[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G02B 15/16

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95116205.5

[45]授权公告日 2001 年 7 月 11 日

[11]授权公告号 CN 1068435C

[22]申请日 1995.9.4 [24]颁证日 2001.5.23
[21]申请号 95116205.5
[30]优先权
[32]1994.9.6 [33]JP [31]239382/1994
[73]专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京
[72]发明人 伊藤良纪
审查员 俞志龙

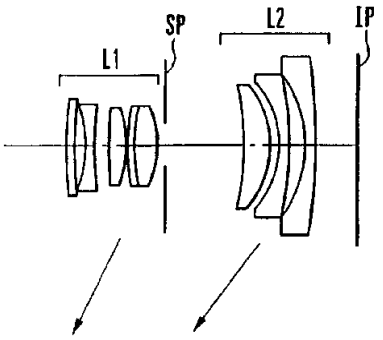
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 马 浩

权利要求书 6 页 说明书 18 页 附图页数 15 页

[54]发明名称 可变焦距镜头

[57]摘要

一种可变焦距镜头包括一个位于其前部的有正折射能力的第一透镜组和一个位 于其后部的有负折射能力的第二透镜组,通过改变第一透镜组与第二透镜组之 间的间距来进行变焦,其中第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜 ,并且其中在远摄端情况下的从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的距离, 影象画面有效区域的对角线长度,整个系统的最短焦距和最长焦距,都被适当 地确定。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种可变焦距镜头，包括，从前到后，一个有正折射能力的第一透镜组，和一个有负折射能力的第二透镜组，通过改变所述第一透镜组与所述第二透镜组之间的间距来进行变焦，其中所述第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜，且其中，若令 DLT 表示在远摄端情况下从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的距离，LY 表示影象画面有效区域的对角线长度，且 fW 和 fT 分别表示整个系统的最短焦距和最长焦距，则满足下列条件:

0.22<DLT/fT<0.43

1.31<LY/fW<1.88

其中所述第一透镜组包括四个透镜元件，并且其相邻的透镜元件在它们的相对表面具有不同的曲率，并且

其中所述第一透镜组中最靠近所述第一透镜组的被摄体侧的透镜是一个正透镜。

2.根据权利要求 1 所述的可变焦距镜头，满足下列条件:

0.09<DL1/fT<0.27

其中 DL1 是从所述第一透镜组的第一个透镜表面到它的最后一个透镜表面的距离。

3.根据权利要求 1 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组中最前面一个负透镜在影象侧的透镜表面被作成非球面形状，使负折射能力从透镜中心至边缘得到逐渐增强，且在被摄体侧的透镜表面被作成使曲率半径 RaF 满足下列条件:

$-0.37<RaF/fT<-0.11$

4.根据权利要求 1 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组从被摄体侧按次序具有一个其弯月形凸面向着被摄体侧的正透镜，一个双凹形的负透镜，一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比具有强的正折射能力的正透镜，至少一个负透镜，和一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比有强的折射能力的正透镜。

5.一种可变焦距镜头，包括，从前到后，一个有正折射能力的第一透镜组和一个有负折射能力的第二透镜组，通过改变所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的间距来进行变焦，其中所述第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜，并且所述第一透镜组中的最前面一个负透镜具有这样一种形状的非球面表面，以致于其负折射能力从透镜中心到边缘得到逐渐增强，并且其中，若令 NaL 表示最前面一个负透镜的材料折射率，则满足下列条件:

$1.65<NaL$

并且其中所述第一透镜组中最前面一个负透镜的非球面表面是影象侧的一个透镜表面，并且最前面负透镜的被摄体侧的一个透镜表面的曲率半径 RaF 被作成满足下列条件:

$-0.37<RaF/fT<-0.11$

其中 fT 是整个系统的最长焦距。

6.根据权利要求 5 所述的可变焦距镜头，满足下列条件:

$49<VaL$

其中 VaL 是所述第一透镜组中最前面一个负透镜的材料色散

系数。

7.根据权利要求 5 所述的可变焦距镜头，所述第一透镜组从被摄体侧按次序具有一个其弯月形凸面向着该被摄体侧的正透镜，一个双凹形的负透镜，一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比有强的正折射能力的正透镜，至少一个负透镜，和一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比有强的折射能力的正透镜。

8.一种可变焦距镜头，包括，从前到后，一个有正折射能力的第一透镜组，和一个有负折射能力的第二透镜组，通过改变所述第一透镜组与所述第二透镜组之间的间距来进行变焦，其中所述第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜，其中所述第一透镜组在最靠近影像平面侧的一个位置具有一个光阑，且其中，若令 DLT 表示在远摄端情况下从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的距离，LY 表示影象画面有效区域的对角线长度，且 fW 和 fT 分别表示整个系统的最短焦距和最长焦距，则满足下列条件:

$0.22<DLT/fT<0.43$

$1.31<LY/fW<1.88$

其中所述第一透镜组具有至少一个胶合透镜。

9.根据权利要求 8 所述的可变焦距镜头，满足下列条件:

$0.09<DL1/fT<0.27$

其中 DL1 是从所述第一透镜组的第一个透镜表面到它的最后一个透镜表面的距离。

10.根据权利要求 8 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组中最前面一个负透镜在影象侧的透镜表面被作成非球面形状，

使负折射能力从透镜中心至边缘得到逐渐增强，且在被摄体侧的透镜表面被作成使曲率半径 RaF 满足下列条件:

$-0.37<RaF/fT<-0.11$

11. 根据权利要求 8 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组从被摄体侧按次序具有一个其弯月形凸面向着被摄体侧的正透镜，一个双凹形的负透镜，一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比具有强的正折射能力的正透镜，至少一个负透镜，和一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比有强的折射能力的正透镜。

12. 一种可变焦距镜头，包括，从前到后，一个有正折射能力的第一透镜组，和一个有负折射能力的第二透镜组，通过改变所述第一透镜组与所述第二透镜组之间的间距来进行变焦，其中所述第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜，其中所述第一透镜组在最靠近影像平面侧的一个位置具有一个光阑，且其中，若令 DLT 表示在远摄端情况下从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的距离，LY 表示影象画面有效区域的对角线长度，且 fW 和 fT 分别表示整个系统的最短焦距和最长焦距，则满足下列条件:

$0.22<DLT/fT<0.43$

$1.31<LY/fW<1.88$

其中所述第一透镜组中最靠近所述第一透镜组的被摄体侧的透镜是一个正透镜。

13. 根据权利要求 12 所述的可变焦距镜头，满足下列条件:

$0.09<DL1/fT<0.27$

其中 DL1 是从所述第一透镜组的第一个透镜表面到它的最后一个透镜表面的距离。

14. 根据权利要求 12 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组中最前面一个负透镜在影象侧的透镜表面被作成非球面形状，使负折射能力从透镜中心至边缘得到逐渐增强，且在被摄体侧的透镜表面被作成使曲率半径 RaF 满足下列条件:

$-0.37<RaF/fT<-0.11$

15. 根据权利要求 12 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组从被摄体侧按次序具有一个其弯月形凸面向着被摄体侧的正透镜，一个双凹形的负透镜，一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比具有强的正折射能力的正透镜，至少一个负透镜，和一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比有强的折射能力的正透镜。

16. 一种可变焦距镜头，包括，从前到后，一个有正折射能力的第一透镜组，和一个有负折射能力的第二透镜组，通过改变所述第一透镜组与所述第二透镜组之间的间距来进行变焦，其中所述第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜，且其中，若令 DLT 表示在远摄端情况下从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的距离，LY 表示影象画面有效区域的对角线长度，且 fW 和 fT 分别表示整个系统的最短焦距和最长焦距，则满足下列条件:

$0.22<DLT/fT<0.43$

$1.31<LY/fW<1.88$

其中所述第一透镜组具有至少四个空间分离开的透镜元件，并且

其中所述第一透镜组中最靠近所述第一透镜组的被摄体侧的透镜是一个负透镜。

17. 根据权利要求 16 所述的可变焦距镜头，满足下列条件:

$0.09<DL1/fT<0.27$

其中 DL1 是从所述第一透镜组的第一个透镜表面到它的最后一个透镜表面的距离。

18. 根据权利要求 16 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组中最前面一个负透镜在影象侧的透镜表面被作成非球面形状，使负折射能力从透镜中心至边缘得到逐渐增强，且在被摄体侧的透镜表面被作成使曲率半径 RaF 满足下列条件:

$-0.37<RaF/fT<-0.11$

19. 根据权利要求 18 所述的可变焦距镜头，其中所述第一透镜组从被摄体侧按次序具有一个其弯月形凸面向着被摄体侧的正透镜，一个双凹形的负透镜，一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比具有强的正折射能力的正透镜，至少一个负透镜，和一个双凸形的、其面向影象侧的表面同面向被摄体侧的表面相比有强的折射能力的正透镜。

00·1·27

说　明　书

可变焦距镜头

本发明涉及由两个透镜组组成的可变焦距镜头，适用于叶片式快门型照相机或电视摄象机；更详细地说，涉及具有下列特点的可变焦距镜头：其视角是宽广的，其变焦比为 2.4 至 2.7 或左右，且在其中合理地组成透镜组，以便用缩短的总长度（从前顶点到象平面的距离）良好地校正象差。

最近，由于叶片式快门型照相机和电视摄象机减小尺寸，故总长度短的可变焦距镜头的需求在增加。甚至在小型照相机，例如叶片式快门型照相机的技术领域，它们并不互换摄影镜头，也希望装上可变焦距镜头。尤其是，还要求这类可变焦距镜头所具有的实际长度，比迄今所用的单焦点镜头的长度不要长得太多。

能够构成小型可变焦距镜头，方法是前面用一个有正折射能力的第一透镜组，后面用一个有负折射能力的第二透镜组，改变这两个透镜组之间的间距，可达到变焦之目的。这种所谓双组可变焦距镜头已在下列日本公开专利申请中提出：特开昭 57-201213，特开昭 60-170816，特开昭 60-191216，和特开昭 62-56917。

在这些资料中，从被摄体看来，是采用正—负能力装置，并且后焦距作得较短，而仍然实现缩短整个系统总长度的目的。此外，双组可变焦镜头的光学性能是良好的。

除了这些以外，还有一些日本公开专利申请：特开昭 62-284319，特

开昭 62-256915, 特开昭 64-52111, 和特开平 1-193807, 其中双组可变焦距镜头被解密；它由一正折射能力的第一透镜组和一负折射能力的第二透镜组组成，其中两个透镜组被作成皆可沿轴向向前移动，以便从广角端到远距离摄影端进行变焦，且作成可同时改变其间的间距。

除此之外，对于双组可变焦距镜头来说，日本公开专利申请特开昭 63—161422 也解密了一种可变焦距镜头，它由正、负、负、正和正总共 5 个透镜组成其中的第一透镜组，并且它在广角端的视场角为约 55 度。

另一些日本公开专利申请特开昭 62-90611, 特开昭 62-113120, 和特开平 3-116110 透露：第一透镜组用正、负、负和正总共 4 个透镜构成。该双组可变焦距镜头具有约 1.5 的变焦比。

此外，日本公开专利申请特开平 2-284109 也透露一种双组可变焦距镜头，其中第一透镜组由正、负、负、正和正总共 5 个透镜组成，而第二透镜组由正、负和负总共 3 个透镜组成。

此外，日本公开专利申请特开平 3-175409、特开平 4-22911 和特开平 5-19166 也透露一种双组可变焦距镜头，其中第一透镜组由两个或多个正透镜和三个或多个负透镜构成。

使用上述类型的双组可变焦距镜头时，需要提出若干相应的设计规则，以制造和安排每个透镜组的透镜部件。所述镜头具有正折射能力的第一透镜组和负折射能力的第二透镜组，它在满足使整个透镜系统尺寸最小的要求的同时，具有 2.4 至 2.7 或 2.7 左右的变焦比，且在整个变焦范围内皆获得良好的光学性能。

一般说来，提高第一和第二透镜组二者的折射能力，可减小每

个透镜组的变焦移动，因此有可能缩短整个透镜系统的总长度。

然而，如果只提高每个透镜组的折射能力而不采取任何其他措施，则由变焦引起的象差变化变得更大。这就出现难以充分校正的问题。

本发明在设计可变焦距镜头时采用所谓的双组型设计，且提出适当的设计规则，以建造和安排每个透镜组的透镜部件。尤其在2.4至2.7或2.7左右的变焦比和宽的角视场的情况下，可保证缩短总长度。因此，本发明之目的在于提供一种经改进的紧凑型可变焦距镜头，而仍然使高级的光学性能在整个变焦范围内保持稳定。

根据本发明的一种可变焦距镜头包括一个有正折射能力的第一透镜组，和一个有负折射能力的第二透镜组，它们按照从被摄体侧起始的这种顺序来装配。通过改变第一透镜组与第二透镜组之间的间距来进行变焦。在这样一种可变焦距镜头中，第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜。此外，若令处在远摄端位置时的从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的轴向距离用DLT表示，图象画面有效区域的对角线长度用LY表示，和整个系统的最短焦距和最长焦距分别用fW和fT表示，则下列条件被满足：

$$0.22<DLT/fT<0.43 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$1.31<LY/fW<1.88 \quad \cdots\cdots (2)$$

这些和其他一些特征性特点，从结合附图的下面描述，会变得一目了然。

图1（A）、1（B）和1（C）是本发明实施例1的透镜方框图。

图2（A）、2（B）和2（C）是本发明实施例2的透镜方框图。

图3（A）、3（B）和3（C）是本发明实施例3的透镜方框图。

图 4（A）、4（B）和 4（C）是本发明实施例 4 的透镜方框图。

图 5（A）、5（B）和 5（C）是本发明实施例 5 的透镜方框图。

图 6（A）、6（B）和 6（C）是本发明实施例 6 的透镜方框图。

图 7 展示在广角端的本发明实施例 1 的象差曲线。

图 8 展示在中间位置的本发明实施例 1 的象差曲线。

图 9 展示在远摄端的本发明实施例 1 的象差曲线。

图 10 展示在广角端的本发明实施例 2 的象差曲线。

图 11 展示在中间位置的本发明实施例 2 的象差曲线。

图 12 展示在远摄端的本发明实施例 2 的象差曲线。

图 13 展示在广角端的本发明实施例 3 的象差曲线。

图 14 展示在中间位置的本发明实施例 3 的象差曲线

图 15 展示在远摄端的本发明实施例 3 的象差曲线。

图 16 展示在广角端的本发明实施例 4 的象差曲线。

图 17 展示在中间位置的本发明实施例 4 的象差曲线。

图 18 展示在远摄端的本发明实施例 4 的象差曲线。

图 19 展示在广角端的本发明实施例 5 的象差曲线。

图 20 展示在中间位置的本发明实施例 5 的象差曲线。

图 21 展示在远摄端的本发明实施例 5 的象差曲线。

图 22 展示在广角端的本发明实施例 6 的象差曲线。

图 23 展示在中间位置的本发明实施例 6 的象差曲线。

图 24 展示在远摄端的本发明实施例 6 的象差曲线。

在这些图中，d 代表光谱 d—线，g 代表光谱 g—线，s 代表径向影象焦点，且 M 代表子午影象焦点。

图 1（A）、1（B）和 1（C）至图 6（A）、6（B）和 6（C）分别

是本发明可变焦距镜头实例1至6的纵截面图。在这些图中，其图号添标（A）的镜头皆处于广角端位置，其图号添标（B）的镜头皆处于中间焦距位置，和其图号添标（C）的镜头皆处于远摄端位置。

在透镜图中，参考符号L1表示有正折射能力的一个第一透镜组，而参考符号L2表示有负折射能力的一个第二透镜组。第一透镜组与第二透镜组两者都作成沿轴向向前移动，如箭头所示；在移动的同时，减小第一透镜组与第二透镜组之间的间距，即从广角端到远摄端变焦。一光圈SP被置于第一透镜组的最大影象侧，以便与第一透镜组一致地移动。IP代表影象平面。

在本实施例中，这样一种可变焦距型镜头被采用，且采用上述设计规则，以保证缩短整个系统的总长度。尤其对广角端来说，角视野被加宽，且总长度被缩短。在这些情况下，变焦比为2.4至2.7或其左右，由变焦引起的象差变化被充分校正。这样，可在整个变焦范围得到高级的光学性能。

此外，根据前述条件（1）和（2），确定整个透镜系统在远摄端情况下的实际长度（从第一个透镜表面到最后一个透镜表面的距离）DLT与最长焦距fT的比率，和影象画面有效区域对角线长度LY与最短焦距fW的比率。在这种情况下，通过下述方式减小前组透镜部件的直径，即比如彗形象差之类的轴外象差在广角端情况下被充分校正。

当条件（1）的上限被超过时，由于这意味着整个透镜系统的实际长度在远摄端情况下太长，前组透镜直径就不适当地增大。当整个透镜系统在远摄端情况下的实际长度由于超过其下限而太短时，在广角端情况下产生的彗形象差和其他轴外象差就变大。因此，变

得难以充分校正这些象差。

当条件（2）的上限被超过时，由于这意味着同影象画面有效区域对角线长度LY相比，最短焦距fW是太短了，或在广角端情况下的角视野太宽，就在变焦到广角端情况时变得难以在整个影象画面区域保持良好的光学性能。此外，透镜直径也被不适当地增加。当最短焦距由于超过下限而太长时，或在广角端情况下的角视野太窄时，共总长度就必须不适当地增加。否则，就不能保证变焦比值为预定值。

为了进一步改进整个系统的紧凑性，在仍然保持在整个变焦范围得到良好光学性能的同时，本发明还提出下列附加特点或条件。最好满足至少其中之一。

（1—1）对第一透镜组来说，从它的第一个透镜表面到它的最后一个透镜表面的距离DL1处于下述范围内：

$$0.09<DL1/fT<0.27 \quad \cdots\cdots (3)$$

在条件（3）的上限以上范围内，前透镜直径与第一透镜组实际长度DL1成正比地增加。当其下限被超出时，由于这意味着第一透镜组实际长度DL1太短，在广角端时充分校正轴外象差的困难就被不适当地增加。

（1—2）在第一透镜组的负透镜中，最前面的负透镜在其影象侧的透镜表面制成非球面形状，使其负折射能力从透镜中心到边缘逐渐变强，并且它在被摄体侧的透镜表面作成使其曲率半径RaF满足下列条件：

$$-0.37<RaF/fT<-0.11 \quad \cdots\cdots (4)$$

条件（4）的不等式之首要目的在于，当非球面的形状用于第一

透镜组中最前面的一个负透镜的至少一个透镜表面时，充分校正在广角端的彗形象差、光斑象差和其他象差。当条件（4）的上限或下限被超出时，就变得难以校正广角端的彗行象差和光斑象差。

（1—3）第一透镜组具有一个正透镜，其弯月形凸面向着被摄体侧；一个负透镜，呈双凹形；一个正透镜，呈双凸形，同被摄体侧相比，它具有一个面向影象侧的强的正折射表面；至少一个负透镜；和一个正透镜，呈双凸形，同被摄体侧相比它具有一个面向影象侧的强的折射表面。

词语“至少一个负透镜”在此用来特指一个其弯月形凸面向着被摄体侧的负透镜，或者一个其弯月形凸面向着影象侧的负透镜和一个其弯月形凸面向着被摄体侧的负透镜。在这种情况下，可充分校正由变焦引起的象差变化。从而在整个变焦范围内和整个影象画面区域内，得到高级的光学性能。

（1—4）用一个其弯月形凸面向着影象侧的正透镜，和一个或两个其弯月形凹面向着被摄体侧的负透镜，来组成第二透镜组。

应当指出，在本发明中，可以按照下述的另一种方式来设计透镜组，以代替满足上述的特点和条件。甚至在这种情况下，也可以得到本发明所求的可变焦距镜头。

（2—1）一种可变焦距镜头包括，从前到后，一个有正折射能力的第一透镜组和一个有负折射能力的第二透镜组，通过改变第一透镜组与第二透镜组之间的间距进行变焦，其中第一透镜组具有至少两个正透镜和至少两个负透镜，并且在第一透镜组中的最前面一个负透镜具有这样一种形状的非球面表面，以致于其负折射能力是从透镜中心到边缘逐渐变强的，并且其中若令其最前面的负透镜的材

料折射率用 NaL 表示，则下列条件被满足：

$$1.65<NaL \quad \cdots\cdots (5)$$

若能如此，则整体上改进透镜系统紧凑性的要求和在整个变焦范围内得到高级光学性能的要求，都会立即被满足。在此，条件(5) 涉及第一透镜组中最前面的一个其至少一个透镜表面被作成非球面形状的负透镜，并且给出这个负透镜的材料折射率的适当范围以充分校正象差，主要是校正象场弯曲。当条件 (5) 被违反时，其珀兹伐和就在负方向增加。如此，象场弯曲大增。在这些特点范围之内，为了进一步改进象差校正，最好满足下列特点或条件：

(2—2) 在第一透镜组的负透镜中，最前面的一个透镜是由其色散系数 VaL 处于下列范围内的材料制作的：

$$49<VaL \quad \cdots\cdots (6)$$

条件 (6) 的不等式，对已采用非球面形状的这个透镜的材料色散系数，给出适当的范围，并且其首要目的在于充分校正整个变焦范围内的横向色象差。当条件 (6) 被违反时，就难以充分校正由于变焦而引起的横向色象差变化。

(2—3) 第一透镜组中最前面的一个负透镜的非球形表面，是位于影象侧的透镜表面，并且最前面负透镜的被摄体侧的透镜表面的曲率半径 RaF 被作成满足下列条件：

$$-0.37<RaF/fT<-0.11 \quad \cdots\cdots (7)$$

式中 fT 为整个系统的最长焦距。

条件 (7) 的不等式之首要目的在于，当非球面形状用于第一透镜组中最前面的一个负透镜的至少一个透镜表面时，充分校正广角端的彗形象差、光斑象差和其他象差。当条件 (7) 的上限或下限被

超出时，就变得难以校正广角端的彗行象差和光斑象差。

(2—4)，第一透镜组具有一个正透镜，其弯月形凸面向着被摄体侧；一个负透镜，呈双凹形；一个正透镜，呈双凸形，同被摄体侧相比，它具有一个面向影象侧的强的正折射表面；至少一个负透镜；和一个正透镜，呈双凸形，同被摄体侧相比，它具有一个面向影象侧的强的折射表面。

词语“至少一个负透镜”在此用来特指一个其弯月形凸面向着被摄体侧的负透镜，或者一个其弯月形凸面向着影象侧的负透镜和一个其弯月形凸面向着被摄体侧的负透镜。在这种情况下，可充分校正由变焦引起的象差变化。从而在整个变焦范围内和整个影象画面区域内，得到高级的光学性能。

(2—5)，用一个其弯月形凸面向着影象侧的正透镜，和一个或两个其弯月形凹面向着摄体侧的负透镜，来组成第二透镜组。

下面说明本发明的实例1至6。在实例1至6的数值资料中，Ri是在从被摄体测计算时，第i个透镜表面的曲率半径；Di是在从被摄体侧计算时，第i个透镜的厚度或空气间距；且Ni和Vi分别是在从被摄体侧计算时，第i个透镜元件材料的折射率和色散系数。表1列出用于实例1至6的上述条件（1）至（6）中的因子值。

按照轴向的X轴坐标和垂直于光轴方向的H轴坐标，用下列方程表示非球面表面的形状，光前进的方向取为正：

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

方程中R是密切球半径，且A、B、C、D、和E是非球面系数。

还提及注释：D—OX 意味着 10^{-X}。

数值实例1：

f= 28.97-68.00 Fno= 1:5.7-8.0 2ω = 73.5°-35.3°

R 1= 57.49 D 1= 1.50 N 1= 1.62004 ν 1= 36.3

R 2= 204.61 D 2= 1.41

R 3= -15.75 D 3= 1.28 N 2= 1.66910 ν 2= 55.4

R 4= 55.37 D 4= 2.06

R 5= 54.69 D 5= 2.65 N 3= 1.48749 ν 3= 70.2

R 6= -18.73 D 6= 0.19

R 7= 42.69 D 7= 0.89 N 4= 1.84666 ν 4= 23.8

R 8= 24.85 D 8= 3.52 N 5= 1.48749 ν 5= 70.2

R 9= -12.32 D 9= 0 70

R10=（光圈） D10= 可变

R11= -53.46 D11= 3.88 N 6= 1.58144 ν 6= 40.8

R12= -13.66 D12= 1.55

R13= -12.67 D13= 1.20 N 7= 1.71300 ν 7= 53.8

R14= -48.46 D14= 2.85

R15= -15.53 D15= 1.30 N 8= 1.71300 ν 8= 53.8

R16= -90.34

可变间距	焦距		
	28.98	45.18	67.99

D10	11.62	5.76	2.24

R4：非球面表面

B=1.582　D—04　C=1.291　D—06　D=6.793　D—09

数值实例2：

f= 28.94-68.14　Fno= 1:5.7-8.0　2ω= 73.4°-35.3°

R 1= 72.55　D 1= 1.50　N 1= 1.67270　ν 1= 32.1

R 2= 198.34　D 2= 1.34

R 3= -16.84　D 3= 1.28　N 2= 1.66910　ν 2= 55.4

R 4= 54.83　D 4= 2.00

R 5= 47.16　D 5= 2.61　N 3= 1.48749　ν 3= 70.2

R 6= -21.31　D 6= 0.19

R 7= 45.95　D 7= 0.89　N 4= 1.80518　ν 4= 25.4

R 8= 21.81　D 8= 3.69　N 5= 1.51633　ν 5= 64.2

R 9= -12.02　D 9= 0.70

R10=(光圈)　D10=　可变

R11= -54.77　D11= 3.90　N 6= 1.58144　ν 6= 40.8

R12= -13.08　D12= 1.49

R13= -12.05　D13= 1.20　N 7= 1.71300　ν 7= 53.8

R14= -55.46　D14= 2.93

R15= -15.21　D15= 1.30　N 8= 1.71300　ν 8= 53.8

R16= -71.79

可变间距	焦距		
	28.95	45.08	68.14
D10	11.12	5.58	2.21

R4：非球面表面

B=1.776 D−04 C=1.568 D−06 D=1.280 D−08

数值实例3：

f= 28.95-68.00 Fno= 1:5.7-8.0 2ω= 73.5°-35.3°

R 1= 77.50 D 1= 1.50 N 1= 1.69895 ν 1= 30.1

R 2= 200.26 D 2= 1.63

R 3= -16.77 D 3= 1.30 N 2= 1.66910 ν 2= 55.4

R 4= 39.61 D 4= 1.21

R 5= 34.15 D 5= 3.11 N 3= 1.51633 ν 3= 64.2

R 6= -19.40 D 6= 1.80

R 7= 41.23 D 7= 0.90 N 4= 1.80518 ν 4= 25.4

R 8= 20.19 D 8= 3.61 N 5= 1.51633 ν 5= 64.2

R 9= -14.00 D 9= 0.70

R10=（光圈） D10= 可变

R11= -27.02 D11= 3.14 N 6= 1.67270 ν 6= 32.1

R12= -15.50 D12= 3.86

R13= -10.94 D13= 1.50 N 7= 1.74320 ν 7= 49.3

R14=-220.38

可变间距	焦距		
	28.95	45.56	68.00
D10	13.76	6.88	2.93

R4：非球面表面

B=1.188 D−04　　C=6.421 D−07

R13：非球面表面

B=3.257 D−05　　C=2.639 D−07　　D=−5.244 D−0.9

E=8.606 D−11

数值实例 4：

f= 28.95-68.00　Fno= 1:5.7-8.0　2ω= 73.5°-35.3°

R 1= 67.65　D 1= 1.50　N 1= 1.67270　ν 1= 32.1

R 2= 191.92　D 2= 1.54

R 3= -15.88　D 3= 1.30　N 2= 1.66910　ν 2= 55.4

R 4= 53.28　D 4= 1.43

R 5= 37.34　D 5= 2.91　N 3= 1.51633　ν 3= 64.2

R 6= -18.60　D 6= 1.04

R 7= 51.78　D 7= 0.89　N 4= 1.80518　ν 4= 25.4

R 8= 21.55　D 8= 3.48　N 5= 1.51633　ν 5= 64.2

R 9= -13.11　D 9= 0.70

R10= (光圈)　D10= 可变

R11= -37.33　D11= 3.91　N 6= 1.62004　ν 6= 36.3

R12= -13.01　D12= 1.44

R13= -11.01　D13= 1.20　N 7= 1.66910　ν 7= 55.4

R14= -18.62　D14= 2.20

R15= -12.65　D15= 1.30　N 8= 1.77250　ν 8= 49.6

R16=-142.63

可变间距	焦距		
	28.95	45.26	68.10
D10	11.76	5.88	2.37

R4：在非球面表面

B=1.428 D−04　　C=1.062 D−06

R11：非球面表面

B=5.096 D−05　　C=−4.700 D−08　　D=6.049 D-09

E=1.209 D−11

数值实例5：

f= 28.96-68.00　　Fno= 1:5.6-8.6　　2ω= 73.5°-35.3°

R 1= 45.61　　D 1= 1.50　　N 1= 1.67270　　ν 1= 32.1

R 2= 92.81　　D 2= 1.46

R 3= -15.82　　D 3= 1.42　　N 2= 1.67790　　ν 2= 55.3

R 4= 26.99　　D 4= 0.49

R 5= 24.53　　D 5= 3.68　　N 3= 1.58313　　ν 3= 59.4

R 6= -11.00　　D 6= 0.30

R 7= -10.80　D 7= 1.02　N 4= 1.65844　ν 4= 50.9

R 8= -19.77　D 8= 0.72

R 9= 39.16　D 9= 0.89　N 5= 1.84666　ν 5= 23.8

R10= 20.94　D10= 3.47　N 6= 1.51633　ν 6= 64.2

R11= -12.91　D11= 0.64

R12= (光圈)　D12= 可变

R13= -27.35　D13= 3.64　N 7= 1.64769　ν 7= 33.8

R14= -12.69　D14= 2.05

R15= -10.38　D15= 1.20　N 8= 1.66910　ν 8= 55.4

R16= -18.04　D16= 1.72

R17= -13.27　D17= 1.30　N 9= 1.77250　ν 9= 49.6

R18= -92.35

可变间距	焦距			
	28.97	33.84	68.00	42.63
D12	12.02	9.69	2.74	6.84

R5：在非球面表面

B=−1.373 D−04　C=−1.032 D−06

R15：非球面表面

B=4.257 D−05　C=3.731 D−07　D=−3.608 D-09

E=1.056 D−10

数值实例6:

f= 29.01-77.73　Fno= 1:5.7-9.8　2ω= 73.4°- 31.1°

R 1= 56.22　D 1= 1.50　N 1= 1.58144　ν 1= 40.8

R 2=-240.32　D 2= 1.49

R 3= -16.80　D 3= 1.53　N 2= 1.74320　ν 2= 49.3

R 4= 34.40　D 4= 2.12

R 5= 109.54　D 5= 2.89　N 3= 1.48749　ν 3= 70.2

R 6= -16.87　D 6= 0.60

R 7= 35.91　D 7= 0.90　N 4= 1.84666　ν 4= 23.8

R 8= 24.86　D 8= 3.46　N 5= 1.48749　ν 5= 70.2

R 9= -12.30　D 9= 0.70

R10=(光圈)　D10= 可变

R11= -49.74　D11= 3.71　N 6= 1.60342　ν 6= 38.0

R12= -14.47　D12= 1.94

R13= -13.11　D13= 1.20　N 7= 1.77250　ν 7= 49.6

R14= -44.17　D14= 2.59

R15= -16.41　D15= 1.30　N 8= 1.77250　ν 8= 49.6

R16= -76.97

可变间距	焦距		
	29.01	56.78	77.73
D10	12.38	4.50	2.29

R4：非球面表面

B=1.446 D−04　　C=1.431 D−06

表—1

条件	数值实例		
	1	2	3
(1) DLT/fT	0.40	0.40	0.40
(2) LY/fW	0.75	0.75	0.75
(3) DL1/fT	0.20	0.20	0.22
(4) RaF/fT	-0.23	-0.25	-0.25
(5) NaL	1.669	1.669	1.669
(6) νaL	55.4	55.4	55.4

Condition	4	5	6
(1) DLT/fT	0.40	0.41	0.36
(2) LY/fW	0.75	0.75	0.75
(3) DL1/fT	0.21	0.22	0.19
(4) RaF/fT	-0.23	-0.23	-0.22
(5) NaL	1.669	1.678	1.743
(6) νaL	55.4	55.3	49.3

根据本发明，在可变焦距镜头类型的应用中，移动两个预定折射能力的透镜组以实现变焦之目的，对透镜组提出了透镜设计原则，如前所述。在这种情况下，可以获得一种简单形式的可变焦距镜头，其总长度被缩短，其变焦比为2.4至2.7，且同时使高级光学性能仍然在整个变焦范围内保持稳定。

说　明　书　附　图

图. 1(A)

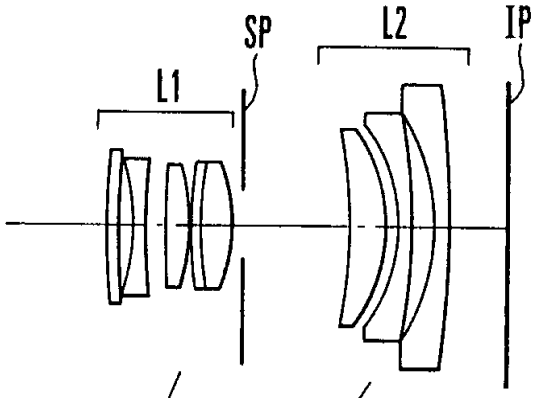


图. 1(B)

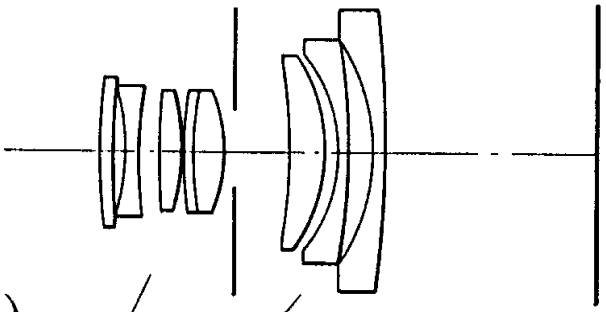


图. 1(C)

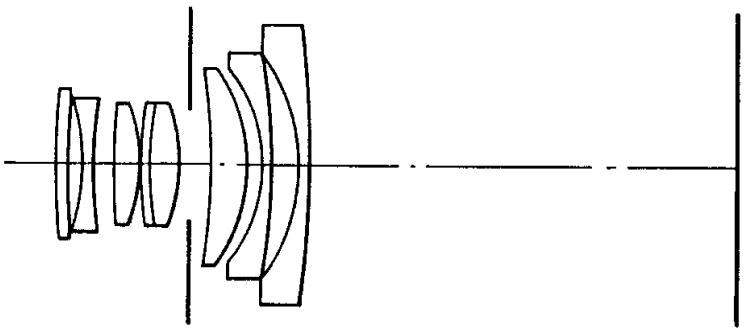


图. 2(A)

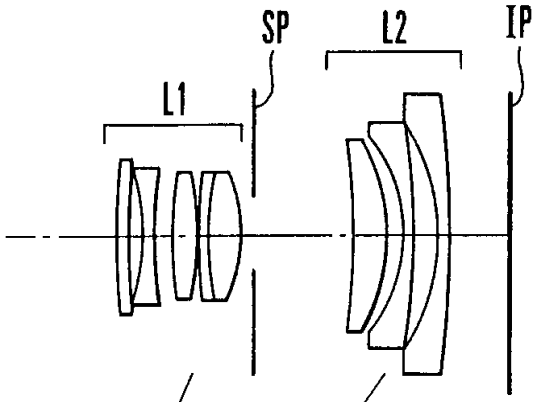


图. 2(B)

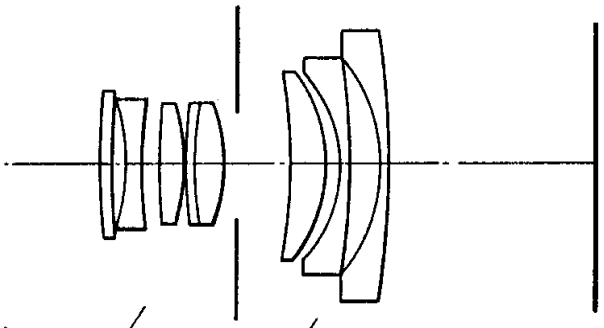


图. 2(C)

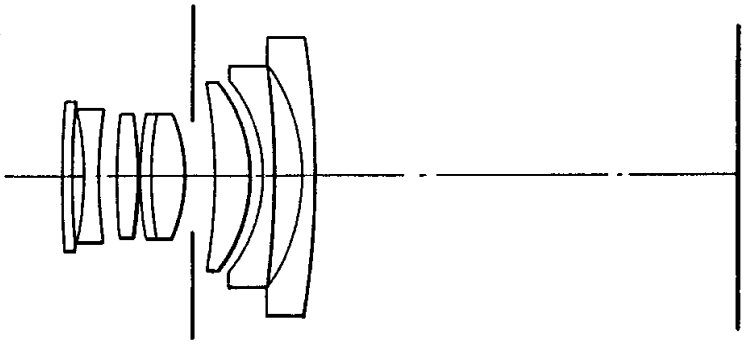


图. 3(A)

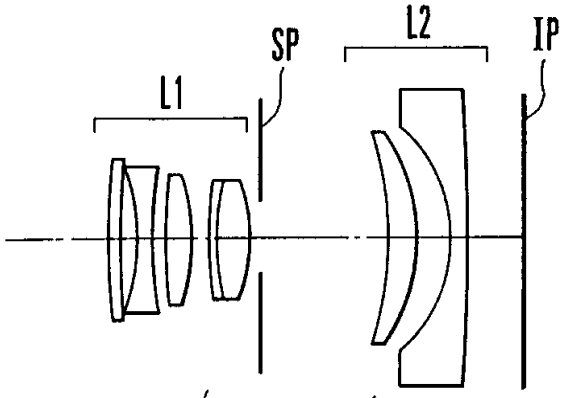


图. 3(B)

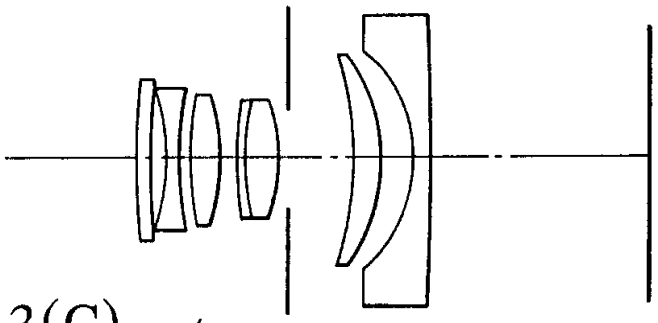


图. 3(C)

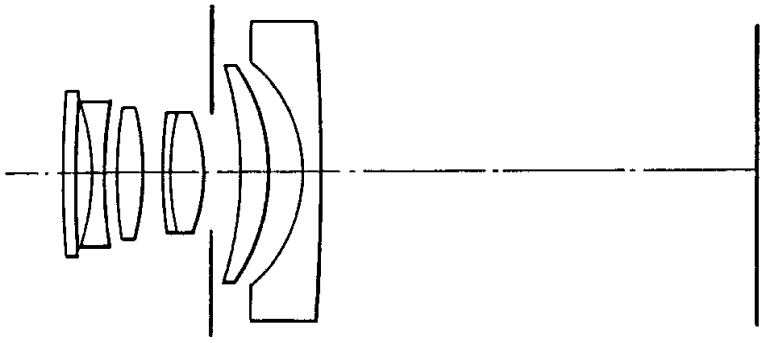


图. 4(A)

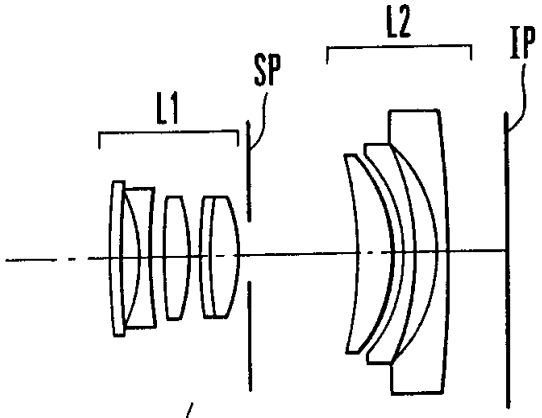


图. 4(B)

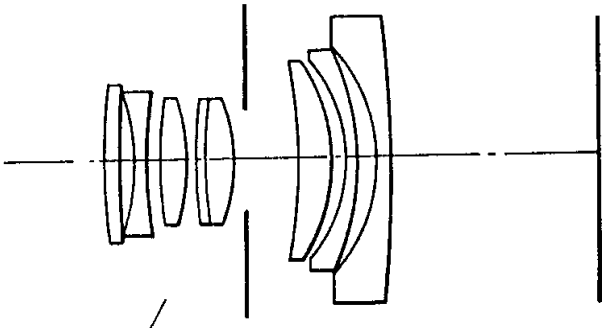


图. 4(C)

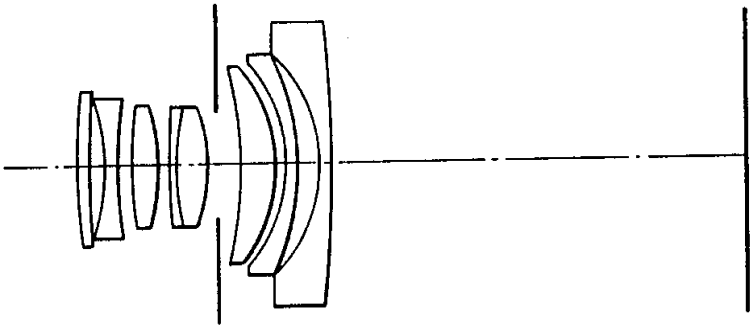


图. 5(A)

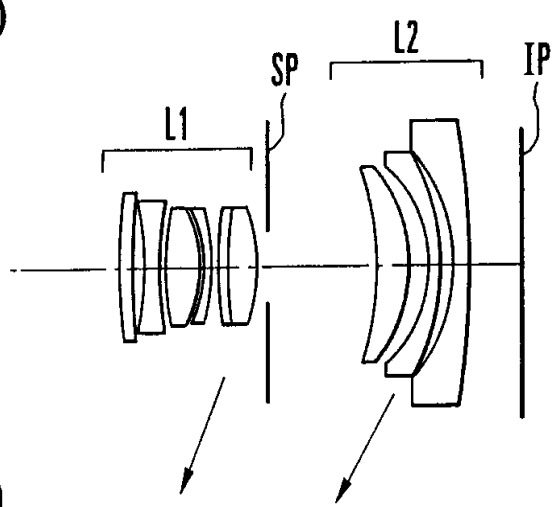


图. 5(B)

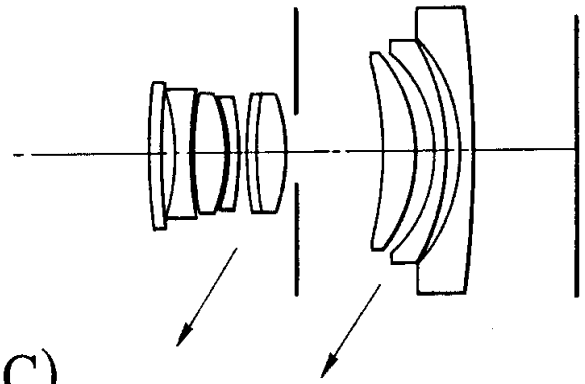


图. 5(C)

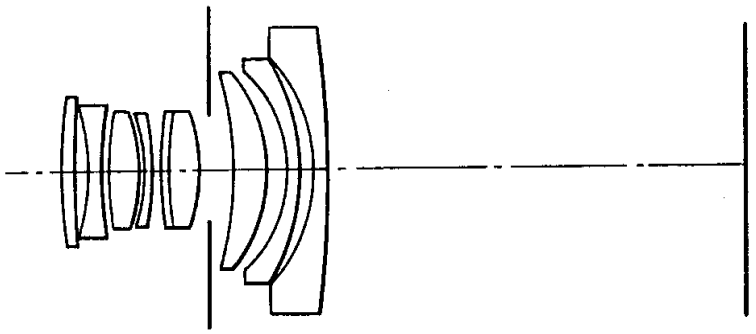


图. 6(A)

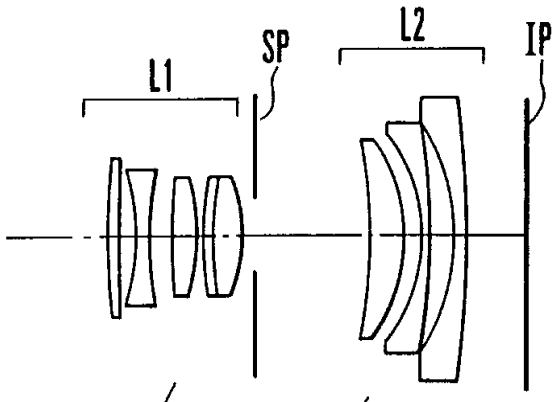


图. 6(B)

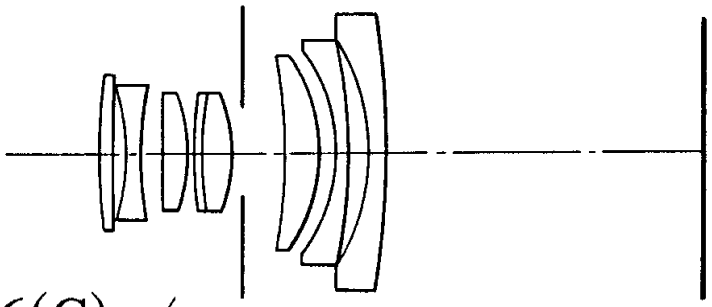


图. 6(C)

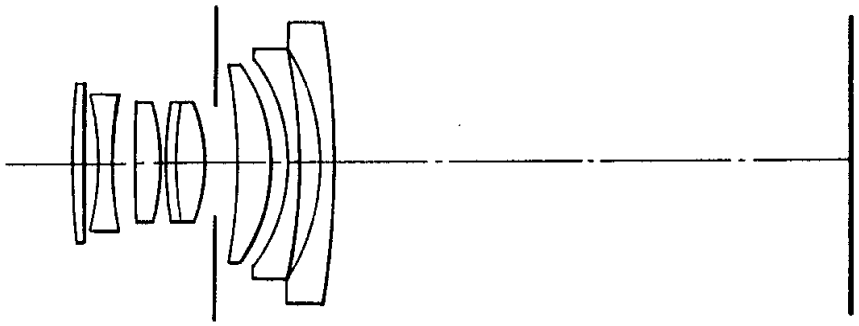


图. 7

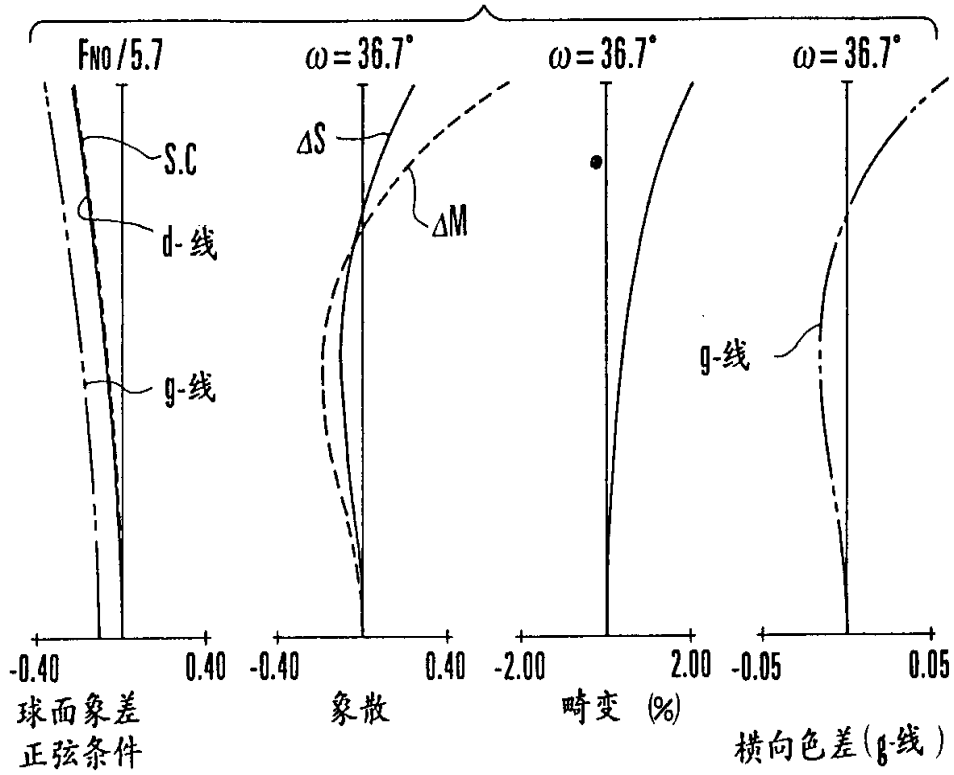

FNO/5.7
ω=36.7°
ω=36.7°
ω=36.7°
S.C
d-线
g-线
ΔS
ΔM
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g线)

图. 8

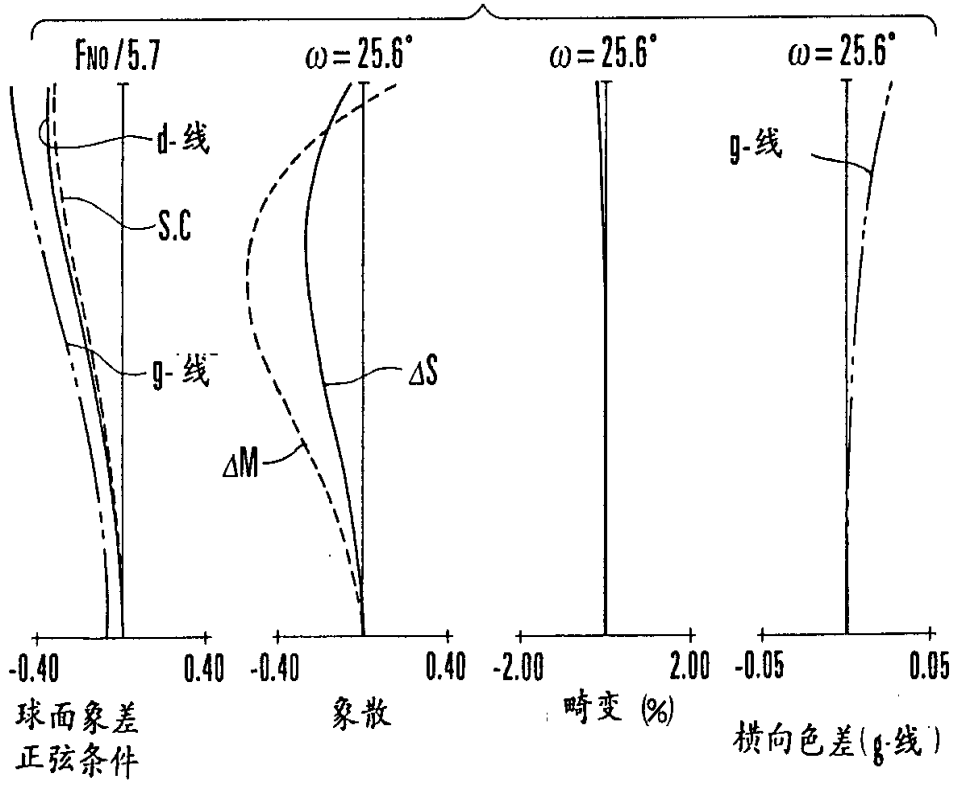

FNO/5.7
ω=25.6°
ω=25.6°
ω=25.6°
d-线
S.C
g-线
ΔS
ΔM
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g线)

图. 9

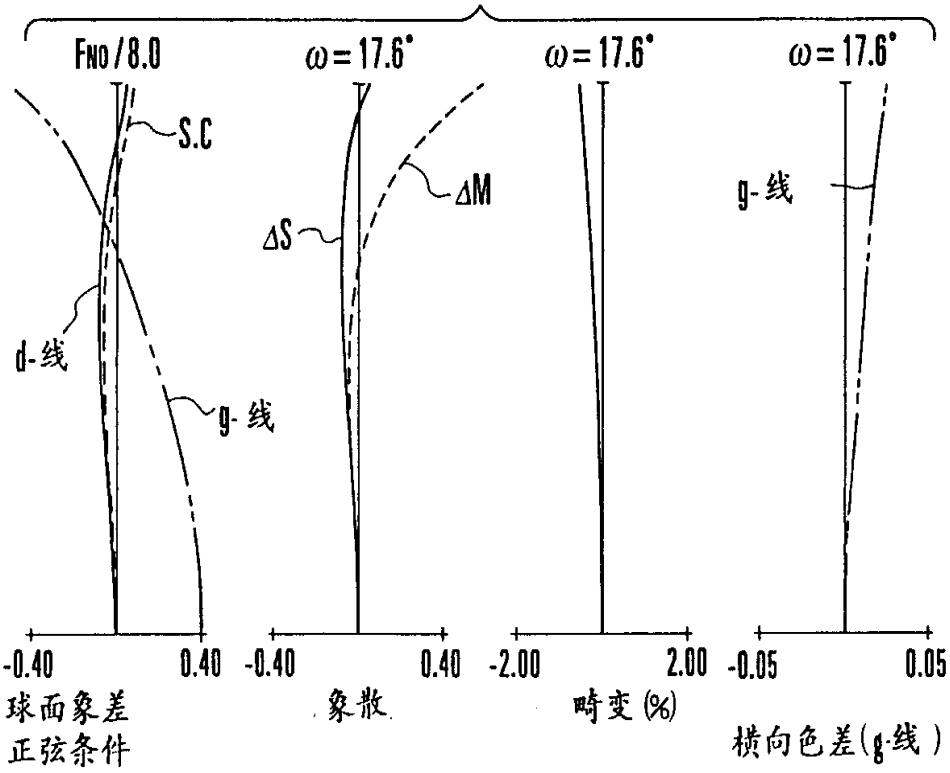

FNO/8.0
ω=17.6°
ω=17.6°
ω=17.6°
S.C
d-线
g-线
ΔS
ΔM
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变(%)
横向色差(g线)

图. 10

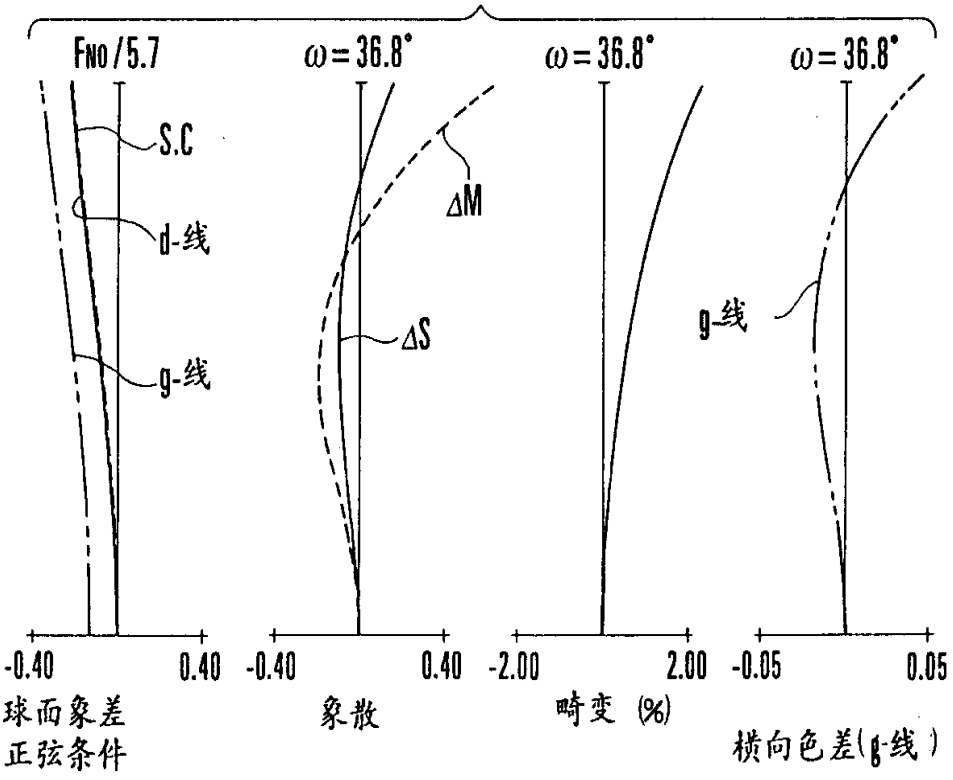

FNO/5.7
ω=36.8°
ω=36.8°
ω=36.8°
S.C
d-线
g-线
ΔM
ΔS
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变(%)
横向色差(g线)

图. 11

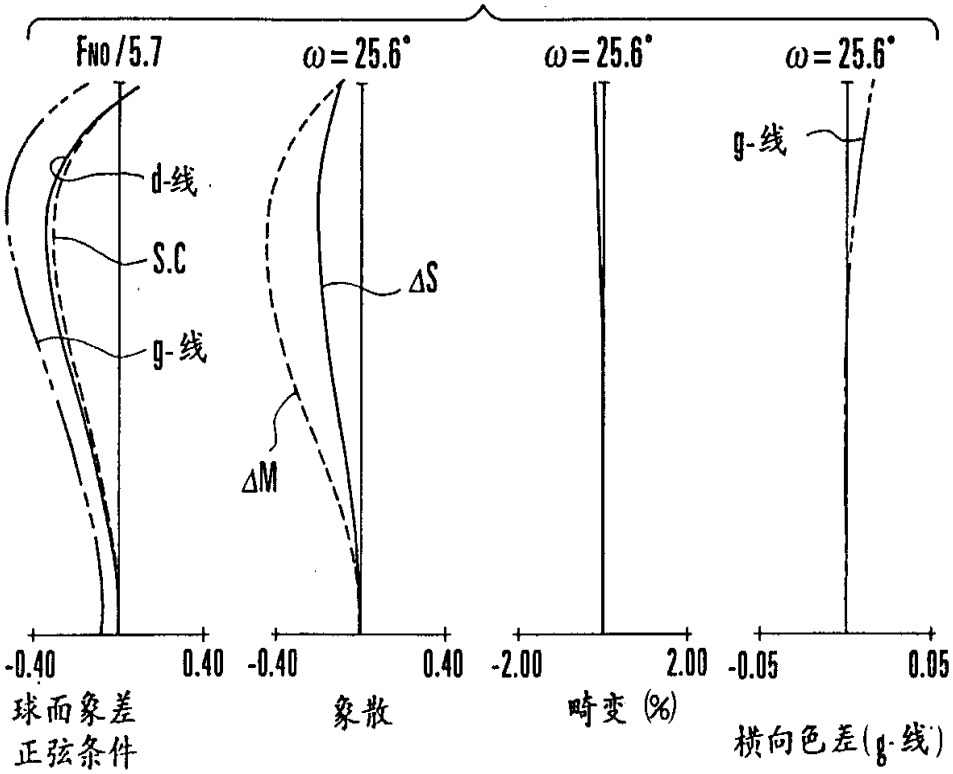

FNO/5.7
d-线
S.C
g-线
-0.40
0.40
球面象差
正弦条件
ω=25.6°
ΔS
ΔM
-0.40
0.40
象散
ω=25.6°
-2.00
2.00
畸变(%)
ω=25.6°
g-线
-0.05
0.05
横向色差(g-线)

图. 12

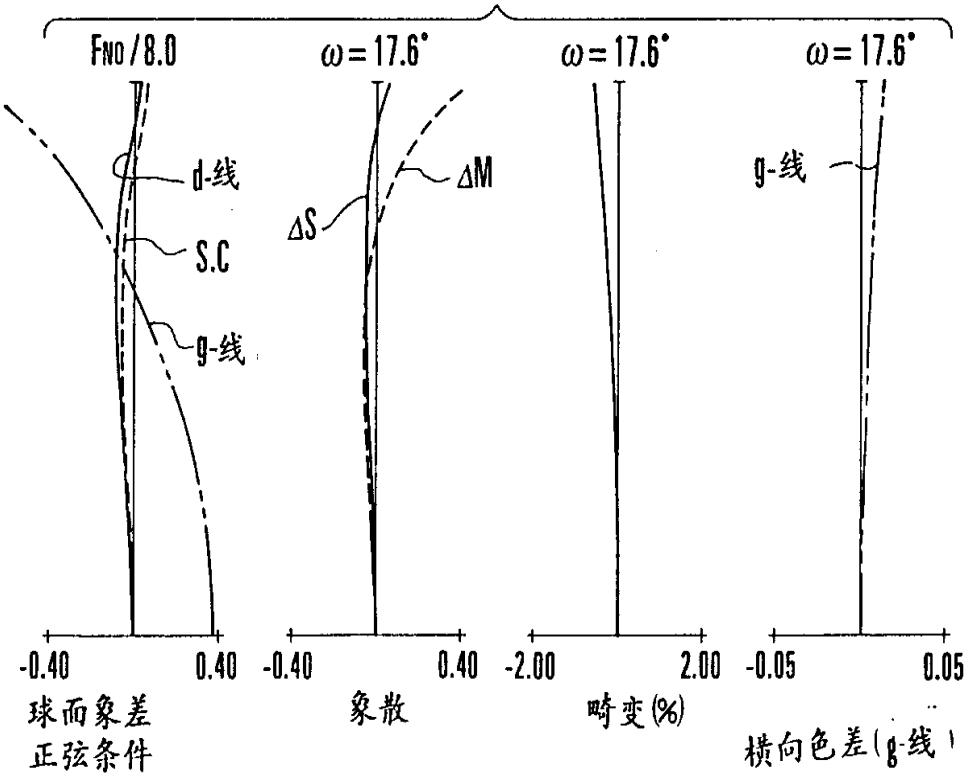

FNO/8.0
d-线
S.C
g-线
-0.40
0.40
球面象差
正弦条件
ω=17.6°
ΔS
ΔM
-0.40
0.40
象散
ω=17.6°
-2.00
2.00
畸变(%)
ω=17.6°
g-线
-0.05
0.05
横向色差(g-线)

图. 13

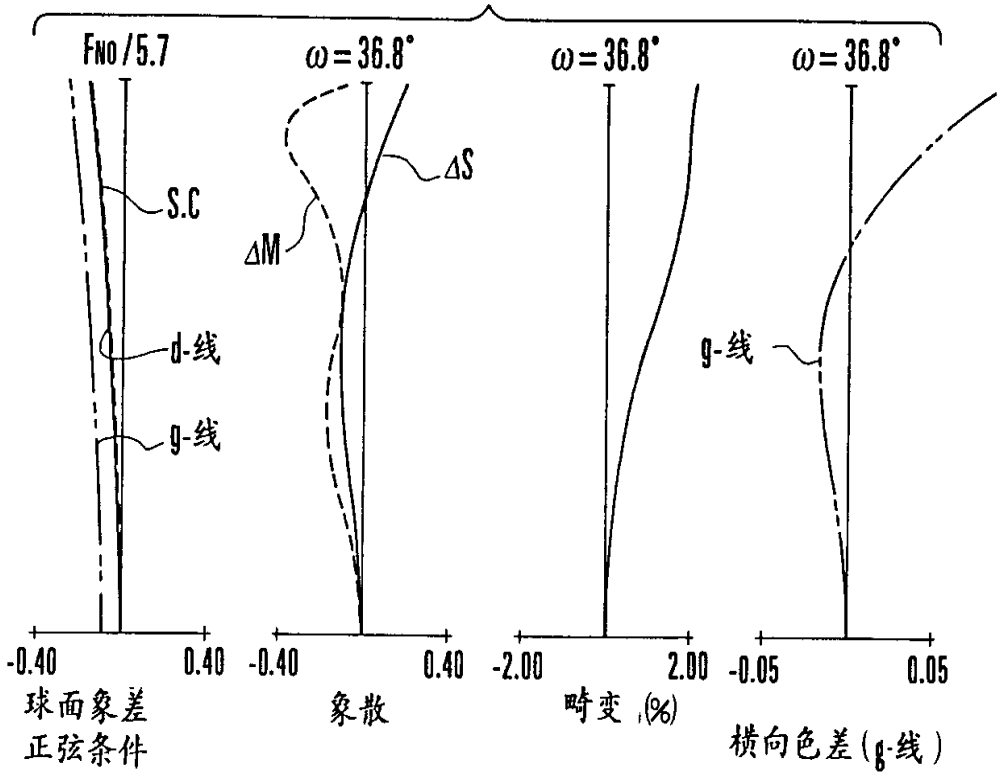

FNO/5.7
ω=36.8°
ω=36.8°
ω=36.8°
S.C
d-线
g-线
ΔM
ΔS
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g-线)

图. 14

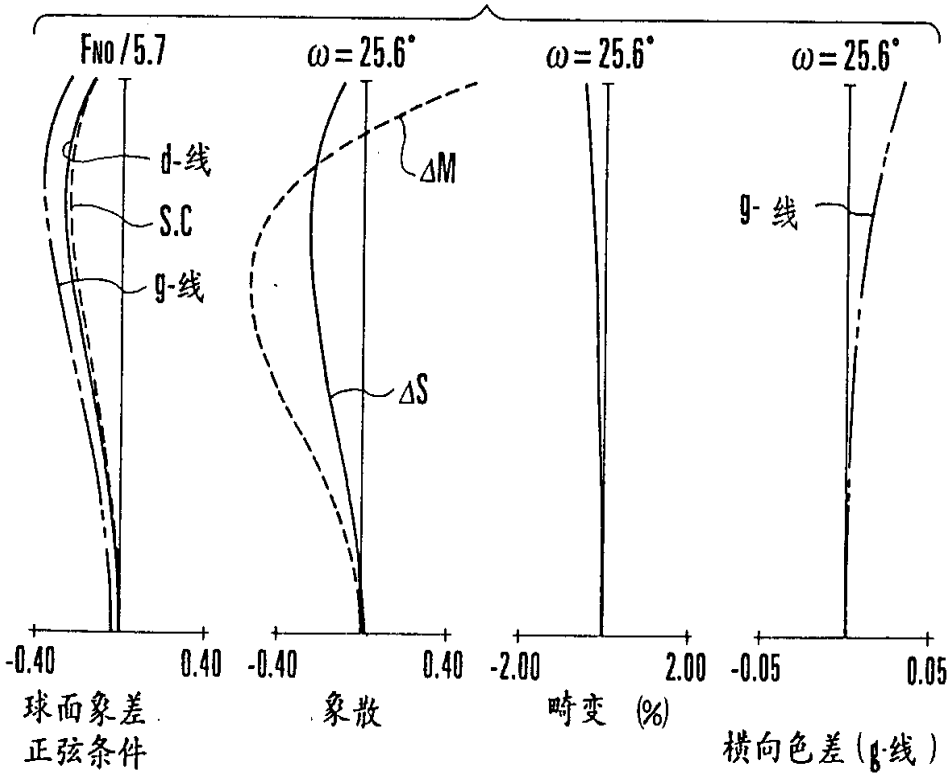

FNO/5.7
ω=25.6°
ω=25.6°
ω=25.6°
d-线
S.C
g-线
ΔM
ΔS
g- 线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g-线)

图. 15

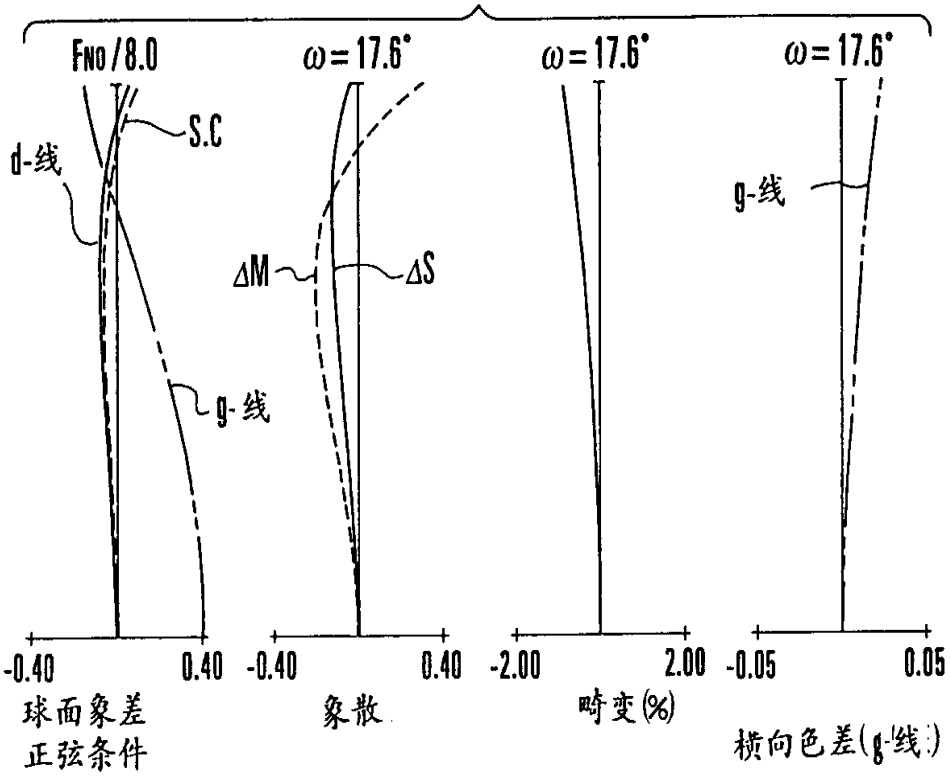

FNO/8.0
ω=17.6°
ω=17.6°
ω=17.6°
S.C
d-线
g-线
ΔM
ΔS
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变(%)
横向色差(g-线)

图. 16

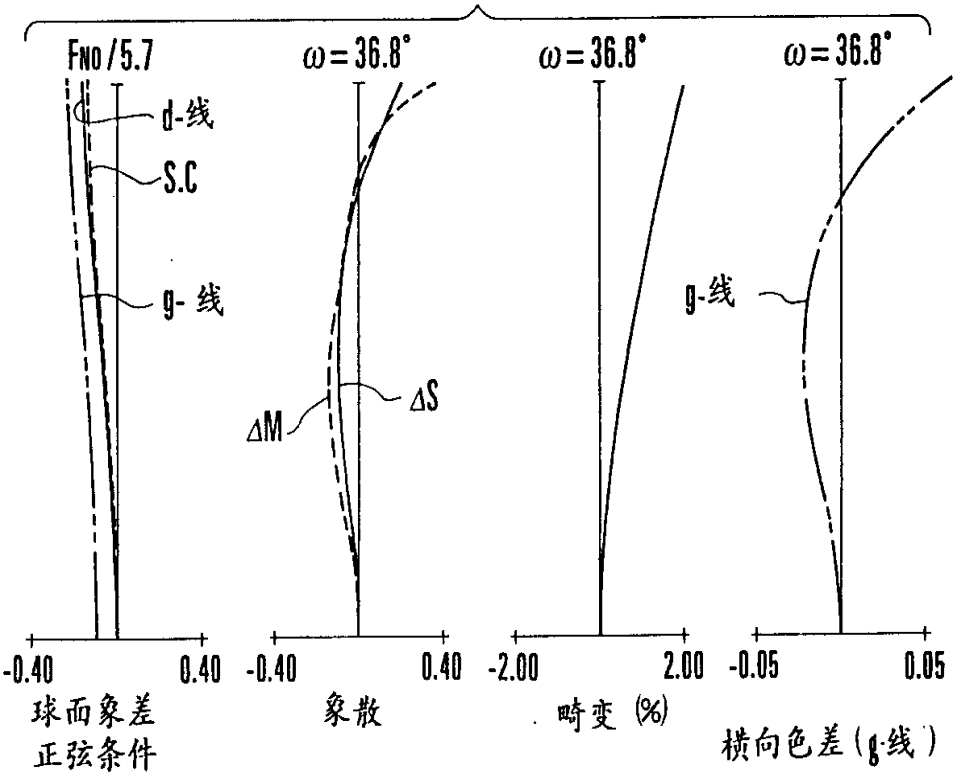

FNO/5.7
ω=36.8°
ω=36.8°
ω=36.8°
d-线
S.C
g-线
ΔM
ΔS
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g-线)

图. 17

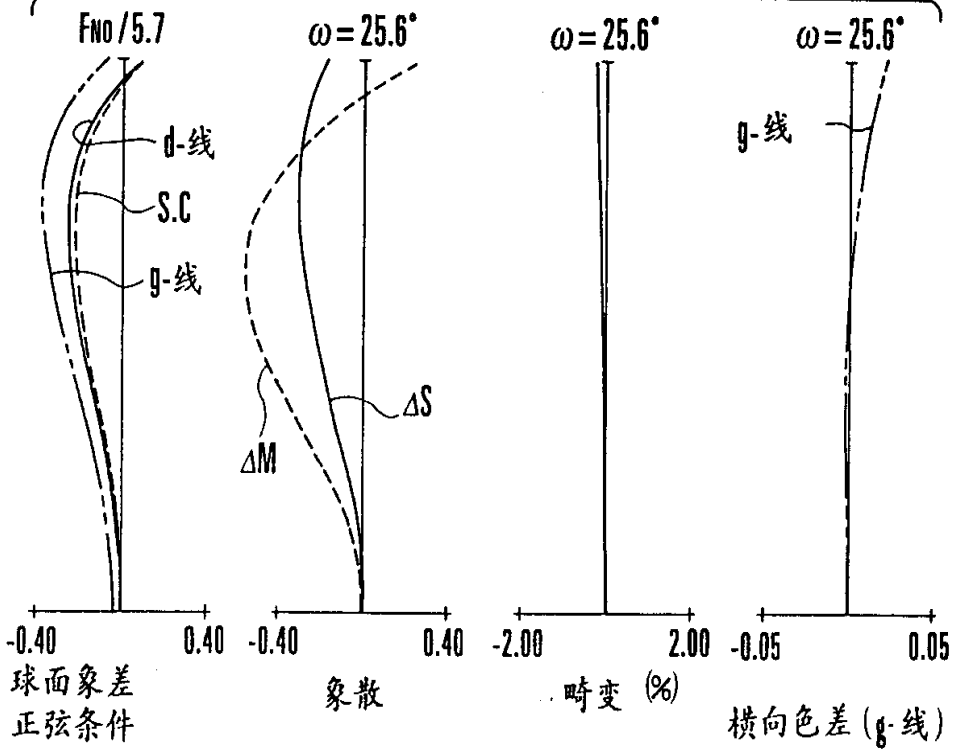

FNO/5.7
d-线
S.C
g-线
-0.40
0.40
球面象差
正弦条件
ω=25.6°
ΔS
ΔM
-0.40
0.40
象散
ω=25.6°
-2.00
2.00
畸变 (%)
ω=25.6°
g-线
-0.05
0.05
横向色差(g-线)

图. 18

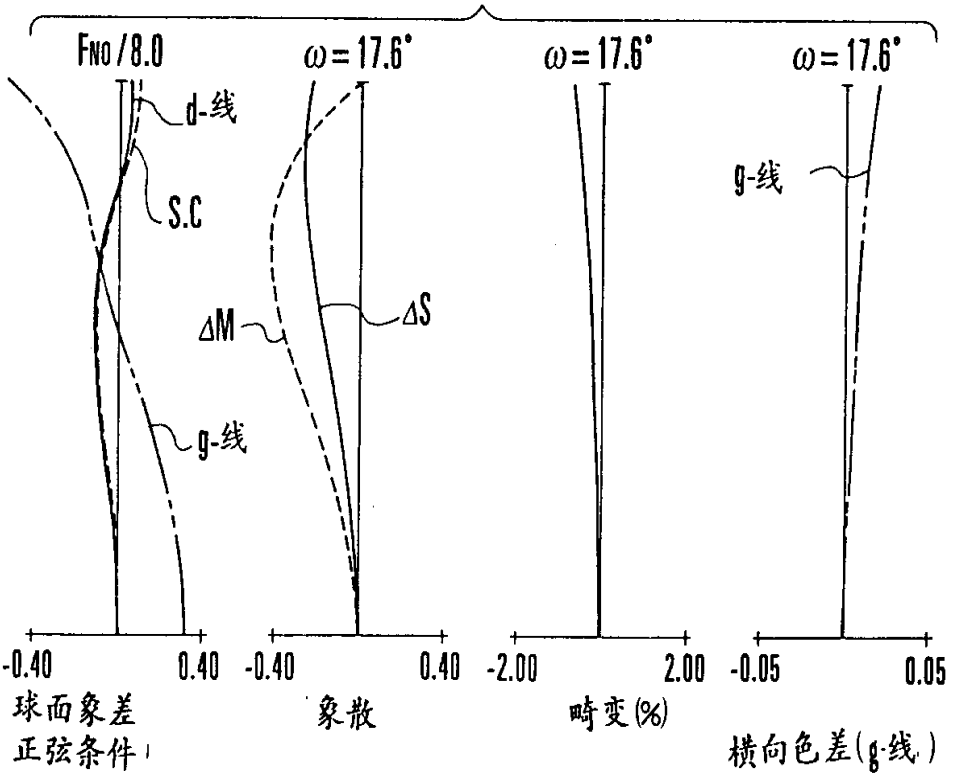

FNO/8.0
d-线
S.C
g-线
-0.40
0.40
球面象差
正弦条件
ω=17.6°
ΔM
ΔS
-0.40
0.40
象散
ω=17.6°
-2.00
2.00
畸变(%)
ω=17.6°
g-线
-0.05
0.05
横向色差(g-线)

图. 19

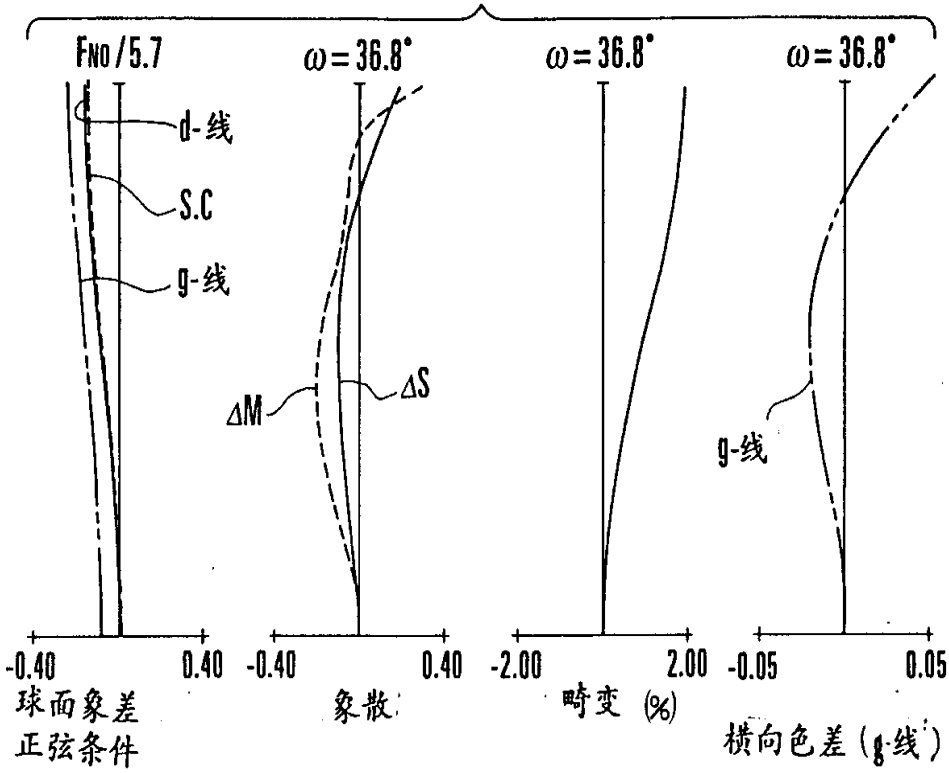

FNO/5.7
ω=36.8°
ω=36.8°
ω=36.8°
d-线
S.C
g-线
ΔM
ΔS
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g线)

图 20

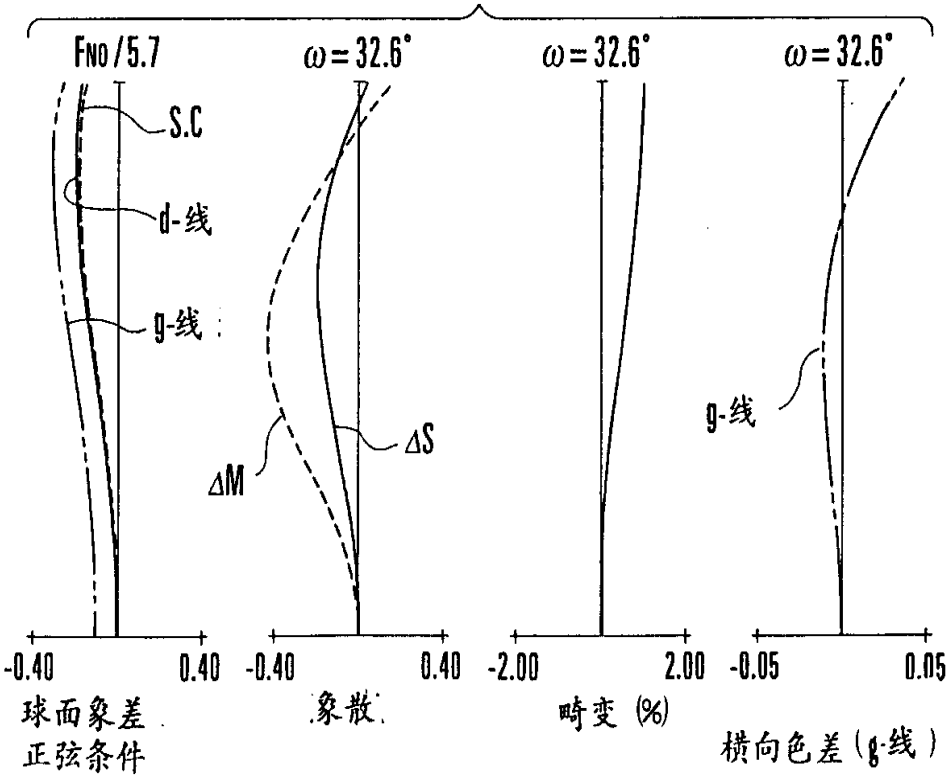

FNO/5.7
ω=32.6°
ω=32.6°
ω=32.6°
S.C
d-线
g-线
ΔM
ΔS
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变 (%)
横向色差(g线)

图. 21

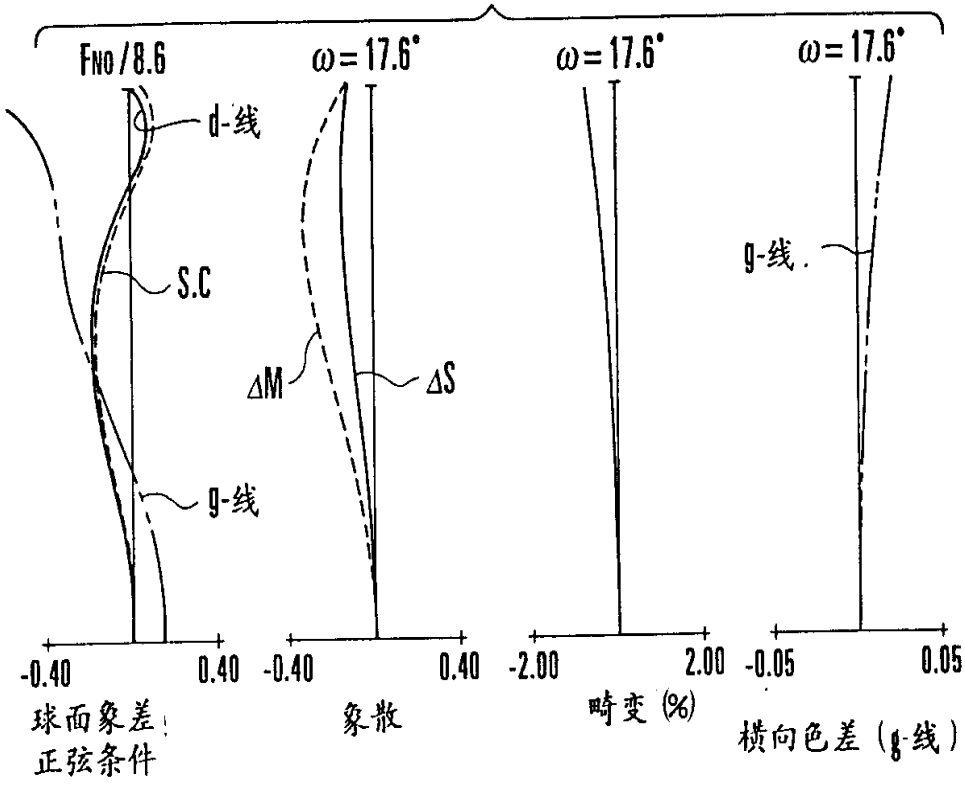

FNO/8.6
d-线
S.C
g-线
-0.40
0.40
球面象差
正弦条件
ω=17.6°
ΔM
ΔS
-0.40
0.40
象散
ω=17.6°
-2.00
2.00
畸变(%)
ω=17.6°
g-线
-0.05
0.05
横向色差(g-线)

图. 22

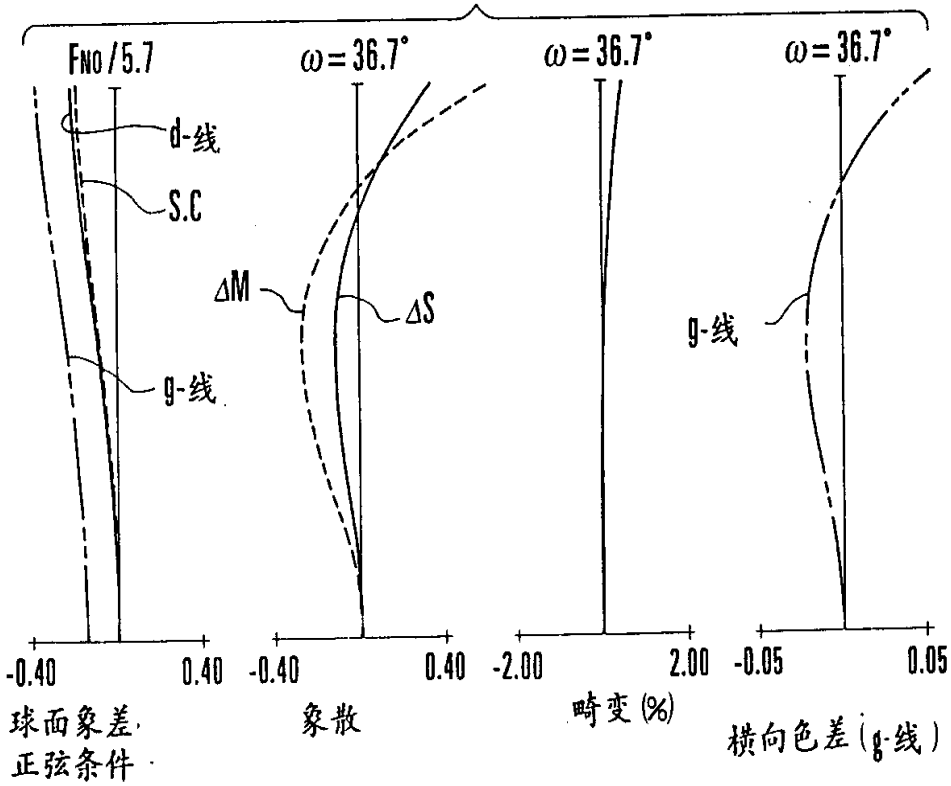

FNO/5.7
d-线
S.C
g-线
-0.40
0.40
球面象差
正弦条件
ω=36.7°
ΔM
ΔS
-0.40
0.40
象散
ω=36.7°
-2.00
2.00
畸变(%)
ω=36.7°
g-线
-0.05
0.05
横向色差(g-线)

图. 23

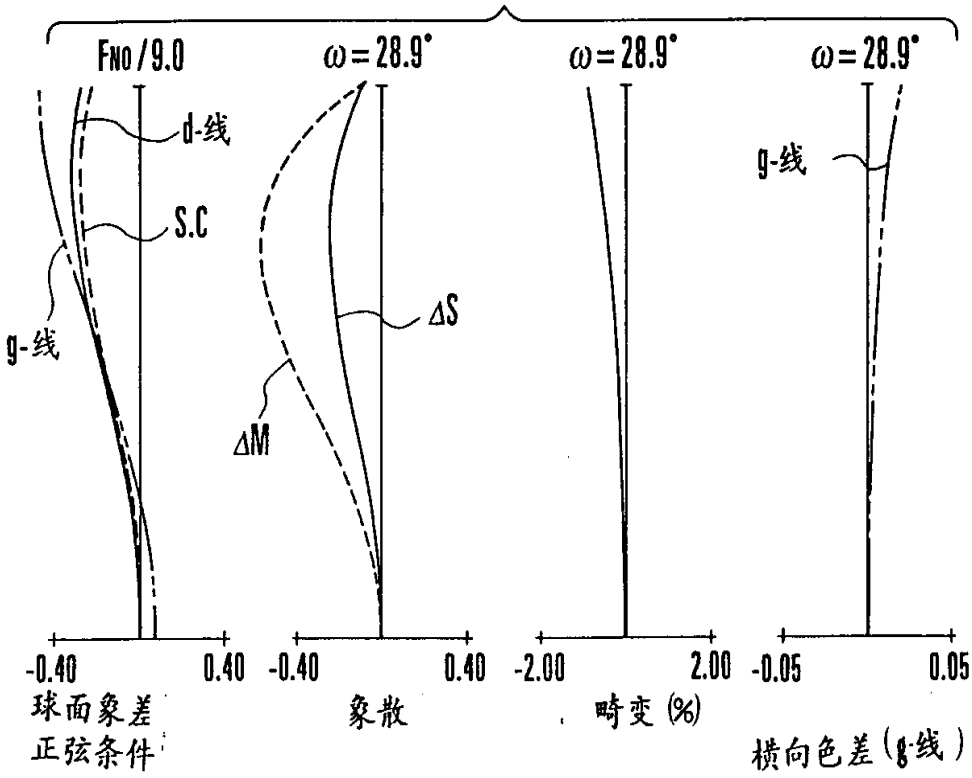
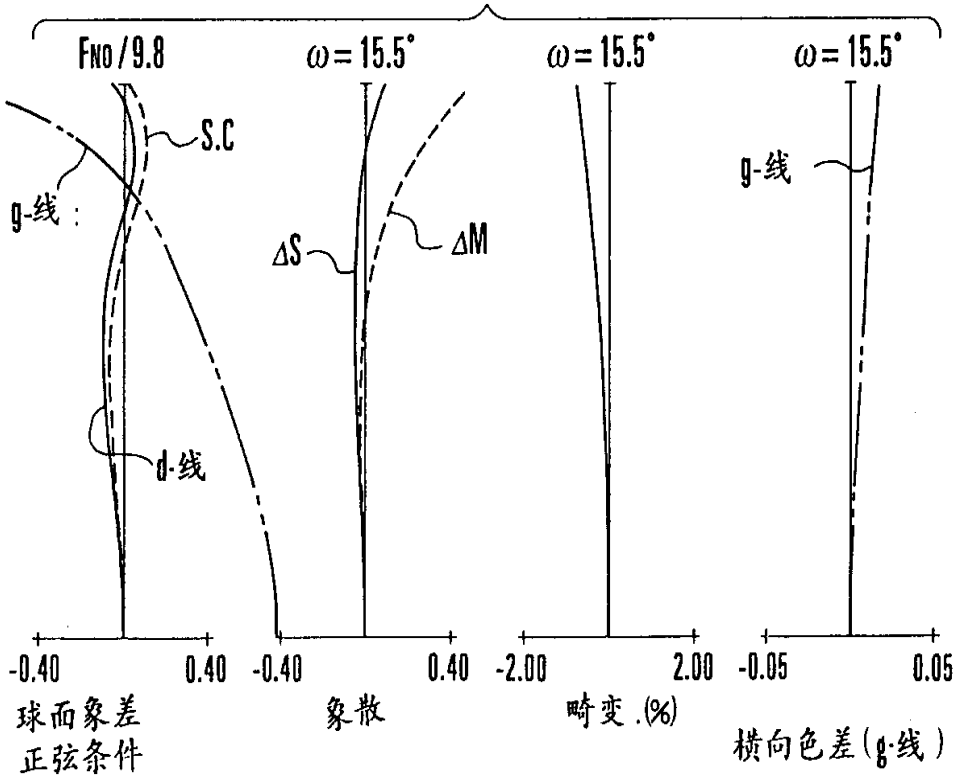

FNO/9.0
ω=28.9°
ω=28.9°
ω=28.9°
d-线
S.C
g-线
ΔS
ΔM
g-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变(%)
横向色差(g线)

图. 24


FNO/9.8
ω=15.5°
ω=15.5°
ω=15.5°
S.C
g-线
ΔS
ΔM
g-线
d-线
-0.40
0.40
-0.40
0.40
-2.00
2.00
-0.05
0.05
球面象差
正弦条件
象散
畸变.(%)
横向色差(g线)