(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101256269 B
(45)授权公告日 2010.07.07

(21)申请号 200810009476.6
(22)申请日 2008.02.03
(30)优先权数据
2007-035642 2007.02.16 JP
(73)专利权人 富士能株式会社
地址 日本国埼玉县
(72)发明人 筱原义和
(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 李香兰
(51)Int.Cl.
G02B 15/16(2006.01)
G02B 15/177(2006.01)
G02B 9/60(2006.01)

审查员 江鹏飞

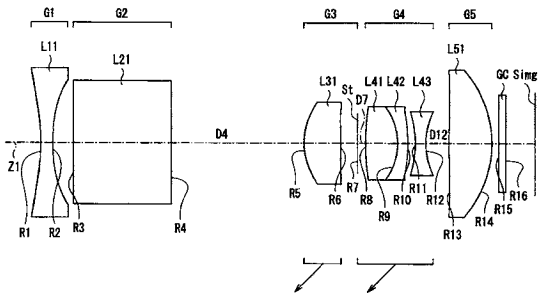
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 23 页

(54)发明名称

变焦透镜

(57)摘要

本发明提供一种变焦透镜，其中从物体侧依次配设：在变焦时为固定且具有负的折射力的第1透镜组；由在变焦时为固定且不具有折射力的光路折曲用棱镜而成的第2透镜组；在变焦时移动，作为整体具有正的折射力的第3透镜组；在变焦时移动，作为整体具有负的折射力的第4透镜组；在变焦时为固定且作为整体具有正的折射力的第5透镜组。在棱镜的后面不配置固定的正透镜组，而配置由正的第3透镜组和负的第4透镜组而成的变焦移动组，与将固定的透镜组配置在棱镜和变焦移动组之间的构成相比，容易进行全长的缩短化。与固定的透镜组配置在光路折曲用的棱镜和变焦移动组之间的以往的屈曲型变焦透镜相比，能够维持良好的光学性能，并能够谋求全长的短缩化。



CN 101256269 B

1. 一种变焦透镜，其特征在于，

从物体依次配设：

在变焦时为固定且作为整体具有负的折射力的第 1 透镜组；

由变焦时为固定的、光路折曲用棱镜构成的第 2 透镜组；

在变焦时移动，且作为整体具有正的折射力的第 3 透镜组；

在变焦时移动，且作为整体具有负的折射力的第 4 透镜组；

在变焦时为固定，且作为整体具有正的折射力的第 5 透镜组，

所述第 1 透镜组仅由将凹面朝向像侧的一枚负透镜构成，所述第 5 透镜组仅由将凸面朝向像侧的一枚负透镜构成。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

还满足以下的条件：

$-1.5 < f3/f4 < -0.5$ ..... (1)

$2.0 < DA/fw < 3.0$ ..... (2)

此处，

f3：第 3 透镜组的焦距，

f4：第 4 透镜组的焦距，

fw：在广角端的全系的焦距，

DA：望远端的从第 1 透镜组的像侧的面到第 3 透镜组的物体侧的面的光路长。

3. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 1 透镜组，由将凹面朝向像侧的 1 片负的非球面透镜而成，

上述第 3 透镜组，至少含有将凸面朝向物体侧的正透镜，

上述第 4 透镜组，至少含有将凹面朝向像侧的负透镜，

上述第 5 透镜组，由将凸面朝向像侧的 1 片正的非球面透镜而成。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

还满足以下的条件，

$50 < \upsilon G3$ ..... (3)

此处，

$\upsilon G3$：第 3 透镜组内的透镜对 d 线阿贝数的平均值。

5. 根据权利要求 1 或 3 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 4 透镜组，由 2 片透镜而成的接合透镜和将凹面朝向像侧的 1 片负透镜构成。

6. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 4 透镜组，由正透镜及第 1 负透镜而成的接合透镜，和第 2 负透镜而构成，上述第 1 负透镜为将凹面朝向像侧的负透镜。

7. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 3 透镜组由 2 片球面透镜而成。

8. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 3 透镜组，由将凸面朝向物体侧的两面非球面的正透镜和球面透镜这 2 片构成。

9. 根据权利要求 2 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 1 透镜组，由将凹面朝向像侧的 1 片负的非球面透镜而成，

上述第 3 透镜组，至少含有将凸面朝向物体侧的正透镜，

上述第 4 透镜组，至少含有将凹面朝向像侧的负透镜，

上述第 5 透镜组，由将凸面朝向像侧的 1 片正的非球面透镜而成。

10. 根据权利要求 3 所述的变焦透镜，其特征在于，

还满足以下的条件，

$50 < \upsilon G3$ ..... (3)

此处，

$\upsilon G3$ ：第 3 透镜组内的透镜对 d 线的阿贝数的平均值。

11. 根据权利要求 4 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 4 透镜组，由 2 片透镜而成的接合透镜和将凹面朝向像侧的 1 片负透镜构成。

12. 根据权利要求 5 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 4 透镜组，由正透镜及第 1 负透镜而成的接合透镜，和第 2 负透镜而构成，上述第 1 负透镜为将凹面朝向像侧的负透镜。

13. 根据权利要求 6 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 3 透镜组由 2 片球面透镜而成。

14. 根据权利要求 7 所述的变焦透镜，其特征在于，

上述第 3 透镜组，由将凸面朝向物体侧的两面非球面的正透镜和球面透镜这 2 片构成。

变焦透镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦透镜，适用于具有摄像功能的小型设备、尤其是数码静止照相机、带摄像头的手机、及个人数字助理 (PDA :PersonalDigital Assistance) 等。

背景技术

[0002] 近几年，在数码静止照相机等的摄像装置中，随着CCD(ChargeCoupled Device) 或CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等的摄像元件的小型化的发展，进一步要求装置全体的小型化。因此，最近开发如下那样的透镜 :即在中途将透镜系统的光路弯折，而成为所谓的屈曲光学系统，从而谋求组能够装在摄像装置时的薄型化。

[0003] 作为使用屈曲光学系统的变焦透镜，在专利文献 1 记载有，从物体侧依次由具有正的折射力的第 1 透镜组、具有负的折射力的第 2 透镜组、具有正的折射力的第 3 透镜组、具有正的折射力的第 4 透镜组而构成，通过使负的第 2 透镜组和正的第 4 透镜组移动，而进行变倍的变焦透镜。在此变焦透镜，将棱镜配置在第 1 透镜组内，而使光路略 90° 折曲。而且，在第 1 透镜组内，固定的正透镜组配置在棱镜的后面。而且，在专利文献 2 记载有，从物体侧依次由具有负的折射力的第 1 透镜组、具有正的折射力的第 2 透镜组、具有负的折射力的第 3 透镜组、具有正的折射力的第 4 透镜组而构成，通过使正的第 2 透镜组和负的第 3 透镜组移动，而进行变倍的变焦透镜。在此变焦透镜中，将棱镜配置在第 1 透镜组的最物体侧，从而将光路略 90° 折曲。而且，在第 1 透镜组内，固定的透镜组配置在棱镜的后面。

[0004] 【专利文献 1】日本专利公开 2000-131610 号公报

[0005] 【专利文献 2】日本专利公开 2004-205796 号公报

[0006] 如专利文献 1 及 2 所述，以往的屈曲型变焦透镜成为以下构成，即，在第 1 透镜组内将固定的透镜组配置在光路折曲用的棱镜的后面，将变焦移动组配置在其后面。尤其，如专利文献 1 所示，在第 1 透镜组内，在将变焦时为固定的正透镜组配置在光路折曲用棱镜的后面，将变焦移动组配置在其后的情况较多。并且，其变焦移动组从物体侧依次由负透镜组和正透镜组而构成的情况较多。但是，尤其在个人数字助理的用途上使用屈曲型变焦透镜时，不仅要求作为透镜模组的薄度，且要求全体的体积为小。然而，以往的屈曲型变焦透镜构成为，从薄型化的观点上主要考虑径方向（垂直于折曲后的光轴的方向）的大小的设计，而对折曲后的光轴方向的长度不怎么考虑。这是因为在屈曲型变焦透镜中，通过折曲光路，而已有充分谋求短缩化的认识。然而，为了使整体的体积变小，全长的短缩化也变重要。从而，在屈曲型变焦透镜中，期待开发谋求全长的短缩化的透镜。

[0007] 本发明是借鉴于这种问题点而提出的，其目的在于，提供一种与固定的透镜组配置在光路折曲用棱镜和变焦移动组之间的以往的屈曲型变焦透镜相比，能够维持良好的光学性能，并能够谋求全长的短缩化的变焦透镜。

[0008] 根据本发明的变焦透镜，从物体依次配设 :在变焦时为固定且作为整体具有负的折射力的第 1 组 ;由变焦时为固定的、光路折曲用棱镜构成的第 2 透镜组 ;在变焦时移动，且作为整体具有正的折射力的第 3 透镜组 ;在变焦时移动，且作为整体具有负的折射力的

第 4 透镜组 ;在变焦时为固定且作为整体具有正的折射力的第 5 透镜组,所述第 1 透镜组仅由将凹面朝向像侧的一枚负透镜构成,所述第 5 透镜组仅由将凸面朝向像侧的一枚负透镜构成。

[0009] 基于本发明的变焦透镜,优选为,还满足以下的条件。式中,f3 :第 3 透镜组的焦距,f4 :第 4 透镜组的焦距,f_w :在广角端的全系的焦距,DA :望远端的从第 1 透镜组的像侧的面到第 3 透镜组的物体侧的面的光路长。

[0010] $-1.5 < f3/f4 < -0.5$…… (1)

[0011] $2.0 < DA/f_w < 3.0$…… (2)。

[0012] 在基于本发明的变焦透镜中,使第 2 透镜组为不具有折射力的光路折曲用棱镜,在其棱镜的后面不配置固定的正透镜组,而配置由正的第 3 透镜组和负的第 4 透镜组而成的变焦移动组,因此,与将固定的透镜组配置在光路折曲用棱镜的后面,并将变焦移动组配置在其后面的构成相比,容易进行全长的短缩化。尤其,与将固定的正透镜组配置在棱镜的后面,而将由负透镜组和正透镜组而成的变焦移动组配置在其后的以往的构成相比,容易进行全长的短缩化。

[0013] 并且,按照所要求的做法等,通过适当采用并满足以下理想的条件,而能够将光学性能更良好。

[0014] 在根据本发明的变焦透镜中,第 1 透镜组由将凹面朝向像侧的 1 片负的非球面透镜而成,第 3 透镜组至少含有将凸面朝向物体侧的正透镜,第 4 透镜组至少含有将凹面朝向像侧的负透镜,第 5 透镜组由将凸面朝向像侧的 1 片正的非球面透镜而成为理想。

[0015] 此时,第 4 透镜组,可以由例如由 2 片透镜而成的接合透镜,和将凹面朝向像侧的 1 片负透镜而构成。而且,也可以,利用由正透镜及第 1 负透镜而成的接合透镜,和第 2 负透镜,而构成第 4 透镜组,将第 1 负透镜作为将凹面朝向像侧的负透镜。

[0016] 而且,第 3 透镜组,可以由例如 2 片球面透镜而构成。而且,也可以,将凸面朝向物体侧的两面非球面的正透镜和球面透镜这 2 片透镜,构成第 3 透镜。

[0017] 而且,根据本发明的变焦透镜,满足以下条件为理想。式中,$\upsilon G3$ 表示第 3 透镜组内的透镜对 d 线的阿贝数的平均值。

[0018] $50 < \upsilon G3$…… (3)

[0019] 根据本发明的变焦透镜,使第 2 透镜组为不具有折射力的光路折曲用棱镜,在其棱镜后面不配置固定的透镜组,而配置由正的第 3 透镜组和负的第 4 透镜组而成的变焦移动组,因此,与将固定的透镜组配置在光路折曲用棱镜和变焦移动组之间的以往的屈曲型变焦透镜相比,能够维持良好的光学性能,并能够谋求全长的短缩化。

附图说明

[0020] 图 1 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 1 构成例的图,是对应于实施例 1 的透镜剖面图。

[0021] 图 2 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 2 构成例的图,是对应于实施例 2 的透镜剖面图。

[0022] 图 3 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 3 构成例的图,是对应于实施例 3 的透镜剖面图。

[0023] 图 4 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 4 构成例的图，是对应于实施例 4 的透镜剖面图。

[0024] 图 5 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 5 构成例的图，是对应于实施例 5 的透镜剖面图。

[0025] 图 6 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 6 构成例的图，是对应于实施例 6 的透镜剖面图。

[0026] 图 7 是表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 7 构成例的图，是对应于实施例 7 的透镜剖面图。

[0027] 图 8 是表示屈曲光学系统的构成的透镜剖面图。

[0028] 图 9 是表示实施例 1 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0029] 图 10 是表示实施例 2 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0030] 图 11 是表示实施例 3 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0031] 图 12 是表示实施例 4 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0032] 图 13 是表示实施例 5 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0033] 图 14 是表示实施例 6 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0034] 图 15 是表示实施例 7 所涉及的变焦透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示伴随变倍而移动的部分的面间隔数据。

[0035] 图 16 是表示对各实施例总结关于条件式的值的图。

[0036] 图 17 是表示实施例 1 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0037] 图 18 是表示实施例 1 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0038] 图 19 是表示实施例 2 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0039] 图 20 是表示实施例 2 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0040] 图 21 是表示实施例 3 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0041] 图 22 是表示实施例 3 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0042] 图 23 是表示实施例 4 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0043] 图 24 是表示实施例 4 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球

面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0044] 图 25 是表示实施例 5 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0045] 图 26 是表示实施例 5 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0046] 图 27 是表示实施例 6 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0047] 图 28 是表示实施例 6 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0048] 图 29 是表示实施例 7 所涉及的变焦透镜的广角端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0049] 图 30 是表示实施例 7 所涉及的变焦透镜的望远端的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示像散、(C) 表示畸变像差。

[0050] 图中：GC ～光学部件，G1 ～第 1 透镜组，G2 ～第 2 透镜组，G3 ～第 3 透镜组，G4 ～第 4 透镜组，G5 ～第 5 透镜组，LP ～直角棱镜，St ～光阑，Ri ～从物体侧第 i 个透镜面的曲率半径，Di ～从物体侧起第 i 个和第 i+1 个透镜面之间的面间隔，Z1 ～光轴。

具体实施方式

[0051] 以下，参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。

[0052] 图 1 表示本发明的一实施方式所涉及的变焦透镜的第 1 构成例。此构成例对应于后述的第 1 数值实施例（图 9(A)、(B)）的透镜构成。图 2 ～图 7 表示第 2 ～第 7 的构成例，对应于后述的第 2 ～第 7 的数值实施例（图 10(A)、(B) ～图 15(A)、(B)）的透镜构成。在图 1 ～图 7 中，符号 Ri 表示以最靠近物体侧的构成要素的面为第 1 个，按照朝向像侧（成像侧）依次增加的方式附上符号的第 i 个面的曲率半径。符号 Di 表示第 i 个面与第 i+1 个面之间的光轴 Z1 上的面间隔。另外，对符号 Di，仅对伴随变倍而变化的部分的面间隔附上符号。而且，在图 1 ～图 7，表示在广角端的透镜配置。

[0053] 此变焦透镜被装载并使用于具有摄像功能的小型设备，例如，数码静止照相机、带摄像头的手机、及 PDA 等。此变焦透镜，沿光轴 Z1 从物体侧依次具备：具有负的折射力的第 1 透镜组 G1；第 2 透镜组 G2；具有正的折射力的第 3 透镜组 G3；具有负的折射力的第 4 透镜组 G4；具有正的折射力的第 5 透镜组 G5。第 2 透镜组 G2，由光路折曲用棱镜 L21 而成，全体不具有折射力。光阑 St，例如配置在第 3 透镜组 G3 内。

[0054] 例如，未图示的摄像元件配置在此变焦透镜的成像面（摄像面）Simg。根据按照透镜的照相机侧的构成，在第 5 透镜组 G5 和摄像面之间，配置各种光学部件 GC。作为光学部件 GC，配置例如摄像面保护用玻璃罩或各种光学滤光片等的平板状部件。

[0055] 关于该变焦透镜，第 1 透镜组 G1、第 2 透镜组 G2 及第 5 透镜组 G5 在变焦时，始终为固定，第 3 透镜组 G3 及第 4 透镜组 G4 在变焦时，在光轴 Z1 上分别移动。随着从广角端变倍至望远端，如图 1 ～图 7 的箭头所示，第 3 透镜组 G3 和第 4 透镜组 G4 在光轴 Z1 上朝物体侧移动。

[0056] 另外，本实施方式所涉及的变焦透镜为屈曲光学系统，实际上，如图 8 所示，光路

在棱镜 L21 的内部反射面 10 略 90° 弯折。在图 1 ～图 7 省略了棱镜 L21 的内部反射面 10，而朝光轴 Z1 上的同一方向展开而表示。

[0057] 第 1 透镜组 G1，由将凹面朝向像侧的 1 片负透镜 L11 而成。在图 1 ～图 5 的第 1 ～第 5 构成例和图 7 的第 7 构成例中，负透镜 L11 为凹透镜。在图 6 的第 6 构成例，负透镜 L11 为将凹面朝向像侧的弯月形透镜。负透镜 L11，两面为非球面为理想。

[0058] 第 3 透镜组 G3 至少含有将凸面朝向物体侧的正透镜。在图 1 的第 1 构成例、图 5 的第 5 构成例及图 6 的第 6 构成例中，第 3 透镜组 G3 由将凸面朝向物体侧的 1 片正透镜 L31 构成。在这些第 1、第 5 及第 6 的构成例中，正透镜 L31 的两面为非球面为理想。在图 2 的第 2 构成例、图 3 的第 3 构成例、图 4 的第 4 构成例及图 7 的第 7 构成例中，第 3 透镜组 G3 由 2 片透镜，即，将凸面朝向物体侧的正透镜 L31 和其他的透镜 L32 这两枚透镜而构成。尤其，在图 2 的第 2 构成例及图 7 的第 7 构成例中，正透镜 L31 和其他的透镜 L32，2 片都为球面透镜。在图 3 的第 3 构成例及图 4 的第 4 构成例中，正透镜 L31 为将凸面朝向物体侧的两面非球面的正透镜，其他透镜 L32 为球面透镜。

[0059] 第 4 透镜组 G4 至少含有将凹面朝向像侧的负透镜。在图 1 ～图 7 的各构成例，第 4 透镜组 G4 由 2 片透镜 L41、L42 成的接合透镜和 1 片负透镜 L43 而构成。尤其，在图 2 的第 2 构成例，第 4 透镜组 G4 由正透镜 L41 及第 1 负透镜 L42 而成的接合透镜，和第 2 负透镜 L43 而构成，其中，第 1 负透镜 L42 为将凹面朝向像侧的负透镜。而且，尤其在图 7 的第 7 构成例，第 4 透镜组 G4 由正透镜 L41 及第 1 负透镜 L42 而成的接合透镜，和第 2 负透镜 L43 而构成，第 1 负透镜 L42 及第 2 负透镜 L43 双方为将凹面朝向像侧的负透镜。在其他的构成例中，负透镜 L43 为将凹面朝向像侧的负透镜。

[0060] 另外，在图 3 的第 3 构成例及图 4 的第 4 构成例中，构成接合透镜的 2 片透镜 L41、L42 都为正透镜，但此时，为了控制色像差的产生，尤其优选为，使透镜 L42 的阿贝数较大，使负透镜 L43 的阿贝数较小。

[0061] 第 5 透镜组 G5，含有将凸面朝向像侧的 1 片正透镜 L51。优选为，正透镜 L51 的两面为非球面。

[0062] 此变焦透镜满足以下的条件式 (1)、(2) 为理想。式中，f3 表示第 3 透镜组 G3 的焦距、f4 表示第 4 透镜组 G4 的焦距、f_w 表示在广角端的全系统的焦距。DA 表示从在望远端的第 1 透镜组 G1 的像侧的面到第 3 透镜组 G3 的物体侧的面的光路长。

[0063] $-1.5 < f3/f4 < -0.5$…… (1)

[0064] $2.0 < DA/f_w < 3.0$…… (2)

[0065] 而且，满足以下的条件为理想。式中，υG3 表示第 3 透镜组 G3 内的透镜对 d 线的阿贝数的平均值。

[0066] $50 < \upsilon G3$…… (3)

[0067] 接着，说明如以上构成的变焦透镜的作用及效果。

[0068] 在此变焦透镜，使第 2 透镜组 G2 成为不具有折射力的光路折曲用棱镜 L21，在该棱镜 L21 的后面不配置固定的透镜组，而配置由正的第 3 透镜组 G3 和负的第 4 透镜组 G4 而成的变焦移动组，尤其，与在棱镜 L21 的后面配置固定的正透镜组，并在其后配置由负透镜组和正透镜组而构成的变焦移动组的以往的构成相比，容易进行全长的短缩化。

[0069] 条件式 (1) 规定第 3 透镜组 G3 和第 4 透镜组 G4 的折射力的适当关系。若超过条

件式 (1) 的上限，则全长变长，若超过下限，则全长变短，但性能劣化，尤其很难去除轴上色像差，所以不理想。

[0070] 条件式 (2) 规定第 1 透镜组 G1 和第 3 透镜组 G3 的适当的组间隔。若超出条件式 (2) 的下限，在该些组之间难以配置光路折曲用棱镜 L21，而不能构成屈曲光学系统。若超出上限，组间隔则变得过大，而整体变得过大，所以不理想。

[0071] 条件式 (3) 关于第 3 透镜组 G3 内的透镜材料，所以有助于色像差的校正。若超出条件式 (3) 的下限，则色像差变得过大，而很难实现性能好的变焦透镜，所以不理想。

[0072] 如以上所述，根据本实施方式所涉及的变焦透镜，与将固定的透镜组配置在光路折曲用棱镜和变焦移动组之间的以往的屈曲型变焦透镜相比，能维持良好的光学性能，并能谋求全长的短缩化。

[0073] 【实施例】

[0074] 接着，对本实施方式所涉及的变焦透镜的具体的数值实施例进行说明。在以下，总结第 1 至第 7 的数值实施例而进行说明。

[0075] 图 9(A)、图 9(B) 表示对应于图 1 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据。在图 9(A) 所示的透镜数据的面号码 Si 的栏表示，对实施例所涉及的变焦透镜，将最靠近物体侧的构成要素的面作为第 1 个，按照朝向像侧依次增加的方式附上符号的第 i 个面的号码。在屈曲半径 Ri 的一栏表示，使其对应于在图 1 所附上的符号 Ri，从物体侧起第 i 个面的曲率半径的值 (mm)。对面间隔 Di 一栏，也同样表示从物体侧起第 i 个面 Si 和第 i+1 个面 Si+1 之间的光轴上的间隔 (mm)。在 Ndj 一栏表示，从物体侧起第 i 个面 Si 和第 i+1 个面 Si+1 之间对 d 线 (波长 587.6nm) 的折射率的值。在 vdj 一栏，表示对从物体侧起第 j 个光学要素对 d 线的阿贝数的值。

[0076] 实施例 1 所涉及的变焦透镜中，第 3 透镜组 G3 的透镜要素仅由 1 片正透镜 L31 而成。而且，由于伴随变倍第 3 透镜组 G3 及第 4 透镜组 G4 在光轴上移动，因此，这些各组的前后的面间隔 D4、D7、D12 的值为可变。在图 9(B)，作为该些面间隔 D4、D7、D12 的变倍时的数据，示出了广角端和望远端的值。

[0077] 在图 9(A) 的透镜数据中，在面号码的左侧所附上的记号「ASP」表示其透镜面为非球面形状。在实施例 1 所涉及的变焦透镜，负透镜 L11(第 1 透镜组 G1) 的两面 S1、S2，正透镜 L31(第 3 透镜组 G3) 的两面 S5、S6，正透镜 L51(第 5 透镜组 G5) 的两面 S13、S14，全部为非球面形状。在图 9(A) 的曲率半径 Ri 一栏，作为该些非球面的曲率半径，表示光轴附近的曲率半径的数值。

[0078] 在图 9(A) 作为非球面数据所示的数值，记号“E”表示，续于其后的数值为以 10 为底的“幂指数”，表示将用以其 10 为底的指数关数所表示的数值，乘算于“E”之前的数值。例如，若为「1.0E-02」，则表示「1.0×10^{-2}」。

[0079] 作为实施例 1 所涉及的变焦透镜的非球面数据，记下根据以下的式 (A) 所表示的非球面形状的式的各系数 An、K 的值。详而言之，Z 表示从离开光轴高度 h 的位置的非球面上的点引画到非球面的顶点的切平面 (垂直于光轴的平面) 的垂线的长度 (mm)。

[0080] $Z = C \cdot h^2/\{1+(1-(K+1) \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_n \cdot h^n \cdots\cdots (A)$

[0081] (n = 3 以上的整数)

[0082] 此处，

[0083] Z：非球面的深度（mm）；

[0084] h：从光轴到透镜面的距离（高度）(mm)；

[0085] K：圆锥常数；

[0086] C：近轴曲率＝ 1/R

[0087] (R：近轴曲率半径)；

[0088] A_n：第 n 次的非球面系数。

[0089] 在实施例 1 所涉及的变焦透镜中，作为非球面系数 A_n，有效使用偶数次的系数 A_4、A_6、A_8、A_{10} 而表示各非球面。

[0090] 与以上的实施例 1 所涉及的变焦透镜同样，将对应于图 2 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 2，表示于图 10(A)、图 10(B)。实施例 2 所涉及的变焦透镜中，第 3 透镜组 G3 的透镜要素由 2 片球面透镜（透镜 L31、L32）而构成。而且，由于伴随着变倍，第 3 透镜组 G3 及第 4 透镜组 G4 在光轴上移动，因此，这些各组的前后面间隔 D4、D9、D14 的值为可变。在图 10(B)，作为该些面间隔 D4、D9、D14 的变倍时的数据，示处了广角端及望远端的值。此实施例 2 所涉及的变焦透镜中，负透镜 L11（第 1 透镜组 G1）的两面 S1、S2，第 4 透镜组 G4 内的负透镜 L43 的像侧的面 S14，正透镜 L51（第 5 透镜组 G5）的两面 S15、S16 成为非球面形状。在实施例 2 所涉及的变焦透镜中，作为非球面系数 A_n，有效使用偶数次的系数 A_4、A_6、A_8、A_{10}、A_{12} 而表示各非球面。

[0091] 而且，同样地将对应于图 3 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 3 表示在图 11(A)、图 11(B)。实施例 3 所涉及的变焦透镜中，第 3 透镜组 G3 的透镜要素由 1 片非球面透镜（透镜 L31）和 1 片球面透镜（透镜 L32）而成。而且，由于伴随着变倍第 3 透镜组 G3 及第 4 透镜组 G4 在光轴上移动，因此这些各组的前后面间隔 D4、D9、D14 的值为可变。在图 11(B)，作为这些面间隔 D4、D9、D14 的变倍时的数据，示出了广角端及望远端的值。此实施例 3 所涉及的变焦透镜中，负透镜 L11（第 1 透镜组 G1）的两面 S1、S2，第 3 透镜组 G3 内的正透镜 L31 的两面 S5、S6，正透镜 L51（第 5 透镜组 G5）的两面 S15、S15 成为非球面形状。在实施例 3 所涉及的变焦透镜中，作为非球面系数 A_n，有效使用偶数次的系数 A_4、A_6、A_8、A_{10} 而表示各非球面。

[0092] 而且，同样地将对应于图 4 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 4 表示在图 12(A)、图 12(B)。此实施例 4 所涉及的变焦透镜的基本构成，类似于实施例 3 所涉及的变焦透镜。

[0093] 而且，同样地将对应于图 5 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 5 表示在图 13(A)、图 13(B)。此实施例 5 所涉及的变焦透镜的基本构成，类似于实施例 1 所涉及的变焦透镜。

[0094] 而且，同样地将对应于图 6 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 6 表示在图 14(A)、图 14(B)。此实施例 6 所涉及的变焦透镜的基本构成类似于实施例 1 所涉及的变焦透镜。

[0095] 而且，同样地将对应于图 7 所示的变焦透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 7 表示在图 15(A)、图 15(B)。此实施例 7 所涉及的变焦透镜中，第 3 透镜组 G3 的透镜要素由 2 片球面透镜（透镜 L31、L32）而成。而且，由于伴随着变倍第 3 透镜组 G3 及第 4 透镜组 G4 在光轴上移动，因此，该些各组的前后面间隔 D4、D9、D14 的值为可变。在图 15(B)，作

为该些面间隔 D4、D9、D14 的变倍时的数据，表示广角端及望远端的值。此实施例 7 所涉及的变焦透镜，示出了负透镜 L11（第 1 透镜组 G1）的两面 S1、S2，第 4 透镜组 G4 内的负透镜 L43 的两面 S13、S14，正透镜 L51（第 5 透镜组 G5）的两面 S15、S16 成为非球面形状。在实施例 7 所涉及的变焦透镜中，作为非球面系数 A_n，有效使用偶数次的系数 A_4、A_6、A_8、A_{10} 而表示各非球面。

[0096] 在图 16 表示对各实施例总结关于上述各条件式的值。由图 16 可知，各实施例的值在各条件式的数值范围内。

[0097] 图 17(A) ～图 17(C) 分别表示实施例 1 所涉及的变焦透镜的在广角端的球面像差、像散、及畸变（畸变像差）。图 18(A) ～图 18(C) 表示在望远端的同样的各像差。在各像差图中，以 d 线为基准波长，表示对 g 线（波长 435.8nm）、C 线（波长 656.3nm）的像差。在像散图，实线表示弧矢方向，而虚线表示切向方向。FNo. 表示 F 值，ω 表示半视角。

[0098] 同样地，将关于实施例 2 所涉及的变焦透镜的诸像差表示在图 19(A) ～图 19(C)（广角端）、及图 20(A) ～图 20(C)（望远端）。同样，将关于实施例 3 的诸像差表示在图 21(A) ～图 21(C)（广角端）、及图 22(A) ～图 22(C)（望远端）。同样，将关于实施例 4 的诸像差表示在图 23(A) ～图 23(C)（广角端）、及图 24(A) ～图 24(C)（望远端）。同样，将关于实施例 5 的诸像差表示在图 25(A) ～图 25(C)（广角端）、及图 26(A) ～图 26(C)（望远端）。同样，将关于实施例 6 的诸像差表示在图 27(A) ～图 27(C)（广角端）、及图 28(A) ～图 28(C)（望远端）。同样，将关于实施例 7 的诸像差表示在图 29(A) ～图 29(C)（广角端）、及图 30(A) ～图 30(C)（望远端）。

[0099] 从以上的各数值数据及各像差图可知，对各实施例，诸像差被良好地校正，可实现与以往的屈曲型变焦透镜相比能够谋求全长的短缩化的变焦透镜。

[0100] 另外，本发明不限于上述实施方式及各实施例，而可以种种变形实施。例如，各透镜成分的曲率半径、面间隔及折射率的值等，不限于在上述各数值实施例所示的值，可取其他的值。

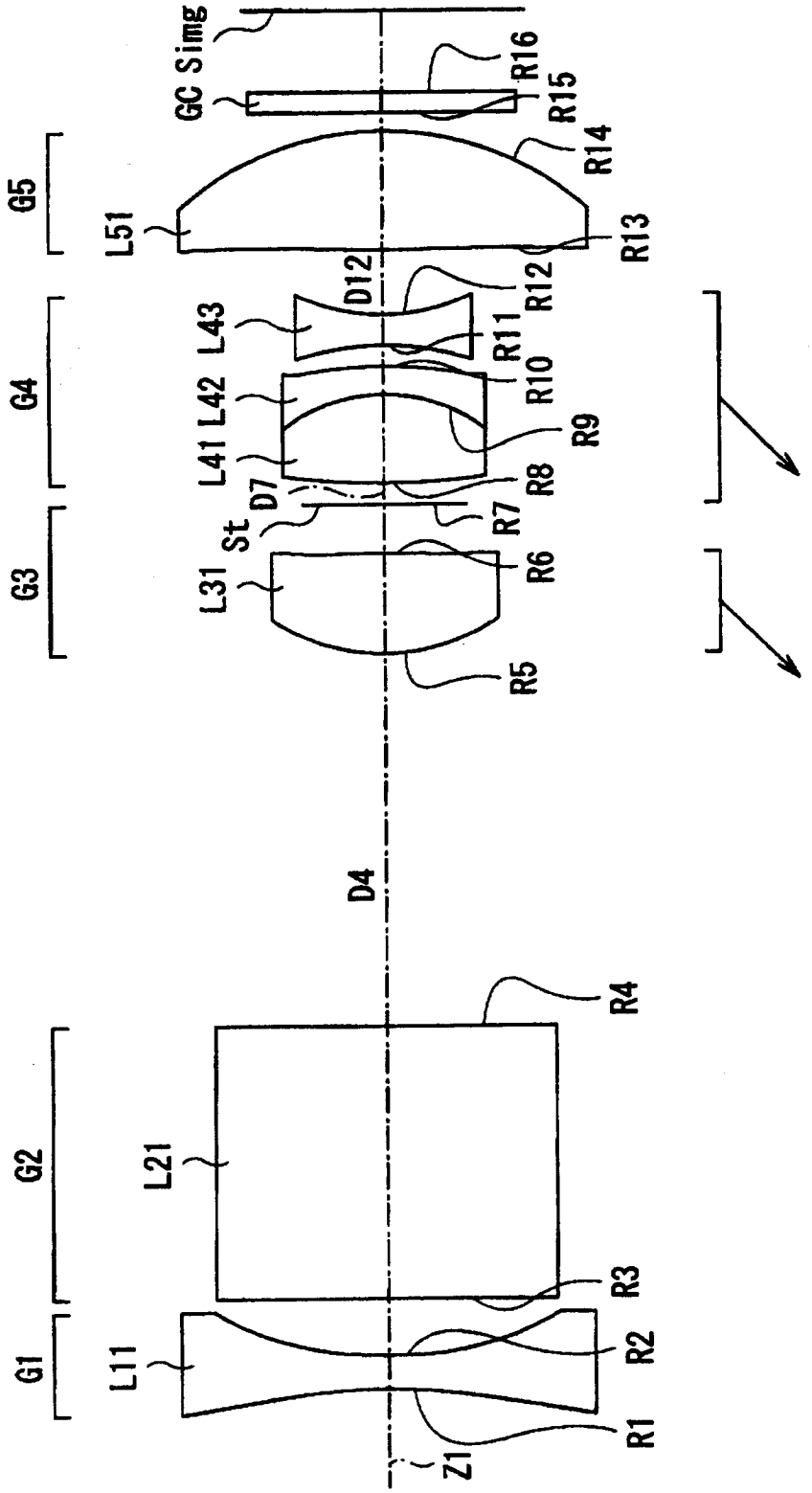

GC Simg
R16
R15
R14
G5
L51
R13
D12
R12
L43
R11
G4
L42
R10
L41
R9
D7
R8
St
R7
G3
L31
R6
R5
D4
R4
G2
L21
R3
G1
L11
R2
R1
Z1

图 1

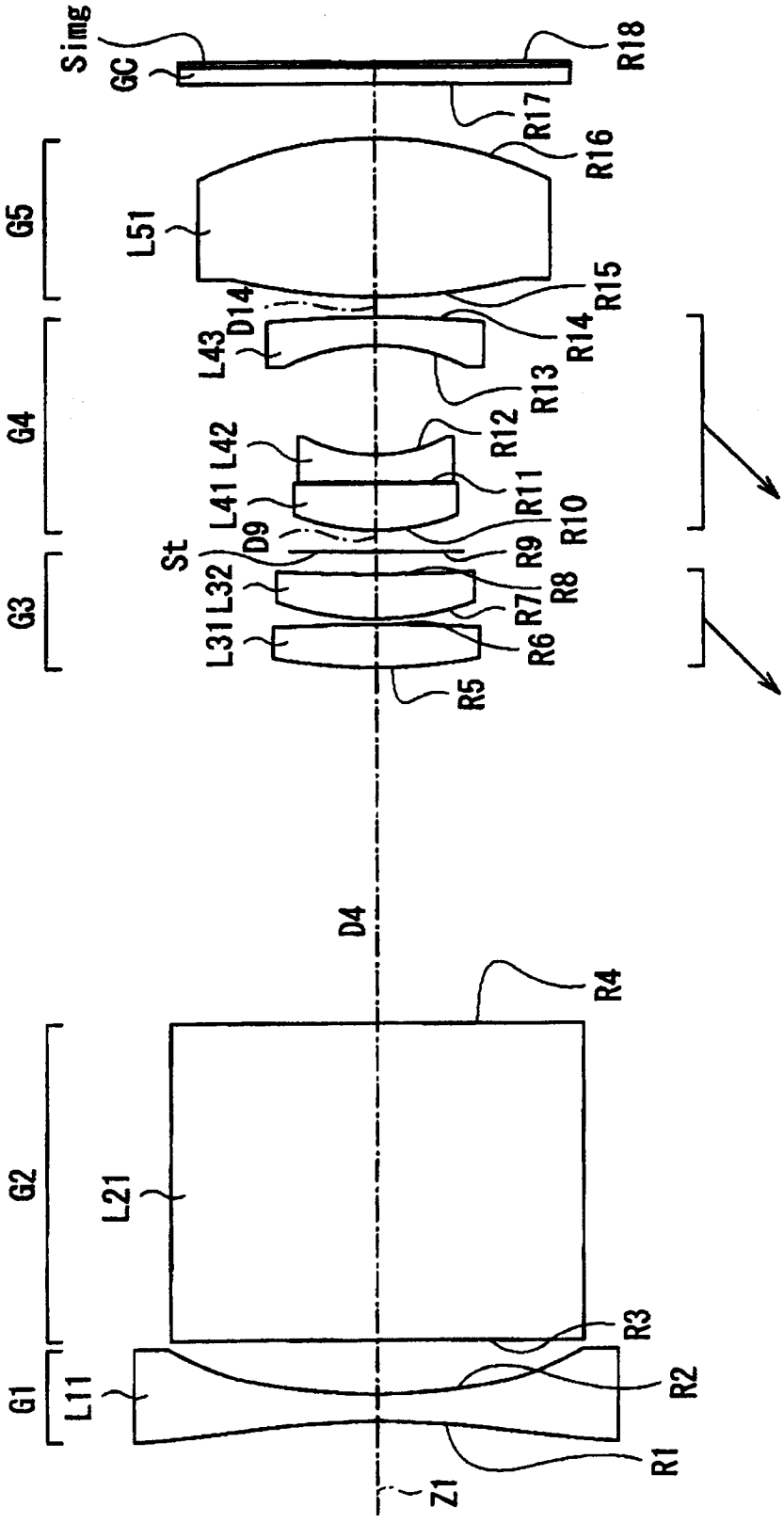

Simg
GC
R18
R17
R16
G5
L51
R15
D14
L43
R14
R13
G4
R12
L42
L41
R11
D9
R10
St
R9
L32
R8
G3
R7
L31
R6
R5
D4
R4
G2
L21
R3
G1
L11
R2
R1
Z1

图 2

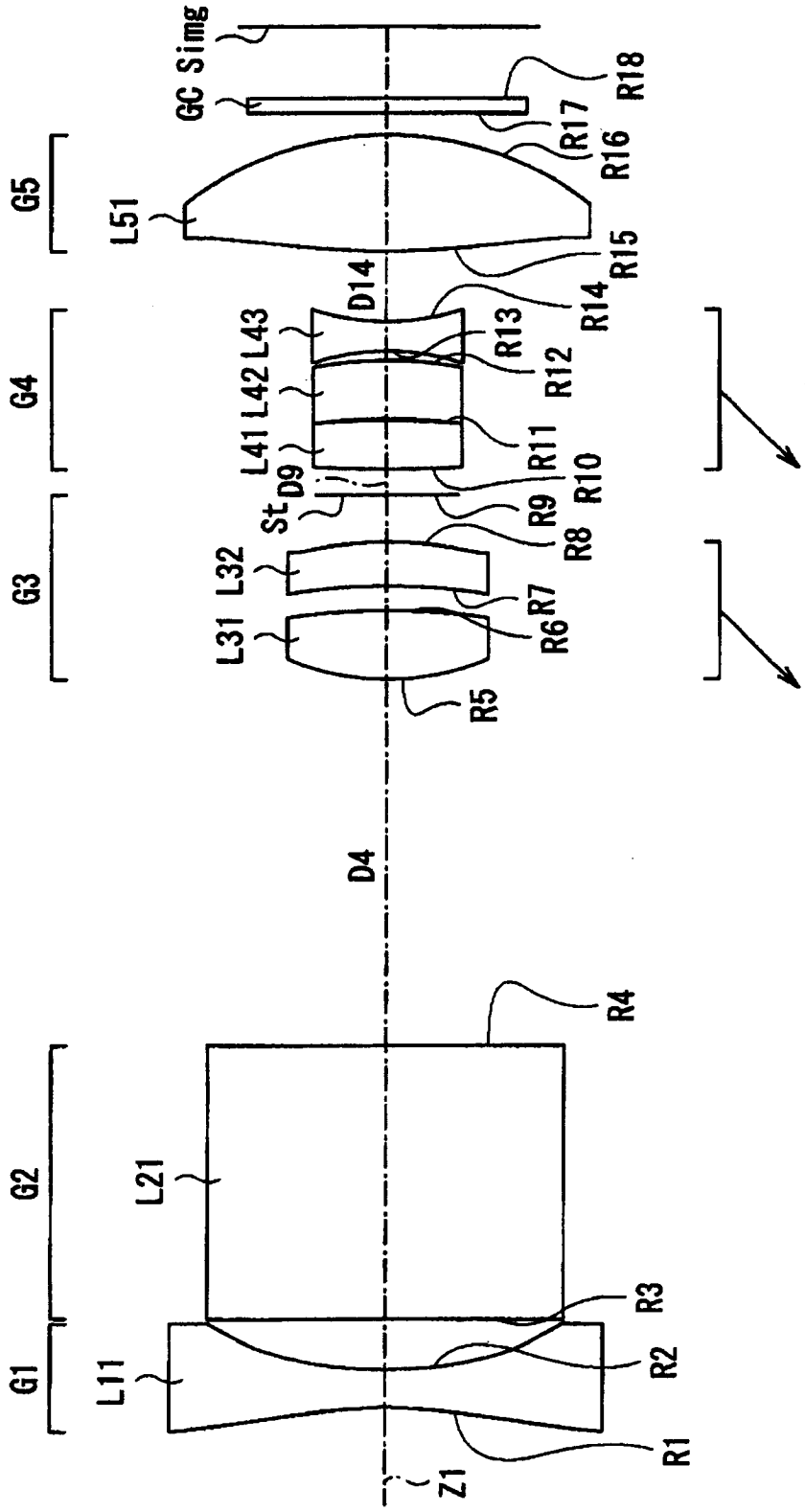

GC
Simg
R18
R17
R16
G5
L51
R15
D14
R14
L43
R13
G4
L42
R12
L41
R11
D9
R10
St
R9
R8
G3
L32
R7
L31
R6
R5
D4
R4
G2
L21
R3
G1
L11
R2
R1
Z1

图 3

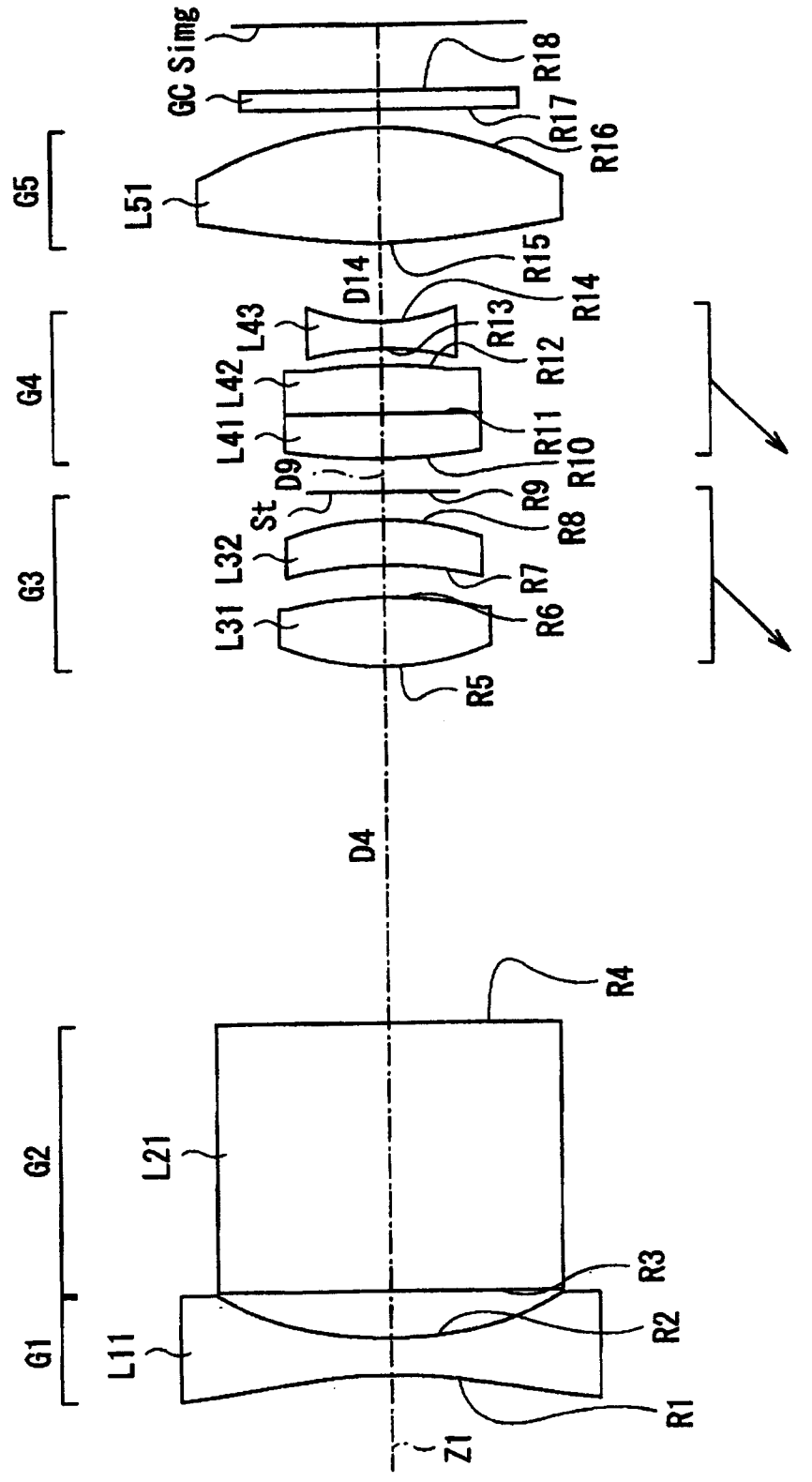

GC Simg
R18
R17
R16
G5
L51
R15
D14
R14
L43
R13
R12
G4
L42
L41
R11
D9
R10
R9
St
R8
L32
R7
G3
L31
R6
R5
D4
R4
G2
L21
R3
R2
G1
L11
R1
Z1

图 4

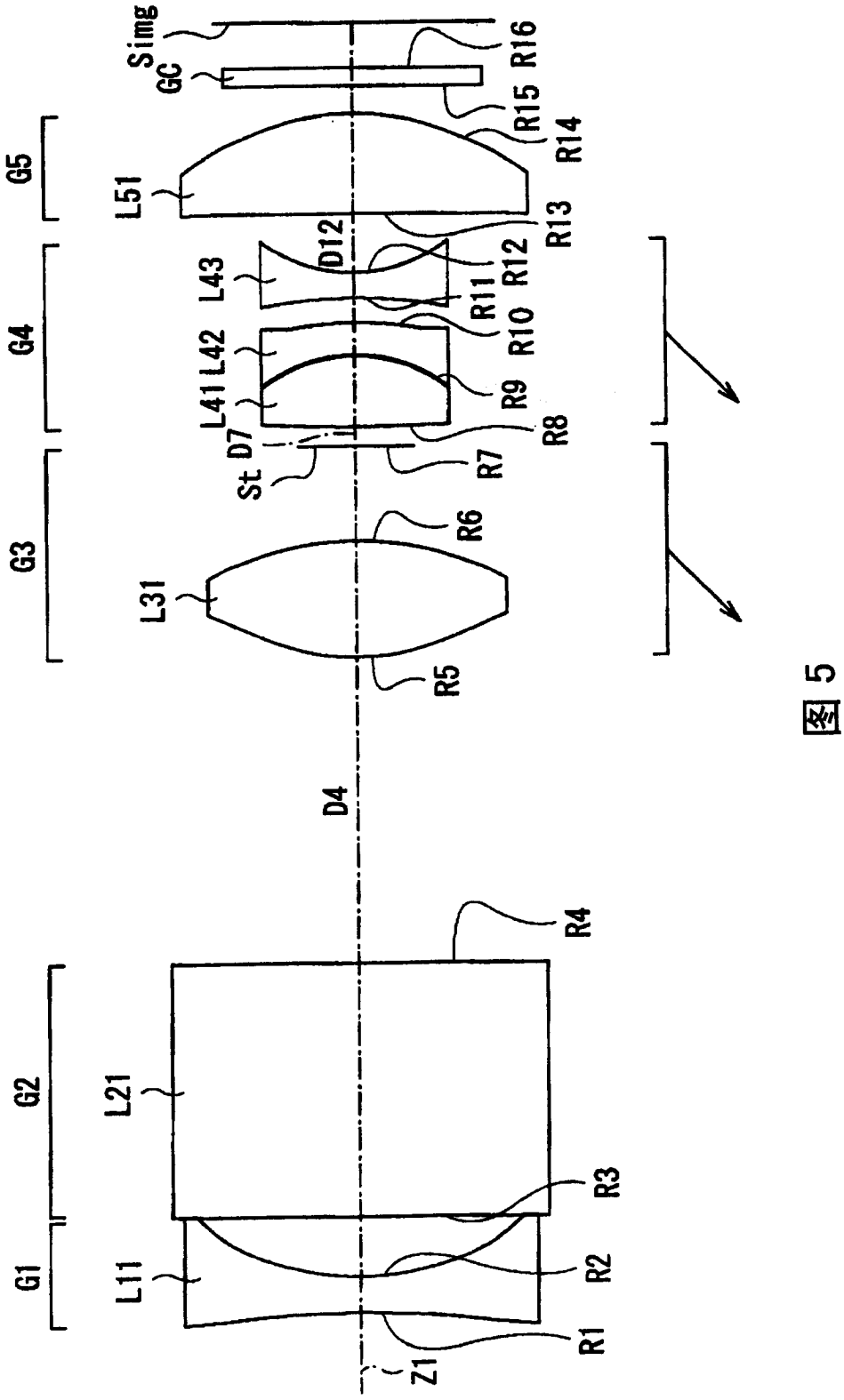

Simg
GC
R16
R15
R14
G5
L51
R13
D12
R12
L43
R11
R10
G4
L42
L41
R9
D7
R8
St
R7
G3
R6
L31
R5
D4
R4
G2
L21
R3
G1
L11
R2
R1
Z1

图 5

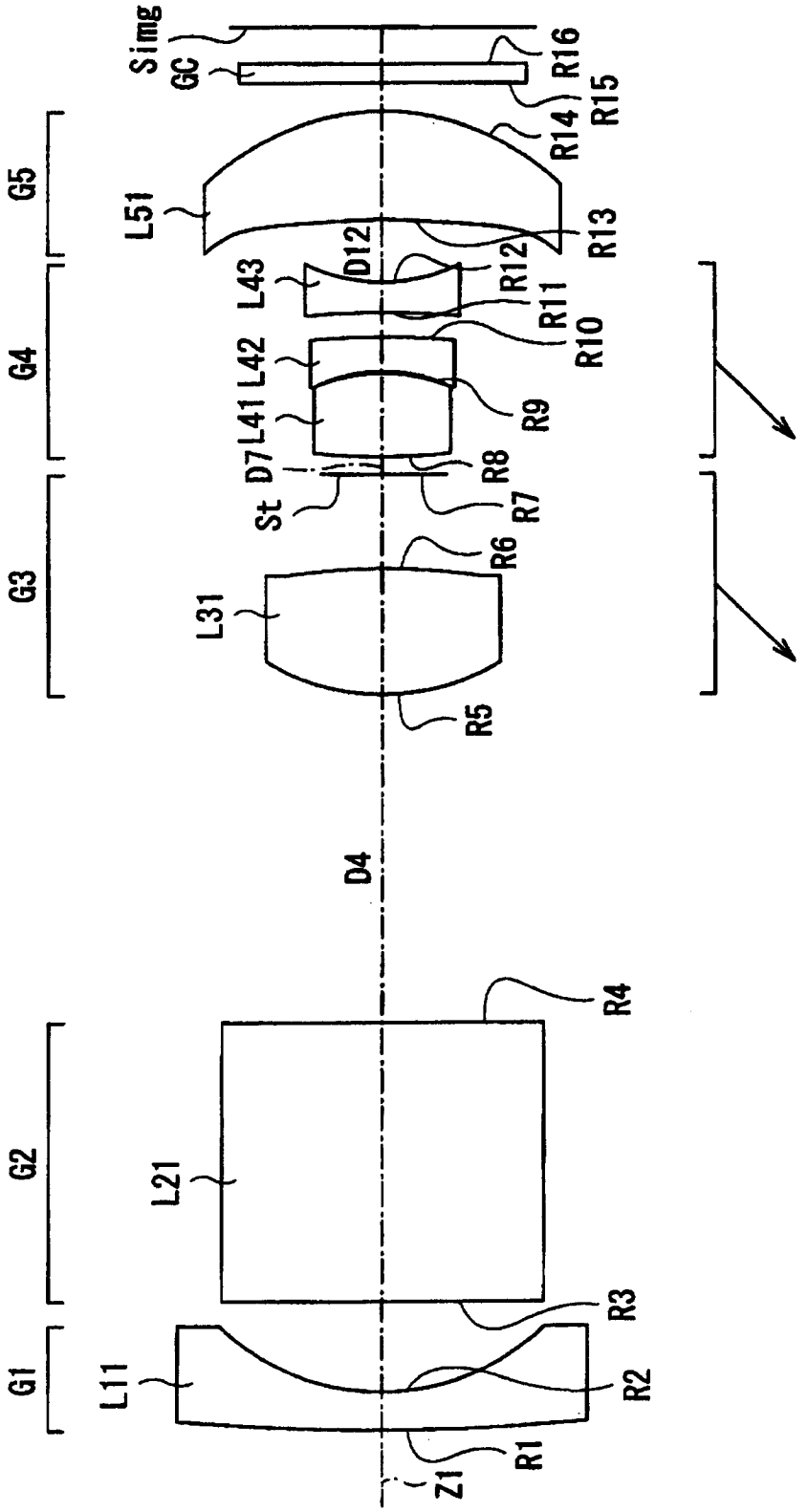

Simg
GC
R16
R15
R14
R13
R12
R11
R10
R9
R8
R7
R6
R5
R4
R3
R2
R1
L51
L43
L42
L41
L31
L21
L11
D12
D7
St
D4
Z1
G5
G4
G3
G2
G1

图 6

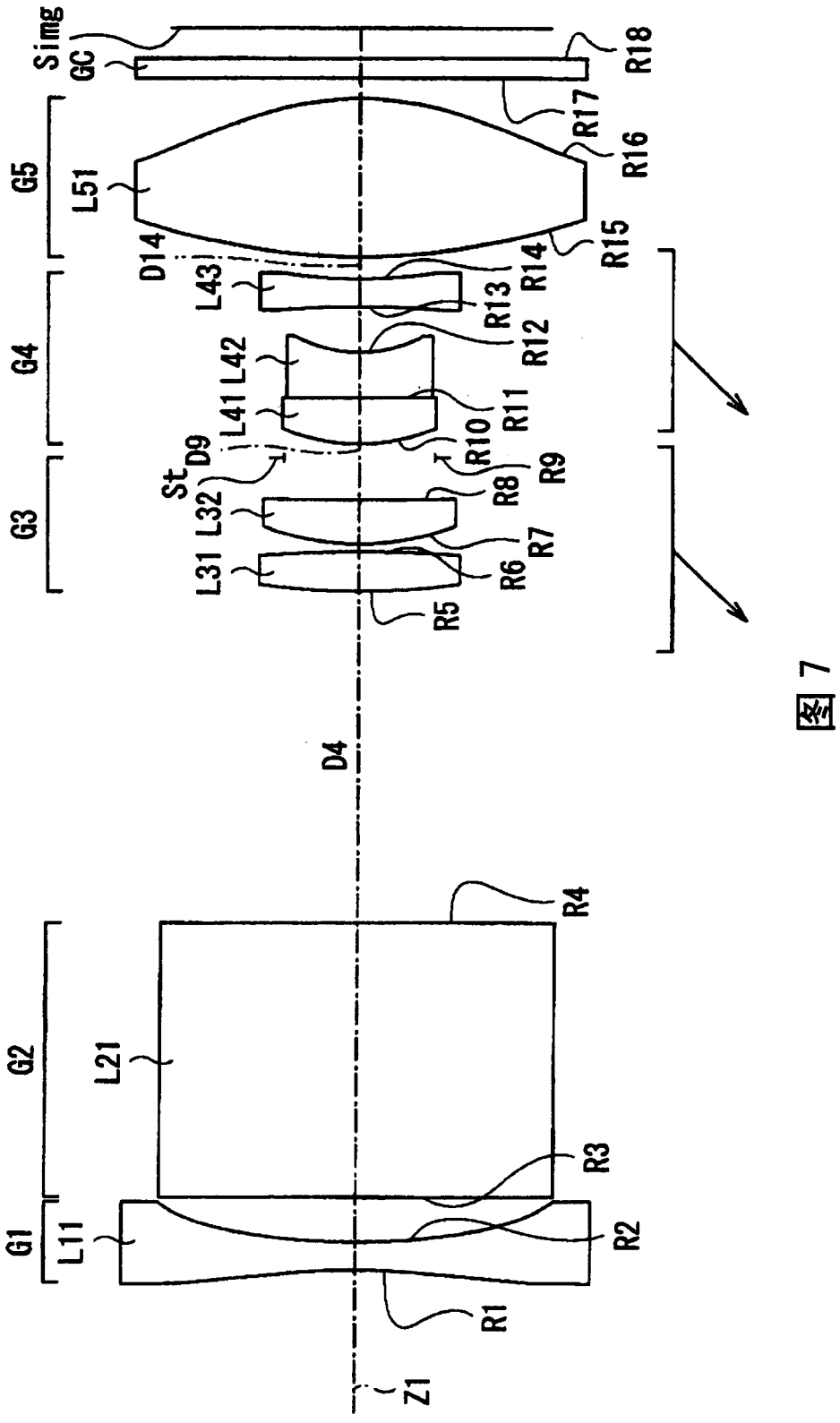

Simg
GC
R18
R17
R16
G5
L51
R15
D14
R14
L43
R13
R12
G4
L42
L41
R11
R10
D9
St
R9
R8
G3
L32
R7
L31
R6
R5
D4
R4
G2
L21
R3
G1
L11
R2
R1
Z1

图 7

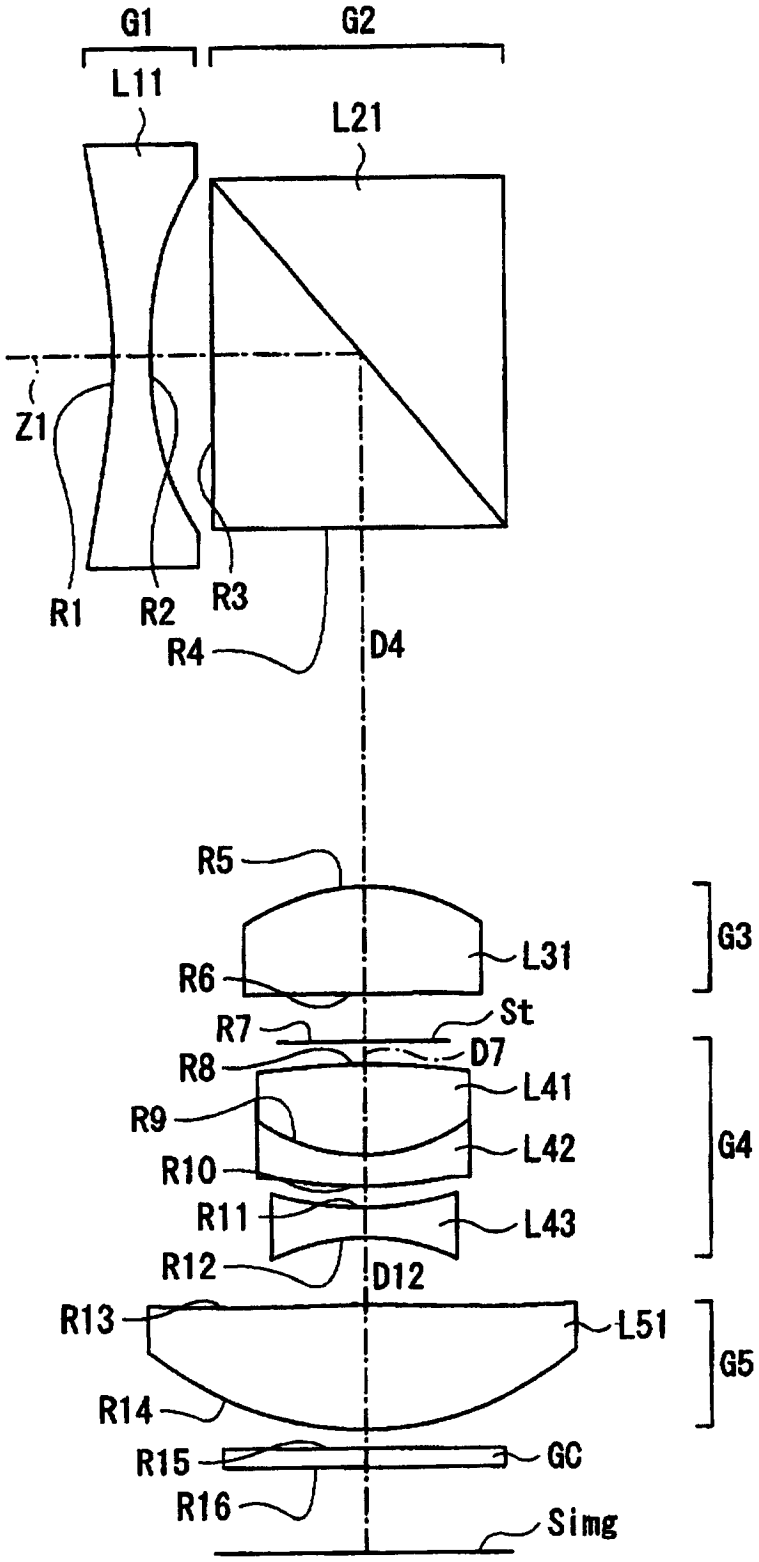

G1
G2
L11
L21
Z1
R1
R2
R3
R4
D4
R5
R6
L31
G3
R7
St
R8
D7
L41
R9
L42
R10
G4
R11
L43
R12
D12
R13
L51
G5
R14
R15
GC
R16
Simg

图 8

(A)

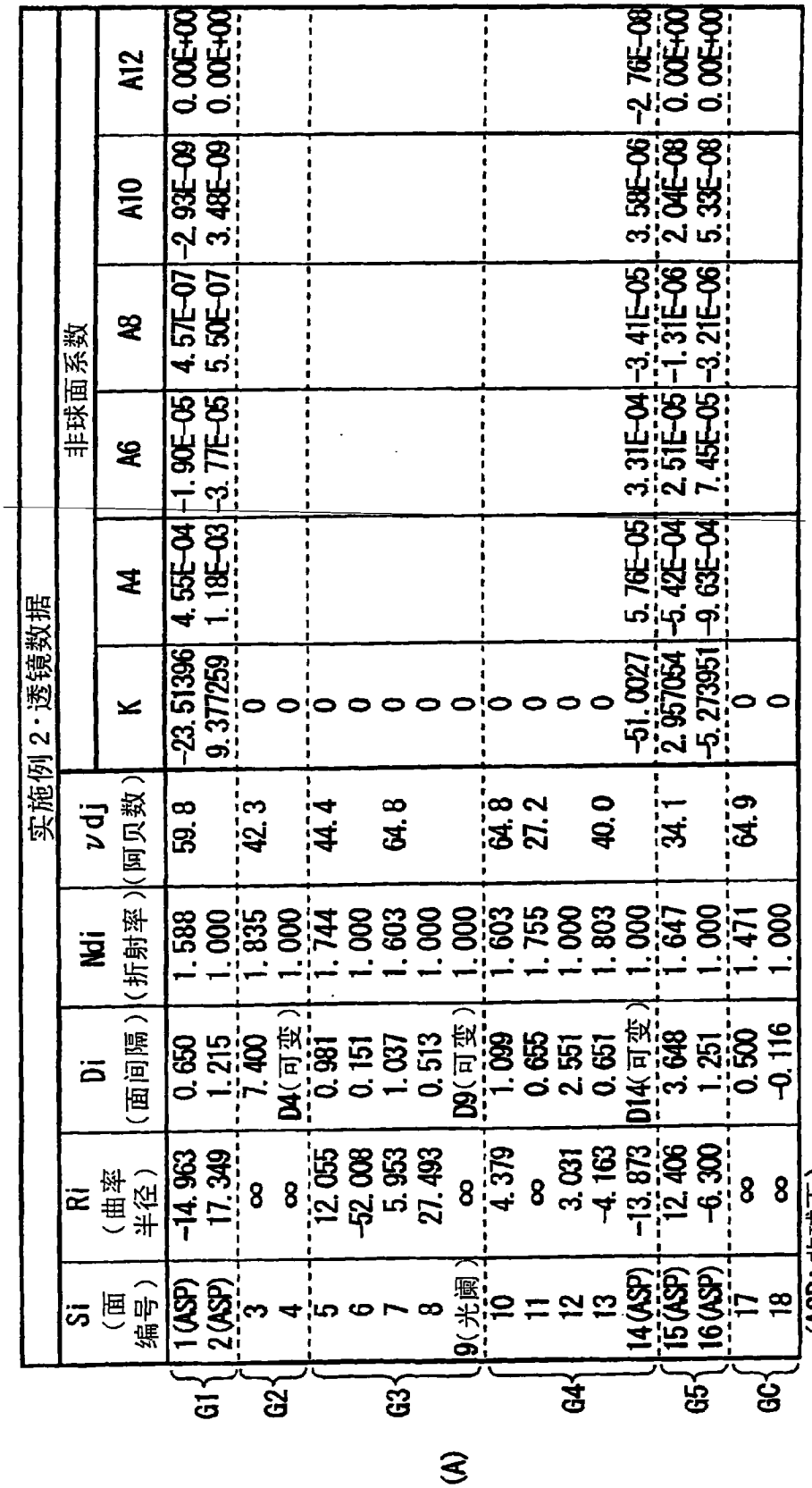
	实施例1·透镜数据									
	Si	Ri	Di	Ndi	νdj	非球面系数				
	(面编号)	(曲率半径)	(面间隔)	(折射率)	(阿贝数)	K	A4	A6	A8	A10
G1	1(ASP)	-10.248	0.750	1.469	77.8	0	1.52E-03	-2.29E-05	-8.45E-08	1.31E-08
	2(ASP)	8.667	1.181	1.000		0	1.30E-03	1.96E-05	-1.77E-06	1.03E-07
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4(可变)	1.000		0				
G3	5(ASP)	3.797	2.155	1.517	63.3	0	3.17E-05	3.29E-04	-5.61E-05	1.01E-05
	6(ASP)	-21.727	0.998	1.000		0	3.74E-03	7.73E-04	-2.07E-04	4.24E-05
	7(光阑)	∞	D7(可变)	1.000		0				
G4	8	13.848	1.873	1.716	53.9	0				
	9	-3.038	0.600	1.812	33.3	0				
	10	-8.330	0.433	1.000		0				
	11	-5.583	0.600	1.704	30.1	0				
	12	3.670	D12(可变)	1.000		0				
G5	13(ASP)	31.571	2.500	1.688	31.3	0	-1.81E-03	1.87E-04	-2.03E-05	7.51E-07
	14(ASP)	-5.310	0.400	1.000		0	-4.01E-04	2.44E-04	-2.13E-05	6.69E-07
GC	15	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	16	∞	1.713	1.000		0				

(ASP:非球面)

(B)

实施例1·可变面间隔数据		
面间隔	广角端	望远端
D4	7.894	0.599
D7	0.462	1.603
D12	1.378	7.531

图 9



(A)

实施例 2·透镜数据

	Si（面编号）	Ri（曲率半径）	Di（面间隔）	Ndi（折射率）	νdj（阿贝数）	非球面系数 K	A4	A6	A8	A10	A12
G1	1(ASP)	-14.963	0.650	1.588	59.8	-23.51396	4.55E-04	-1.90E-05	4.57E-07	-2.93E-09	0.00E+00
	2(ASP)	17.349	1.215	1.000		9.377259	1.18E-03	-3.77E-05	5.50E-07	3.48E-09	0.00E+00
G2	3	∞	7.400	1.835	42.3	0					
	4	∞	D4(可变)	1.000		0					
G3	5	12.055	0.981	1.744	44.4	0					
	6	-52.008	0.151	1.000		0					
	7	5.953	1.037	1.603	64.8	0					
	8	27.493	0.513	1.000		0					
	9(光阑)	∞	D9(可变)	1.000		0					
G4	10	4.379	1.009	1.603	64.8	0					
	11	∞	0.655	1.755	27.2	0					
	12	3.031	2.551	1.000		0					
	13	-4.163	0.651	1.803	40.0	0					
G5	14(ASP)	-13.873	D14(可变)	1.000		-51.0027	5.76E-05	3.31E-04	-3.41E-05	3.58E-06	-2.76E-08
	15(ASP)	12.406	3.648	1.647	34.1	2.957054	-5.42E-04	2.51E-05	-1.31E-06	2.04E-08	0.00E+00
	16(ASP)	-6.300	1.251	1.000		-5.273951	-9.63E-04	7.45E-05	-3.21E-06	5.33E-08	0.00E+00
GC	17	∞	0.500	1.471	64.9	0					
	18	∞	-0.116	1.000		0					

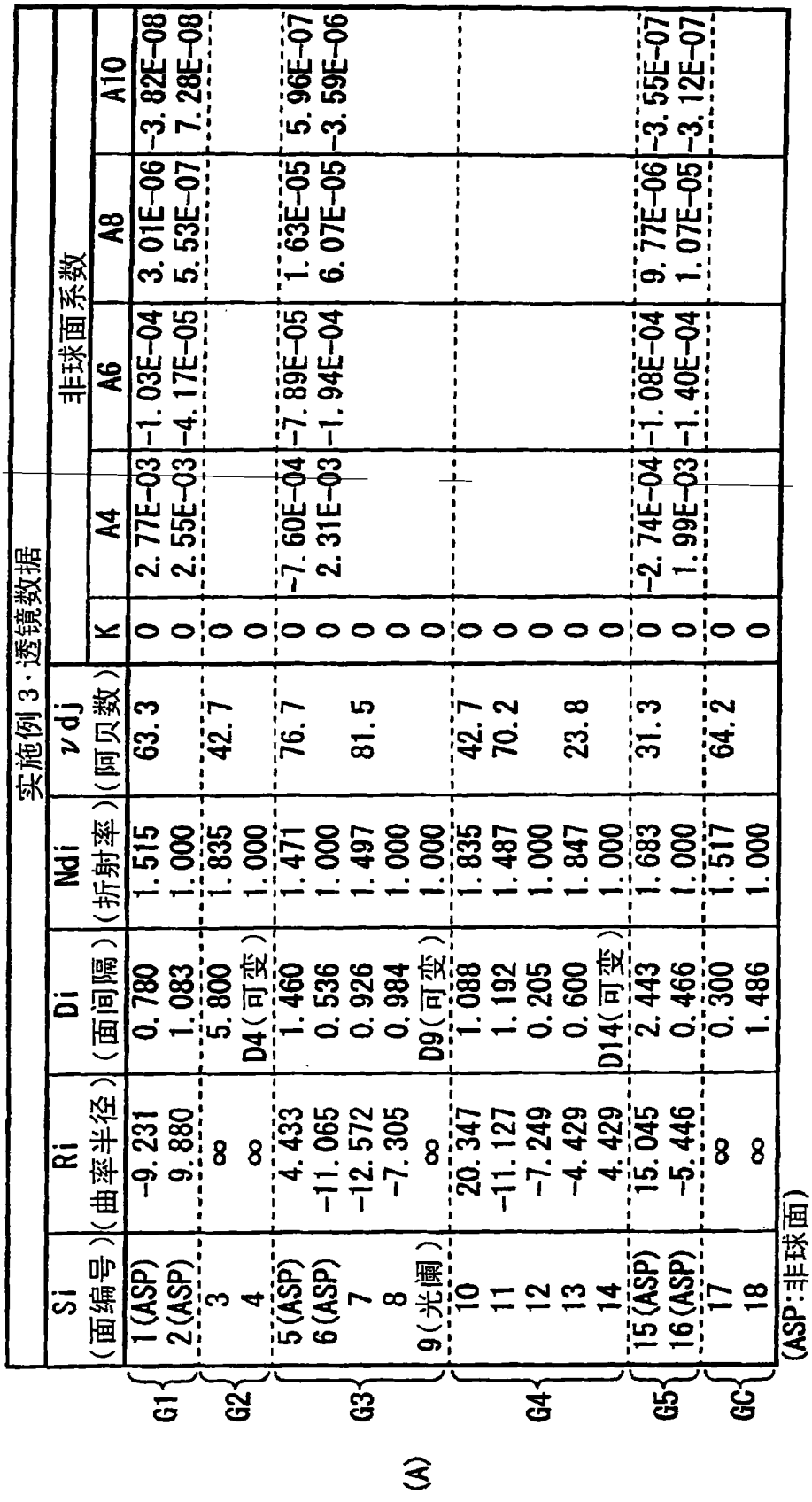
(ASP：非球面)

(B)

实施例 2·可变面间隔数据

面间隔	广角端	望远端
D4	8.325	0.203
D9	0.492	0.881
D14	0.472	8.204

图 10



(A)

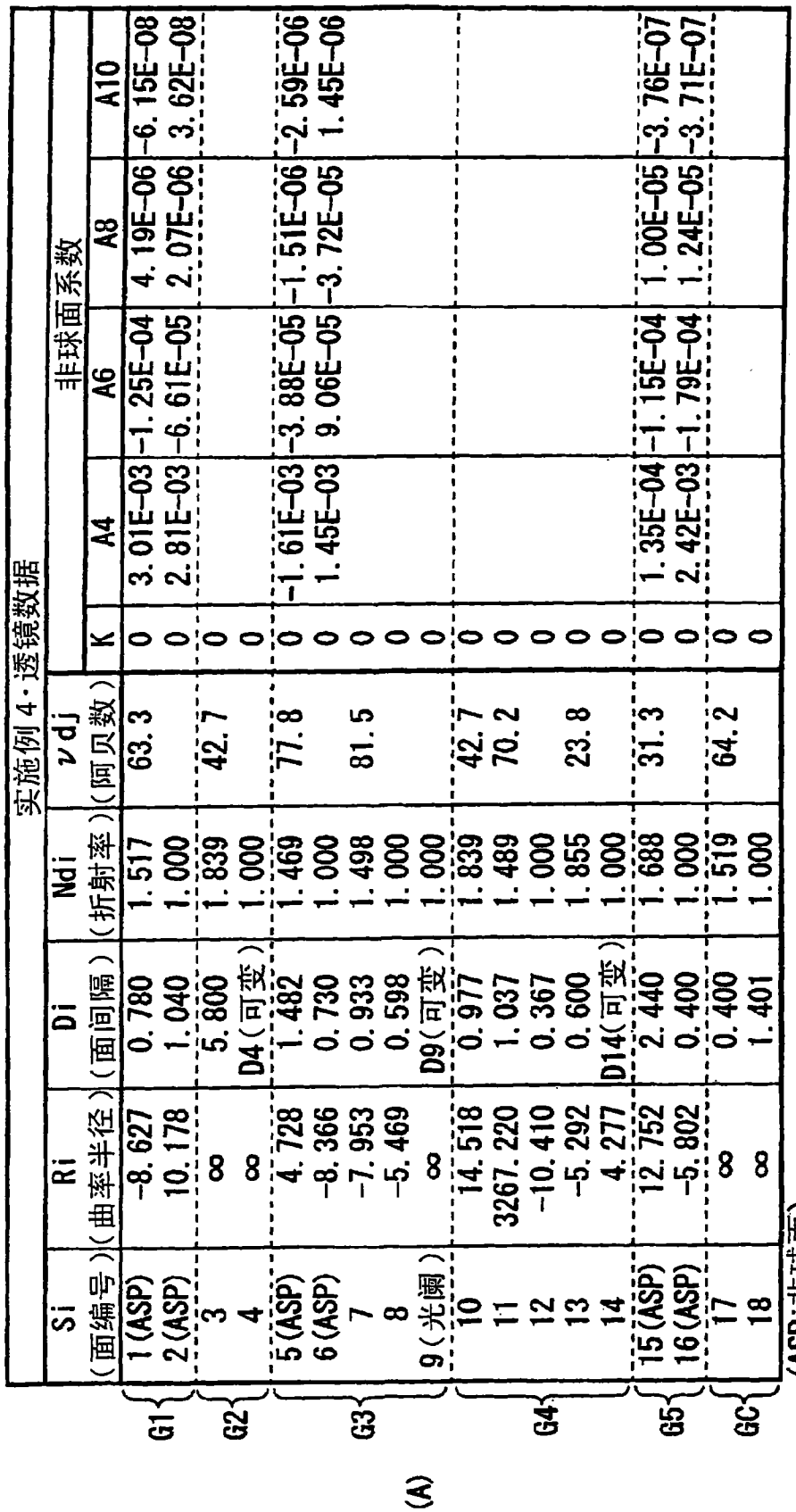
实施例3·透镜数据									
	Si（面编号）	Ri（曲率半径）	Di（面间隔）	Ndi（折射率）	νdj（阿贝数）	非球面系数 K	A4	A6	A8	A10
G1	1(ASP)	-9.231	0.780	1.515	63.3	0	2.77E-03	-1.03E-04	3.01E-06	-3.82E-08
	2(ASP)	9.880	1.083	1.000		0	2.55E-03	-4.17E-05	5.53E-07	7.28E-08
G2	3	∞	5.800	1.835	42.7	0				
	4	∞	D4(可变)	1.000		0				
G3	5(ASP)	4.433	1.460	1.471	76.7	0	-7.60E-04	-7.89E-05	1.63E-05	5.96E-07
	6(ASP)	-11.065	0.536	1.000		0	2.31E-03	-1.94E-04	6.07E-05	-3.59E-06
	7	-12.572	0.926	1.497	81.5	0				
	8	-7.305	0.984	1.000		0				
	9(光阑)	∞	D9(可变)	1.000		0				
G4	10	20.347	1.088	1.835	42.7	0				
	11	-11.127	1.192	1.487	70.2	0				
	12	-7.249	0.205	1.000		0				
	13	-4.429	0.600	1.847	23.8	0				
	14	4.429	D14(可变)	1.000		0				
G5	15(ASP)	15.045	2.443	1.683	31.3	0	-2.74E-04	-1.08E-04	9.77E-06	-3.55E-07
	16(ASP)	-5.446	0.466	1.000		0	1.99E-03	-1.40E-04	1.07E-05	-3.12E-07
GC	17	∞	0.300	1.517	64.2	0				
	18	∞	1.486	1.000		0				

(ASP:非球面)

(B)

实施例3·可变面间隔数据		
面间隔	广角端	望远端
D4	7.698	0.593
D9	0.533	1.731
D14	1.471	7.377

图 11



(A)

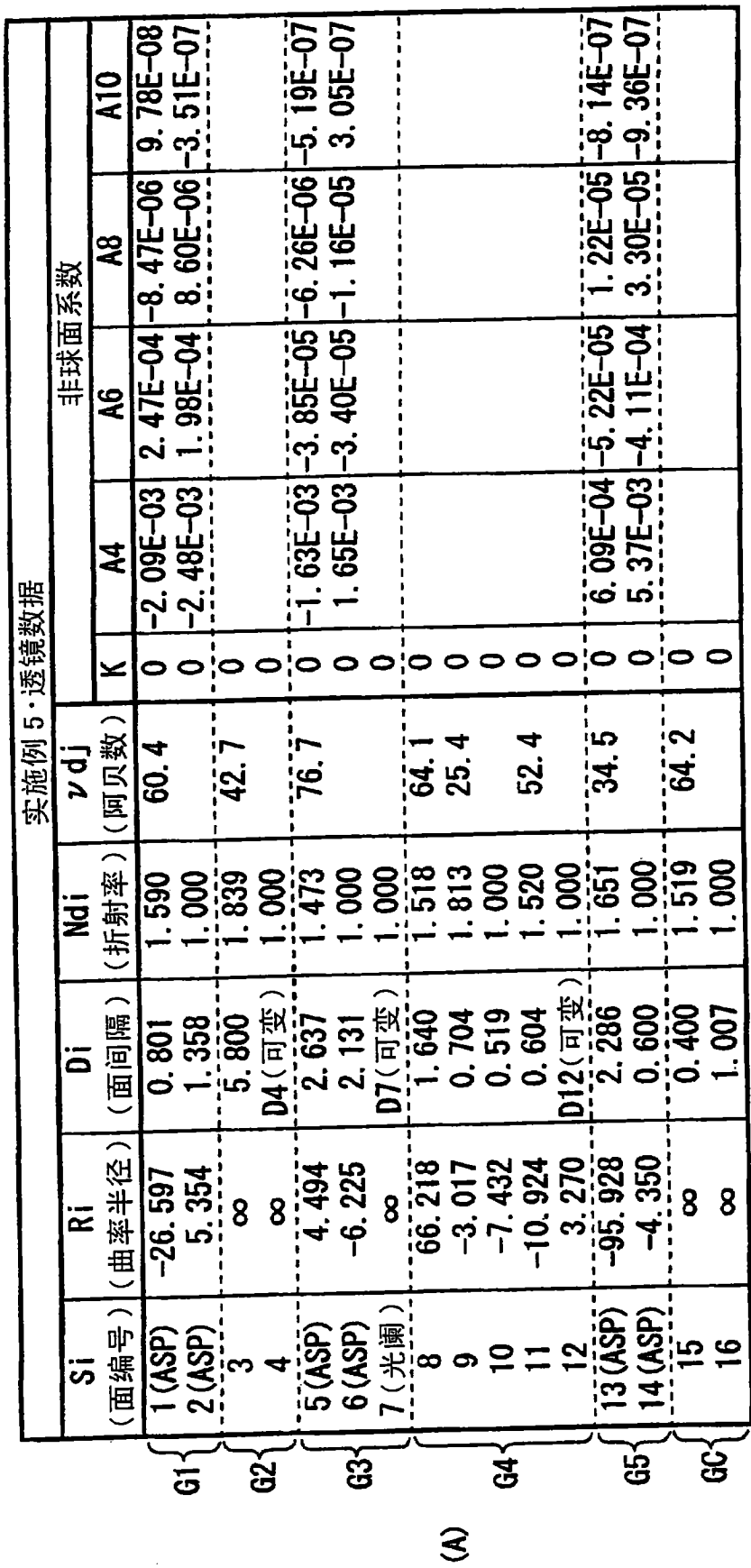
实施例4·透镜数据										
	Si	Ri	Di	Ndi	νdj	非球面系数				
	(面编号)	(曲率半径)	(面间隔)	(折射率)	(阿贝数)	K	A4	A6	A8	A10
G1	1(ASP)	-8.627	0.780	1.517	63.3	0	3.01E-03	-1.25E-04	4.19E-06	-6.15E-08
	2(ASP)	10.178	1.040	1.000		0	2.81E-03	-6.61E-05	2.07E-06	3.62E-08
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4(可变)	1.000		0				
G3	5(ASP)	4.728	1.482	1.469	77.8	0	-1.61E-03	-3.88E-05	-1.51E-06	-2.59E-06
	6(ASP)	-8.366	0.730	1.000		0	1.45E-03	9.06E-05	-3.72E-05	1.45E-06
	7	-7.953	0.933	1.498	81.5	0				
	8	-5.469	0.598	1.000		0				
	9(光阑)	∞	D9(可变)	1.000		0				
G4	10	14.518	0.977	1.839	42.7	0				
	11	3267.220	1.037	1.489	70.2	0				
	12	-10.410	0.367	1.000		0				
	13	-5.292	0.600	1.855	23.8	0				
	14	4.277	D14(可变)	1.000		0				
G5	15(ASP)	12.752	2.440	1.688	31.3	0	1.35E-04	-1.15E-04	1.00E-05	-3.76E-07
	16(ASP)	-5.802	0.400	1.000		0	2.42E-03	-1.79E-04	1.24E-05	-3.71E-07
GC	17	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	18	∞	1.401	1.000		0				

(ASP:非球面)

(B)

实施例4·可变面间隔数据		
面间隔	广角端	望远端
D4	7.702	0.602
D9	0.728	1.892
D14	1.694	7.631

图 12



(A)

实施例5·透镜数据

	Si（面编号）	Ri（曲率半径）	Di（面间隔）	Ndi（折射率）	νdj（阿贝数）	非球面系数 K	A4	A6	A8	A10
G1	1(ASP)	-26.597	0.801	1.590	60.4	0	-2.09E-03	2.47E-04	-8.47E-06	9.78E-08
	2(ASP)	5.354	1.358	1.000		0	-2.48E-03	1.98E-04	8.60E-06	-3.51E-07
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4(可变)	1.000		0				
G3	5(ASP)	4.494	2.637	1.473	76.7	0	-1.63E-03	-3.85E-05	-6.26E-06	-5.19E-07
	6(ASP)	-6.225	2.131	1.000		0	1.65E-03	-3.40E-05	-1.16E-05	3.05E-07
	7(光阑)	∞	D7(可变)	1.000		0				
G4	8	66.218	1.640	1.518	64.1	0				
	9	-3.017	0.704	1.813	25.4	0				
	10	-7.432	0.519	1.000		0				
	11	-10.924	0.604	1.520	52.4	0				
	12	3.270	D12(可变)	1.000		0				
G5	13(ASP)	-95.928	2.286	1.651	34.5	0	6.09E-04	-5.22E-05	1.22E-05	-8.14E-07
	14(ASP)	-4.350	0.600	1.000		0	5.37E-03	-4.11E-04	3.30E-05	-9.36E-07
GC	15	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	16	∞	1.007	1.000		0				

(ASP：非球面)

(B)

实施例5·可变面间隔数据

面间隔	广角端	望远端
D4	6.895	0.434
D7	0.452	1.892
D12	1.300	6.321

图 13

(A)

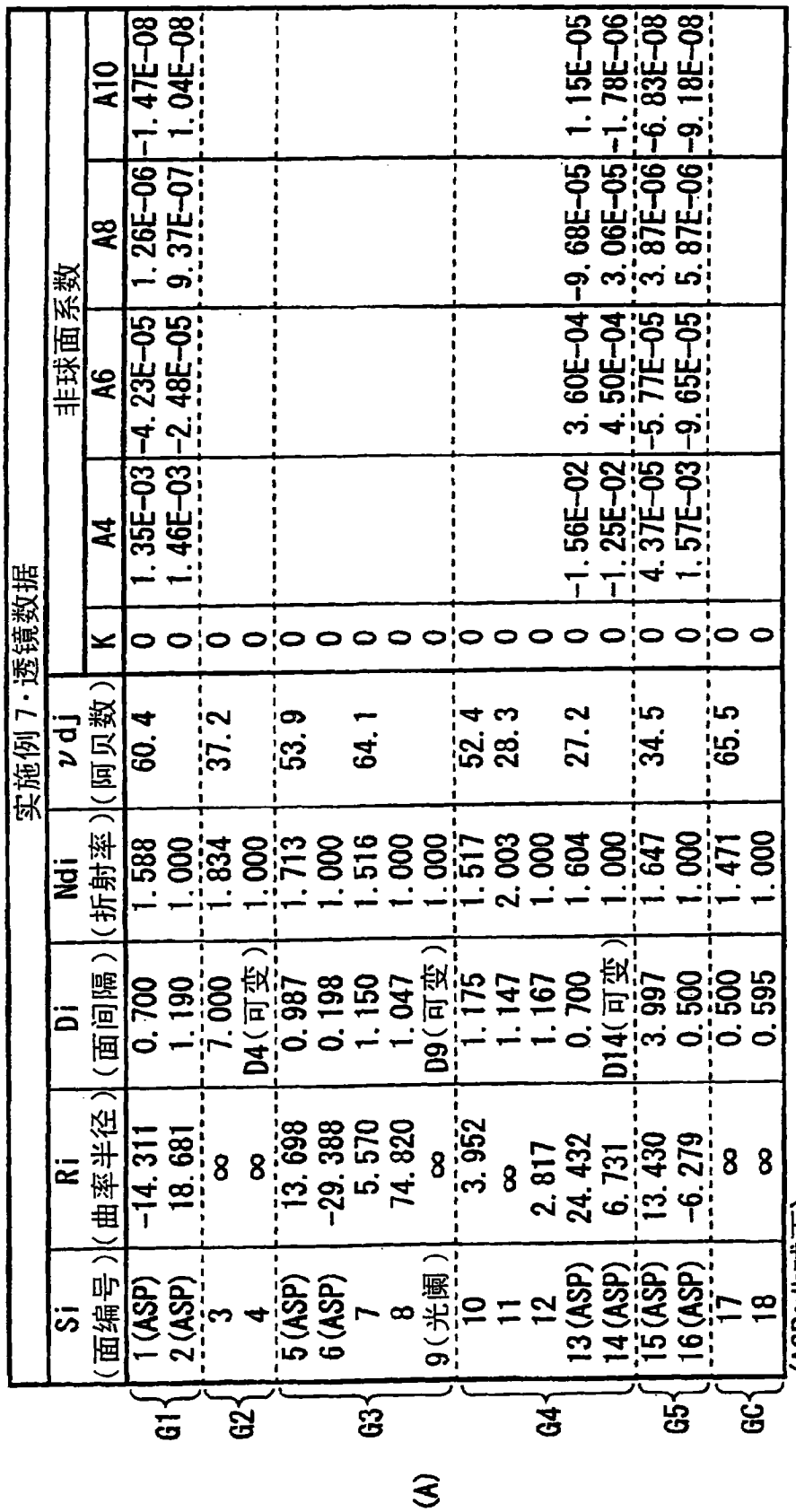
实施例6·透镜数据									
	Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndi (折射率)	νdj (阿贝数)	非球面系数 K	A4	A6	A8	A10
G1	1(ASP)	21.886	0.801	1.590	60.4	0	-2.98E-03	2.57E-04	-9.02E-06	1.27E-07
	2(ASP)	3.995	1.903	1.000		0	-4.20E-03	2.09E-04	3.25E-06	-5.60E-07
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4(可变)	1.000		0				
G3	5(ASP)	4.171	2.617	1.473	76.7	0	-1.72E-04	1.41E-04	-3.70E-05	5.64E-06
	6(ASP)	-9.842	1.960	1.000		0	3.10E-03	2.53E-05	-9.09E-06	9.97E-06
	7(光阑)	∞	D7(可变)	1.000		0				
G4	8	9.926	1.787	1.518	64.1	0				
	9	-3.018	0.717	1.672	33.1	0				
	10	-16.510	0.488	1.000		0				
	11	-17.326	0.617	1.534	48.8	0				
	12	3.247	D12(可变)	1.000		0				
G5	13(ASP)	-21.419	2.232	1.651	34.5	0	7.10E-04	-3.91E-04	3.96E-05	-2.46E-06
	14(ASP)	-4.139	0.600	1.000		0	6.26E-03	-6.92E-04	4.87E-05	-1.37E-06
GC	15	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	16	∞	0.718	1.000		0				

(ASP:非球面)

(B)

实施例6·可变面间隔数据		
面间隔	广角端	望远端
D4	6.875	0.352
D7	0.345	1.315
D12	1.300	6.854

图 14



(A)

实施例7·透镜数据										
	Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndi (折射率)	νdj (阿贝数)	非球面系数 K	A4	A6	A8	A10
G1	1(ASP)	-14.311	0.700	1.588	60.4	0	1.35E-03	-4.23E-05	1.26E-06	-1.47E-08
	2(ASP)	18.681	1.190	1.000		0	1.46E-03	-2.48E-05	9.37E-07	1.04E-08
G2	3	∞	7.000	1.834	37.2	0				
	4	∞	D4(可变)	1.000		0				
G3	5(ASP)	13.698	0.987	1.713	53.9	0				
	6(ASP)	-29.388	0.198	1.000		0				
	7	5.570	1.150	1.516	64.1	0				
	8	74.820	1.047	1.000		0				
	9(光阑)	∞	D9(可变)	1.000		0				
G4	10	3.952	1.175	1.517	52.4	0				
	11	∞	1.147	2.003	28.3	0				
	12	2.817	1.167	1.000		0				
	13(ASP)	24.432	0.700	1.604	27.2	0	-1.56E-02	3.60E-04	-9.68E-05	1.15E-05
	14(ASP)	6.731	D14(可变)	1.000		0	-1.25E-02	4.50E-04	3.06E-05	-1.78E-06
G5	15(ASP)	13.430	3.997	1.647	34.5	0	4.37E-05	-5.77E-05	3.87E-06	-6.83E-08
	16(ASP)	-6.279	0.500	1.000		0	1.57E-03	-9.65E-05	5.87E-06	-9.18E-08
GC	17	∞	0.500	1.471	65.5	0				
	18	∞	0.595	1.000		0				

(ASP:非球面)

(B)

实施例7·可变面间隔数据		
面间隔	广角端	望远端
D4	8.470	0.350
D9	0.354	0.760
D14	0.536	8.251

图 15

与条件式相关的值					
	fw	ft	(1) f3/f4	(2) DA/fw	(3) ν G3
实施例 1	5	13.7	-1.08	2.49	63.3
实施例 2	6.44	17.8	-1.37	2.33	54.6
实施例 3	4.84	13.3	-1.3	2.55	79.1
实施例 4	4.86	13.4	-1.34	2.53	79.6
实施例 5	4.8	13.3	-1.13	2.60	76.7
实施例 6	4.89	13.56	-0.89	2.64	76.7
实施例 7	6.57	18.2	-1.48	2.19	59.0

图 16

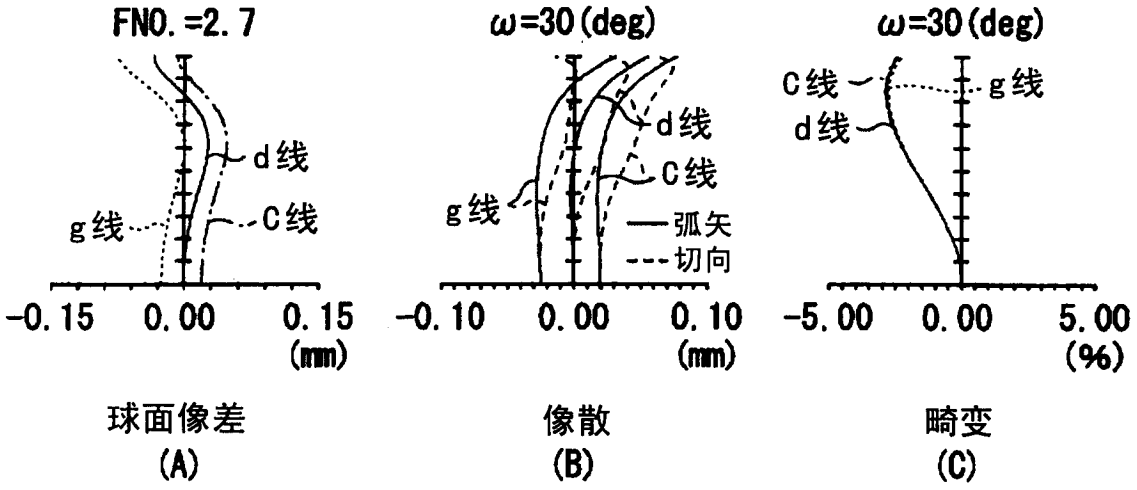


图 17

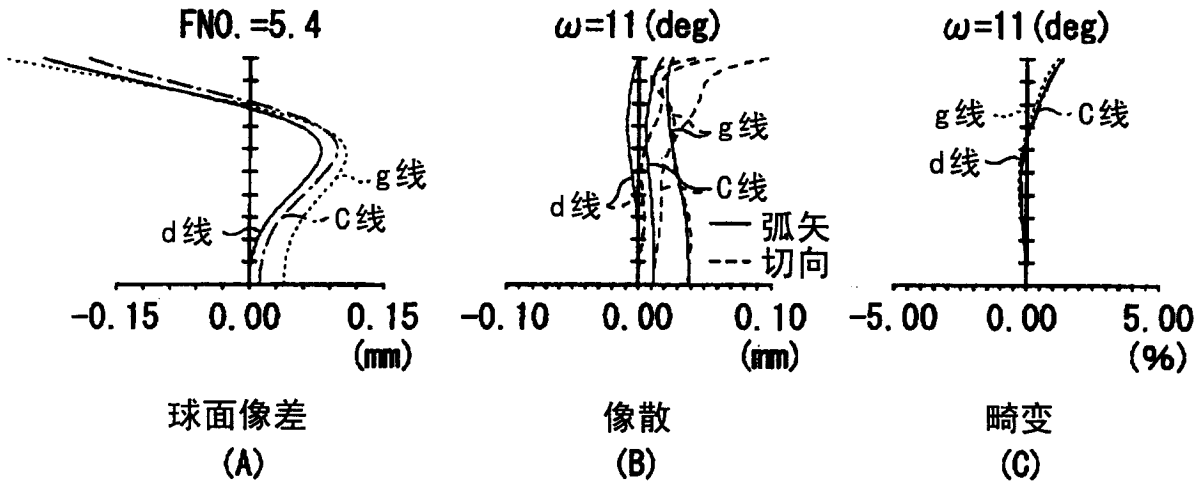

FNO.=5.4
g线
d线
C线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=11(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=11(deg)
g线
C线
d线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 18

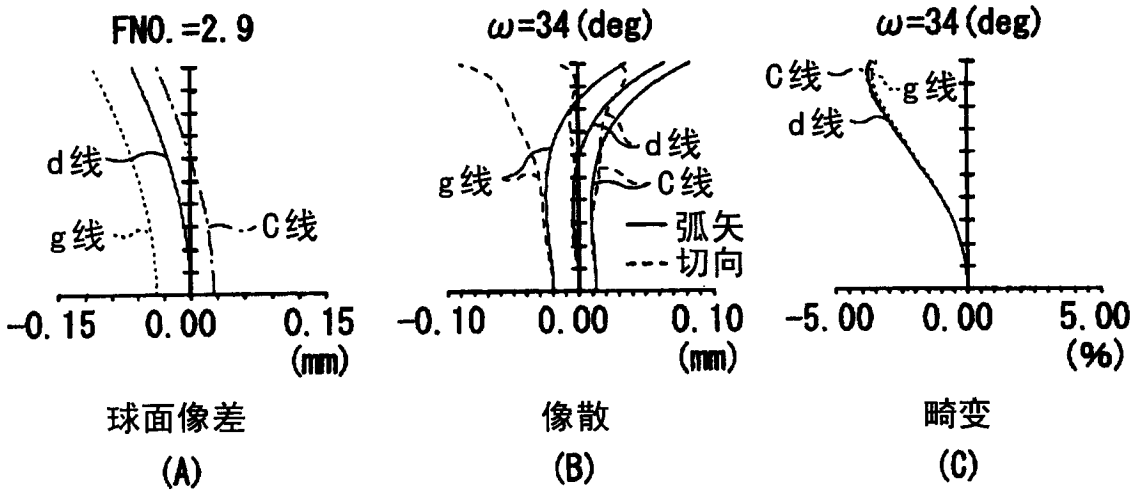

FNO.=2.9
d线
g线
C线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=34(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=34(deg)
C线
g线
d线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 19

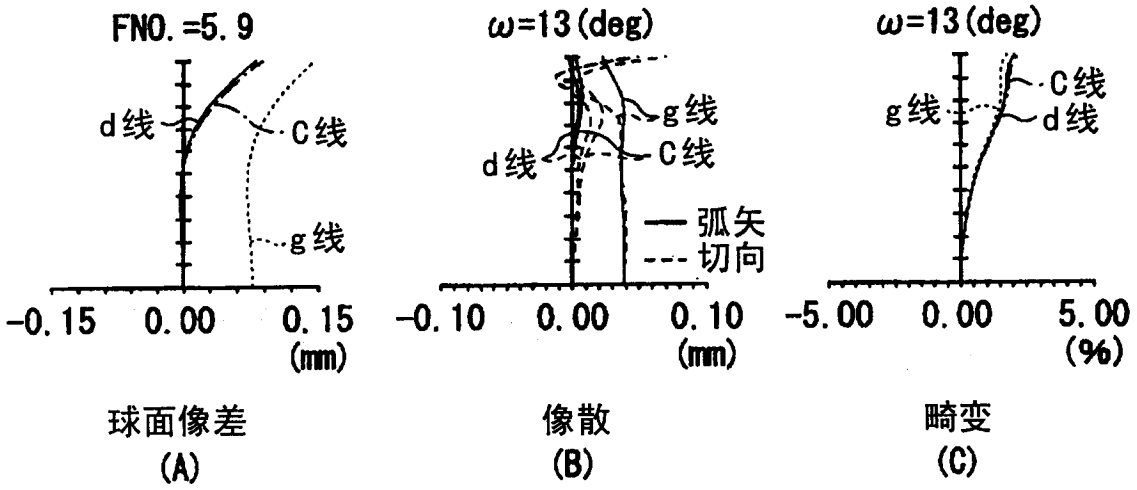

FNO. =5. 9
d线
C线
g线
-0. 15
0. 00
0. 15
(mm)
球面像差
(A)
ω=13(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0. 10
0. 00
0. 10
(mm)
像散
(B)
ω=13(deg)
g线
C线
d线
-5. 00
0. 00
5. 00
(%)
畸变
(C)

图 20

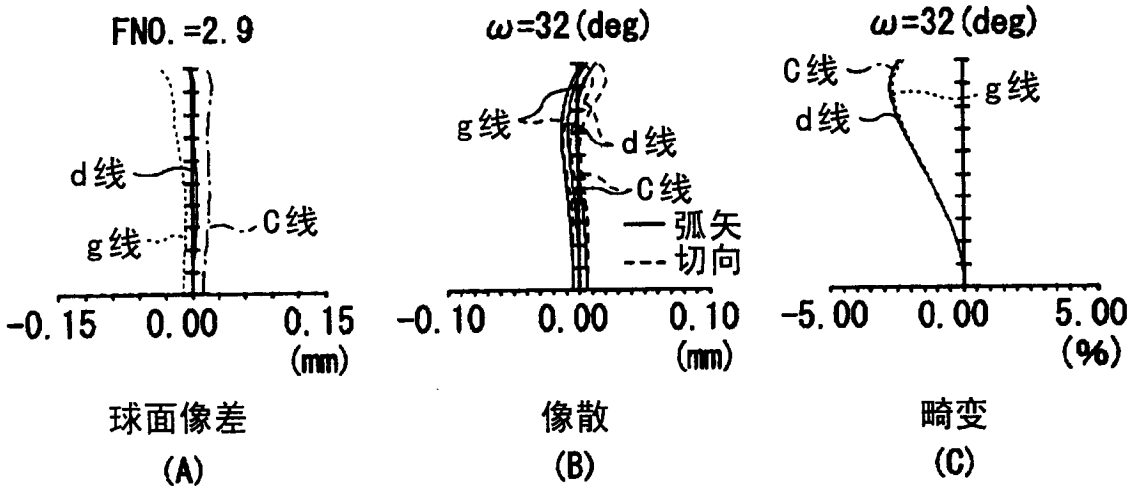

FNO. =2. 9
d线
g线
C线
-0. 15
0. 00
0. 15
(mm)
球面像差
(A)
ω=32(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0. 10
0. 00
0. 10
(mm)
像散
(B)
ω=32(deg)
C线
d线
g线
-5. 00
0. 00
5. 00
(%)
畸变
(C)

图 21

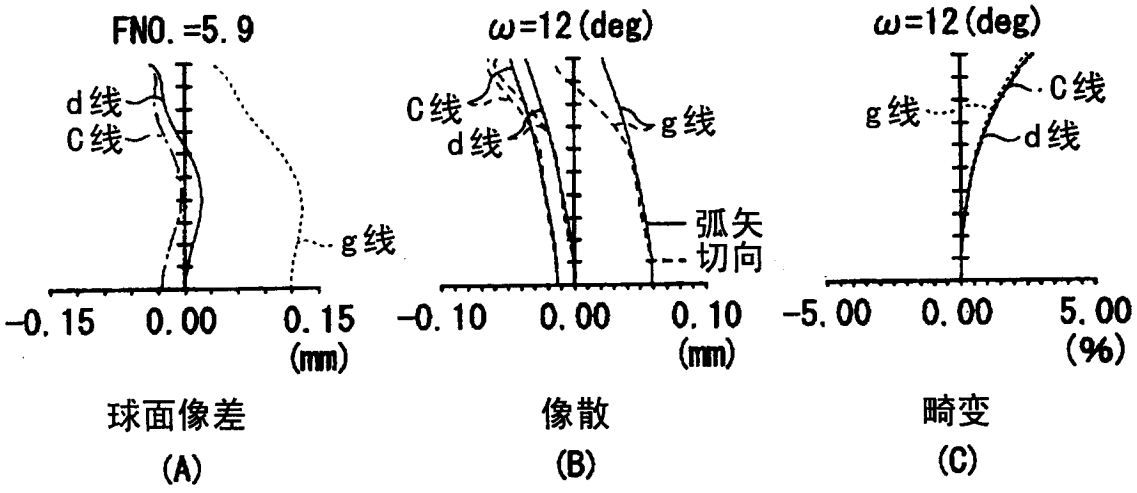

FNO.=5.9
d线
C线
g线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=12(deg)
C线
d线
g线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=12(deg)
g线
C线
d线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 22

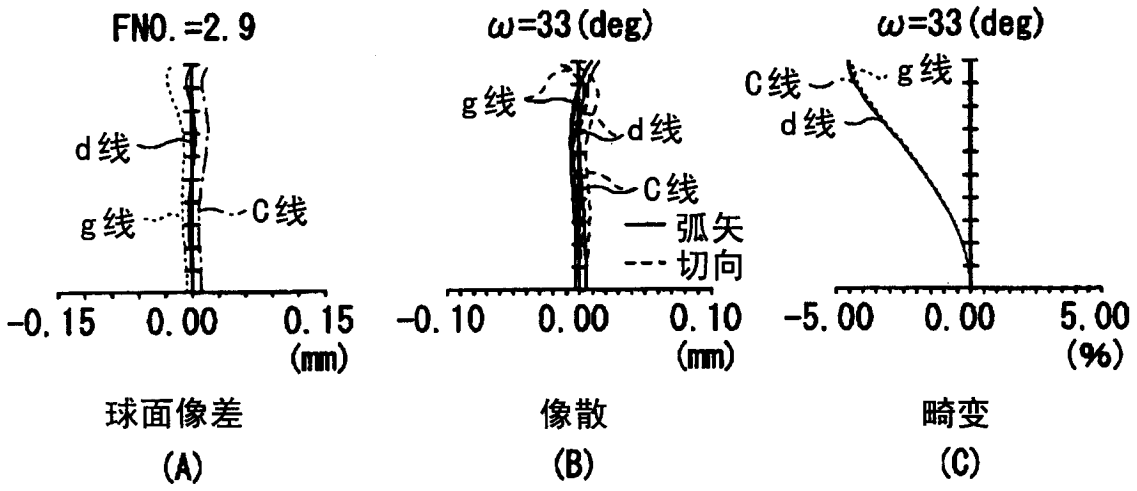

FNO.=2.9
d线
g线
C线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=33(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=33(deg)
C线
d线
g线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 23

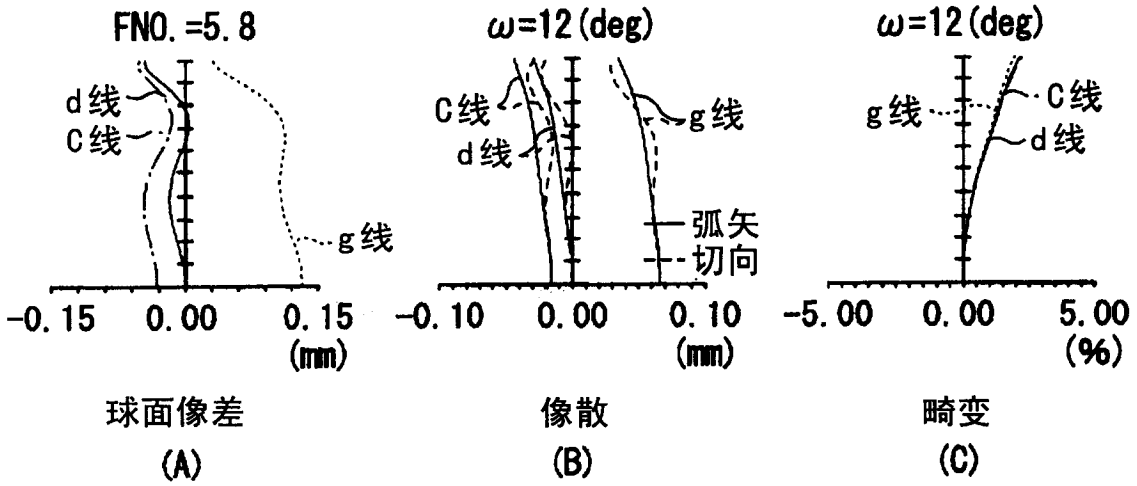

FNO.=5.8
d线
C线
g线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=12(deg)
C线
d线
g线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=12(deg)
g线
C线
d线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 24

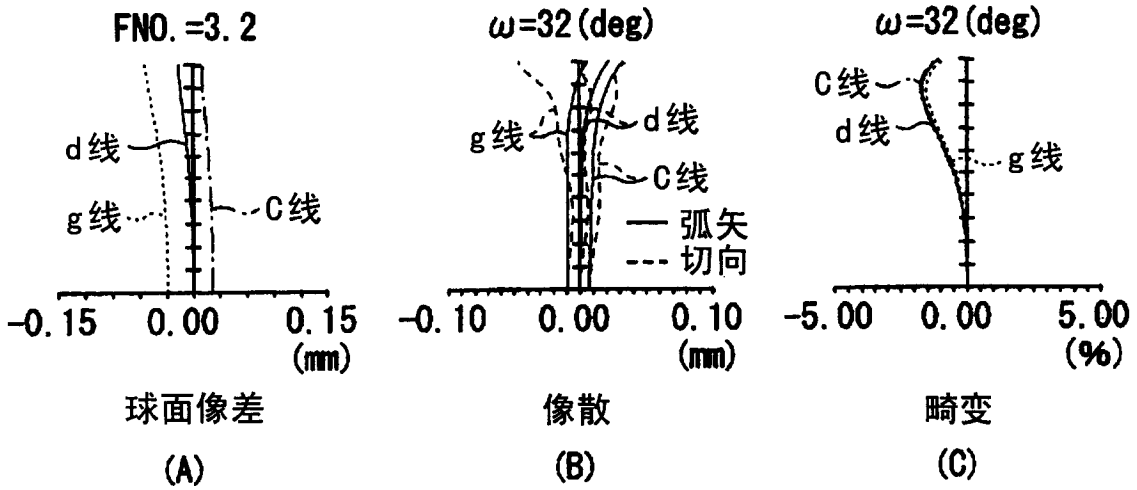

FNO.=3.2
d线
g线
C线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=32(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=32(deg)
C线
d线
g线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 25

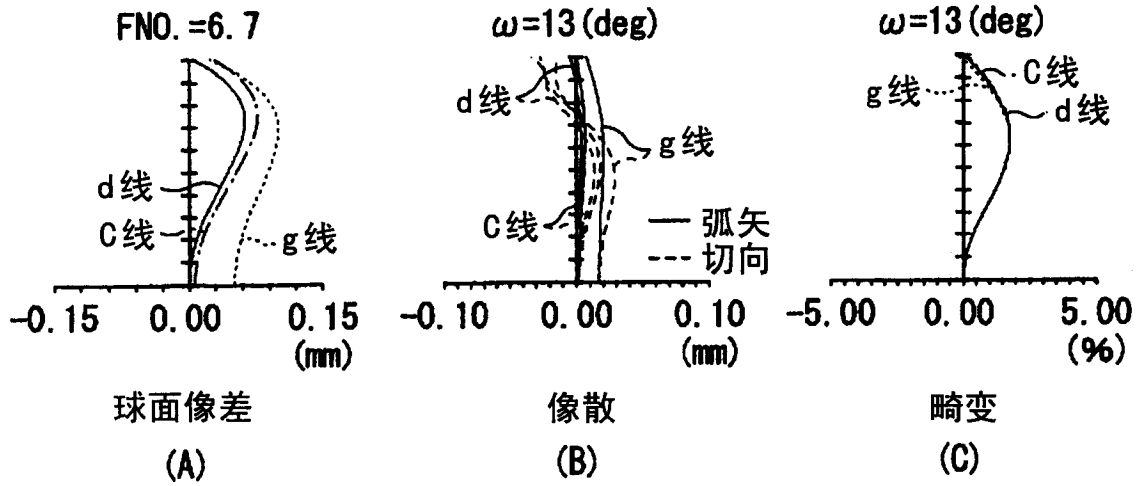

FNO.=6.7
d线
C线
g线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=13(deg)
d线
g线
C线
— 弧矢
--- 切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=13(deg)
g线
C线
d线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 26

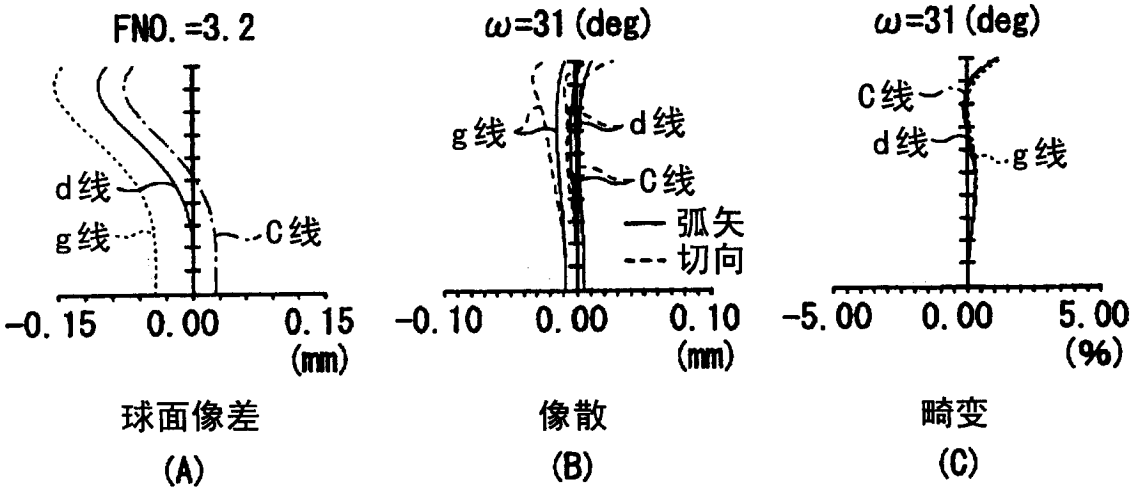

FNO.=3.2
d线
g线
C线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=31(deg)
g线
d线
C线
— 弧矢
--- 切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=31(deg)
C线
d线
g线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 27

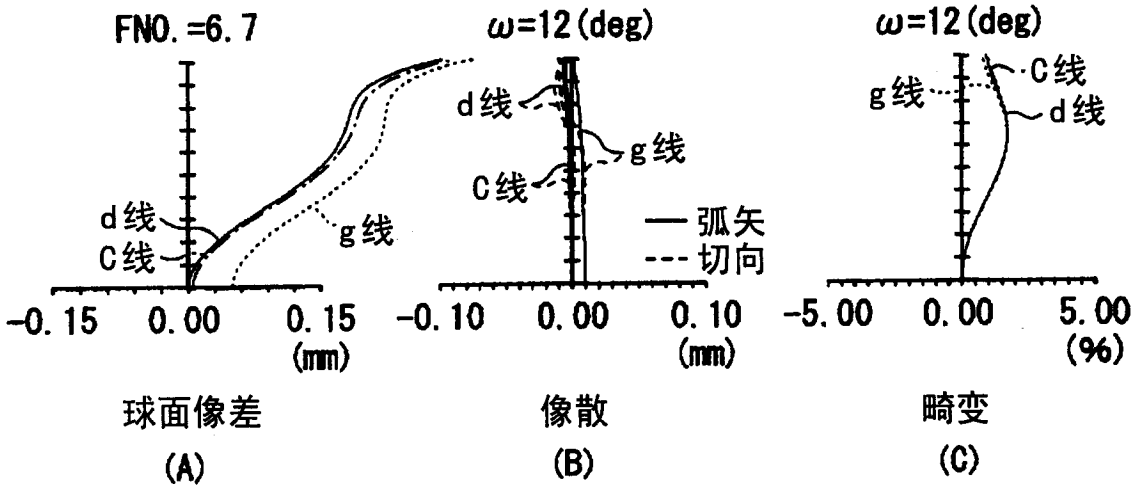

FNO.=6.7
ω=12(deg)
ω=12(deg)
d线
C线
g线
d线
g线
C线
— 弧矢
--- 切向
g线
C线
d线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
-0.10
0.00
0.10
(mm)
-5.00
0.00
5.00
(%)
球面像差
(A)
像散
(B)
畸变
(C)

图 28

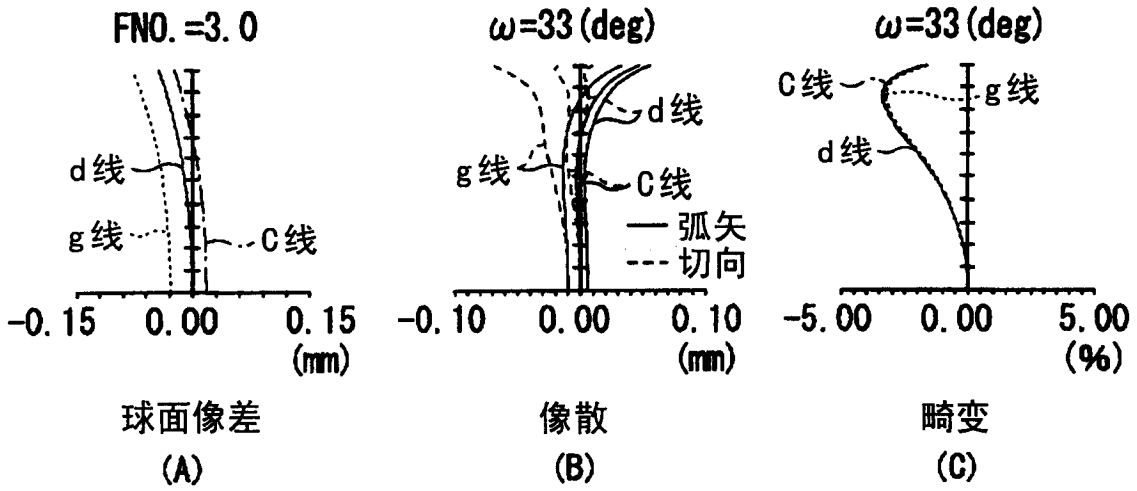

FNO.=3.0
ω=33(deg)
ω=33(deg)
d线
g线
C线
d线
g线
C线
— 弧矢
--- 切向
C线
g线
d线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
-0.10
0.00
0.10
(mm)
-5.00
0.00
5.00
(%)
球面像差
(A)
像散
(B)
畸变
(C)

图 29

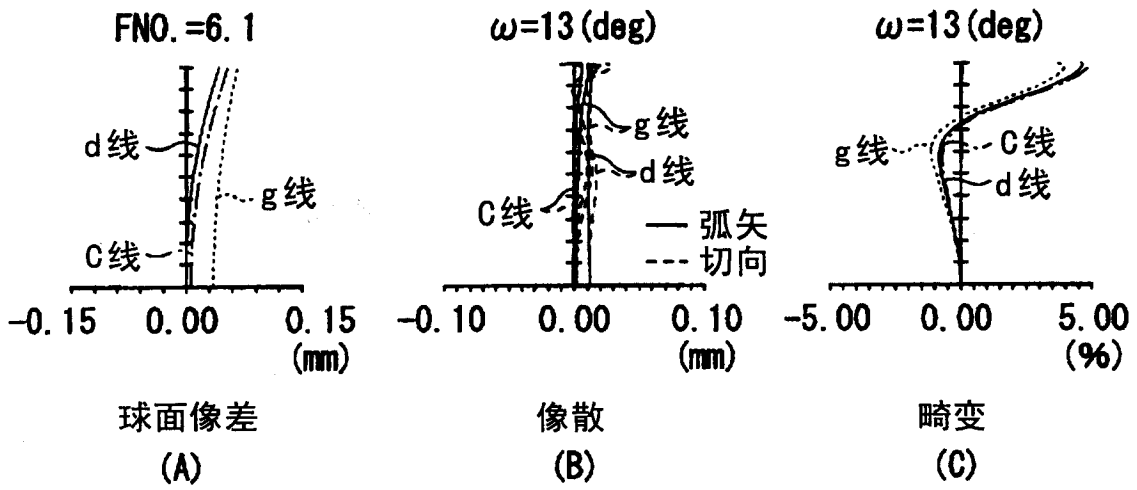

FNO.=6.1
d线
g线
C线
-0.15
0.00
0.15
(mm)
球面像差
(A)
ω=13(deg)
g线
d线
C线
弧矢
切向
-0.10
0.00
0.10
(mm)
像散
(B)
ω=13(deg)
g线
C线
d线
-5.00
0.00
5.00
(%)
畸变
(C)

图 30