



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115134520 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 27

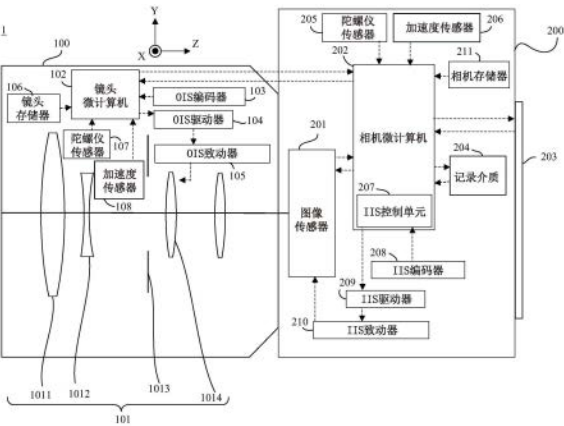
(21) 申请号 202210298401.4
(22) 申请日 2022.03.24
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 115134520 A
(43) 申请公布日 2022.09.30
(30) 优先权数据
 2021-050960 2021.03.25 JP
(73) 专利权人 佳能株式会社
 地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2
(72) 发明人 新里悠希 时田知树 井野友裕
 前泷聪
(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293
 专利代理师 迟军 齐文文

(51) Int.Cl.
 H04N 23/68 (2023.01)
 H04N 23/54 (2023.01)
 H04N 23/55 (2023.01)
(56) 对比文件
 US 2017155841 A1, 2017.06.01
 CN 110462507 A, 2019.11.15
 审查员 李芳

权利要求书3页 说明书29页 附图19页

(54) 发明名称
 控制装置、摄像装置、镜头装置、相机系统、
 方法和介质
(57) 摘要

 本发明提供控制装置、摄像装置、镜头装置、
 相机系统、方法和介质。所述控制装置包括：第一
 获取单元，其被构造为获取与关于图像稳定光学
 系统的离心的图像移位灵敏度有关的信息，所述
 信息与摄像光学系统的像点位置相关联，所述摄
 像光学系统包括被构造为进行图像稳定的所述
 图像稳定光学系统；以及第二获取单元，其被构
 造为获取所述图像稳定光学系统在图像稳定期
 间的第一图像稳定驱动量。所述第二获取单元通
 过使用有关与预定像点位置相关联的所述图像
 移位灵敏度的信息，来获取与所述预定像点位置
 相关联的所述第一图像稳定驱动量。



1. 一种控制装置,其包括:

第一获取单元,其被构造为从存储图像稳定系数表的存储单元获取关于图像移位灵敏度的信息,作为关于相对于设置在摄像光学系统中的图像稳定光学系统的离心的、各个像点位置的图像移位灵敏度的信息,所述图像稳定系数表包括与像点位置相关联的、矩阵格式的图像稳定系数信息,所述图像稳定系数信息包括离心图像移位灵敏度和像点位置的位置信息;以及

第二获取单元,其被构造为获取所述图像稳定光学系统在图像稳定期间的第一图像稳定驱动量,

其特征在于,所述第二获取单元通过使用有关与预定像点位置相关联的所述图像移位灵敏度的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第一图像稳定驱动量。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,通过使用所述摄像光学系统的设计值,来获取有关图像移位灵敏度的信息。

3. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,有关图像移位灵敏度的信息是能够用来获取关于所述图像稳定光学系统的离心的所述预定像点位置的移动量的信息。

4. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,有关图像移位灵敏度的信息是针对像平面上的各位置而确定的信息。

5. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,通过使用能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息,来获取有关图像移位灵敏度的信息。

6. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,通过使用有关抖动的信息和有关图像移位灵敏度的信息,来获取所述第一图像稳定驱动量。

7. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,通过使用有关抖动的信息、有关所述预定像点位置的信息和有关图像移位灵敏度的信息,来获取所述第一图像稳定驱动量。

8. 根据权利要求6所述的控制装置,其中,有关抖动的信息包括绕多个旋转轴的角速度的信息。

9. 根据权利要求6所述的控制装置,其中,有关抖动的信息包括在多个轴方向上的加速度的信息。

10. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,所述预定像点位置是像平面上的位置并且由多个参数表示。

11. 根据权利要求1至10中的任一项所述的控制装置,其中,有关图像移位灵敏度的信息根据所述摄像光学系统的焦距而不同。

12. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,有关图像移位灵敏度的信息根据到要聚焦的物体的距离而不同。

13. 根据权利要求1所述的控制装置,所述控制装置还包括:

第三获取单元,其被构造为获取能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息;以及

第四获取单元,其被构造为获取图像稳定单元在图像稳定期间的第二图像稳定驱动量,所述图像稳定单元被构造为进行图像稳定,

其中,所述第四获取单元通过使用能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第二图像稳定驱

动量。

14. 根据权利要求13所述的控制装置,其中,所述图像稳定单元使图像传感器从所述摄像光学系统的光轴离心。

15. 根据权利要求13所述的控制装置,其中,所述图像稳定单元改变图像传感器的有效像素区域。

16. 根据权利要求13至15中的任一项所述的控制装置,所述控制装置还包括:

设置单元,其被构造为设置由所述图像稳定光学系统进行的图像稳定与由所述图像稳定单元进行的图像稳定之间的比率,并且

其中,基于所述比率来设置所述第一图像稳定驱动量和所述第二图像稳定驱动量。

17. 一种摄像装置,其包括:

图像传感器;以及

根据权利要求1至16中的任一项所述的控制装置。

18. 根据权利要求17所述的摄像装置,所述摄像装置还包括:

存储器单元,其被构造为存储与关于所述图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度有关的信息,所述信息与所述摄像光学系统的像点位置相关联。

19. 一种镜头装置,其包括:

摄像光学系统;以及

根据权利要求1至16中的任一项所述的控制装置。

20. 根据权利要求19所述的镜头装置,所述镜头装置还包括:

存储器单元,其被构造为存储与关于所述图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度有关的信息,所述信息与所述摄像光学系统的像点位置相关联。

21. 一种相机系统,其包括:

第一获取单元,其被构造为从存储图像稳定系数表的存储单元获取关于图像移位灵敏度的信息,作为关于相对于设置在摄像光学系统中的图像稳定光学系统的离心的、各个像点位置的图像移位灵敏度的信息,所述图像稳定系数表包括与像点位置相关联的、矩阵格式的图像稳定系数信息,所述图像稳定系数信息包括离心图像移位灵敏度和像点位置的位置信息;以及

第二获取单元,其被构造为获取所述图像稳定光学系统在图像稳定期间的第一图像稳定驱动量,

其特征在于,所述第二获取单元包括:

镜头装置,其被构造为通过使用有关与预定像点位置相关联的所述图像移位灵敏度的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第一图像稳定驱动量;

第三获取单元,其被构造为获取能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息;以及

第四获取单元,其被构造为获取图像稳定单元在图像稳定期间的第二图像稳定驱动量,所述图像稳定单元被构造为进行图像稳定,其中,所述第四获取单元包括:

摄像装置,其被构造为通过使用能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第二图像稳定驱动量。

22.一种控制方法,所述控制方法用于获取图像稳定光学系统在图像稳定期间的图像稳定驱动量,所述图像稳定光学系统被构造为进行图像稳定,所述控制方法包括:

从存储图像稳定系数表的存储单元获取关于图像移位灵敏度的信息,作为关于相对于设置在摄像光学系统中的图像稳定光学系统的离心的、各个像点位置的图像移位灵敏度的信息,所述图像稳定系数表包括与像点位置相关联的、矩阵格式的图像稳定系数信息,所述图像稳定系数信息包括离心图像移位灵敏度和像点位置的位置信息;以及

通过使用有关与预定像点位置相关联的所述图像移位灵敏度的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述图像稳定光学系统的图像稳定驱动量。

23.一种非暂时性计算机可读存储介质,其存储使计算机执行根据权利要求22所述的控制方法的计算机程序。

控制装置、摄像装置、镜头装置、相机系统、方法和介质

技术领域

[0001] 本公开涉及各自控制图像稳定的控制装置、摄像装置、镜头装置、相机系统、控制方法和存储介质。

背景技术

[0002] 当使用利用中心投影方法的光学系统时,摄像平面上的像点移动在图像的中心部分与图像的外围部分之间不同,像点移动由相机抖动引起。如图18A所示,图像的外围部分的像点移动量大于图像的中心部分的像点移动量。因此,如图18B所示,即使在进行图像稳定时,图像的外围部分的像点仍然比图像的中心部分的像点的移动幅度更大。日本特开(“JP”)2018-173632号公报公开了如下摄像装置,其考虑到由中心投影方法引起的、图像的中心部分的图像模糊量与预定像点位置处的图像模糊量之间的差异,来减少图像的外围部分的像点位置处的图像模糊。

[0003] 在JP 2018-173632中,摄像装置考虑到关于光学系统的倾斜的图像移位灵敏度,来计算用于减少预定像点位置处的图像模糊的图像稳定量,图像移位灵敏度取决于被摄体图像的像高。然而,在通过镜头移位型图像稳定机构进行图像稳定的情况下,关于图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度具有与关于光学系统的倾斜的图像移位灵敏度不同的特性。因此,在通过使用图像稳定光学系统对预定像点位置处的图像模糊进行图像稳定的情况下,如果对于像点位置在未考虑关于图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度的情况下计算图像稳定量,则图像稳定可能不足或过度。

发明内容

[0004] 本公开提供了各自能够容易且良好地减少包括光轴中心的预定像点位置处的图像模糊的控制装置、摄像装置、镜头装置、相机系统、控制方法和存储介质。

[0005] 根据本公开的实施例的一方面的控制装置包括:第一获取单元,其被构造为获取与关于图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度有关的信息,所述信息与摄像光学系统的像点位置相关联,所述摄像光学系统包括被构造为进行图像稳定的所述图像稳定光学系统;以及第二获取单元,其被构造为获取所述图像稳定光学系统在图像稳定期间的第一图像稳定驱动量。所述第二获取单元通过使用有关与预定像点位置相关联的所述图像移位灵敏度的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第一图像稳定驱动量。

[0006] 各自包括上述控制装置的摄像装置和镜头装置也构成了本公开的实施例的其他方面。

[0007] 根据本公开的实施例的一方面的相机系统包括:第一获取单元,其被构造为获取与关于图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度有关的信息,所述信息与摄像光学系统的像点位置相关联,所述摄像光学系统包括被构造为进行图像稳定的所述图像稳定光学系统;以及第二获取单元,其被构造为获取所述图像稳定光学系统在图像稳定期间的第一图像稳定驱动量。所述第二获取单元包括:镜头装置,其被构造为通过使用有关与预定像点位

置相关联的所述图像移位灵敏度的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第一图像稳定驱动量;第三获取单元,其被构造为获取能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息;以及第四获取单元,其被构造为获取图像稳定单元在图像稳定期间的第二图像稳定驱动量,所述图像稳定单元被构造为进行图像稳定。所述第四获取单元包括:摄像装置,其被构造为通过使用能够用来获取关于所述摄像光学系统的倾斜的所述预定像点位置的移动量的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述第二图像稳定驱动量。

[0008] 根据本公开的实施例的一方面的控制方法是用于获取图像稳定光学系统在图像稳定期间的图像稳定驱动量的控制方法,所述图像稳定光学系统被构造为进行图像稳定。所述控制方法包括:获取与关于所述图像稳定光学系统的离心的图像移位灵敏度有关的信息,所述信息与摄像光学系统的像点位置相关联;以及通过使用有关与预定像点位置相关联的所述图像移位灵敏度的信息,来获取与所述预定像点位置相关联的所述图像稳定光学系统的图像稳定驱动量。

[0009] 根据本公开的实施例的一方面的非暂时性计算机可读存储介质存储使计算机执行上述控制方法的计算机程序。

[0010] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清楚。

附图说明

[0011] 图1是示出根据第一实施例的摄像系统的示意性构造图。

[0012] 图2是示出根据第一实施例的用于获取图像稳定驱动量的控制方法的流程图。

[0013] 图3A示出了在根据第一实施例的摄像光学系统倾斜的情况下,图像的中心部分的、在像点移动方向上的像高与倾斜图像移位灵敏度之间的关系。图3B示出了在根据第一实施例的摄像光学系统倾斜的情况下,图像的中心部分的、在与像点移动方向正交的方向上的像高与倾斜图像移位灵敏度之间的关系。

[0014] 图4是示出根据第一实施例的在发生绕Y轴的旋转抖动的情况下,预定像点位置处的像点移动与图像的中心部分的像点移动之间的比较的图。

[0015] 图5A是示出摄像平面上的像点位置的图。图5B是示出包括与像点位置相关联的图像稳定系数信息的图像稳定系数表的图。

[0016] 图6A示出了在使根据第一实施例的图像稳定光学系统离心的情况下,图像的中心部分的、在离心方向上的像高与离心图像移位灵敏度之间的关系。图6B示出了在使根据第一实施例的图像稳定光学系统离心的情况下,图像的中心部分的、在与离心方向正交的方向上的像高与离心图像移位灵敏度之间的关系。

[0017] 图7是示出在使根据第一实施例的图像稳定光学系统离心的情况下,预定像点位置处的像点移动与图像的中心部分的像点移动之间的比较的图。

[0018] 图8是示出根据第一实施例的箭头的图,各箭头指示在通过OIS减少预定像点位置处的图像模糊之后,在像点处剩余的模糊残留的像点移动量的比率和方向。

[0019] 图9是示出根据第二实施例的镜头微计算机和相机微计算机的构造图。

[0020] 图10A示出了从接通摄像系统的电源的状态到开启图像稳定功能并且摄像装置成为摄像待机状态的状态的流程。图10B示出了用于对摄像期间的旋转抖动进行图像稳定的

流程。

[0021] 图11是示出聚焦于无限远处物体的、处于广角端的根据示例1的光学系统的截面图。

[0022] 图12是在处于广角端的根据示例1的光学系统聚焦于无限远处物体的状态下的像差图。

[0023] 图13是示出聚焦于无限远处物体的、处于广角端的根据示例2的光学系统的截面图。

[0024] 图14是在处于广角端的根据示例2的光学系统聚焦于无限远处物体的状态下的像差图。

[0025] 图15是示出聚焦于无限远处物体的根据示例3的光学系统的截面图。

[0026] 图16是在根据示例3的光学系统聚焦于无限远处物体的状态下的像差图。

[0027] 图17A至图17C是示出从根据示例1的光学系统的物体面入射的主光线的、各视角的d线处的光线轨迹的图。

[0028] 图18A示出了在图像的中心部分中在-X轴方向发生由旋转抖动引起的图像模糊的情况下,被摄体图像上的各像点处的像点移动量的比率和方向。图18B示出了各自指示在通过镜头移位型图像稳定机构减少图18A的图像的中心部分的图像模糊的情况下,在像点处剩余的模糊残留的像点移动量的比率和方向的箭头。

具体实施方式

[0029] 现在将参照附图描述根据本发明的实施例。各图中的对应元件将由相同的附图标记指定,并将省略其描述。

[0030] 在以下描述中,在X轴方向、Y轴方向和Z轴方向的三维正交坐标系中,摄像平面的长边方向是X轴方向,摄像平面的短边方向是Y轴方向,并且摄像光学系统的光轴方向是Z轴方向。

[0031] 第一实施例

[0032] 图1是示出本实施例的摄像系统(相机系统)1的示意性构造图。摄像系统1包括镜头装置100和摄像装置200。镜头装置100包括摄像光学系统101、镜头微计算机102、OIS编码器103、OIS驱动器104、OIS致动器105以及镜头存储器(存储器单元)106。OIS是通过移动摄像光学系统101中包括的图像稳定光学系统1014而进行的图像稳定。摄像装置200包括图像传感器201、相机微计算机202、显示操作单元203和记录介质204。摄像装置200还包括陀螺仪传感器205、加速度传感器206、IIS编码器208、IIS驱动器209、IIS致动器210和相机存储器(存储器单元)211。IIS是通过移动图像传感器201而进行的图像稳定。镜头微计算机102和相机微计算机202可以被构造为分别与镜头装置100和摄像装置200分开的控制装置。

[0033] 摄像光学系统101包括聚焦光学系统1011、变焦光学系统1012、光圈1013和图像稳定光学系统1014。摄像光学系统101引导来自设置的视角中的对焦位置处的被摄体的光线,使得在图像传感器201的摄像平面上形成被摄体图像。聚焦光学系统1011进行聚焦。变焦光学系统1012改变倍率以改变摄像视角。光圈1013调整从被摄体捕获的光量。图像稳定光学系统1014从摄像光学系统101的光轴离心,使得减少当拍摄静止图像或运动图像时发生的图像模糊。

[0034] 镜头微计算机102控制图像稳定光学系统1014。具体地,镜头微计算机102通过使用从相机微计算机202输出的图像稳定驱动量和从OIS编码器103输出的位置信号来确定OIS致动器105的OIS驱动量,OIS编码器103被构造为检测图像稳定光学系统1014的位置。镜头微计算机102确定OIS驱动量,使得OIS驱动量不超过OIS致动器105的可移动范围。当OIS致动器105接收到从OIS驱动器104输出的OIS驱动量信号时,OIS致动器105通过使图像稳定光学系统1014在包括与Z轴方向正交的方向的分量的方向移动,来使图像稳定光学系统1014相对于摄像光学系统101的光轴离心,并进行图像稳定。

[0035] 镜头存储器106存储摄像光学系统101的光学设计信息,诸如焦距信息和物距信息。光学设计信息包括关于针对摄像光学系统101的各像高的倾斜图像移位灵敏度的信息(关于摄像光学系统101的倾斜的图像移位灵敏度的信息,该信息与摄像光学系统101的像点位置相关联)。光学设计信息还包括关于针对图像稳定光学系统1014的各像高的离心图像移位灵敏度的信息(关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度的信息,该信息与摄像光学系统101的像点位置相关联)。在摄像系统1中发生旋转抖动并且与光轴正交的XY平面相对于光轴倾斜的情况下,使用关于倾斜图像移位灵敏度的信息和关于离心图像移位灵敏度的信息使得可以良好地减少摄像光学系统101的预定像点位置处的图像模糊。相机存储器211可以存储摄像光学系统101的光学设计信息,该光学设计信息包括关于倾斜图像移位灵敏度的信息和关于离心图像移位灵敏度的信息。另选地,镜头存储器106和相机存储器211两者都可以存储摄像光学系统101的光学设计信息,该光学设计信息包括关于倾斜图像移位灵敏度的信息和关于离心图像移位灵敏度的信息。

[0036] 图像传感器201是电荷耦合器件(CCD)图像传感器、互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器或其他图像传感器。图像传感器201将通过摄像光学系统101形成在图像传感器201的摄像平面上的被摄体图像转换为电信号,并且将其作为图像信号输出。作为模拟信号的图像信号由A/D转换器(未示出)转换为数字信号并输出。

[0037] 相机微计算机202控制整个摄像系统1。例如,相机微计算机202从图像传感器201读出作为图像数据的图像信号。之后,相机微计算机202对图像数据进行如下处理,诸如基于光学设计信息的图像处理、在显示操作单元203上显示图像数据的处理以及将图像数据存储在记录介质204上的处理。相机微计算机202向镜头微计算机102发送如下指令,诸如用于摄像光学系统101的聚焦、倍率变化和光圈调整的指令。与上述处理有关的一些设置可以由诸如显示操作单元203和按钮(未示出)的操作单元改变。

[0038] 相机微计算机202根据图2的流程获取图像稳定驱动量(图像稳定光学系统1014在图像稳定期间的图像稳定驱动量)。图2是用于获取图像稳定驱动量的控制方法的流程图,该控制方法由相机微计算机202进行。在第一获取步骤S1中,相机微计算机202用作第一获取单元,并获取与关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度有关的信息,该信息与摄像光学系统101的像点位置相关联。在第二获取步骤S2中,相机微计算机202用作第二获取单元,并通过使用与关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度有关的信息,来获取与预定像点位置相关联的驱动量,该信息与预定像点位置相关联。相机微计算机202可以计算图像稳定驱动量,或者可以从存储在服务器、存储器等中的表中获取图像稳定驱动量。在本实施例中,相机微计算机202用作第一获取单元和第二获取单元,但是镜头微计算机102可以用作第一获取单元和第二获取单元。

[0039] 陀螺仪传感器205输出关于摄像系统1的角速度的信息作为运动检测信号。加速度传感器206输出关于摄像系统1的在平移方向上的移动量的信息作为运动检测信号。响应于对各传感器发送的运动检测信号的接收,相机微计算机202将图像稳定驱动量发送到镜头微计算机102或相机微计算机202中的IIS控制单元207,并且对由摄像系统1的抖动引起图像模糊的被摄体图像进行图像稳定。在图像稳定中,可以进行OIS或IIS,或者可以确定图像稳定的份额(例如,由OIS进行50%的图像稳定,并且由IIS进行50%的图像稳定),并且可以进行OIS和IIS二者。

[0040] IIS控制单元207控制图像传感器201。具体地,IIS控制单元207通过使用从相机微计算机202发送的图像稳定驱动量和从IIS编码器208输出的位置信号来确定IIS致动器210的IIS驱动量,IIS编码器208被构造为检测图像传感器201的位置。确定IIS驱动量,使得IIS驱动量不超过IIS致动器210的可移动范围。响应于从IIS驱动器209接收到IIS驱动量信号,IIS致动器210通过使图像传感器201在包括与Z轴方向正交的方向的分量的方向上移动,来使图像传感器相对于摄像光学系统101的光轴离心,并且进行图像稳定。也就是说,IIS致动器210用作用于减少图像模糊的图像稳定单元之一。

[0041] 镜头装置100可以包括陀螺仪传感器107或加速度传感器108。在这种情况下,当要进行OIS时,镜头微计算机102可以通过使用图像稳定驱动量来确定OIS驱动量,该图像稳定驱动量通过使用从这些传感器输出的运动检测信号和从OIS编码器103输出的位置信号来获取。

[0042] 在下文中,将描述在要减少预定像点位置处的图像模糊的情况下OIS中的处理。当陀螺仪传感器205或加速度传感器206检测到摄像系统1的抖动时,各传感器将运动检测信号(关于抖动的信息)输出到相机微计算机202。相机微计算机202通过使用存储在镜头存储器106中的、关于倾斜图像移位灵敏度的信息和关于离心图像移位灵敏度的信息、关于摄像平面上的图像稳定位置的信息以及运动检测信号,来获取图像稳定驱动量。相机微计算机202将获取的图像稳定驱动量发送到镜头微计算机102或IIS控制单元207。

[0043] 关于倾斜图像移位灵敏度的信息的获取

[0044] 在本实施例中,倾斜图像移位灵敏度是在与预定旋转轴正交或平行的方向上的像点移动量,摄像光学系统101绕该预定旋转轴倾斜,该预定旋转轴与摄像光学系统101的光轴正交并且与摄像平面上的光轴相交。图3A示出了在本实施例的摄像光学系统101倾斜的情况下的像高与倾斜图像移位灵敏度之间的关系,像高在像点的移动方向上并且在图像的中心部分中。如图3A所示,在像点的移动方向的像高越高,当摄像光学系统101倾斜时的像点移动量越大,摄像光学系统被设计成通过中心投影方法光学地减小像差。图3B示出了在本实施例的摄像光学系统101倾斜的情况下的像高与倾斜图像移位灵敏度之间的关系,像高在与像点的移动方向正交的方向上并且在图像的中心部分中。如图3B所示,与像点的移动方向正交的方向上的像高越高,在摄像光学系统101倾斜时的像点移动量越小,摄像光学系统101被设计成能够通过中心投影方法减小桶形像差。在本实施例中,可以通过使用倾斜图像移位灵敏度(该倾斜图像移位灵敏度是通过使用摄像光学系统101的设计值获取的)来获取在发生旋转抖动的情况下的各像高的像点移动量,并且不需要使用基于投影方法的像高表达式或使用畸变量来进行算术处理。本实施例的倾斜图像移位灵敏度是通过将摄像光学系统101绕预定旋转轴倾斜 0.5° 时的像点移动量除以 0.5° 而获取的值。摄像光学系统101

的倾斜角不限于 0.5° 并且可以适当地设置。

[0045] 图4是示出在发生绕Y轴的旋转抖动的情况下的预定像点位置A处的像点移动与图像的中心部分的像点移动的比较的图,并且示意性地示出了如下状态,其中,静止被摄体图像301改变为由于图像模糊而畸变为梯形的被摄体图像302。利用使用中心投影方法光学地减少畸变的广角镜头,当发生旋转抖动时,诸如在被摄体图像302中发生的畸变的梯形畸变变大。当摄像平面上的各像点沿着由箭头指示的像点的移动矢量而移动时,发生图像模糊。

[0046] 在下文中,将描述在摄像平面的中心位置0处的+X轴方向上的像点移动量 t_{x0} (中心位置0在图像的中心部分中)以及在发生绕Y轴的旋转抖动量 ω_y 的情况下的预定像点位置A处的像点移动量 t_x 。

[0047] 像点移动量 t_{x0} 由以下等式(1)表示,其中LS表示像高为0处的倾斜图像移位灵敏度。

$$[0048] \quad t_{x0} = \omega_y \cdot LS \quad (1)$$

[0049] X-Y平面上的摄像平面是极坐标系(R- θ 坐标系),其中原点是中心位置0,并且预定像点位置A的坐标是 (r, θ) 。即,在本实施例中,预定像点位置A是由多个参数表示的摄像平面上的位置。由图3A的横轴指示的像高对应于图4的极坐标系中的在R方向上的像高 h_r ,并且由图3B的横轴指示的像高对应于图4的极坐标系中的在与R方向正交的方向(即 θ 方向)上的像高 h_θ 。由以下等式(2)表示关于倾斜图像移位灵敏度LS的像高 h_r 处的倾斜图像移位灵敏度系数 $k_{LS_r}(h_r)$,其中 $LS_r(h_r)$ 表示像高 h_r 处的倾斜图像移位灵敏度。

$$[0050] \quad k_{LS_r}(h_r) = LS_r(h_r) / LS \quad (2)$$

[0051] 由以下等式(3)表示关于倾斜图像移位灵敏度LS的像高 h_θ 处的倾斜图像移位灵敏度系数 $k_{LS_\theta}(h_\theta)$,其中 $LS_\theta(h_\theta)$ 表示像高 h_θ 处的倾斜图像移位灵敏度。

$$[0052] \quad k_{LS_\theta}(h_\theta) = LS_\theta(h_\theta) / LS \quad (3)$$

[0053] 像点移动量 t_{x0} 由以下等式(4)至(6)表示,其中 t_{rx0} 表示与直线OA平行的平行分量,并且 $t_{\theta x0}$ 表示与直线OA正交的正交分量。

$$[0054] \quad t_{rx0} = t_{x0} \cdot \cos\theta = \omega_y \cdot LS \cdot \cos\theta \quad (4)$$

$$[0055] \quad t_{\theta x0} = t_{x0} \cdot (-\sin\theta) = -\omega_y \cdot LS \cdot \sin\theta \quad (5)$$

$$[0056] \quad |t_{x0}| = (t_{rx0}^2 + t_{\theta x0}^2)^{1/2} \quad (6)$$

[0057] 对于平行分量 t_{rx0} 的符号,远离中心位置0的方向(即R方向)为正,并且对于正交分量 $t_{\theta x0}$ 的符号,逆时针绕中心位置0且与R方向正交的方向(即 θ 方向)为正。R方向和 θ 方向也分别称为子午方向和矢状方向。

[0058] 接下来,将描述预定像点位置A处的像点移动量 t_x 。对于倾斜图像移位灵敏度 $LS_r(h_r)$,与直线OA平行的平行分量 t_{rx} 受像高为r处的倾斜图像移位灵敏度 $LS_r(r)$ 影响。与直线OA正交的正交分量 $t_{\theta x}$ 受像高为0处的倾斜图像移位灵敏度LS影响。对于与R方向正交的方向上的倾斜图像移位灵敏度 $LS_\theta(h_\theta)$,与直线OA平行的平行分量 t_{rx} 受像高为0处的倾斜图像移位灵敏度LS影响。与直线OA正交的正交分量 $t_{\theta x}$ 受像高为r处的倾斜图像移位灵敏度 $LS_\theta(r)$ 影响。因此,像点移动量 t_x 由以下等式(7)至(9)表示,其中使用平行分量 t_{rx} 和正交分量 $t_{\theta x}$ 。

$$[0059] \quad t_{rx} = k_{LS_r}(r) \cdot k_{LS_\theta}(0) \cdot t_{rx0} = k_{LS_r}(r) \cdot \omega_y \cdot LS \cdot \cos\theta \quad (7)$$

$$[0060] \quad t_{\theta x} = k_{LS_r}(0) \cdot k_{LS_\theta}(r) \cdot t_{\theta x0} = -k_{LS_\theta}(r) \cdot \omega_y \cdot LS \cdot \sin\theta \quad (8)$$

$$[0061] \quad |t_x| = (t_{rx}^2 + t_{\theta x}^2)^{1/2} \quad (9)$$

[0062] 如上所述,计算像点移动量 t_x ,在发生绕Y轴的旋转抖动量 ω_y 的情况下,像点移动量 t_x 在预定像点位置A处。类似地,在发生绕X轴的旋转抖动量 ω_x 的情况下,由以下等式(10)至(12)表示极坐标系中的预定像点位置A处的像点移动量 t_y ,其中 t_{ry} 表示与直线OA平行的平行分量, $t_{\theta y}$ 表示与直线OA正交的正交分量。

$$[0063] \quad t_{ry} = k_{LS_r}(r) \cdot k_{LS_0}(0) \cdot t_{ry0} = k_{LS_r}(r) \cdot \omega_x \cdot LS \cdot \sin\theta \quad (10)$$

$$[0064] \quad t_{\theta y} = k_{LS_r}(0) \cdot k_{LS_0}(r) \cdot t_{\theta y0} = k_{LS_0}(r) \cdot \omega_x \cdot LS \cdot \cos\theta \quad (11)$$

$$[0065] \quad |t_y| = (t_{ry}^2 + t_{\theta y}^2)^{1/2} \quad (12)$$

[0066] 因此,由以下等式(13)至(15)表示在绕预定旋转轴(该预定旋转轴与光轴正交并与摄像平面上的光轴交叉)发生旋转抖动量(ω_x, ω_y)的情况下的预定像点位置A处的像点移动量 t ,其中, t_r 表示与直线OA平行的平行分量, t_θ 表示与直线OA正交的正交分量。

$$[0067] \quad t_r = t_{rx} + t_{ry} = k_{LS_r}(r) \cdot LS(\omega_y \cdot \cos\theta + \omega_x \cdot \sin\theta) = K_{LS1}(r, \theta) \cdot \omega_y + K_{LS2}(r, \theta) \cdot \omega_x \quad (13)$$

$$[0068] \quad t_\theta = t_{\theta x} + t_{\theta y} = k_{LS_0}(r) \cdot LS(-\omega_y \cdot \sin\theta + \omega_x \cdot \cos\theta) = K_{LS3}(r, \theta) \cdot \omega_y + K_{LS4}(r, \theta) \cdot \omega_x \quad (14)$$

$$[0069] \quad |t| = (t_r^2 + t_\theta^2)^{1/2} \quad (15)$$

[0070] 等式(13)和(14)中的系数($K_{LS1}, K_{LS2}, K_{LS3}, K_{LS4}$)如下。

$$[0071] \quad K_{LS1}(r, \theta) = k_{LS_r}(r) \cdot LS \cdot \cos\theta$$

$$[0072] \quad K_{LS2}(r, \theta) = k_{LS_r}(r) \cdot LS \cdot \sin\theta$$

$$[0073] \quad K_{LS3}(r, \theta) = -k_{LS_0}(r) \cdot LS \cdot \sin\theta$$

$$[0074] \quad K_{LS4}(r, \theta) = k_{LS_0}(r) \cdot LS \cdot \cos\theta$$

[0075] 如等式(13)至(15)所表示的,像点移动量 t 包括图像稳定系数信息($K_{LS1}, K_{LS2}, K_{LS3}, K_{LS4}$)和旋转抖动量(ω_x, ω_y),图像稳定系数信息($K_{LS1}, K_{LS2}, K_{LS3}, K_{LS4}$)包括倾斜图像移位灵敏度和关于像点位置的位置信息(r, θ)。在本实施例中,镜头存储器106预先存储图像稳定系数表作为关于倾斜图像移位灵敏度的信息,该图像稳定系数表包括与图5A和图5B中指示的像点位置相关联的、矩阵格式的图像稳定系数信息($KLS1, KLS2, KLS3, KLS4$)。结果,在发生旋转抖动量(ω_x, ω_y)的情况下,可以容易地获取预定像点位置A处的像点移动量 t 。适当地设置图像稳定系数表中的像点位置之间的间隔。可以不通过使用极坐标系而是通过使用正交坐标系,来管理图像稳定系数表。

[0076] 为了减少要存储在镜头存储器106中的信息,关于倾斜图像移位灵敏度的信息可以是针对各像高的倾斜图像移位灵敏度,或者可以是如下信息,利用该信息,可以通过使用关于要对其进行图像稳定的预定像点位置的位置信息来获取像点移动量 t 。另外,像点位置的位置信息可以是关于极坐标系的信息,或者可以是关于诸如正交坐标系的预定坐标系的信息。可以通过使用取决于摄像光学系统101的规格的焦距或基于投影方法的像高表达式,来获取关于倾斜图像移位灵敏度的信息。

[0077] 在本实施例中,离心图像移位灵敏度是相对于图像稳定光学系统1014关于摄像光学系统101的光轴的离心量的、在离心方向和与离心方向正交的方向的像点移动量。图6A指示了在使本实施例的图像稳定光学系统1014离心的情况下的像高与离心图像移位灵敏度之间的关系,像高在离心方向上并且在图像的中心部分。图6B指示了在使本实施例中的图像稳定光学系统1014离心的情况下的像高与离心图像移位灵敏度之间的关系,像高在与离

心方向正交的方向上并且在图像的中心部分。如图6A和图6B所示,像高越高,在使图像稳定光学系统1014离心的情况下的像点移动量越大,图像稳定光学系统1014被设计为减少偏心畸变。在本实施例中,可以通过使用离心图像移位灵敏度来获取针对预定像点位置处的图像模糊的适当的图像稳定驱动量,离心图像移位灵敏度是通过使用摄像光学系统101的设计值而获取的。本实施例的离心图像移位灵敏度是通过将在使图像稳定光学系统1014离心0.1mm的情况下的像点移动量除以0.1mm而获取的值,但是图像稳定光学系统1014的离心量不限于0.1mm,并且可以适当地设置。

[0078] 图7是示出在使图像稳定光学系统1014离心的情况下,预定像点位置A处的像点移动与图像的中心位置处的像点移动之间的比较的图。图7示意性地示出了当被摄体图像301上的各像点沿着由箭头指示的像点的移动矢量移动时,静止被摄体图像301变成畸变为梯形的被摄体图像303的状态。

[0079] 在下文中,将描述在使图像稳定光学系统1014在X轴方向上离心了离心量x的情况下,摄像平面的中心位置0处的像点移动量 s_{x0} 和预定像点位置A处的像点移动量 s_x 。

[0080] 像点移动量 s_x 由以下等式(16)表示,其中TS表示像高0处的离心图像移位灵敏度。

$$s_{x0} = x \cdot TS \quad (16)$$

[0082] X-Y平面上的摄像平面是以中心位置0为原点的极坐标系(R- θ 坐标系),并且预定像点位置A的坐标为(r, θ)。由图6A的横轴指示的像高对应于图7的极坐标系中的R方向上的像高 h_r' ,并且由图6B的横轴指示的像高对应于与R方向正交的方向(即 θ 方向)上的像高 h_θ' 。由以下等式(17)表示关于离心图像移位灵敏度TS的像高 h_r' 处的离心图像移位灵敏度系数 $k_{TS_r}(h_r')$,其中 $TS_r(h_r')$ 表示像高 h_r' 处的离心图像移位灵敏度。

$$k_{TS_r}(h_r') = TS_r(h_r') / TS \quad (17)$$

[0084] 由以下等式(18)表示关于离心图像移位灵敏度TS的像高 h_θ' 处的离心图像移位灵敏度系数 $k_{TS_\theta}(h_\theta')$,其中 $TS_\theta(h_\theta')$ 表示像高 h_θ' 处的离心图像移位灵敏度。

$$k_{TS_\theta}(h_\theta') = TS_\theta(h_\theta') / TS \quad (18)$$

[0086] 像点移动量 s_{x0} 由以下等式(19)至(21)表示,其中 s_{rx0} 表示与直线OA平行的平行分量, $s_{\theta x0}$ 表示与直线OA正交的正交分量。

$$s_{rx0} = s_{x0} \cdot \cos\theta = x \cdot TS \cdot \cos\theta \quad (19)$$

$$s_{\theta x0} = s_{x0} \cdot (-\sin\theta) = -x \cdot TS \cdot \sin\theta \quad (20)$$

$$|s_{x0}| = (s_{rx0}^2 + s_{\theta x0}^2)^{1/2} \quad (21)$$

[0090] 对于平行分量 s_{rx0} 的符号,远离中心位置0的方向(即R方向)为正,而对于正交分量 $s_{\theta x0}$ 的符号,逆时针绕中心位置0且与R方向正交的方向(即 θ 方向)为正。

[0091] 接下来,将描述预定像点位置A处的像点移动量 s_x 。对于R方向上的离心图像移位灵敏度 $TS_r(h_r')$,与直线OA平行的平行分量 s_{rx} 受像高r处的离心图像移位灵敏度 $TS_r(r)$ 的影响。与直线OA正交的正交分量 $s_{\theta x}$ 受像高0处的离心图像移位灵敏度TS的影响。对于与R方向正交的方向上的离心图像移位灵敏度 $TS_\theta(h_\theta')$,与直线OA平行的平行分量 s_{rx} 受像高0处的离心图像移位灵敏度TS的影响。与直线OA正交的正交分量 $s_{\theta x}$ 受像高r处的离心图像移位灵敏度 $TS_\theta(r)$ 的影响。因此,像点移动量 s_x 由以下等式(22)至(24)表示,其中使用了平行分量 s_{rx} 和正交分量 $s_{\theta x}$ 。

$$s_{rx} = k_{TS_r}(r) \cdot k_{TS_\theta}(0) \cdot s_{sx0} = k_{TS_r}(r) \cdot x \cdot TS \cdot \cos\theta \quad (22)$$

$$[0093] \quad s_{\theta x} = k_{TS_r}(0) \cdot k_{TS_ \theta}(r) \cdot s_{\theta x0} = -k_{TS_ \theta}(r) \cdot x \cdot TS \cdot \sin\theta \quad (23)$$

$$[0094] \quad |s_x| = (s_{rx}^2 + s_{\theta x}^2)^{1/2} \quad (24)$$

[0095] 如上所述,计算在使图像稳定光学系统1014在X轴方向上离心了离心量x的情况下,在预定像点位置A处的像点移动量 s_x 。类似地,在使图像稳定光学系统1014在Y轴方向离心了离心量y的情况下,由以下等式(25)至(27)表示极坐标系中的预定像点位置A处的像点移动量 s_y ,其中, s_{ry} 表示与直线OA平行的平行分量, $s_{\theta y}$ 表示与直线OA正交的正交分量。

$$[0096] \quad s_{ry} = k_{TS_r}(r) \cdot k_{TS_ \theta}(0) \cdot s_{ry0} = k_{TS_r}(r) \cdot y \cdot TS \cdot \sin\theta \quad (25)$$

$$[0097] \quad s_{\theta y} = k_{TS_r}(0) \cdot k_{TS_ \theta}(r) \cdot s_{\theta y0} = k_{TS_ \theta}(r) \cdot y \cdot TS \cdot \cos\theta \quad (26)$$

$$[0098] \quad |s_y| = (s_{ry}^2 + s_{\theta y}^2)^{1/2} \quad (27)$$

[0099] 因此,在图像稳定光学系统1014从光轴离心的情况下,由以下等式(28)至(30)表示预定像点位置A处的像点移动量 s ,其中 s_r 表示与直线OA平行的平行分量, s_θ 表示与直线OA正交的正交分量。

$$[0100] \quad s_r = s_{rx} + t_{ry} = k_{TS_r}(r) \cdot TS(x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta) = K_{TS1}(r, \theta) \cdot x + K_{TS2}(r, \theta) \cdot y \quad (28)$$

$$[0101] \quad s_\theta = s_{\theta x} + s_{\theta y} = k_{TS_ \theta}(r) \cdot TS(-x \cdot \sin\theta + y \cdot \cos\theta) = K_{TS3}(r, \theta) \cdot x + K_{TS4}(r, \theta) \cdot y \quad (29)$$

$$[0102] \quad |s| = (s_r^2 + s_\theta^2)^{1/2} \quad (30)$$

[0103] 等式(28)和(29)中的系数($K_{TS1}, K_{TS2}, K_{TS3}, K_{TS4}$)如下。

$$[0104] \quad K_{TS1}(r, \theta) = k_{TS_r}(r) \cdot TS \cdot \cos\theta$$

$$[0105] \quad K_{TS2}(r, \theta) = k_{TS_r}(r) \cdot TS \cdot \sin\theta$$

$$[0106] \quad K_{TS3}(r, \theta) = -k_{TS_ \theta}(r) \cdot TS \cdot \sin\theta$$

$$[0107] \quad K_{TS4}(r, \theta) = k_{TS_ \theta}(r) \cdot TS \cdot \cos\theta$$

[0108] 如等式(28)至(30)所示,像点移动量 s 包括图像稳定系数信息($K_{TS1}, K_{TS2}, K_{TS3}, K_{TS4}$)和离心量(x, y),图像稳定系数信息($K_{TS1}, K_{TS2}, K_{TS3}, K_{TS4}$)包括离心图像移位灵敏度和像点位置的位置信息(r, θ)。在本实施例中,镜头存储器106预先存储图像稳定系数表作为关于离心图像移位灵敏度的信息,图像稳定系数表包括与像点位置相关联的、矩阵格式的图像稳定系数信息($K_{TS1}, K_{TS2}, K_{TS3}, K_{TS4}$)。结果,可以容易地获取在使图像稳定光学系统1014离心的情况下预定像点位置A处的像点移动量 s 。适当地设置图像稳定系数表中的像点位置之间的间隔。可以不通过使用极坐标系而通过使用正交坐标系来管理图像稳定系数表。

[0109] 为了减少要存储在镜头存储器106中的信息,关于离心图像移位灵敏度的信息可以针对各像高的离心图像移位灵敏度,或者可以是如下信息,利用该信息,可以通过使用关于要对其进行图像稳定的预定像点位置的位置信息来获取像点移动量 s 。另外,关于像点位置的位置信息可以是关于极坐标系的信息,或者可以是关于诸如正交坐标系的预定坐标系的信息。

[0110] 摄像平面上的图像稳定位置的信息的设置

[0111] 在本实施例中,可以将摄像系统1的设置模式设置为图像中心图像稳定模式和图像稳定位置设置模式,该图像中心图像稳定模式将要进行图像稳定的预定像点位置(图像稳定位置)设置为摄像平面的中心,该图像稳定位置设置模式将图像稳定位置设置为除了摄像平面的中心之外的预定像点位置。当设置了图像稳定位置设置模式时,可以经由显示操作单元203设置图像稳定位置。可以经由显示操作单元203设置的位置可以与进行自动聚焦或自动测光的像点位置相关联。进行自动聚焦的像点位置可以通过瞳孔检测、人物检

测等自动检测的位置。将关于摄像平面上的图像稳定位置 (r, θ) 的信息发送到相机微计算机202,并且从图像稳定系数表中选择要使用的图像稳定系数信息。

[0112] 运动检测信号

[0113] 陀螺仪传感器205检测关于摄像系统1的多个旋转轴的角速度并且输出关于旋转抖动量的信息作为运动检测信号。在本实施例中,陀螺仪传感器205检测绕X轴和绕Y轴的角速度,并输出关于旋转抖动量 (ω_x, ω_y) 的信息。加速度传感器206检测摄像系统1的多个轴的方向上的加速度,并输出关于平移抖动量的信息作为运动检测信号。在本实施例中,加速度传感器206检测X轴方向上和Y轴方向上的加速度,并输出关于平移抖动量 (a_x, a_y) 的信息。陀螺仪传感器205可以包括多个传感器,各传感器检测绕一个轴的角速度。类似地,加速度传感器206可以包括多个传感器,各传感器检测一个方向上的加速度。

[0114] 获取图像稳定驱动量

[0115] 相机微计算机202通过使用关于倾斜图像移位灵敏度的信息、关于离心图像移位灵敏度的信息、关于图像稳定位置的信息以及运动检测信号来获取图像稳定驱动量。例如,当要通过OIS减少预定像点位置A处的图像模糊时,可以移动图像稳定光学系统1014,使得由旋转抖动引起的像点移动量 t 和由使图像稳定光学系统1014离心引起的像点移动量 s 相互抵消。具体地,通过将由旋转抖动而引起的像点移动量 t 分解为极坐标系中的两个正交分量而获取的像点移动量 (t_r, t_θ) 和通过将由使图像稳定光学系统1014离心而引起的像点移动量 s 分解为极坐标系中的两个正交分量而获取的像点移动量 (s_r, s_θ) 可以相互抵消,即,可以满足 $s_r = -t_r$ 和 $s_\theta = -t_\theta$ 。即,可以满足以下等式 (31) 和 (32)。

$$[0116] \quad K_{TS1}(r, \theta) \cdot x + K_{TS2}(r, \theta) \cdot y = -K_{LS1}(r, \theta) \cdot \omega_y - K_{LS2}(r, \theta) \cdot \omega_x \quad (31)$$

$$[0117] \quad K_{TS3}(r, \theta) \cdot x + K_{TS4}(r, \theta) \cdot y = -K_{LS3}(r, \theta) \cdot \omega_y - K_{LS4}(r, \theta) \cdot \omega_x \quad (32)$$

[0118] 相机微计算机202可以通过使用等式 (31) 和 (32) 来从像点移动量 (t, s) 获取图像稳定光学系统1014的图像稳定驱动量 (x, y) 。

[0119] 图8是示出根据本实施例的箭头的图,各箭头指示在通过OIS减少预定像点位置A处的图像模糊之后在各像点处剩余的模糊残留的像点移动量的比率和方向。如图8所示,良好地减少了设置的预定像点位置A处的图像模糊,而保留了图像的中心部分的图像模糊。与像点位置A处的运动矢量相同的运动矢量的像点移动发生在与预定像点位置A原点对称的像点位置A'处(其中以图像的中心部分为原点),从而也减少了像点位置A'处的图像模糊。因此,通过将图像稳定位置适当地设置在使得图像的中心部分的图像模糊不明显的范围内的、不在光轴上的预定位置处,可以减少图像模糊,同时减小了整个图像中的图像模糊量的差异。

[0120] 由于等式 (31) 和 (32) 是与图像稳定光学系统1014的图像稳定驱动量 (x, y) 有关的线性联立方程,因此可以由以下等式 (33) 和 (34) 表示图像稳定光学系统1014的图像稳定驱动量 (x, y) 。

$$[0121] \quad x = K_1(r, \theta) \omega_x + K_2(r, \theta) \omega_y \quad (33)$$

$$[0122] \quad y = K_3(r, \theta) \omega_x + K_4(r, \theta) \omega_y \quad (34)$$

[0123] 等式 (33) 和 (34) 中的系数 (K_1, K_2, K_3, K_4) 如下。

$$[0124] \quad K_1(r, \theta) = (-K_{LS2}(r, \theta) \cdot K_{TS4}(r, \theta) + K_{LS4}(r, \theta) \cdot K_{TS2}(r, \theta)) / (K_{TS1}(r, \theta) \cdot K_{TS4}(r, \theta) - K_{TS2}(r, \theta) \cdot K_{TS3}(r, \theta))$$

[0125] $K_2(r, \theta) = (-K_{LS1}(r, \theta) \cdot K_{TS4}(r, \theta) + K_{LS3}(r, \theta) \cdot K_{TS2}(r, \theta)) / (K_{TS1}(r, \theta) \cdot K_{TS4}(r, \theta) - K_{TS2}(r, \theta) \cdot K_{TS3}(r, \theta))$

[0126] $K_3(r, \theta) = (-K_{LS2}(r, \theta) \cdot K_{TS3}(r, \theta) + K_{LS4}(r, \theta) \cdot K_{TS1}(r, \theta)) / (K_{TS2}(r, \theta) \cdot K_{TS3}(r, \theta) - K_{TS1}(r, \theta) \cdot K_{TS4}(r, \theta))$

[0127] $K_4(r, \theta) = (-K_{LS1}(r, \theta) \cdot K_{TS3}(r, \theta) + K_{LS3}(r, \theta) \cdot K_{TS1}(r, \theta)) / (K_{TS2}(r, \theta) \cdot K_{TS3}(r, \theta) - K_{TS1}(r, \theta) \cdot K_{TS4}(r, \theta))$

[0128] 如等式(33)和(34)所示,图像稳定驱动量 (x, y) 包括图像稳定系数信息 (K_1, K_2, K_3, K_4) 和旋转抖动量 (ω_x, ω_y) 。镜头存储器106可以存储包括矩阵格式的图像稳定系数信息 (K_1, K_2, K_3, K_4) 的图像稳定系数表。在这种情况下,可以更容易地获取在发生旋转抖动量 (ω_x, ω_y) 的情况下的预定像点位置A的图像稳定驱动量 (x, y) 。

[0129] 对于由平移抖动引起的图像模糊,可以通过使用从加速度传感器206输出的关于平移抖动量的信息,来获取图像稳定驱动量。可以通过使用对焦物体距离信息将平移抖动量 (a_x, a_y) 转换为旋转抖动量 (ω_x, ω_y) ,来获取平移抖动的图像稳定驱动量。在旋转抖动和平移抖动同时发生的情况下,可以通过将平移抖动的图像稳定驱动量和旋转抖动的图像稳定驱动量相加,来获取图像稳定驱动量。可以通过将转换后的旋转抖动量乘以包括在关于倾斜图像移位灵敏度的信息中的图像稳定系数,来获取预定像点位置处的平移抖动的图像稳定驱动量。

[0130] 倾斜图像移位灵敏度和离心图像移位灵敏度根据到摄像光学系统101所对焦的物体的距离(对焦位置)和焦距(摄像视角)而变化。在本实施例中,镜头存储器106针对聚焦光学系统1011确定的对焦位置和变焦光学系统1012确定的焦距存储多个不同的图像稳定系数表。结果,即使在变焦和聚焦期间,也可以良好地减少预定像点位置处的图像模糊。

[0131] 镜头装置100可以可拆卸地附接到摄像装置200。在这种情况下,可以使用适合各镜头装置100的关于倾斜图像移位灵敏度的信息和关于离心图像移位灵敏度的信息。结果,即使当将不同的镜头装置100附接到摄像装置200并使用时,也可以良好地减少预定像点位置处的图像模糊。

[0132] 第二实施例

[0133] 在本实施例中,将描述通过OIS和IIS两者来减少图像模糊的方法。在本实施例中,仅描述与第一实施例的不同点。在本实施例中,摄像系统1的概要构造和图像稳定光学系统1014的图像稳定驱动量的获取方法与根据第一实施例的相同,因此将省略对其的描述。

[0134] 图9是示出本实施例的镜头微计算机102和相机微计算机202的构造图。镜头微计算机102包括镜头获取单元1021和OIS控制单元1022。相机微计算机202包括相机获取单元2021、OIS图像稳定系数信息获取单元(第一获取单元)2022、IIS图像稳定系数信息获取单元(第三获取单元)2023和设置单元2024。相机微计算机202还包括OIS图像稳定驱动量获取单元(第二获取单元)2025、IIS图像稳定驱动量获取单元(第四获取单元)2026和IIS控制单元207。在本实施例中,相机微计算机202包括OIS图像稳定系数信息获取单元2022、IIS图像稳定系数信息获取单元2023、OIS图像稳定驱动量获取单元2025和IIS图像稳定驱动量获取单元2026,但本发明不限于此,并且镜头微计算机102可以包括这些。另选地,镜头微计算机102可以包括OIS图像稳定系数信息获取单元2022和OIS图像稳定驱动量获取单元2025,并且相机微计算机202可以包括IIS图像稳定系数信息获取单元2023和IIS图像稳定驱动量获

取单元2026。另选地,相机微计算机202可以包括OIS图像稳定系数信息获取单元2022和OIS图像稳定驱动量获取单元2025,并且镜头微计算机102可以包括IIS图像稳定系数信息获取单元2023和IIS图像稳定驱动量获取单元2026。

[0135] 在本实施例中,由于通过OIS和IIS减少预定像点位置A处的图像模糊,因此与仅通过OIS减少图像模糊的情况相比,能够实现更高的图像稳定效果。当通过IIS减少预定像点位置A处的图像模糊时,可以移动图像传感器201,使得消除由第一实施例中描述的等式(13)至(15)表示的像点移动量 t 。由以下等式(35)和(36)表示IIS致动器210在X轴方向上的图像稳定驱动量 x' 和在Y轴方向上的图像稳定驱动量 y' 。

$$[0136] \quad x' = t_r \cdot \cos\theta - t_\theta \cdot \sin\theta$$

$$[0137] \quad = \omega_y \{k_{LS_\theta}(r) \cdot \sin^2\theta + k_{LS_r}(r) \cdot \cos^2\theta\} LS + \omega_x \{k_{LS_r}(r) - k_{LS_\theta}(r)\} LS \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta$$

$$[0138] \quad = K'_1(r, \theta) \cdot \omega_y + K'_2(r, \theta) \cdot \omega_x \quad (35)$$

$$[0139] \quad y' = t_r \cdot \sin\theta + t_\theta \cdot \cos\theta$$

$$[0140] \quad = \omega_y \{k_{LS_r}(r) - k_{LS_\theta}(r)\} LS \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta + \omega_x \{k_{LS_r}(r) \cdot \sin^2\theta + k_{LS_\theta}(r) \cdot \cos^2\theta\} LS$$

$$[0141] \quad = K'_3(r, \theta) \cdot \omega_y + K'_4(r, \theta) \cdot \omega_x \quad (36)$$

[0142] 等式(35)和(36)中的系数(K_1, K_2, K_3, K_4)如下。

$$[0143] \quad K'_1(r, \theta) = \{k_{LS_\theta}(r) \cdot \sin^2\theta + k_{LS_r}(r) \cdot \cos^2\theta\} LS$$

$$[0144] \quad K'_2(r, \theta) = \{k_{LS_r}(r) - k_{LS_\theta}(r)\} LS \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta$$

$$[0145] \quad K'_3(r, \theta) = \{k_{LS_r}(r) - k_{LS_\theta}(r)\} LS \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta$$

$$[0146] \quad K'_4(r, \theta) = \{k_{LS_r}(r) \cdot \sin^2\theta + k_{LS_\theta}(r) \cdot \cos^2\theta\} LS$$

[0147] 如等式(35)和(36)所示,图像稳定驱动量(x', y')包括图像稳定系数信息(K'_1, K'_2, K'_3, K'_4)和旋转抖动量(ω_x, ω_y)。镜头存储器106可以存储包括矩阵格式的图像稳定系数信息(K'_1, K'_2, K'_3, K'_4)的图像稳定系数表,作为关于倾斜图像移位灵敏度的信息。使用 K'_1 等代替上述图像稳定系数信息(K_1, K_2, K_3, K_4)使得能够更容易地获取在发生旋转抖动量(ω_x, ω_y)的情况下预定像点位置A的图像稳定驱动量(x', y')。

[0148] 图10A示出了从接通摄像系统1的电源的状态到开启图像稳定功能并且摄像装置200成为摄像待机状态的状态的流程。图10B示出了用于对摄像期间的旋转抖动进行图像稳定的流程。

[0149] 通过接通摄像系统1的电源来开始图10A的流程。

[0150] 在步骤S11中,镜头微计算机102将摄像光学系统101的光学设计信息发送到相机微计算机202,该光学设计信息已经存储在镜头存储器106中并且由镜头获取单元1021获取。

[0151] 在步骤S12中,相机获取单元2021获取由镜头微计算机102发送的光学设计信息。

[0152] 在步骤S13中,相机获取单元2021获取关于在摄像装置200中设置的图像稳定位置的信息。

[0153] 在步骤S14中,相机微计算机202确定OIS功能是否已开启。如果相机微计算机202确定OIS功能已开启,则处理进入步骤S15,而如果相机微计算机202确定OIS功能未开启,则处理进入步骤S16。

[0154] 在步骤S15中,0IS图像稳定系数信息获取单元2022基于关于图像稳定位置的信息和关于在镜头装置100中设置的焦距和物距的信息,来从图像稳定系数表中获取0IS图像稳定系数信息(K_1, K_2, K_3, K_4)。

[0155] 在步骤S16中,相机微计算机202确定IIS功能是否已开启。如果相机微计算机202确定IIS功能已开启,则处理进入步骤S17,而如果相机微计算机202确定IIS功能尚未开启,则相机微计算机202将摄像装置200设置为摄像待机状态。

[0156] 在步骤S17中,IIS图像稳定系数信息获取单元2023基于关于图像稳定位置的信息和关于在镜头装置100中设置的焦距和物距的信息,从图像稳定系数表中获取IIS图像稳定系数信息(K'_1, K'_2, K'_3, K'_4)。

[0157] 在下文描述的图10B的流程中,假设0IS功能和IIS功能都已开启。

[0158] 响应于在摄像(曝光)期间由陀螺仪传感器205检测到相机抖动(响应于角速度的检测),相机微计算机202在步骤S21中,从陀螺仪传感器205获取关于旋转抖动量的信息。

[0159] 在步骤S22中,设置单元2024设置通过0IS的图像稳定与通过IIS的图像稳定之间的比率(份额比)。在本实施例中,份额比被设置为使得50%的图像稳定由0IS进行,并且50%的图像稳定由IIS进行。

[0160] 在步骤S23中,0IS图像稳定驱动量获取单元2025通过使用0IS图像稳定系数信息(K_1, K_2, K_3, K_4)、关于旋转抖动量的信息和份额比,来获取0IS图像稳定驱动量(第一图像稳定驱动量)。

[0161] 在步骤S24中,0IS控制单元1022获取从0IS编码器103输出的图像稳定光学系统1014的位置。

[0162] 在步骤S25中,0IS控制单元1022获取0IS致动器105的0IS驱动量,使得不超过0IS致动器105的可移动范围。如果0IS驱动量和0IS图像稳定驱动量匹配,则通过0IS减少50%的图像模糊量。

[0163] 在步骤S25的处理之后,0IS控制单元1022经由0IS驱动器104驱动0IS致动器105。

[0164] 在步骤S26中,IIS图像稳定驱动量获取单元2026通过使用IIS图像稳定系数信息(K'_1, K'_2, K'_3, K'_4)、关于旋转抖动量的信息和份额比,来获取IIS图像稳定驱动量(第二图像稳定驱动量)。

[0165] 在步骤S27中,IIS控制单元207获取从IIS编码器208输出的图像传感器201的位置。

[0166] 在步骤S28中,IIS控制单元207获取IIS致动器210的IIS驱动量,使得不超过IIS致动器210的可移动范围。如果IIS驱动量和IIS图像稳定驱动量匹配,则通过IIS减少50%的图像模糊量。

[0167] 步骤S26至S28的处理与步骤S23至S25的处理并行执行。

[0168] 示例

[0169] 在下文中,将参照附图描述本公开的摄像光学系统101的示例。

[0170] 图11和图13分别是示出根据第一示例和第二示例的各自聚焦于无限远处物体的广角端的光学系统L0的截面图。各截面图中的箭头表示在从广角端到望远端变焦期间,各透镜单元的移动轨迹。图15是示出根据第三实施例的聚焦于无限远处物体的光学系统L0的截面图。图15中的箭头表示在从无限远到近距离聚焦期间透镜单元的移动轨迹。根据各示

例的光学系统L0用在诸如数字摄像机、数字静态相机、广播相机、监视相机和智能电话相机的摄像装置中。

[0171] 在各截面图中,左侧是物侧,且右侧是像侧。根据各示例的光学系统L0包括多个透镜单元。在本说明书中,透镜单元是在变焦、聚焦或图像稳定期间整体移动和停止的一组镜头。即,在根据各示例的光学系统L0中,相邻透镜单元之间的各距离在变焦或聚焦期间变化。透镜单元可以是单个透镜或者可以包括多个透镜。透镜单元可以包括光圈。

[0172] SP表示光圈。IP表示像平面,并且是诸如CCD传感器和CMOS传感器的图像传感器(光电转换元件)的摄像平面。在OIS期间,图像稳定光学系统从光学系统L0的光轴离心。

[0173] 图12和图14分别是根据第一实施例和第二实施例的广角端的光学系统L0聚焦于无限远处物体时的像差图。图16是根据第三实施例的光学系统L0聚焦于无限远处物体时的像差图。

[0174] 在各球面像差图中,Fno表示F数,并且指示d线(波长587.6nm)和g线(波长435.8nm)的球面像差量。在各像散图中,S指示矢状像平面的像散量,并且M指示子午像平面的像散量。在各畸变图中,指示d线的畸变量。各色差图指示g线的横向色差量。 ω 表示摄像半视角($^{\circ}$)。

[0175] 下面给出对应于示例1至3的数值示例1至3。

[0176] 在各数值示例的表面数据中,r表示光学表面的曲率半径,并且d(mm)表示第m表面与第(m+1)表面之间的轴上距离(光轴上的距离),m表示从光入射表面开始计数的表面编号。nd表示光学构件的d线的折射率,并且vd表示光学构件的阿贝数。某种材料的阿贝数vd由以下等式表示,其中Nd、NF和NC分别表示Fraunhofer线中的d线(波长587.6nm)、F线(波长486.1nm)和C线(波长656.3nm)的折射率。

[0177] $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$

[0178] 在各数值示例中,d、焦距(mm)、F数和半视角($^{\circ}$)都是在根据示例的光学系统L0聚焦于无限远处物体的状态下的值。后焦距(BF)是光轴上的从最后透镜表面(最靠近像侧的透镜表面)到近轴像平面的距离的空气转换长度。总光学长度是通过将后焦距与光轴上的从前透镜表面(最靠近物侧的透镜表面)到最后透镜表面的距离相加而获取的长度。

[0179] *符号附在作为非球面的光学表面的表面编号的右侧。非球面形状由以下等式表示,其中X表示光轴方向的从表面顶点起的位移量,h表示与光轴正交的方向的从光轴起的高度,R表示近轴曲率半径,k表示圆锥常数,A4、A6、A8、A10、A12表示各阶的非球面系数。

[0180] $X = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + A4 \times h^4 + A6 \times h^6 + A8 \times h^8 + A10 \times h^{10} + A12 \times h^{12} + A14 \times h^{14} + A16 \times h^{16}$

[0181] 各非球面系数中的“ $e \pm XX$ ”表示“ $\times 10 \pm XX$ ”。

[0182] 在各数值示例中,给出了倾斜图像移位灵敏度数据和离心图像移位灵敏度数据。下面参照图17A至图17C描述用于获取这些数据的方法。

[0183] 图17A至图17C是各视角的d线的主光线(半视角为0的主光线和半视角为 ω 的主光线)的光线轨迹图,该主光线从根据示例1的光学系统L0的物侧表面入射。图17A至图17C示出了静止状态、图像稳定光学系统以像平面IP和光轴的交点为中心绕X轴倾斜倾斜角 ω_x 的状态以及图像稳定光学系统在Y轴方向上以离心量y离心的状态的光学系统L0。

[0184] 通过将像点移动量 $\Delta y_{LSr}(h_r)$ 除以倾斜角 ω_x 而获取倾斜方向(R方向)上的各像高

的倾斜图像移位灵敏度,像点移动量 $\Delta y_{LSr}(h_r)$ 是与图17A和图17B的各半视角相对应的像平面IP上的成像位置的差。通过使用X轴方向的各像高 h_0 的像点移动量 Δy_{LS0} ,来获取在与倾斜方向正交的方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度。在各示例中,根据当光学系统L0倾斜 0.5° 时的像点移动量,来获取倾斜图像移位灵敏度。对于倾斜角 ω_x 的符号,图17B中的逆时针方向为正,而图17B中的顺时针方向为负。对于像点移动量 Δy 的符号,图17B中的向上方向为正,而图17B中的向下方向为负。

[0185] 通过将像点移动量 $\Delta y_{TSr}(h_r)$ 除以图像稳定光学系统的离心量 y ,来获取离心方向(R方向)上的各像高的离心图像移位灵敏度,像点移动量 Δy_{TSr} 是与图17A和图17C的各半视角相对应的像平面IP上的成像位置的差。在各示例中,通过使用X轴方向上的各像高 h_0 的像点移动量 Δy_{TS0} ,来获取与离心方向正交的方向上的各像高的离心图像移位灵敏度。根据在图像稳定光学系统离心0.1mm的情况下的像点移动量,来获取各实施例中的离心图像移位灵敏度数据。

[0186] [数值示例1]

[0187] 单位:mm

[0188] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1	211.125	2.10	1.80810	22.8
	2	80.660	6.03	1.77250	49.6
	3	248.854	0.15		
[0189]	4	57.558	6.97	1.77250	49.6
	5	160.440 (可变)			
	6	66.217	1.40	1.88300	40.8
	7	18.113	8.41		
	8	-206.710	1.20	1.61800	63.4

	9	22.688	4.36	1.85478	24.8
	10	79.196	4.20		
	11	-35.317	1.20	1.58313	59.4
	12*	-312.513	0.43		
	13	910.041	5.47	1.59270	35.3
	14	-19.928	1.10	1.88300	40.8
	15	-47.138 (可变)			
	16 (光圈)	∞	0.40		
	17	81.194	4.45	1.83481	42.7
	18	-54.244	0.15		
	19	41.217	7.25	1.49700	81.5
	20	-32.257	1.10	2.00069	25.5
	21	-293.896	2.41		
[0190]	22*	-71.464	1.75	1.76802	49.2
	23	64.990	1.91	1.80810	22.8
	24	199.742 (可变)			
	25	30.855	6.56	1.59522	67.7
	26	-85.643	0.35		
	27	38.493	1.20	1.73800	32.3
	28	22.868	7.83	1.53775	74.7
	29	-71.877	0.15		
	30*	-4310.465	1.70	1.85400	40.4
	31*	109.508 (可变)			
	32	53.194	0.90	1.80400	46.6
	33	22.891 (可变)			
	34*	-42.821	1.70	1.58313	59.4
	35*	-2156.781	0.15		
	36	344.261	3.20	2.00100	29.1

	37	-88.670（可变）		
[0191]	像平面	∞		
[0192]	非球面数据			
[0193]	第12表面			
[0194]	K=0.00000e+000	A4=-5.69442e-006	A6=-2.29053e-009	
[0195]	A8=-4.72363e-011	A10=4.65343e-013	A12=-1.99227e-015	
[0196]	第22表面			
[0197]	K=0.00000e+000	A4=1.87606e-006	A6=1.45872e-009	
[0198]	A8=2.78338e-011	A10=-2.10980e-013	A12=3.98590e-016	
[0199]	第30表面			
[0200]	K=0.00000e+000	A4=-2.01869e-005	A6=6.17344e-008	
[0201]	A8=-2.64177e-010	A10=-2.98832e-013	A12=2.64092e-015	
[0202]	第31表面			
[0203]	K=0.00000e+000	A4=1.63774e-006	A6=9.32838e-008	
[0204]	A8=-2.34772e-010	A10=-7.39973e-013	A12=4.51086e-015	
[0205]	第34表面			
[0206]	K=0.00000e+000	A4=-2.51719e-005	A6=1.25180e-007	
[0207]	A8=-5.32709e-010	A10=5.08044e-013	A12=7.30860e-016	
[0208]	第35表面			
[0209]	K=0.00000e+000	A4=-2.60571e-005	A6=1.26402e-007	
[0210]	A8=-6.23562e-010	A10=1.45147e-012	A12=-1.39940e-015	
[0211]	各种数据			
	变焦比	2.74		
		广角	中间	望远
[0212]	焦距:	24.72	43.76	67.66
	F 数:	2.91	2.91	2.91
	半视角(°):	42.00	25.95	17.34
	像高:	21.64	21.64	21.64
[0213]	总光学长度:	144.33	158.18	172.04
	BF:	14.30	25.72	35.98

	d 5	0.80	17.81	28.91
	d15	16.54	8.10	2.46
[0214]	d24	11.55	5.41	3.56
	d31	2.38	1.11	0.91
	d33	12.58	13.85	14.04
	d37	14.30	25.72	35.98

[0215] 在广角端,在倾斜方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度数据

	半 视 角 $\omega[\text{deg}]$	像高 $h_r[\text{mm}]$	0.5 度的抖动 之后的像点 移动量 Δy_{LSr} [mm]	倾斜图像移 位灵敏度 LS_r (h_r) [mm/deg]	倾斜图像移 位灵敏度系 数 $k_{LS_r}(h_r)$
	0	0.000	-0.216	-0.431	1.000
[0216]	6.9	3.000	-0.218	-0.435	1.009
	13.7	6.000	-0.224	-0.448	1.038
	20.3	9.000	-0.235	-0.471	1.091
	26.4	12.000	-0.254	-0.507	1.176
	32.0	15.001	-0.281	-0.562	1.303
	37.0	18.001	-0.322	-0.645	1.494
	41.2	21.000	-0.385	-0.770	1.784

[0217] 在广角端,在与倾斜方向正交的方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度数据

[0218]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_θ [mm]	0.5 度的抖动 之后的像点 移动量 $\Delta y_{LS\theta}$ [mm]	倾斜图像移 位灵敏度 LS_θ (h_θ) [mm/deg]	倾斜图像移 位灵敏度系 数 $k_{LS_\theta}(h_\theta)$
0	0.000	-0.216	-0.431	1.000
6.9	3.000	-0.215	-0.431	0.998
13.7	6.000	-0.214	-0.429	0.993
20.3	9.000	-0.213	-0.425	0.986
26.4	12.000	-0.211	-0.422	0.978
32.0	15.001	-0.209	-0.419	0.971
37.0	18.001	-0.209	-0.419	0.968
41.2	21.000	-0.209	-0.418	0.971

[0219] 在广角端,在离心方向上的各像高的离心图像移位灵敏度数据

[0220]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_r [mm]	0.1mm 的离 心之后的像 点 移 动 量 Δy_{TSr} [mm]	离心图像移 位灵敏度 TS_r (h_r) [mm/mm]	离心图像移 位灵敏度系 数 $k_{TS_r}(h_r)$
0	0.000	-0.067	-0.671	1.000
6.9	3.000	-0.068	-0.676	1.008
13.7	6.000	-0.069	-0.692	1.032
20.3	9.000	-0.072	-0.720	1.073
26.4	12.000	-0.076	-0.762	1.136
32.0	15.001	-0.082	-0.823	1.226
37.0	18.001	-0.091	-0.910	1.356
41.2	21.000	-0.103	-1.035	1.542

[0221] 在广角端,在与离心方向正交的方向上的各像高的离心图像移位灵敏度数据

[0222]

半 视 角 $\omega[\text{deg}]$	像高 $h_0[\text{mm}]$	0.1mm 的离 心之后的像 点 移 动 量 $\Delta y_{TS_0} [\text{mm}]$	离心图像移 位灵敏度 TS_0 (h_0) [mm/mm]	离心图像移 位灵敏度系 数 $k_{TS_0}(h_0)$
0	0.000	-0.067	-0.671	1.000
6.9	3.000	-0.067	-0.673	1.003
13.7	6.000	-0.068	-0.680	1.014
20.3	9.000	-0.069	-0.692	1.031
26.4	12.000	-0.071	-0.708	1.055
32.0	15.001	-0.073	-0.729	1.087
37.0	18.001	-0.076	-0.756	1.127
41.2	21.000	-0.079	-0.788	1.175

[0223] [数值示例2]

[0224] 单位:mm

[0225] 表面数据

[0226]

表面编号	r	d	nd	vd
1*	3000.000	2.85	1.58313	59.4
2*	16.526	10.57		
3*	-809.327	2.25	1.85400	40.4
4*	91.828	5.56		
5	-53.256	1.20	1.59522	67.7
6	68.528	0.15		
7	43.587	5.03	1.85478	24.8
8	-485.244	(可变)		
9	63.607	2.67	1.84666	23.9

	10	-1472.964	0.15		
	11	52.737	1.00	1.92286	20.9
	12	22.996	5.41	1.53172	48.8
	13	489.976	(可变)		
	14 (光圈)	∞	(可变)		
	15	27.733	1.20	2.00069	25.5
	16	19.641	9.29	1.53775	74.7
	17	-78.882	(可变)		
	18	-67.558	4.31	1.92286	20.9
	19	-20.948	0.77	1.83400	37.2
[0227]	20	136.126	3.52		
	21	∞	(可变)		
	22	30.487	11.20	1.49700	81.6
	23	-50.182	0.15		
	24	40.928	11.00	1.49700	81.6
	25	-25.800	1.20	2.05090	26.9
	26	208.835	4.54		
	27*	-73.669	2.10	1.85400	40.4
	28*	-1000.000	0.15		
	29	216.036	3.40	1.92286	20.9
	30	-127.538	(可变)		
	像平面	∞			
[0228]	非球面数据				
[0229]	第1表面				
[0230]	K=0.00000e+000	A4=8.30213e-006	A6=-1.33976e-008		
[0231]	A8=4.25008e-011	A10=-8.60253e-014	A12=1.03363e-016		
[0232]	A14=-7.03702e-020	A16=2.16318e-023			
[0233]	第2表面				
[0234]	K=-9.81344e-001	A4=4.49709e-007	A6=-2.34544e-008		
[0235]	A8=-1.05516e-010	A10=8.07443e-013	A12=-2.78552e-015		
[0236]	A14=3.05128e-018				

[0237]	第3表面			
[0238]	K=0.00000e+000	A4=-9.01759e-006	A6=-1.39642e-007	
[0239]	A8=1.23272e-009	A10=-3.49283e-012	A12=3.62808e-015	
[0240]	A14=5.24953e-019	A16=-2.43479e-021		
[0241]	第4表面			
[0242]	K=0.00000e+000	A4=6.34981e-006	A6=-1.29871e-007	
[0243]	A8=1.67920e-009	A10=-6.48374e-012	A12=1.50043e-014	
[0244]	A14=-1.59777e-017			
[0245]	第27表面			
[0246]	K=0.00000e+000	A4=-8.04129e-005	A6=2.64851e-007	
[0247]	A8=-1.06038e-009	A10=4.87911e-012	A12=-8.56493e-015	
[0248]	A14=-1.17880e-018	A16=-3.10043e-023		
[0249]	第28表面			
[0250]	K=0.00000e+000	A4=-6.00659e-005	A6=2.67376e-007	
[0251]	A8=-7.05021e-010	A10=2.04492e-012	A12=-2.97985e-015	
[0252]	各种数据			
	变焦比	2.20		

	广角	中间	望远
焦距:	15.45	24.00	33.95
[0253] F 数:	2.91	2.91	2.91
半视角(°):	55.41	41.57	31.88
像高:	21.64	21.64	21.64
总光学长度:	159.58	147.48	144.99
BF:	14.00	22.21	32.15
d 8	25.32	7.72	1.50
d13	8.24	11.30	7.40
[0254] d14	13.71	5.42	0.71
d17	1.60	9.89	14.61
d21	7.04	1.27	-1.05
d30	14.00	22.21	32.15
[0255]	在广角端,在倾斜方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度数据		

[0256]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_r [mm]	0.5 度的抖动 之后的像点 移动量 Δy_{LSr} [mm]	倾斜图像移 位灵敏度 LS_r (h_r) [mm/deg]	倾斜图像移 位灵敏度系 数 $k_{LS_r}(h_r)$
0	0.000	-0.135	-0.270	1.000
11.0	3.000	-0.139	-0.278	1.030
21.4	6.000	-0.152	-0.303	1.124
30.6	9.001	-0.174	-0.348	1.291
38.5	12.002	-0.208	-0.415	1.540
45.0	15.002	-0.253	-0.505	1.873
50.3	18.000	-0.311	-0.621	2.304
54.6	21.000	-0.388	-0.776	2.878

[0257] 在广角端,在与倾斜方向正交的方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度数据

[0258]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_θ [mm]	0.5 度的抖动 之后的像点 移动量 $\Delta y_{LS\theta}$	倾斜图像移 位灵敏度 LS_θ (h_θ)	倾斜图像移 位灵敏度系 数 $k_{LS_\theta}(h_\theta)$
-------------------------	--------------------	--	---	---

[0259]

		[mm]	[mm/deg]	
0	0.000	-0.135	-0.270	1.000
11.0	3.000	-0.135	-0.269	0.998
21.4	6.000	-0.134	-0.267	0.992
30.6	9.001	-0.133	-0.265	0.984
38.5	12.002	-0.132	-0.263	0.976
45.0	15.002	-0.131	-0.262	0.971
50.3	18.000	-0.130	-0.261	0.966
54.6	21.000	-0.130	-0.260	0.965

[0260] 在广角端,在离心方向上的各像高的离心图像移位灵敏度数据

[0261]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_r [mm]	0.1mm 的离 心之后的像 点 移 动 量 Δy_{TS_r} [mm]	离心图像移 位灵敏度 TS_r (h_r) [mm/mm]	离心图像移 位灵敏度系 数 $k_{TS_r}(h_r)$
0	0.000	-0.066	-0.665	1.000
11.0	3.000	-0.067	-0.671	1.009
21.4	6.000	-0.069	-0.687	1.034
30.6	9.001	-0.072	-0.717	1.078
38.5	12.002	-0.076	-0.760	1.144
45.0	15.002	-0.083	-0.826	1.243
50.3	18.000	-0.093	-0.927	1.395
54.6	21.000	-0.107	-1.073	1.615

[0262] 在广角端,在与离心方向正交的方向上的各像高的离心图像移位灵敏度数据

[0263]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_θ [mm]	0.1mm 的离 心之后的像	离心图像移 位灵敏度 TS_θ	离心图像移 位灵敏度系
-------------------------	--------------------	-------------------	---------------------------	----------------

[0264]

		点 移 动 量 Δy_{TS_θ} [mm]	(h_θ) [mm/mm]	数 $k_{TS_\theta}(h_\theta)$
0	0.000	-0.066	-0.665	1.000
11.0	3.000	-0.067	-0.667	1.004
21.4	6.000	-0.068	-0.675	1.016
30.6	9.000	-0.069	-0.688	1.035
38.5	12.000	-0.071	-0.705	1.061
45.0	15.001	-0.073	-0.729	1.097
50.3	18.001	-0.076	-0.759	1.142
54.6	21.000	-0.080	-0.795	1.197

[0265] [数值示例3]

[0266] 单位:mm

[0267] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1	50.658	1.57	1.48749	70.2
	2	17.433	7.73		
	3	82.620	1.50	1.48749	70.2
	4	22.068	13.94		
	5	28.055	5.75	1.90043	37.4
[0268]	6	-26.190	1.00	1.80000	29.8
	7	-678.364	6.06		
	8 (光圈)	∞	2.86		
	9	74.460	1.40	1.77250	49.6
	10	-3498.619	2.98		
	11	-20.479	1.00	1.85478	24.8
	12	30.759	3.15	1.49700	81.5
	13	-76.152	0.29		
	14	107.343	4.13	1.58313	59.4
	15*	-42.035	0.15		
	16	108.394	4.96	1.85150	40.8
[0269]	17	-35.438	(可变)		
	18	-72.427	1.84	1.83481	42.7
	19	-45.108	10.50		
	20	-23.819	1.57	1.51742	52.4
	21	-53.298	11.00		
	像平面	∞			
[0270]	非球面数据				
[0271]	第15表面				
[0272]	K=0.00000e+000 A4=2.14904e-005 A6=-6.26885e-009 A8=3.11936e-010 A10=-1.96590e-012 A12=3.25155e-015				
[0273]	各种数据				

焦距: 20.60
 F 数: 1.85
 [0274] 半视角($^{\circ}$): 46.42
 像高: 18.71
 总光学长度: 84.88
 BF: 11.00

[0275] 广角 望远

[0276] d17 1.50 11.92

[0277] 当无限远处的物体对焦时,在倾斜方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度数据

半 视 角 $\omega[\text{deg}]$	像高 $h_r[\text{mm}]$	0.5 度的抖动 之后的像点 移动量 Δy_{LSr} [mm]	倾斜图像移 位灵敏度 LS_r (h_r) [mm/deg]	倾斜图像移 位灵敏度系 数 $k_{LS_r}(h_r)$
0	0.000	-0.180	-0.359	1.000
8.3	2.988	-0.181	-0.362	1.007
16.2	5.906	-0.186	-0.371	1.033
23.6	8.699	-0.194	-0.388	1.078
30.2	11.333	-0.205	-0.409	1.138
36.1	13.796	-0.217	-0.435	1.209
41.2	16.111	-0.234	-0.468	1.302
45.6	18.283	-0.254	-0.509	1.416

[0279] 当无限远处的物体对焦时,在与倾斜方向正交的方向上的各像高的倾斜图像移位灵敏度数据

[0280]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_0 [mm]	0.5 度的抖动 之后的像点 移动量 Δy_{LS0} [mm]	倾斜图像移 位灵敏度 LS_0 (h_0) [mm/deg]	倾斜图像移 位灵敏度系 数 $k_{LS_0}(h_0)$
0	0.000	-0.180	-0.360	1.000
8.3	2.988	-0.179	-0.358	0.996
16.2	5.906	-0.177	-0.354	0.984
23.6	8.699	-0.174	-0.347	0.966
30.2	11.333	-0.170	-0.339	0.944
36.1	13.796	-0.165	-0.331	0.919
41.2	16.111	-0.161	-0.321	0.894
45.6	18.283	-0.156	-0.313	0.869

[0281] 当无限远处的物体对焦时,在离心方向上的各像高的离心图像移位灵敏度数据

[0282]

半 视 角 ω [deg]	像高 h_r [mm]	0.1mm 的离 心之后的像 点 移 动 量 Δy_{TSr} [mm]	离心图像移 位灵敏度 TS_r (h_r) [mm/mm]	离心图像移 位灵敏度系 数 $k_{TS_r}(h_r)$
0	0.000	0.030	0.299	1.000
8.3	2.988	0.030	0.302	1.010
16.2	5.906	0.031	0.311	1.040
23.6	8.699	0.033	0.325	1.087
30.2	11.333	0.034	0.344	1.149
36.1	13.796	0.037	0.366	1.223
41.2	16.111	0.039	0.390	1.305
45.6	18.283	0.042	0.416	1.392

[0283] 当无限远处的物体对焦时,在与离心方向正交的方向上的各像高的离心图像移位灵敏度数据

	半 视 角 $\omega[\text{deg}]$	像高 $h_\theta[\text{mm}]$	0.1mm 的离 心之后的像 点 移 动 量 $\Delta y_{TS_\theta} [\text{mm}]$	离 心 图 像 移 位灵敏度 TS_θ (h_θ) [mm/mm]	离 心 图 像 移 位 灵 敏 度 系 数 $k_{TS_\theta} (h_\theta)$
[0284]	0	0.000	0.030	0.299	1.000
	8.3	2.988	0.030	0.301	1.005
	16.2	5.906	0.031	0.305	1.021
	23.6	8.699	0.031	0.313	1.046
	30.2	11.333	0.032	0.323	1.079
	36.1	13.796	0.033	0.334	1.117
[0285]	41.2	16.111	0.035	0.347	1.160
	45.6	18.283	0.036	0.361	1.206

[0286] 如上所述,通过使用本公开的构造,可以容易且良好地减少包括光轴中心的预定像点位置处的图像模糊。

[0287] 在各实施例中,与像点位置相关联的关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度的信息是包括矩阵格式的与像点位置相关联的图像稳定系数信息的图像稳定系数表,但本公开不限于此。与像点位置相关联的关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度的信息可以是离心图像移位灵敏度 $TS_r(h_r)$ 和 $TS_\theta(h_\theta)$,或者可以是根据离心图像移位灵敏度获取的离轴图像稳定系数信息($K_{TS1}, K_{TS2}, K_{TS3}, K_{TS4}$)。另选地,与像点位置相关联的关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度的信息可以是结合与像点位置相关联的关于摄像光学系统101的倾斜的图像移位灵敏度的信息而计算的图像稳定系数信息(K_1, K_2, K_3, K_4)。即,与像点位置相关联的关于图像稳定光学系统1014的离心的图像移位灵敏度的信息可以是使得能够获取关于图像稳定光学系统1014的离心的预定像点位置的移动量的任何信息。

[0288] 在各实施例中,与像点位置相关联的关于摄像光学系统101的倾斜的图像移位灵敏度的信息是包括矩阵格式的与像点位置相关联的图像稳定系数信息的图像稳定系数表,但本公开不限于此。与像点位置相关联的关于摄像光学系统101的倾斜的图像移位灵敏度的信息可以是基于摄像光学系统101中指定的焦距或投影方法的像高表达式,或者可以是倾斜图像移位灵敏度 $LS_r(h_r)$ 和 $LS_\theta(h_\theta)$ 。另选地,与像点位置相关联的关于摄像光学系统101的倾斜的图像移位灵敏度的信息可以是根据倾斜图像移位灵敏度而获取的离轴图像稳定系数信息($K_{LS1}, K_{LS2}, K_{LS3}, K_{LS4}$)。即,与像点位置相关联的关于摄像光学系统101的倾斜的图像移位灵敏度的信息可以是使得能够获取关于摄像光学系统101的倾斜的预定像点位置的移动量的任何信息。

[0289] 在各实施例中,离心图像移位灵敏度和倾斜图像移位灵敏度被描述为图像稳定光学系统1014的在离心方向(R方向)上或在与离心方向正交的方向上的各像高的信息。然而,

离心图像移位灵敏度和倾斜图像移位灵敏度可以是在摄像平面上的预定方向上针对整个摄像平面上的各像点位置而确定的信息。在这种情况下,可以根据通过使用摄像光学系统101的设计值获取的整个摄像平面上的像点移动量,来直接获取离心图像移位灵敏度或倾斜图像移位灵敏度。

[0290] 在各数值示例中,通过使用主光线的成像位置来获取像点位置,但是可以通过使用调制传递函数(MTF)的峰值位置来获取像点位置。

[0291] 相机微计算机202可以通过使用改变图像传感器201的有效像素区域的电子图像稳定功能来进行图像稳定。即,相机微计算机202可以用作图像稳定单元之一。

[0292] 摄像光学系统101的投影方法不限于中心投影方法,也可以是诸如等距投影方法的其他投影方法。

[0293] 其他实施例

[0294] 还可以通过读出并执行记录在存储介质(也可更完整地称为“非临时性计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如,一个或更多个程序)以执行上述实施例中的一个或更多个的功能、并且/或者包括用于执行上述实施例中的一个或更多个的功能的一个或更多个电路(例如,专用集成电路(ASIC))的系统或装置的计算机,来实现本发明的实施例,并且,可以利用通过由所述系统或装置的所述计算机例如读出并执行来自所述存储介质的所述计算机可执行指令以执行上述实施例中的一个或更多个的功能、并且/或者控制所述一个或更多个电路执行上述实施例中的一个或更多个的功能的方法,来实现本发明的实施例。所述计算机可以包括一个或更多个处理器(例如,中央处理单元(CPU),微处理单元(MPU)),并且可以包括分开的计算机或分开的处理器的网络,以读出并执行所述计算机可执行指令。所述计算机可执行指令可以例如从网络或所述存储介质被提供给计算机。所述存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储器、光盘(诸如压缩光盘(CD)、数字通用光盘(DVD)或蓝光光盘(BD)TM)、闪存设备以及存储卡等中的一个或更多个。

[0295] 本发明的实施例还可以通过如下的方法来实现,即,通过网络或者各种存储介质将执行上述实施例的功能的软件(程序)提供给系统或装置,该系统或装置的计算机或是中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)读出并执行程序的方法。

[0296] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

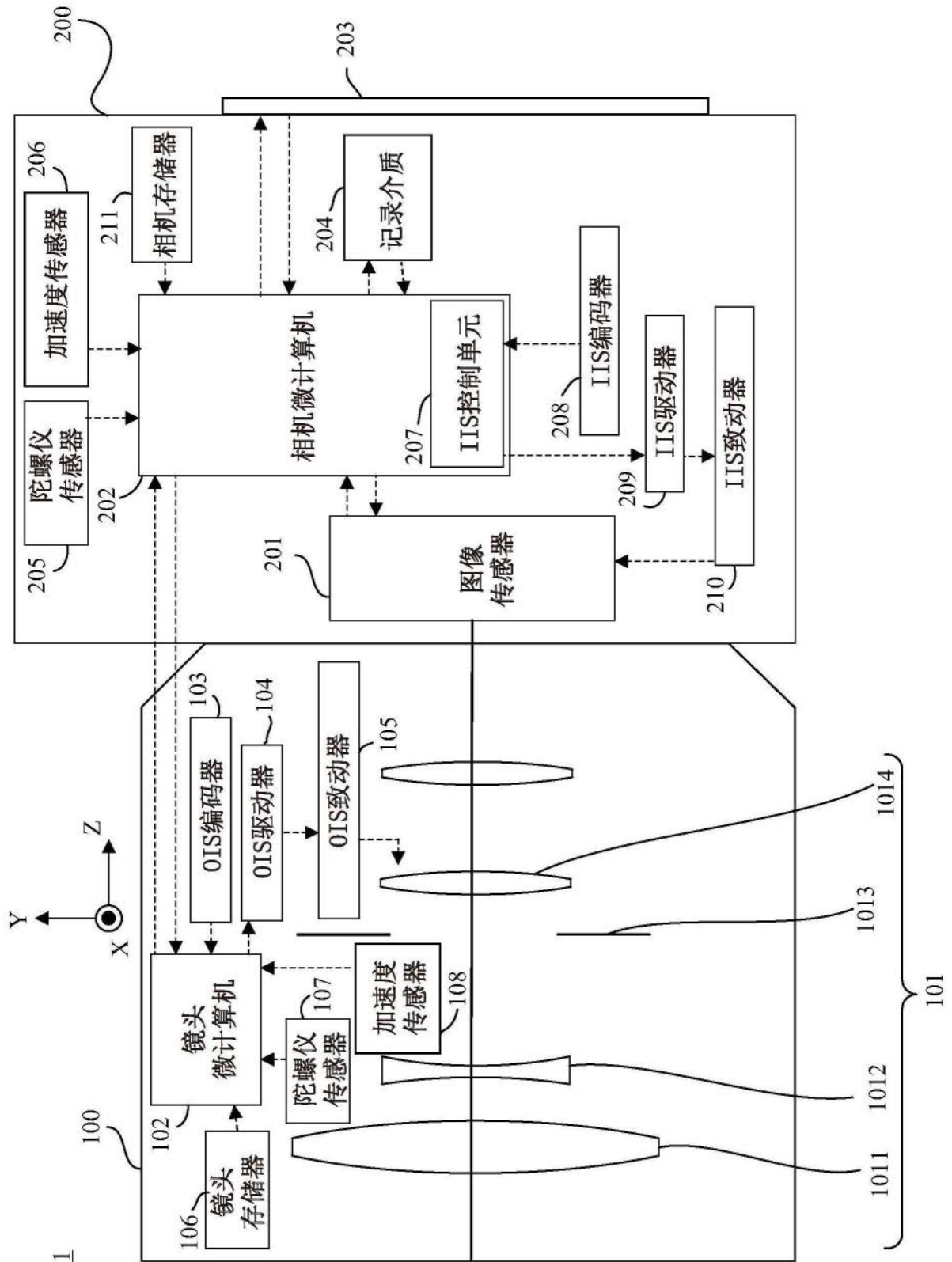


图1

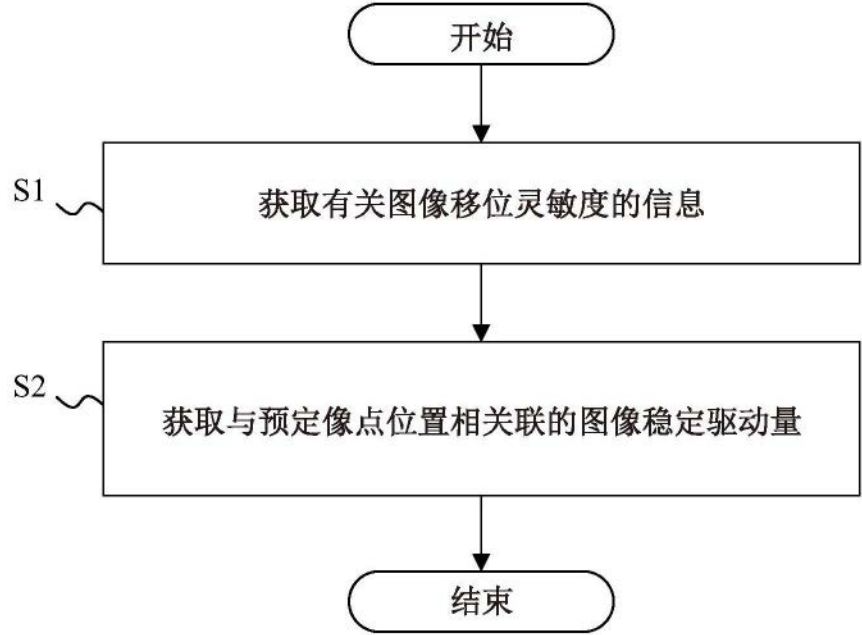


图2

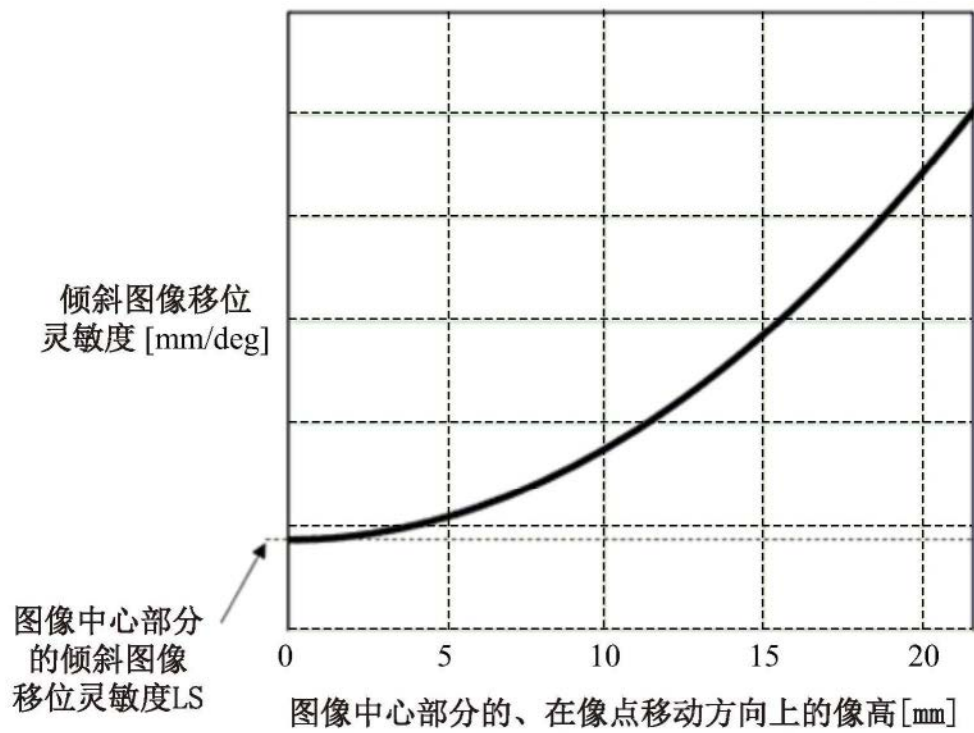


图3A

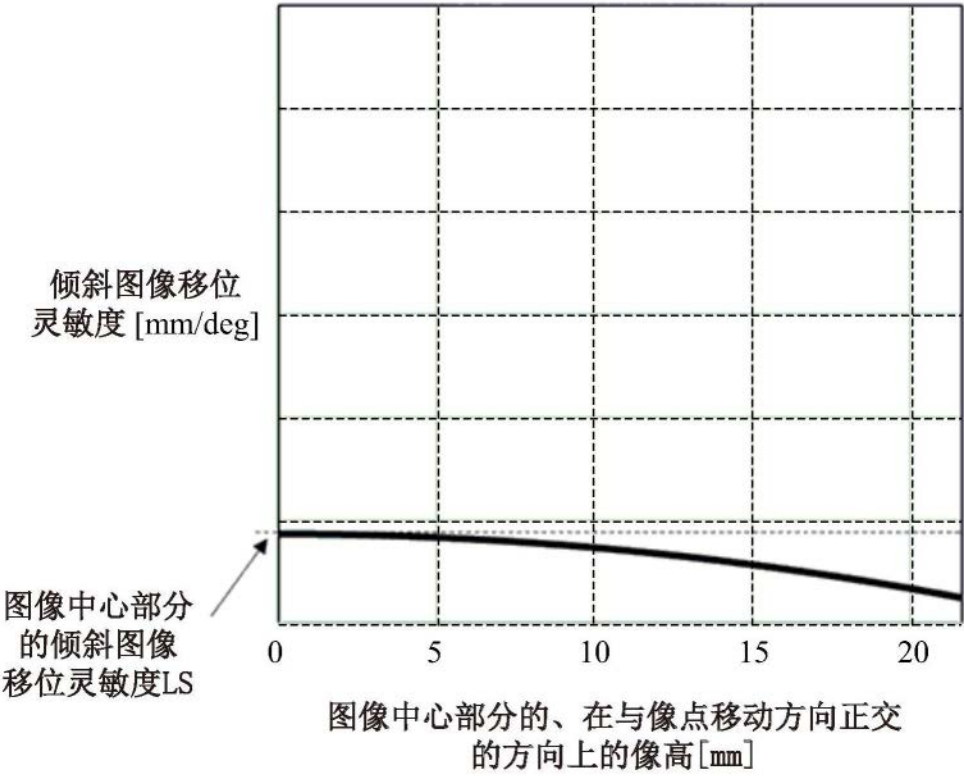


图3B

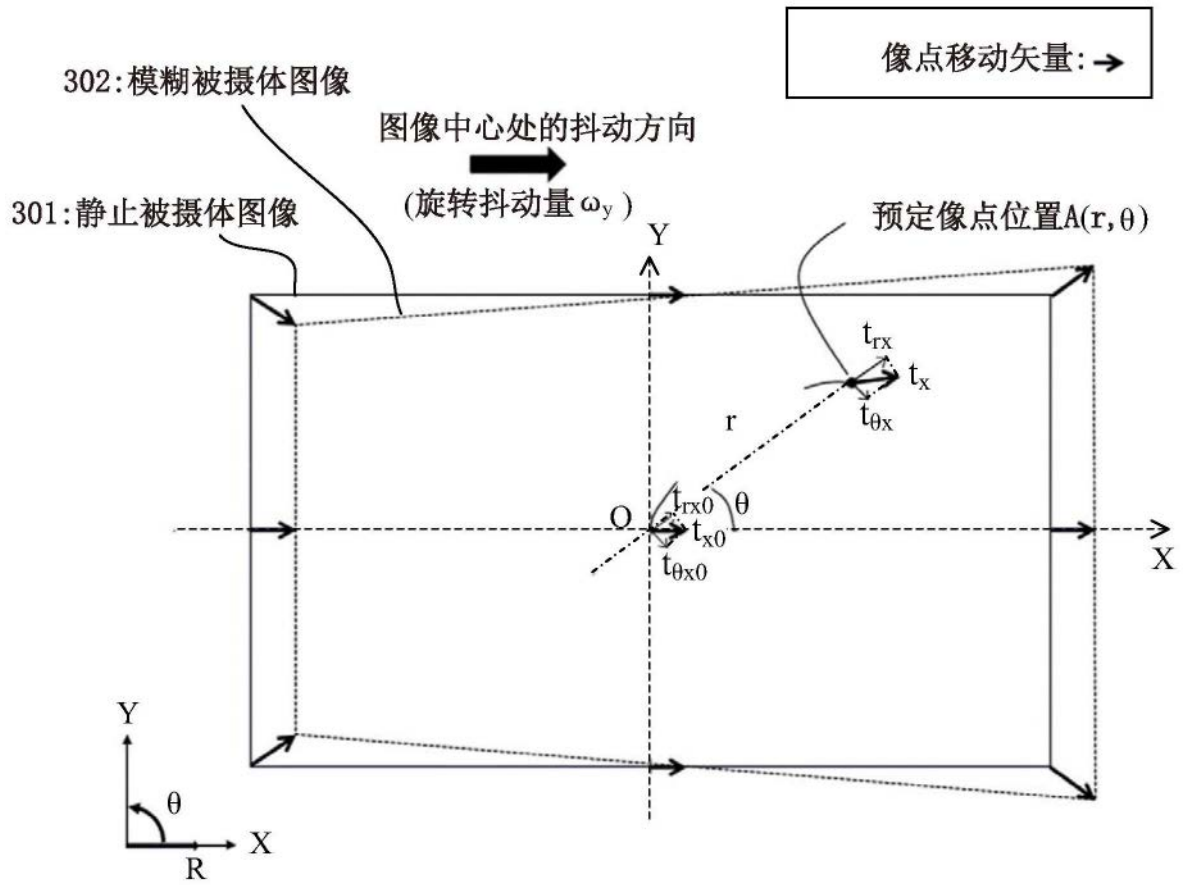


图4

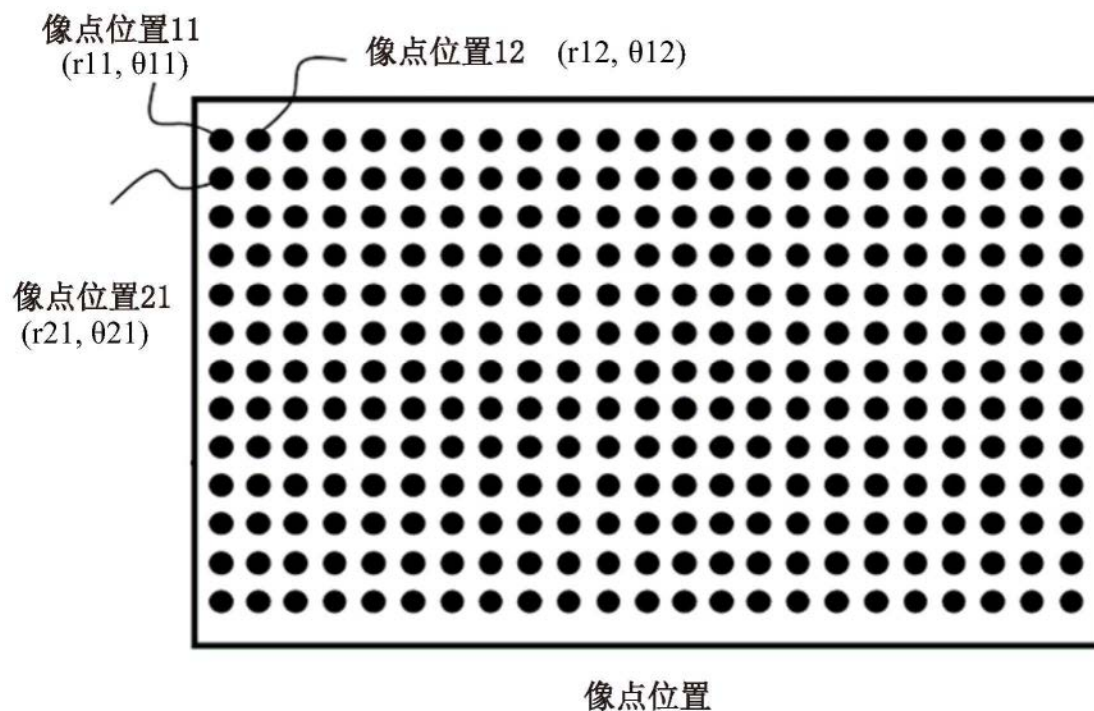


图5A

有关像点位置11的第四 图像稳定系数的信息	有关像点位置12的第四图像稳定系数的信息
$K_{LS1}(r_{11}, \theta_{11})$	$K_{LS1}(r_{12}, \theta_{12})$
$K_{LS2}(r_{11}, \theta_{11})$	$K_{LS2}(r_{12}, \theta_{12})$
$K_{LS3}(r_{11}, \theta_{11})$	$K_{LS3}(r_{12}, \theta_{12})$
$K_{LS4}(r_{11}, \theta_{11})$	$K_{LS4}(r_{12}, \theta_{12})$
$K_{LS1}(r_{21}, \theta_{21})$	
$K_{LS2}(r_{21}, \theta_{21})$	
$K_{LS3}(r_{21}, \theta_{21})$	
$K_{LS4}(r_{21}, \theta_{21})$	

图像稳定系数表

图5B

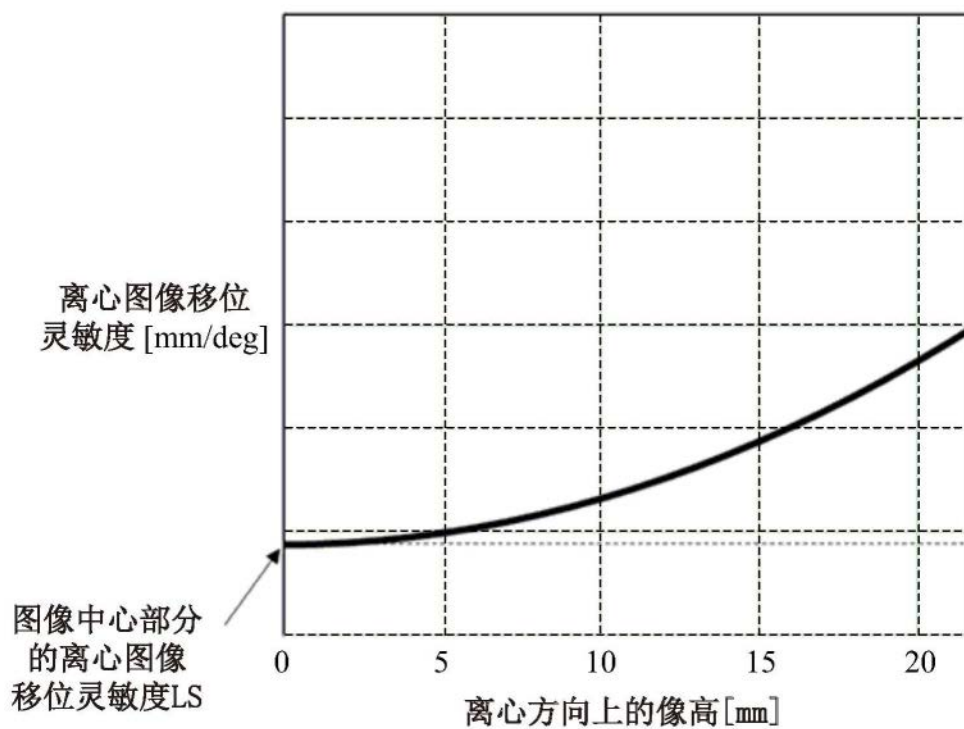


图6A

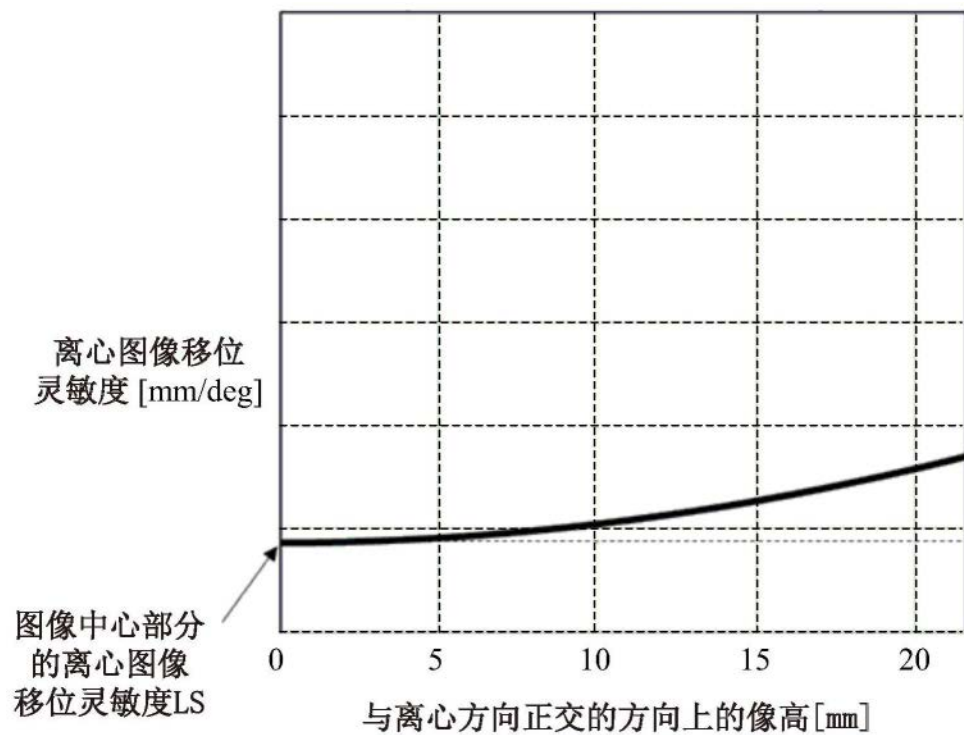


图6B

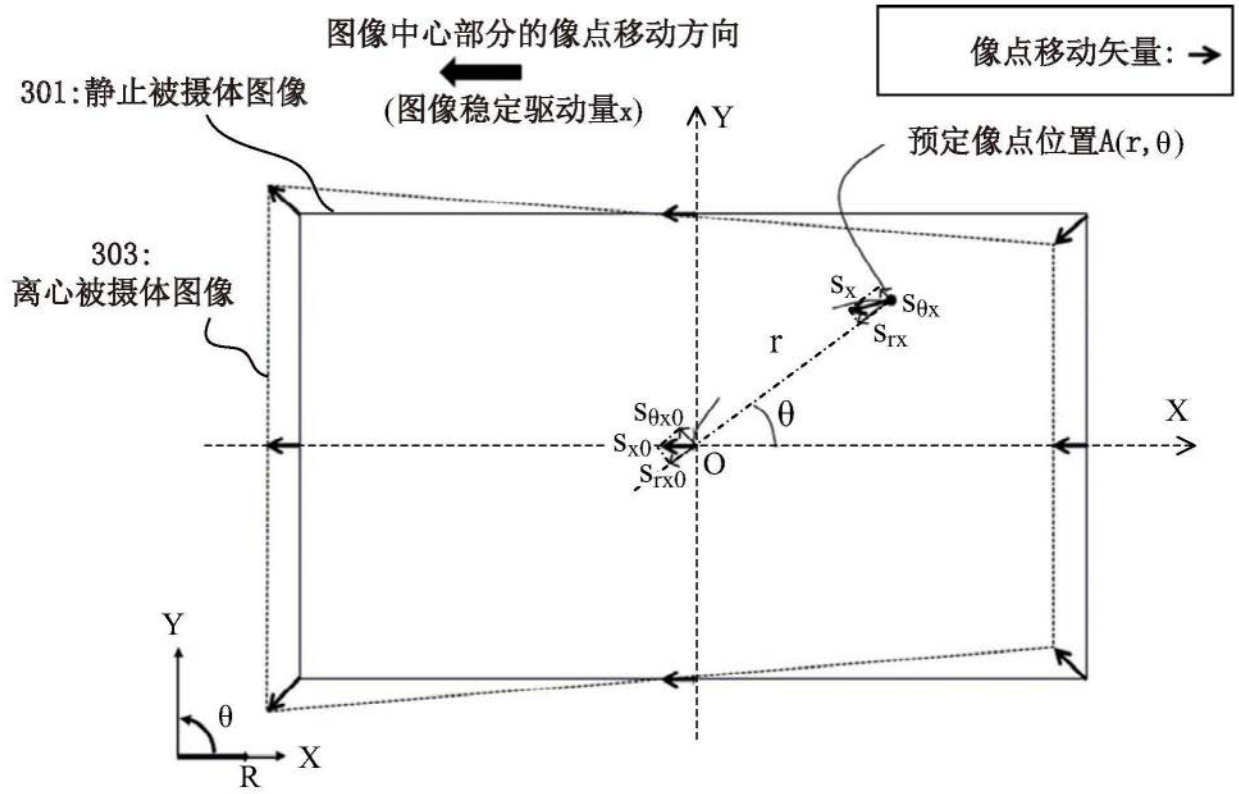
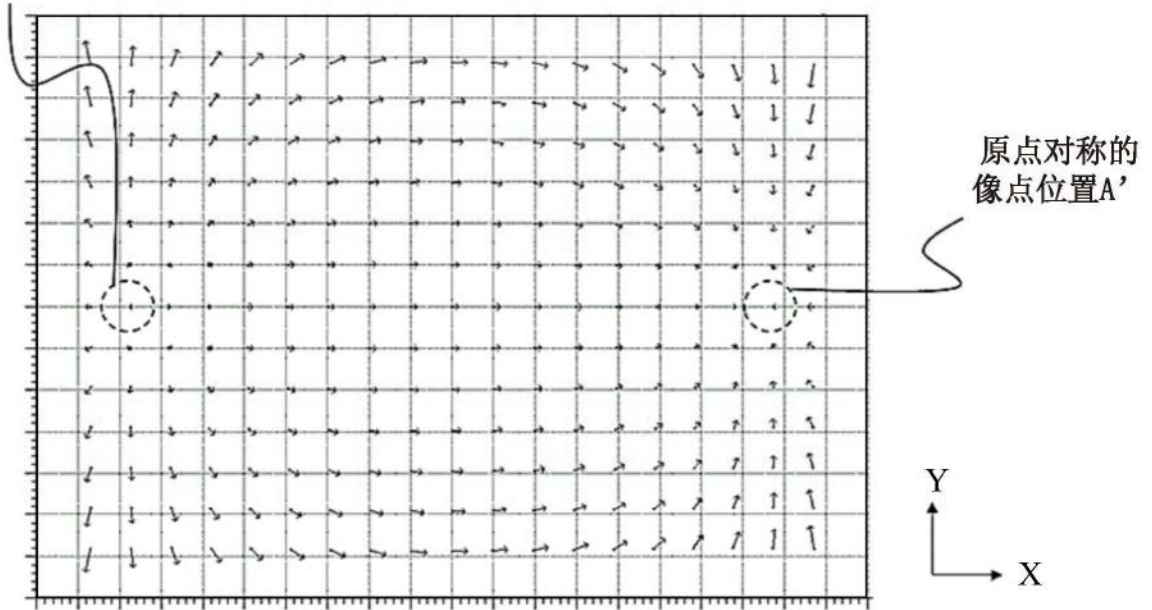


图7

预定像点位置A
(图像稳定位置)

← 图像模糊方向



箭头的起点：静止被摄体图像的像点位置

箭头的终点：图像稳定之后的被摄体图像的像点位置

图8

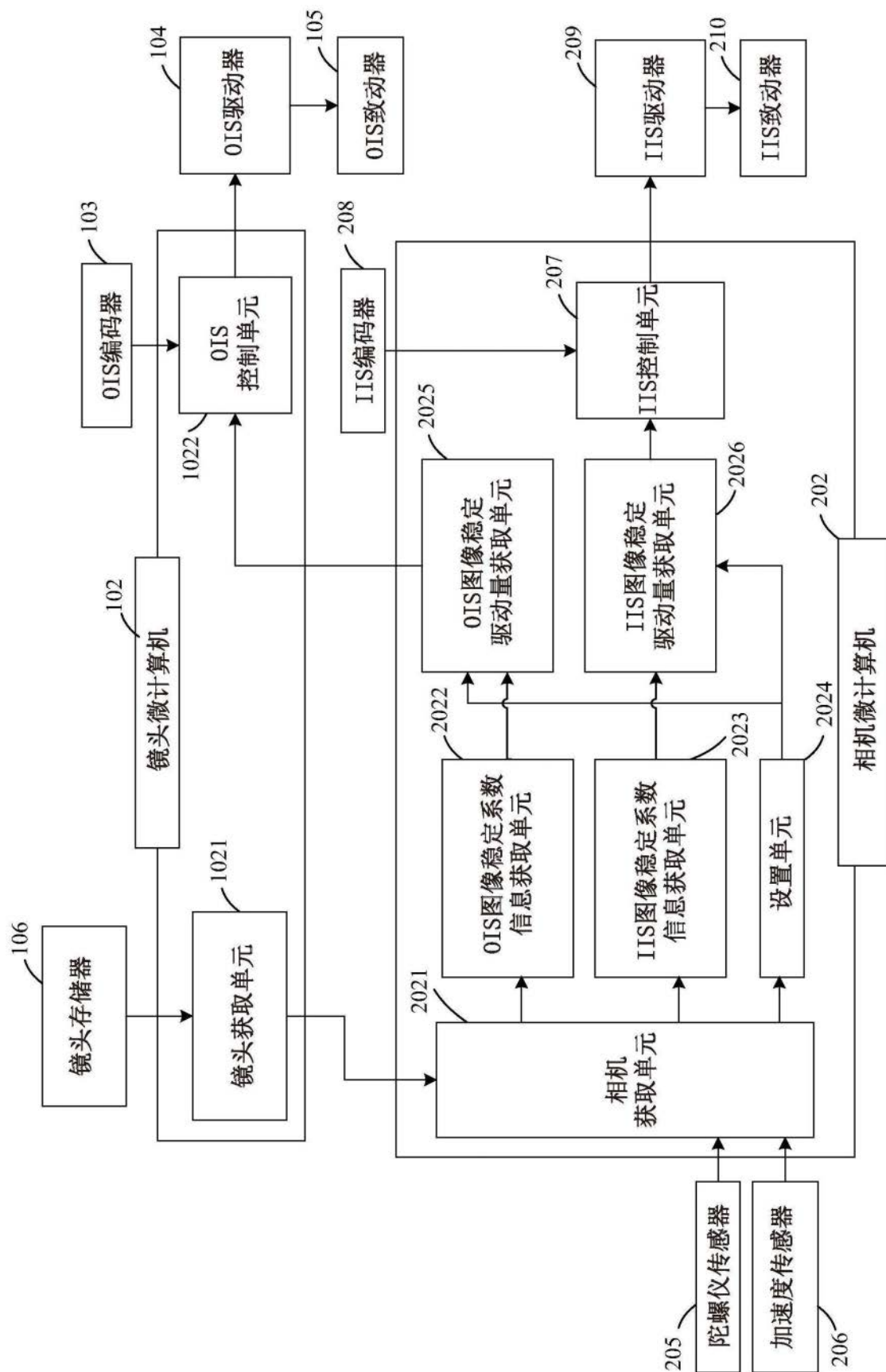


图9

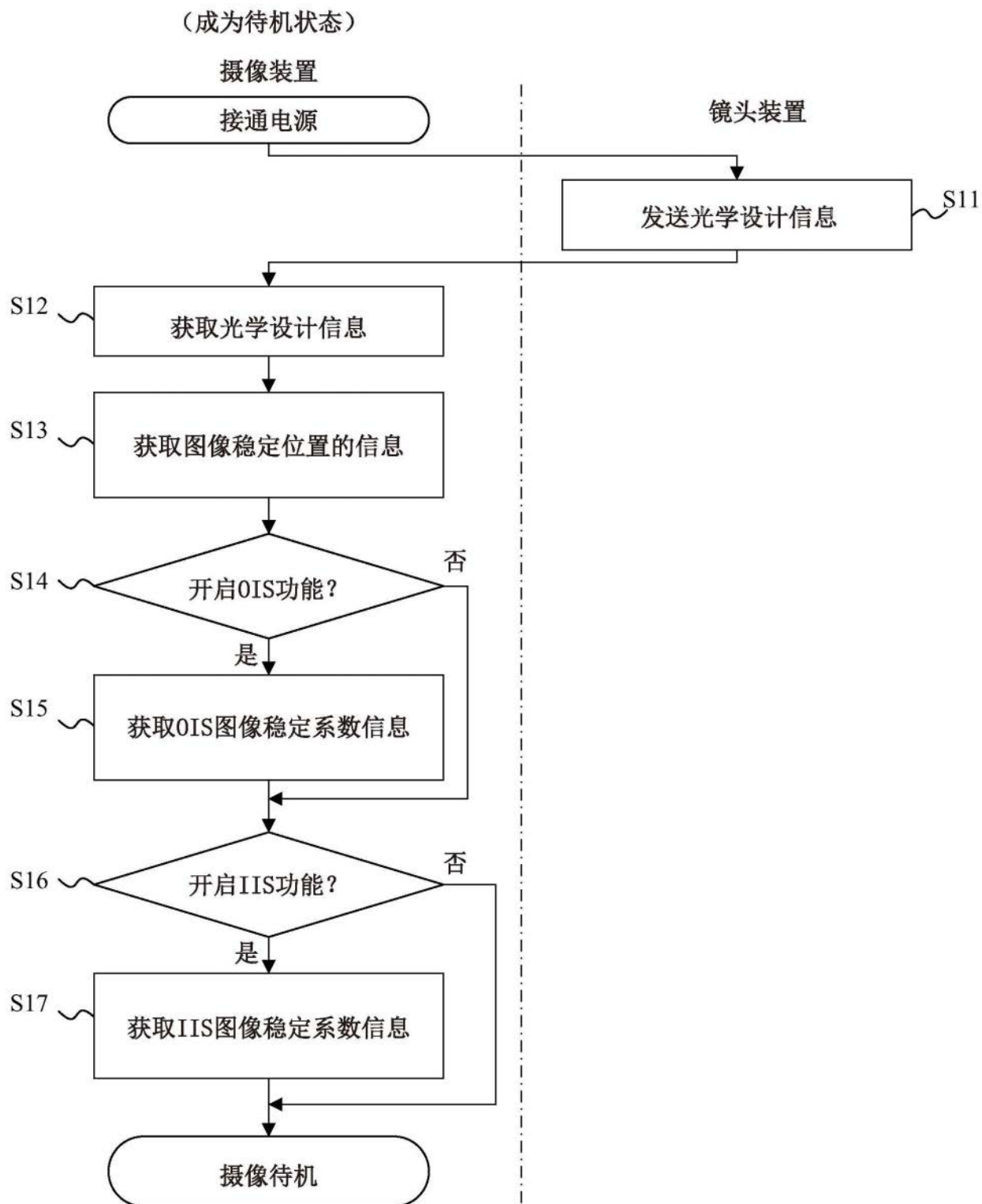


图10A

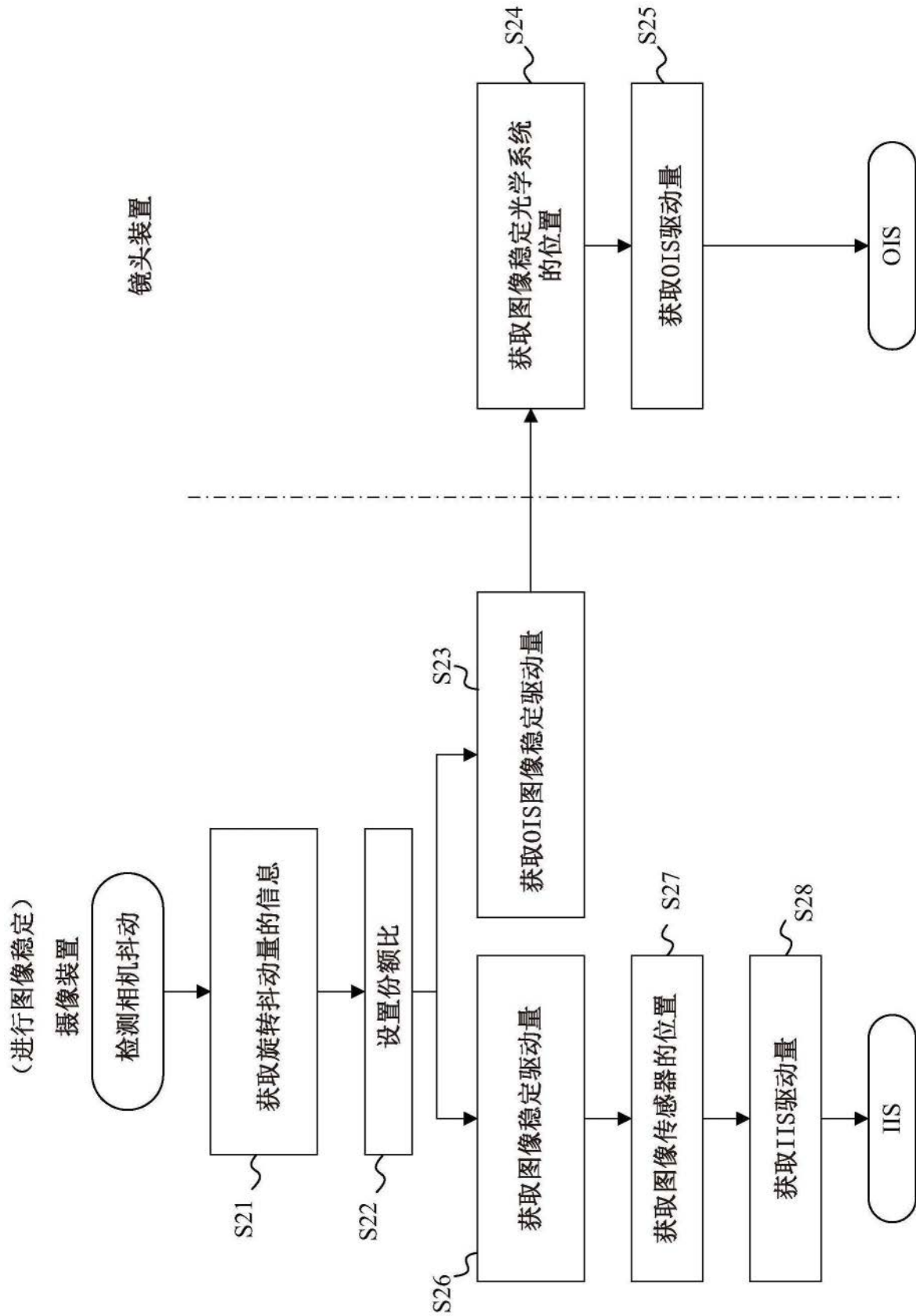


图10B

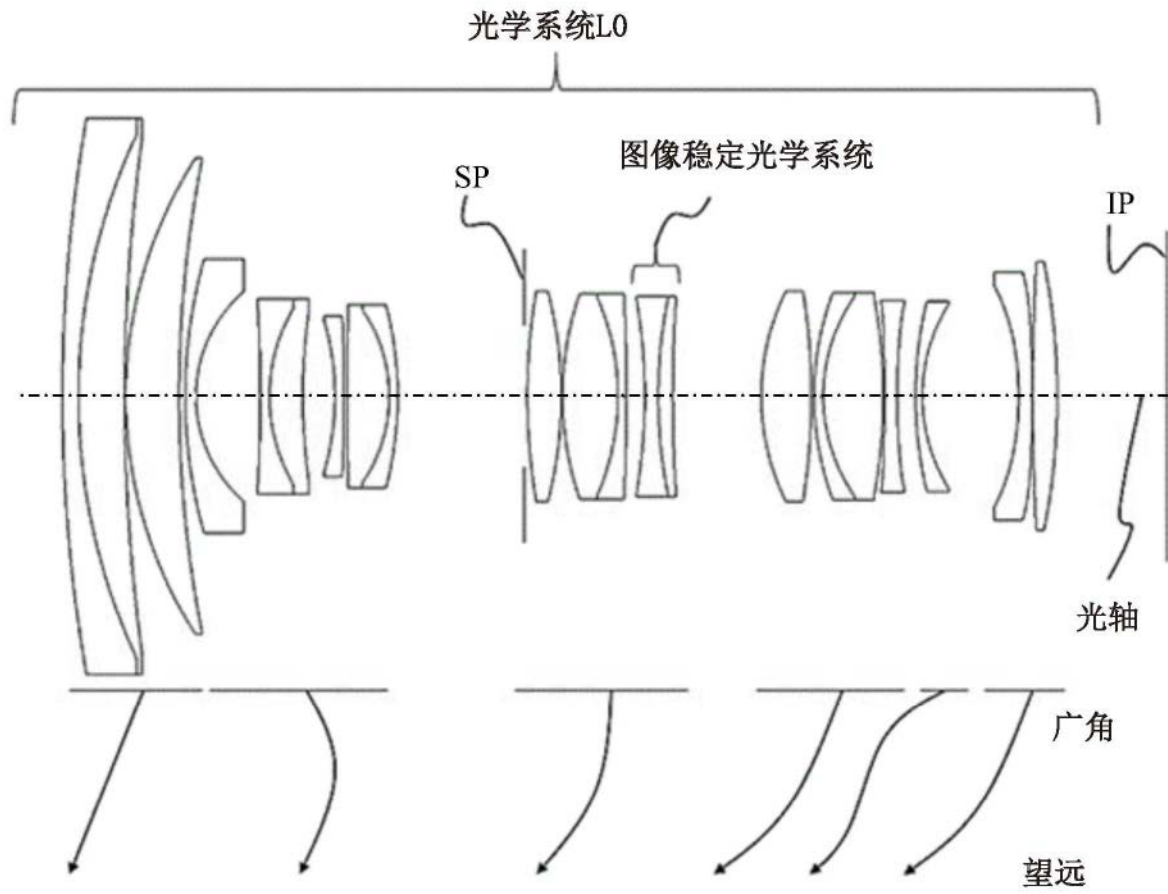


图11

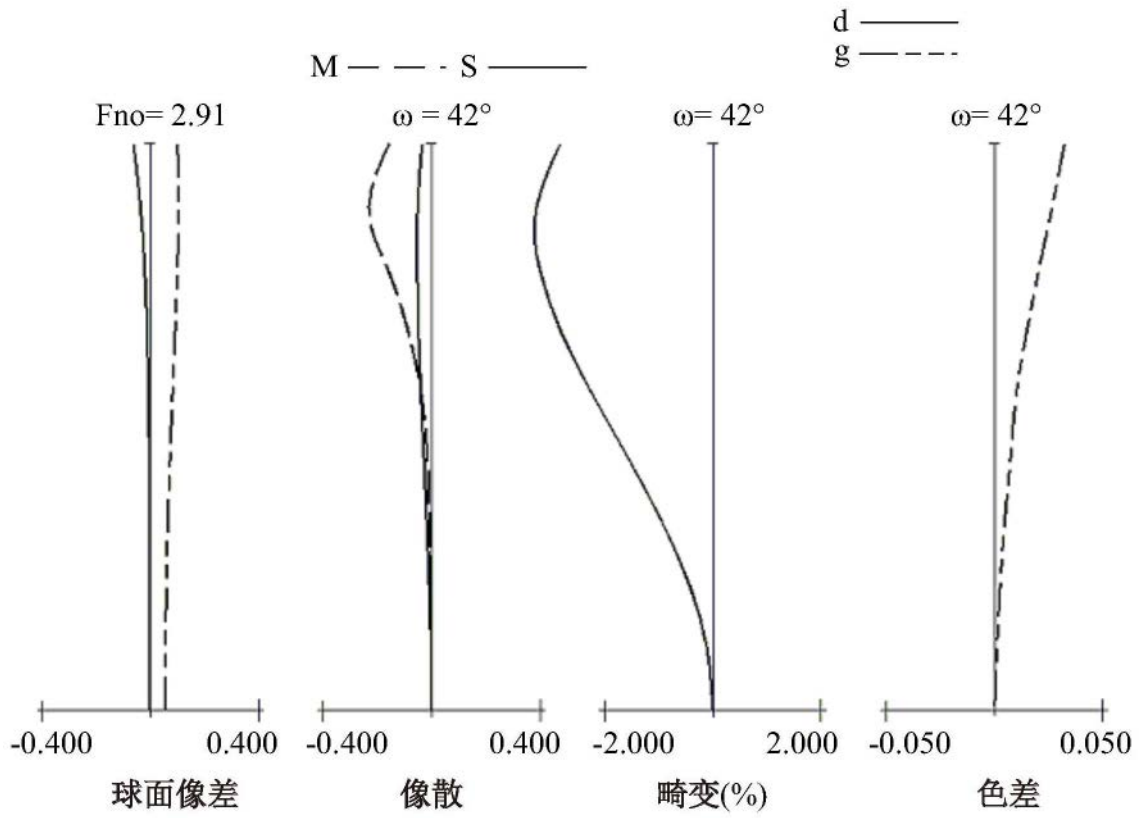


图12

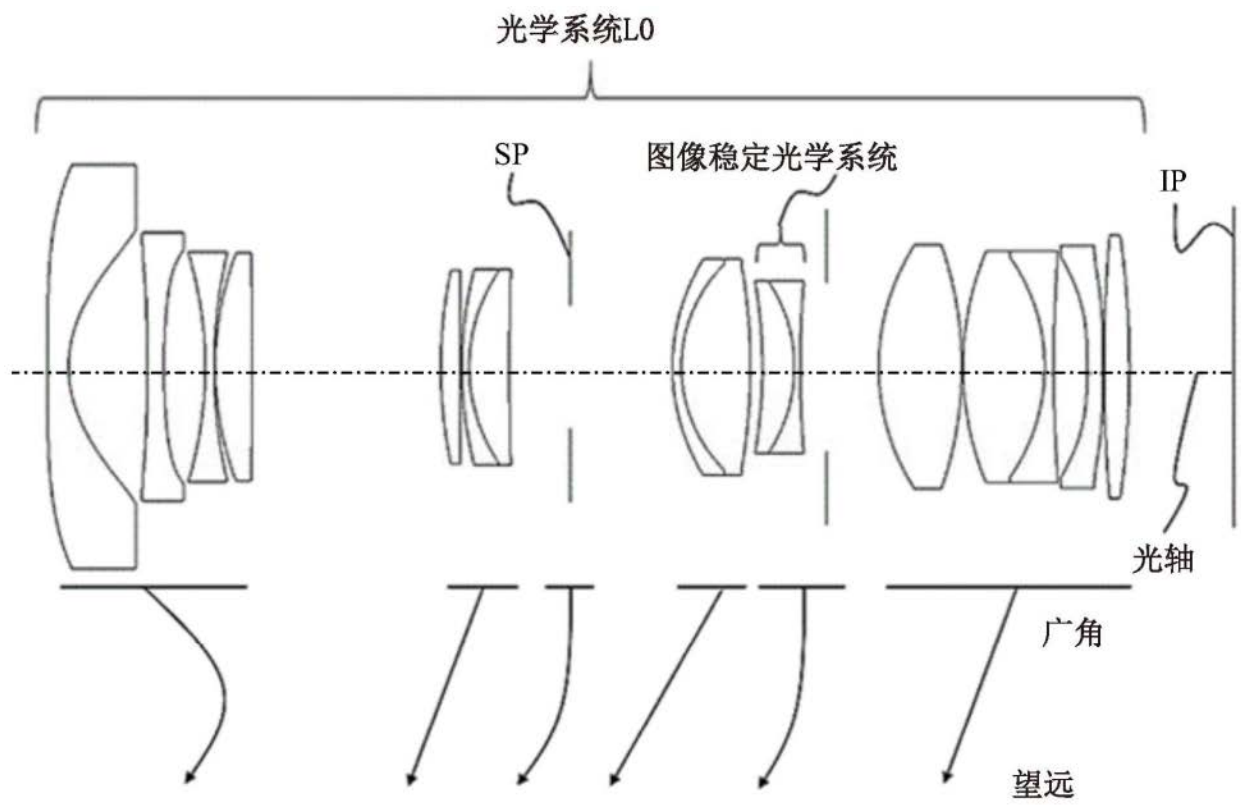


图13

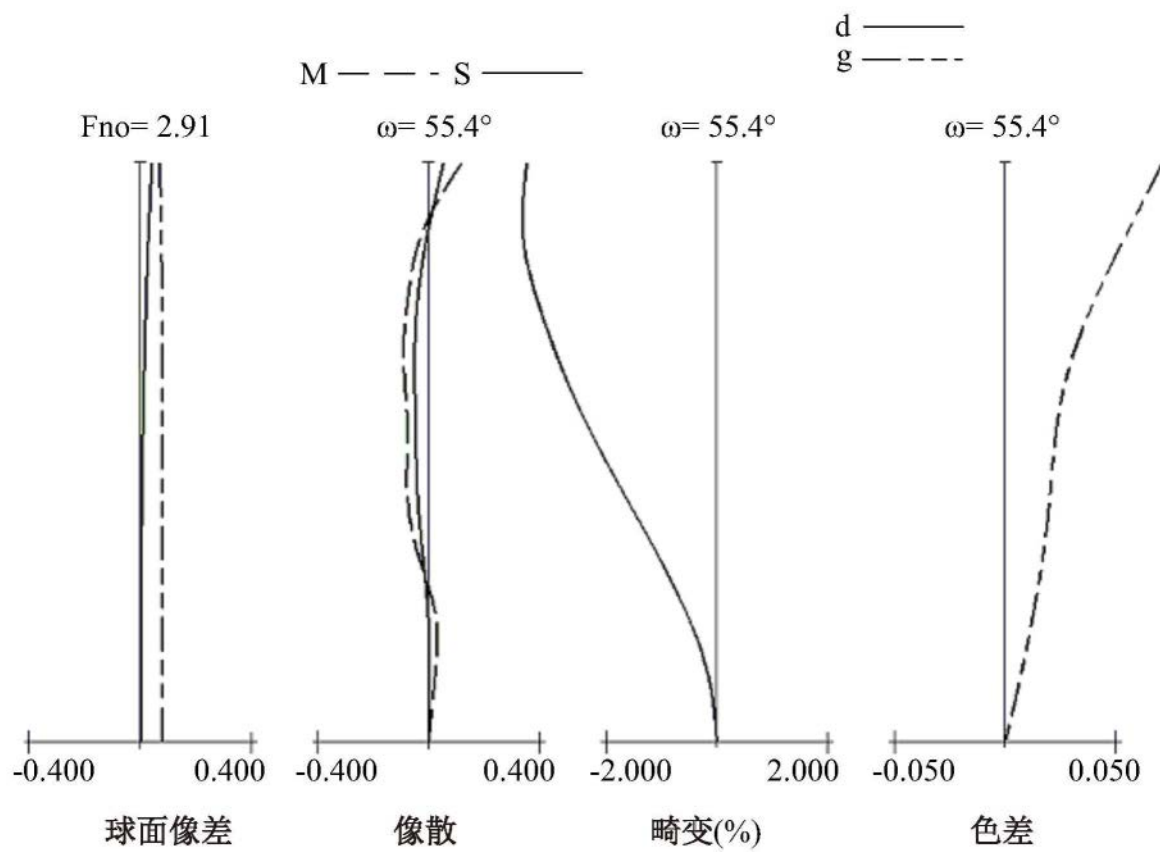


图14

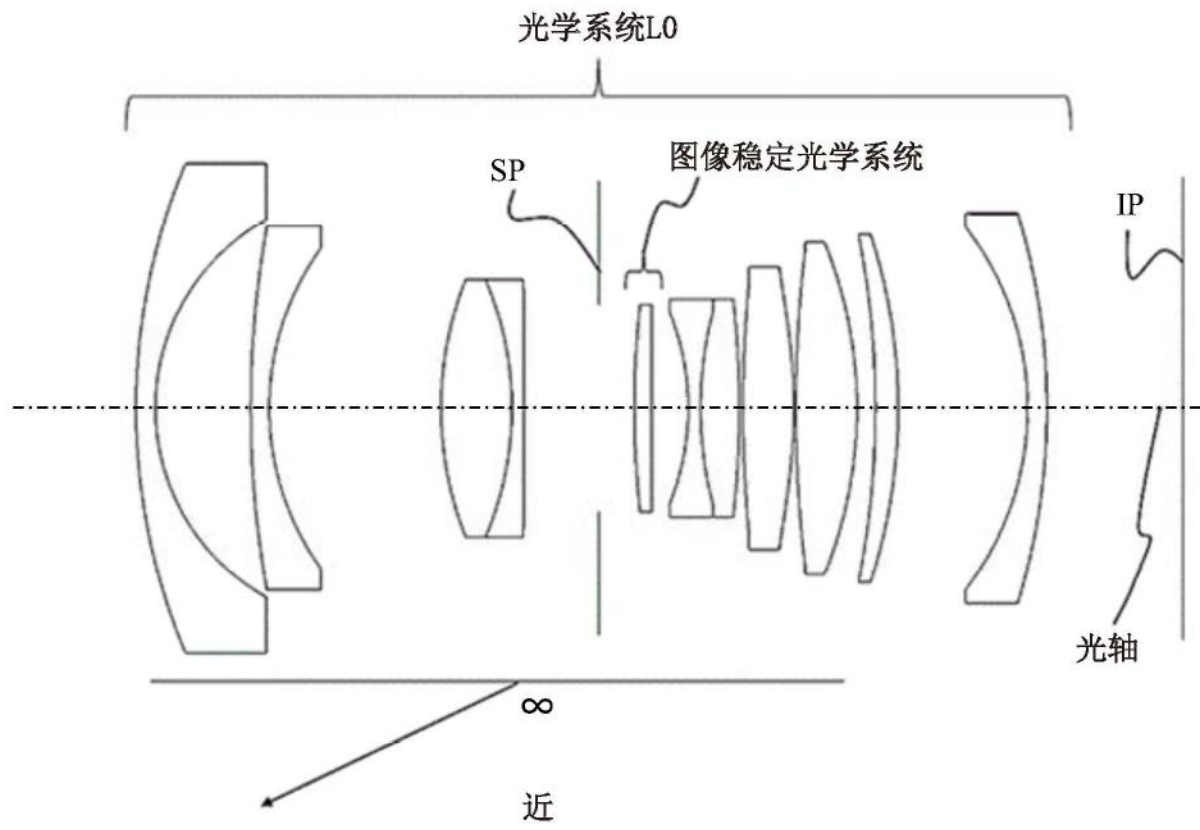


图15

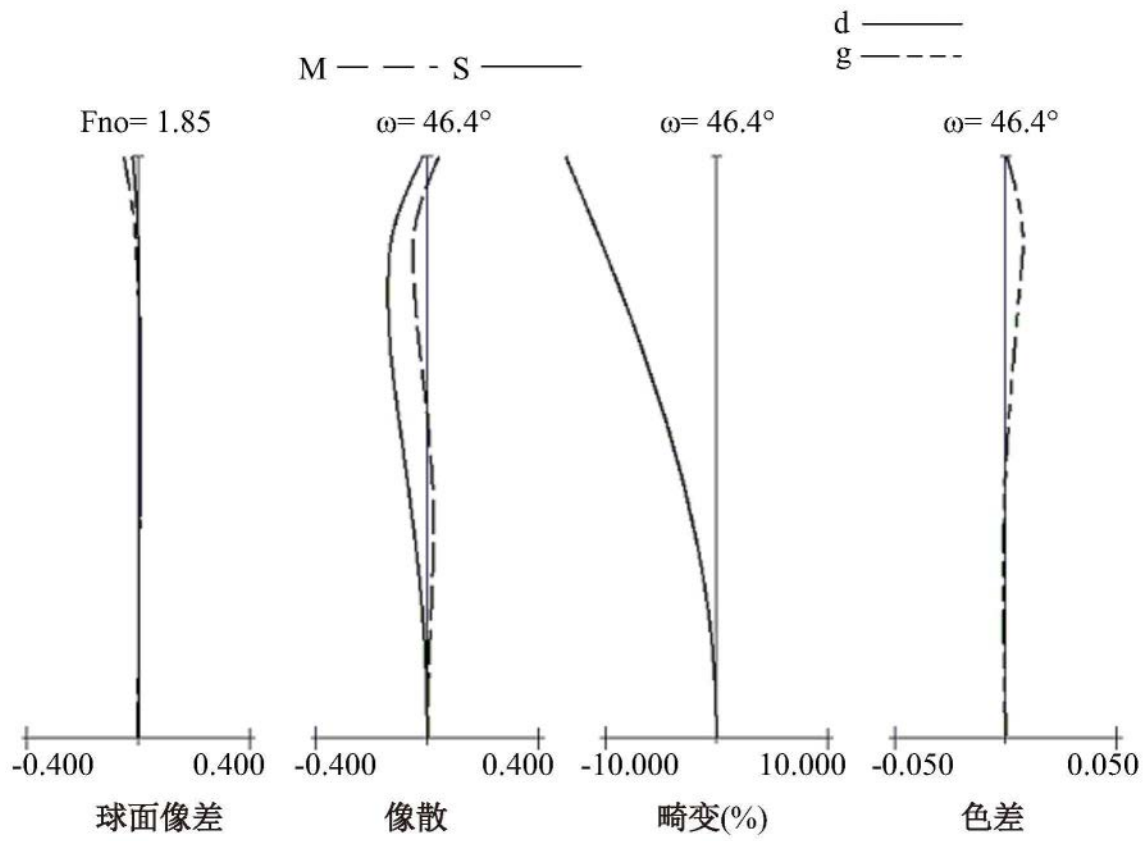


图16

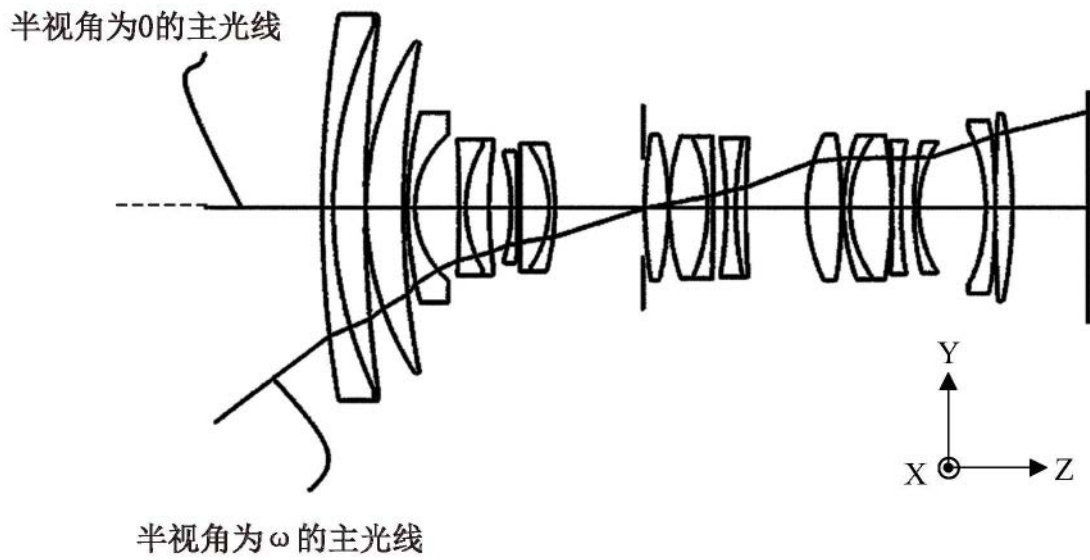


图17A

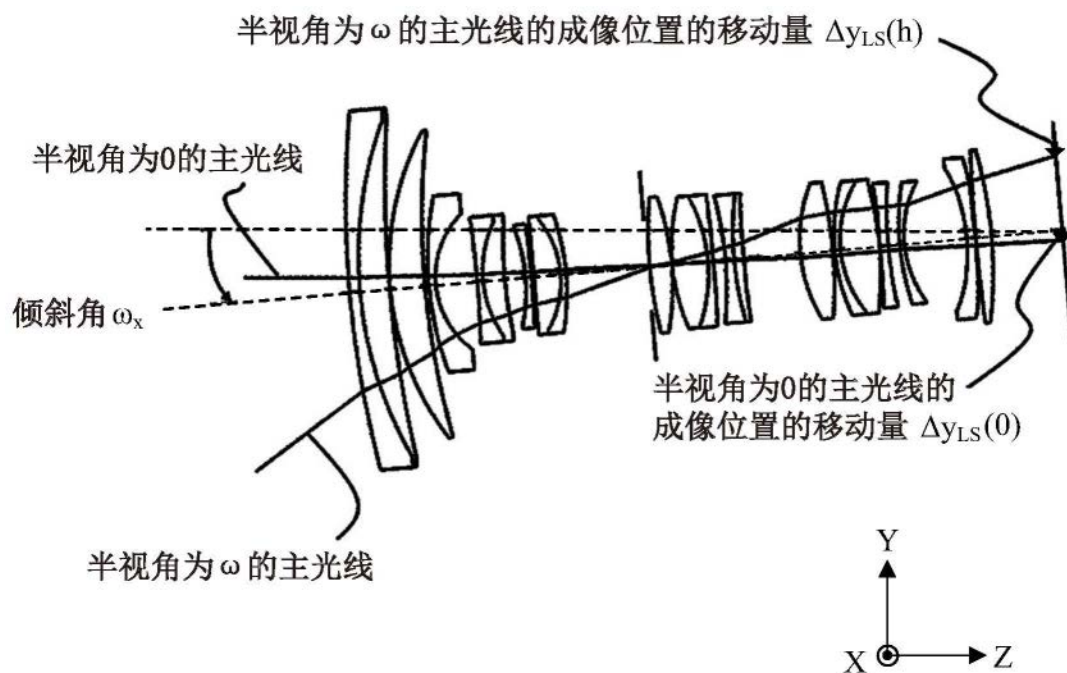


图17B

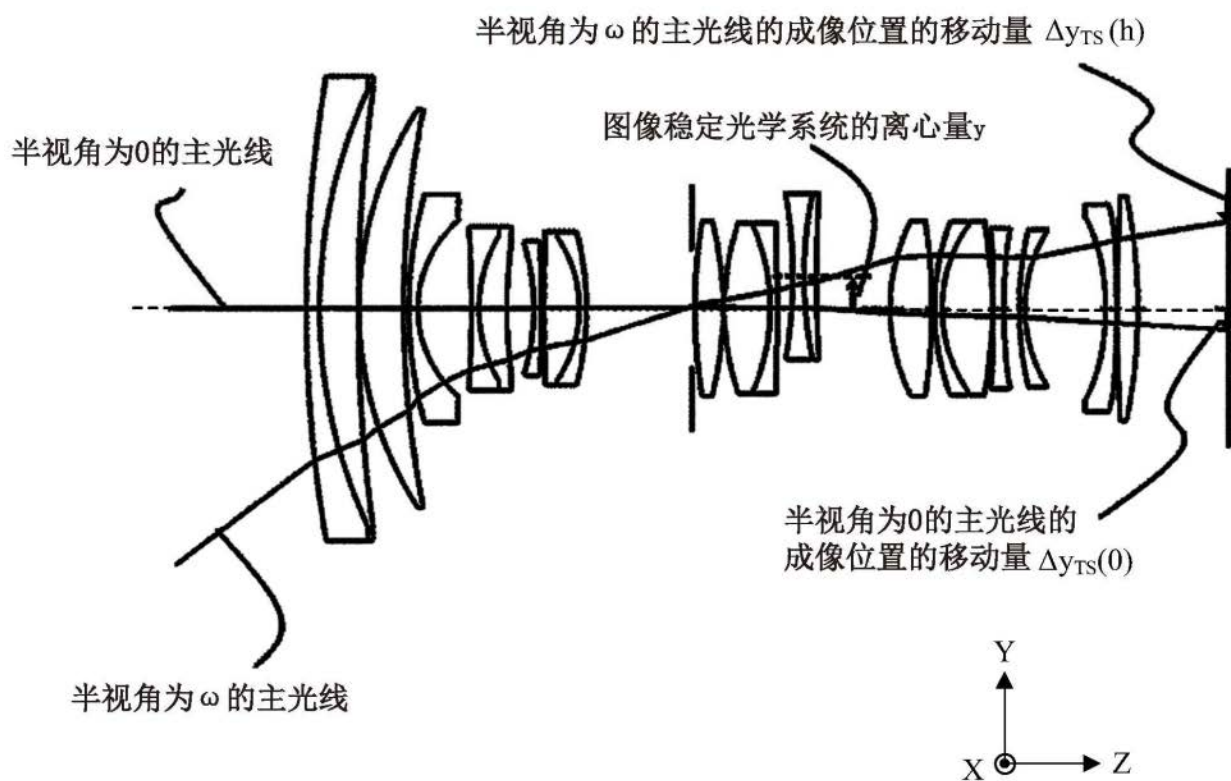


图17C

现有技术

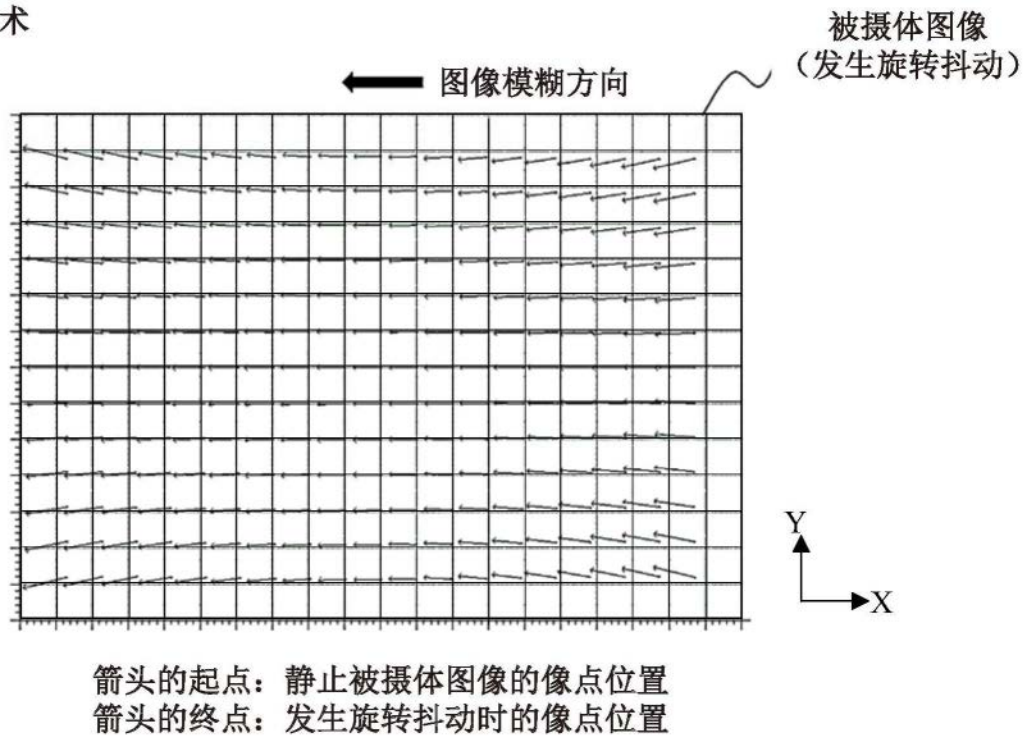


图18A

现有技术

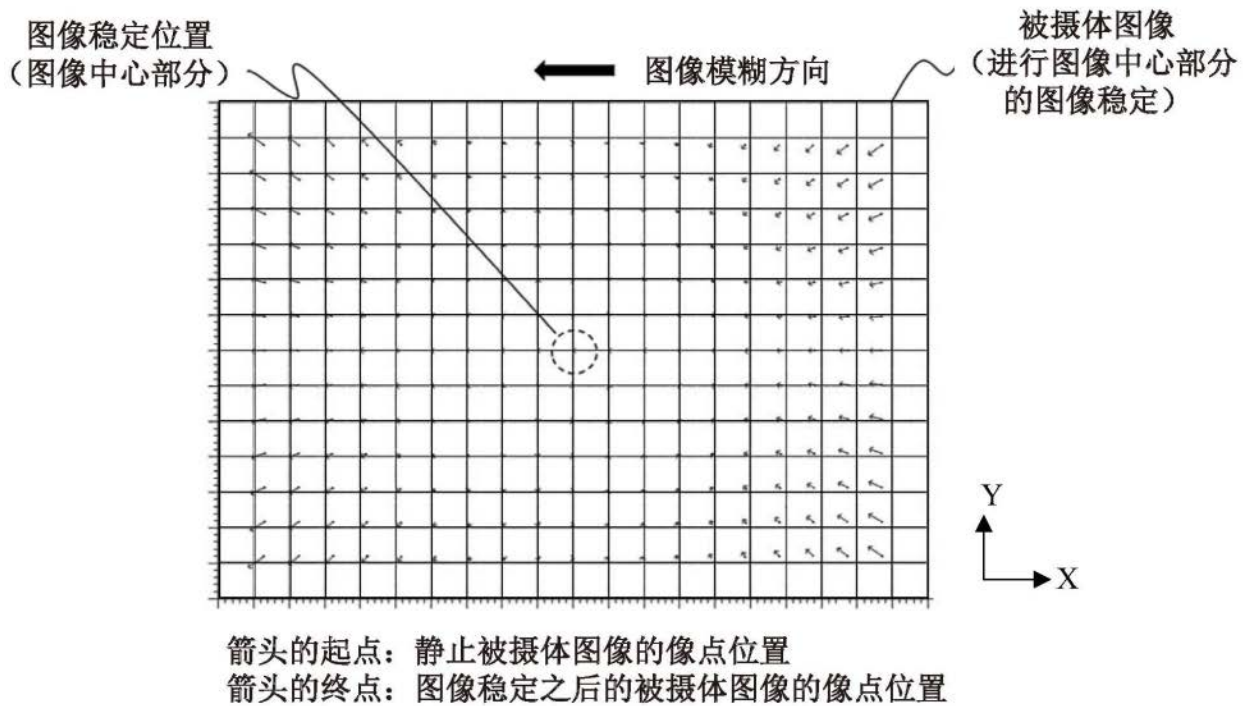


图18B