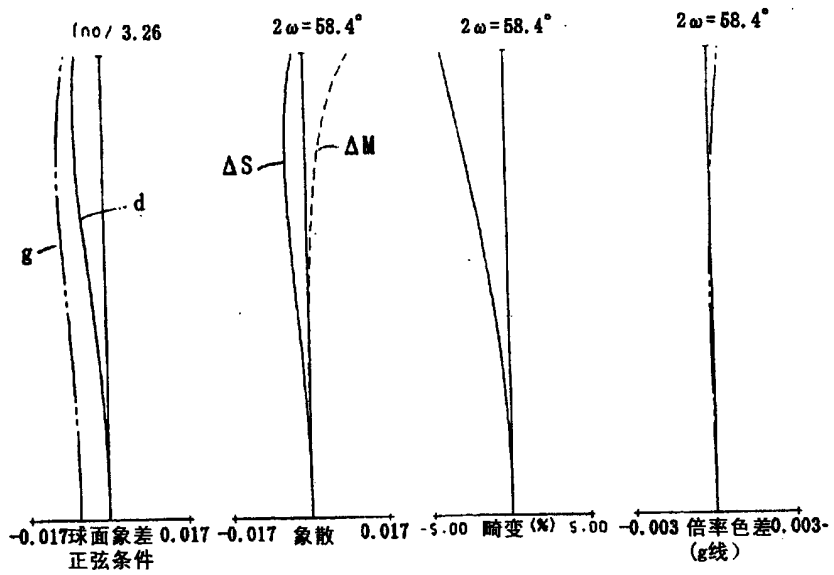


图15

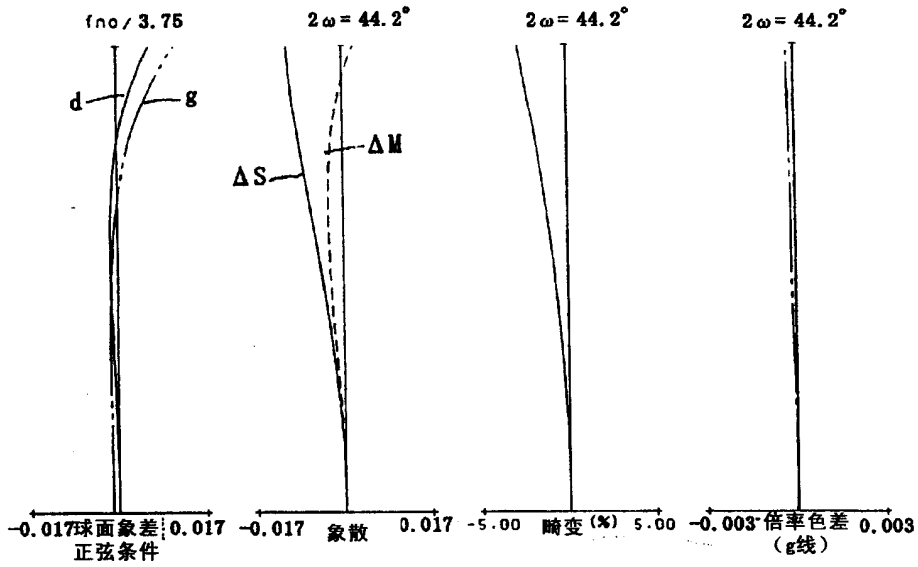


图16

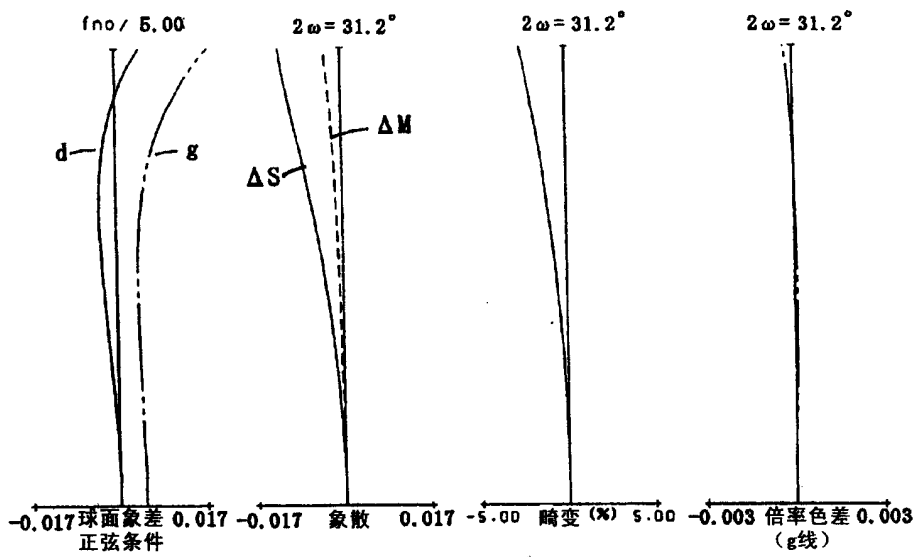




图17

