



(10) 授权公告号 CN 102455567 B

(21) 申请号 201110325002.4

(22) 申请日 2011.10.19

(30) 优先权数据

2010-234207 2010. 10. 19 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 若松伸茂

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

(51) Int. Cl.

G03B 5/00(2006.01)

G02B 27/64(2006.01)

H04N 5/232(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2010-025963 A, 2010.02.04, 全文.

CN 101630108 A, 2010.01.20, 摘要、说明书

第 3-38 页及附图 1-3.

JP 特开 2010-054883 A, 2010. 03. 11, 全文.

JP 特开平 7-75001 A, 1995. 03. 17, 全文.

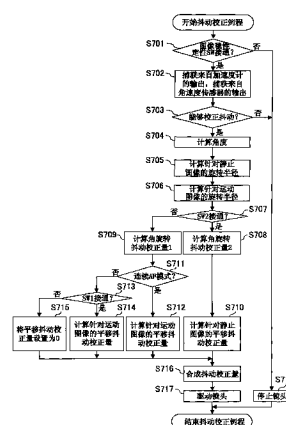
审查员 王海峰

权利要求书3页 说明书13页 附图12页

光学装置、图像拍摄装置以及光学装置的控制方法

(57) 摘要

本发明提供了光学装置、图像拍摄装置以及光学装置的控制方法。图像拍摄装置利用角速度传感器和加速度计来检测装置中生成的角旋转抖动和平移抖动。角旋转抖动校正系数计算单元利用变焦镜头位置及聚焦镜头位置计算第一校正系数。平移抖动校正系数计算单元利用摄像光学系统的摄像倍率计算第二校正系数。摄像机CPU(106)由角旋转抖动的检测值和第一校正系数计算角旋转抖动的校正量,由平移抖动的检测值和第二校正系数计算平移抖动的校正量,生成两校正量以计算图像抖动校正量,以在摄像倍率增大的方向抑制用于控制图像稳定性的摄像倍率的增大。驱动单元根据图像抖动校正量驱动抖动校正单元,抖动校正单元校正摄像光学系统的图像面中生成的图像抖动。



1. 一种具有摄像光学系统的光学装置,该摄像光学系统至少包括聚焦镜头,该光学装置包括:

第一检测单元,其被配置为检测角旋转抖动;

第二检测单元,其被配置为以不同于所述第一检测单元的方式检测平移抖动;

控制单元,其被配置为通过基于所述第一检测单元的输出和所述第二检测单元的输出,生成针对所述角旋转抖动的校正量和针对所述平移抖动的校正量,来计算图像抖动校正量;以及

驱动单元,其被配置为根据所述图像抖动校正量来驱动抖动校正单元,

其中,所述控制单元利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算用于控制图像稳定性的摄像倍率,并且基于所述摄像倍率来计算所述图像抖动校正量,并且

其中,在所述聚焦镜头被驱动到超出 AF 评价值的峰值位置之外的位置之前摄像倍率增大的方向上对用于计算所述图像抖动校正量的所述摄像倍率的变化抑制程度,大于在摄像倍率减小的方向上对用于计算所述图像抖动校正量的所述摄像倍率的变化抑制程度。

2. 根据权利要求 1 所述的光学装置,其中,所述控制单元包括校正系数计算单元,该校正系数计算单元被配置为利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算针对所述角旋转抖动的第一校正系数和针对所述平移抖动的第二校正系数,

其中,所述控制单元基于所述第一检测单元的输出以及由所述校正系数计算单元计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第一校正系数,来计算针对所述角旋转抖动的校正量,并且基于所述第二检测单元的输出以及由所述校正系数计算单元计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第二校正系数,来计算针对所述平移抖动的校正量,并且

其中,所述校正系数计算单元在所述光学系统的摄像倍率增大的方向上抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,并且在所述光学系统的摄像倍率减小的方向上不抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,或者与所述摄像倍率增大的方向相比减小抑制程度。

3. 根据权利要求 1 所述的光学装置,该光学装置还包括:

距离计算单元,其被配置为利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算距被摄体的距离,

其中,所述控制单元利用关于由所述距离计算单元计算出的所述距被摄体的距离的信息,来计算所述用于控制图像稳定性的摄像倍率。

4. 根据权利要求 3 所述的光学装置,该光学装置还包括:

校正系数计算单元,其被配置为利用关于由所述距离计算单元计算出的所述距被摄体的距离的信息,来计算针对所述角旋转抖动的第一校正系数和针对所述平移抖动的第二校正系数,

其中,所述控制单元基于所述第一检测单元的输出以及由所述校正系数计算单元计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第一校正系数,来计算针对所述角旋转抖动的校正量,并且基于所述第二检测单元的输出以及由所述校正系数计算单元计算

出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第二校正系数,来计算针对所述平移抖动的校正量。

5. 根据权利要求 4 所述的光学装置,其中,所述校正系数计算单元在所述距被摄体的距离减小的方向上抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,并且在所述距被摄体的距离增大的方向上不抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,或者与所述距被摄体的距离减小的方向相比减小抑制程度。

6. 一种图像拍摄装置,该图像拍摄装置包括:

摄像部件,其将由光学系统获得的被摄体的光图像转换为电信号;以及

根据权利要求 1 所述的光学装置。

7. 根据权利要求 6 所述的图像拍摄装置,其中,所述控制单元包括校正系数计算单元,该校正系数计算单元被配置为利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算针对所述角旋转抖动的所述第一校正系数和针对所述平移抖动的第二校正系数,并且所述校正系数计算单元在连续聚焦模式下抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化。

8. 根据权利要求 6 所述的图像拍摄装置,其中,所述第二检测单元计算所述角旋转抖动的旋转半径,并且根据由所述第一检测单元获得的检测值来检测所述平移抖动的量。

9. 一种具有摄像光学系统的光学装置的控制方法,该摄像光学系统至少包括聚焦镜头,该控制方法包括:

第一检测步骤,在该第一检测步骤中检测角旋转抖动;

第二检测步骤,在该第二检测步骤中以不同于所述第一检测步骤的方式检测平移抖动;

控制步骤,在该控制步骤中通过基于所述第一检测步骤的输出和所述第二检测步骤的输出,生成针对所述角旋转抖动的校正量和针对所述平移抖动的校正量,来计算图像抖动校正量;以及

驱动步骤,在该驱动步骤中根据所述图像抖动校正量来驱动抖动校正单元,

其中,在所述控制步骤中,利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算用于控制图像稳定性的摄像倍率,并且基于所述摄像倍率来计算所述图像抖动校正量,并且

其中,在所述聚焦镜头被驱动到超出 AF 评价值的峰值位置之外的位置之前摄像倍率增大的方向上对用于计算所述图像抖动校正量的所述摄像倍率的变化抑制程度,大于在摄像倍率减小的方向上对用于计算所述图像抖动校正量的所述摄像倍率的变化抑制程度。

10. 根据权利要求 9 所述的控制方法,其中,所述控制步骤包括校正系数计算步骤,该校正系数计算步骤利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算针对所述角旋转抖动的所述第一校正系数和针对所述平移抖动的第二校正系数,

其中,在所述控制步骤中,基于所述第一检测步骤的输出以及由所述校正系数计算步骤计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第一校正系数,来计算针对所述角旋转抖动的校正量,并且基于所述第二检测步骤的输出以及由所述校正系数计算步骤计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第二校正系数,来计算针对

所述平移抖动的校正量,并且

其中,在所述校正系数计算步骤中,在所述光学系统的摄像倍率增大的方向上抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,并且在所述光学系统的摄像倍率减小的方向上不抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,或者与所述摄像倍率增大的方向相比减小抑制程度。

11. 根据权利要求 9 所述的控制方法,该控制方法还包括:

距离计算步骤,在该距离计算步骤中利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息,计算距被摄体的距离,

其中,在所述控制步骤中,利用关于由所述距离计算步骤计算出的所述距被摄体的距离的信息,来计算所述用于控制图像稳定性的摄像倍率。

12. 根据权利要求 11 所述的控制方法,该控制方法还包括:

校正系数计算步骤,在该校正系数计算步骤中,利用关于由所述距离计算步骤计算出的所述距被摄体的距离的信息,来计算针对所述角旋转抖动的所述第一校正系数和针对所述平移抖动的第二校正系数,

其中,在所述控制步骤中,基于所述第一检测步骤的输出以及由所述校正系数计算步骤计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第一校正系数,来计算针对所述角旋转抖动的校正量,并且基于所述第二检测单元的输出以及由所述校正系数计算步骤计算出的、包括所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的所述第二校正系数,来计算针对所述平移抖动的校正量。

13. 根据权利要求 12 所述的控制方法,其中,在所述校正系数计算步骤中,在所述距被摄体的距离减小的方向上抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,并且在所述距被摄体的距离增大的方向上不抑制所述第一校正系数和所述第二校正系数的变化,或者与所述距被摄体的距离减小的方向相比减小抑制程度。

光学装置、图像拍摄装置以及光学装置的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及校正或防止因诸如手抖的抖动而出现的图像抖动或图像劣化的图像稳定性 (stabilization) 控制技术。

背景技术

[0002] 近年来,对于图像拍摄重要的所有摄像机操作,如用于确定曝光的操作和聚焦操作,都可以自动执行。因此,即便不熟悉使用摄像机的用户也可以几乎总是成功地拍摄高质量图片。例如,有这样一种功能,用于在运动图像拍摄期间,或者在连续拍摄电子取景器 (EVF) 图像以使与图像拍摄装置相关联的显示设备用作 EVF 期间,利用图像处理技术在自动聚焦 (AF) 处理中执行连续聚焦。这称为“连续 AF 功能”。为了防止因手抖等造成的图像抖动,包括图像稳定性控制装置的摄像机消除了导致拍摄者的拍摄错误的几乎全部因素,其中该图像稳定性控制装置包括抖动校正单元、驱动单元、抖动检测单元等。

[0003] 下面,简要描述图像稳定性控制装置。在图像拍摄期间摄像机可能发生的手抖是频率为大概 1 到 10Hz 的抖动。为了即便在释放快门时对摄像机施加了这种手抖的情况下也没有任何图像抖动地拍摄照片,需要检测因手抖而施加给摄像机的角旋转抖动,并且根据检测值使用于校正图像抖动的镜头 (以下,简称为“校正镜头”) 位移。

[0004] 而且,当在短距离 (在使用高摄像倍率的拍摄条件下) 拍摄图像时,因平移 (translational) 抖动引起的图像劣化可能不能忽略,仅通过角速度传感器可能检测不到这种平移抖动,并且这种平移抖动被施加在垂直于摄像机的光轴的平面内的水平方向或垂直方向。例如,当在微距拍摄的情况下在约 20cm 的近物距下拍摄被摄体图像时,必须主动检测并校正平移抖动。在即使确保了 1 米的物距时摄像光学系统的焦距也非常大 (例如,400mm) 的拍摄条件下,同样必须检测并校正平移抖动。

[0005] 日本特开平第 7-225405 号公报公开了一种技术,其中,提供了被配置为检测加速度的加速度计,以通过对所检测的加速度进行二次积分来确定平移抖动,并且根据所检测的平移抖动值和来自单独提供的角速度计的输出来驱动抖动校正部。日本特开第 2010-25962 号公报公开了一种技术,其中,通过获取旋转中心远离摄像机时的角旋转抖动,来确定平移抖动。

[0006] 然而,在利用图像稳定性控制校正平移抖动时,摄像面上因平移抖动而造成的待校正抖动量因在近距离拍摄被摄体和远距离拍摄被摄体之间的差别 (即,摄像倍率的不同) 而大不相同。在此情况下,利用已通过关于变焦镜头和聚焦镜头的位置信息获得的图像拍摄镜头的摄像倍率,来计算用于校正因平移抖动出现的图像抖动的抖动校正量。

[0007] 即便摄像机的平移抖动量相同,摄像倍率也可能在 AF 操作期间随时间而变化。因此,要在摄像面上校正的平移抖动校正量也根据摄像倍率而变化。如果在摄像机通过对比度 AF 操作搜索 AF 评价的峰值的同时,根据关于从变焦或聚焦状态获得的摄像倍率的信息执行图像稳定性控制,则图像稳定性能可能会劣化。

[0008] 更具体地说,当在增大摄像倍率的方向上驱动聚焦镜头 (拉近运动) 时,平移抖动

校正量变得过量,从而导致对抖动校正的不利影响。此外,校正镜头因过量的控制立即到达其控制终点,从而导致图像稳定性控制性能的劣化。

[0009] 本发明提供了一种以高精度执行对平移抖动的图像抖动校正、同时减小与在摄像期间的摄像倍率陡变相关联的图像稳定性控制性能的劣化的装置,以及用于该装置的控制方法。

发明内容

[0010] 鉴于前述,根据本发明的一个方面,提供了一种具有摄像光学系统的光学装置,该摄像光学系统至少包括聚焦镜头,该光学装置包括:第一检测单元,其被配置为检测角旋转抖动;第二检测单元,其被配置为以不同于所述第一检测单元的方式检测平移抖动;控制单元,其被配置为通过基于所述第一检测单元的输出和所述第二检测单元的输出,生成针对所述角旋转抖动的校正量和针对所述平移抖动的校正量,来计算图像抖动校正量;以及驱动单元,其被配置为根据所述图像抖动校正量来驱动抖动校正单元。所述控制单元利用关于所述光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息来计算用于控制图像稳定性的摄像倍率,并且计算所述图像抖动校正量,以在所述光学系统的摄像倍率增大的方向上抑制所述用于控制图像稳定性的摄像倍率的增大。

[0011] 根据本发明,能够以高精度执行对平移抖动的图像抖动校正,同时减小与在摄像期间的摄像倍率陡变相关联的图像稳定性控制性能的劣化。

[0012] 根据以下参照附图对示例性实施方式的描述,本发明进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0013] 图 1 是安装有图像稳定性系统的摄像机的俯视示意图,用于结合图 2 到图 10 解释本发明的第一实施方式。

[0014] 图 2 是图 1 所示的摄像机的侧视示意图。

[0015] 图 3 是例示图像稳定性控制装置的示例构成的框图。

[0016] 图 4 是角旋转抖动的旋转中心和旋转半径的例示图。

[0017] 图 5 是例示图 3 中所示的比较单元 308 的示例构成的框图。

[0018] 图 6 是例示摄像机操作的流程图。

[0019] 图 7 是例示根据图像稳定性控制的抖动校正处理的流程图。

[0020] 图 8 是例示用于控制图像稳定性的摄像倍率的计算处理的框图。

[0021] 图 9A 是例示在 AF 操作的微小驱动操作期间聚焦镜头的运动与 AF 评价值的变化之间的关系的图。

[0022] 图 9B 是例示在微小驱动操作期间摄像倍率“ β ”与在本实施方式中使用的用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的变化的图。

[0023] 图 10A 是例示在 AF 操作的爬山驱动期间聚焦镜头的运动和 AF 评价值的图。

[0024] 图 10B 是例示在 AF 操作的爬山驱动期间聚焦镜头的运动和聚焦镜头的位置的图。

[0025] 图 10C 是例示在 AF 操作的爬山驱动期间聚焦镜头的运动和摄像倍率的图。

[0026] 图 11 是例示用于控制图像稳定性的摄像倍率的计算处理的图,以便结合图 11 描述本发明的第二实施方式。

[0027] 图 12 是例示当变焦位置固定时从摄像机到被摄体的物距与摄像倍率之间的关系图。

具体实施方式

[0028] 下面,将参照附图描述本发明的实施方式。

[0029] (第一实施方式)

[0030] 图 1 和图 2 各自示出了用作包括根据第一实施方式的图像稳定性控制装置的光学装置的摄像机的示例构成。图 1 是摄像机的俯视图示意图。图 2 是摄像机的侧视图示意图。图 1 和图 2 中的虚线所示的轴线表示摄像机 101 的摄像光学系统的光轴 102。在摄像机 101 上安装的图像稳定性系统中,基于相对于光轴 102 的由箭头 103p 和 103y 所示的抖动(以下,称为“角旋转抖动”)和由箭头 104p 和 104y 所示的抖动(以下,称为“平移抖动”),来执行图像抖动校正。对附图标号添加附图标记“p”,以指示俯仰(pitch)方向,对附图标号添加附图标记“y”,以指示偏航(yaw)方向。俯仰方向和偏航方向相互正交,并且这两个方向都与光轴正交。

[0031] 在摄像机主体 101 上安装有释放按钮 105,通过操作该按钮而输入的开关打开/关闭信号被传送给摄像机 CPU(中央处理单元)106。在本实施方式中,设置了两级(two-step)开关,在该两级开关中,当释放按钮 105 被半按压时,第一开关(以下称为“SW1”)被切换到“接通(ON)”状态,当释放按钮 105 被全按压时,第二开关(以下称为“SW2”)被切换到“接通”状态。摄像机 CPU 106 控制摄像机操作,并且负责控制图像抖动校正。摄像部件 107 将通过摄像光学系统的镜头获得的被摄体像转换为电信号,该电信号被输出给信号处理单元(未示出)。

[0032] 角速度检测单元和加速度检测单元构成了对摄像机的抖动进行检测的抖动检测单元。

[0033] 角速度传感器 108p 和 108y 是分别被配置为检测绕箭头 108pa 和 108ya 的角旋转抖动的角速度检测单元。此外,加速度计 109p 和 109y 是分别被配置为检测由箭头 109pa 和 109ya 所示的平移抖动的加速度检测单元。由角速度传感器 108p 和 108y 和加速度计 109p 和 109y 检测的信号被输入给摄像机 CPU 106。

[0034] 抖动校正单元 110 在垂直于光轴的方向上,更具体地说,在由图 1 中的箭头 110y 所示的方向上和由图 2 中的箭头 110p 所示的方向上,驱动校正镜头 111,并且在考虑角旋转抖动和平移抖动两者的情况下执行抖动校正。驱动单元 112 根据摄像机 CPU 106 给出的控制命令来驱动抖动校正单元 110。利用该结构,执行抖动校正操作。在本实施方式中,采用光学图像稳定性系统,来基于摄像机 CPU 106 计算出的校正量在与光轴正交的平面内移动校正镜头 111。基于校正量的校正方法不限于光学图像稳定性,也可以采用另外的方法。例如,可以采用用于通过在与光轴正交的平面内移动摄像部件 107 来防止抖动的图像稳定性方法,或者用于通过改变由摄像部件输出的各摄像帧的裁剪位置来减小抖动影响的电子图像稳定性方法。也可以采用适当地组合这些方法的校正方法。

[0035] 图 3 是例示根据本实施方式的图像稳定性控制装置的示例构成的框图。图 3 仅示出了在摄像机 101 的垂直方向上生成的抖动(俯仰方向:由图 2 中的箭头 103p 和 104p 所示的方向)的构成。然而,对于在摄像机的水平方向上生成的抖动(偏航方向:由图 1 中的

箭头 103y 和 104y 所示的方向) 也提供了同样的构成。由于它们基本上具有相同的构成, 下面仅描述在俯仰方向上的构成。图 3 示出了由摄像机 CPU 106 执行的处理的功能框图。摄像机 CPU 106 解释并执行存储器(未示出)中所存储的程序, 由此执行各个处理。

[0036] 下面参照图 3 描述角旋转抖动校正。由第一检测单元检测角旋转抖动, 由此在摄像机 CPU 106 的控制下执行抖动校正。

[0037] 来自角速度传感器 108p 的角速度信号被输入给摄像机 CPU 106 的 HPF 积分滤波器 301。HPF 积分滤波器 301 对已被 HPF(高通滤波器)去除了 DC(直流)分量的信号进行积分, 由此将其转换为角度信号。手抖的频带落在大约 1 到 10Hz 的范围内。HPF 积分滤波器 301 的 HPF 具有阻止充分远离手抖频带的频率分量(例如, 0.1Hz 或更低)的一次 HPF 特性。

[0038] HPF 积分滤波器 301 的输出被输入给灵敏度调整单元 303。此时, 从角旋转抖动校正系数计算单元 313 获得的信息也被输入给灵敏度调整单元 303。角旋转抖动校正系数计算单元 313 接收变焦和聚焦信息(位置信息)302, 并且基于通过该信息确定的焦距和摄像倍率计算第一校正系数(以下称为“角旋转抖动校正系数”), 由此将第一校正系数输出给灵敏度调整单元 303。下面详细描述用于计算角旋转抖动校正系数的方法。当将角旋转抖动校正系数计算单元 313 的输出输入给灵敏度调整单元 303 时, 灵敏度调整单元 303 放大 HPF 积分滤波器 301 的输出, 以获得角旋转抖动校正目标值。根据该配置, 校正了摄像机的图像平面对于抖动校正单元 110 的抖动校正行程的抖动校正灵敏度变化, 该变化是由诸如镜头位置的聚焦或变焦的光学信息的变化引起的。灵敏度调整单元 303 将所确定的角旋转抖动校正目标值发送给加法器 312。加法器 312 的输出作为图像抖动校正量被发送给驱动单元 112。驱动单元 112 驱动抖动校正单元 110, 由此执行图像抖动校正。

[0039] 接下来, 将描述平移抖动校正。由第二检测单元来检测装置中在与摄像光学系统的光轴垂直的平面中的水平方向或垂直方向上生成的平移抖动, 因此, 在摄像机 CPU 106 的控制下执行抖动校正。

[0040] 角速度传感器 108p 的输出被输入给 HPF 积分滤波器 309。随后, HPF 积分滤波器 309 的 HPF 从该输出中滤除 DC 分量。而且, 将该输出进行积分以转换成角度信号。HPF 积分滤波器 309 的输出被输入给增益调整单元 310。增益调整单元 310 和 HPF 积分滤波器 309 对要经受平移抖动校正的频带中的增益和相位特性进行调整。由下面要描述的输出校正单元 311 校正增益调整单元 310 的输出, 以获得平移抖动校正目标值。该平移抖动校正目标值被发送给加法器 312, 以与上述的角旋转抖动校正目标值相加。通过将平移抖动校正量与角旋转抖动校正量相加所获得的相加结果是图像抖动校正量。

[0041] 另外, 与上述处理并行, 角速度传感器 108p 的输出被输入给 HPF 相位调整单元 304。HPF 相位调整单元 304 滤除与角速度传感器 108p 的输出重叠的 DC 分量, 并且调整该信号的相位。这里, 将截止频率调整为与下面要描述的 HPF 积分滤波器 305 的 HPF 的截止频率相匹配, 使得频率特性相互匹配。HPF 相位调整单元 304 的输出被发送给用作带通单元的角速度传感器 BPF(带通滤波器)单元 306, 由此提取预定频带中的频率分量。

[0042] 加速度计 109p 的输出被输入给 HPF 积分滤波器 305。随后, HPF 积分滤波器 305 的 HPF 从该输出中滤除 DC 分量。随后, 将该输出进行积分以转换为速度信号。如上所述, HPF 积分滤波器 305 的 HPF 的截止频率被设置为与 HPF 相位调整单元 304 的 HPF 的频率特

性相匹配。HPF 积分滤波器 305 的输出被发送给用作带通单元的加速度计 BPF (带通滤波器) 单元 307, 由此提取预定频带中的频率分量。

[0043] 角速度传感器 BPF 单元 306 的输出和加速度计 BPF 单元 307 的输出被输入给比较单元 308。比较单元 308 计算用于校正增益调整单元 310 的输出的校正量 (校正系数), 并且将所计算出的校正量输出给输出校正单元 311。下面描述用于由比较单元 308 计算校正量的方法。

[0044] 还将平移抖动校正系数计算单元 314 的输出输入给输出校正单元 311。角旋转抖动校正系数计算单元 313 接收变焦和聚焦信息 302, 并且基于通过这些位置信息确定的摄像倍率计算第二校正系数 (以下称为“平移抖动校正系数”)。下面详细描述用于计算平移抖动校正系数的方法。将平移抖动校正系数计算单元 314 的输出输入给输出校正单元 311。输出校正单元 311 基于所计算出的平移抖动校正系数校正增益调整单元 310 的输出, 由此获得平移抖动校正目标值。加法器 312 将平移抖动校正目标值与前述的角旋转抖动校正目标值相加, 随后将结果作为图像抖动校正量输出给驱动单元 112。这样, 通过驱动单元 112 来驱动抖动校正单元 110, 因此, 针对角旋转抖动和平移抖动两者校正了图像抖动。

[0045] 接下来, 描述用于基于从比较单元 308 输出的校正量以及从角旋转抖动校正系数计算单元 313 和平移抖动校正系数计算单元 314 输出的校正系数, 计算图像抖动校正量的方法。

[0046] 图 4 示出了摄像机 101 的角旋转抖动 103p 和平移抖动 104p。在摄像镜头 (即, 摄像机 101 的摄像光学系统) 的主点位置, 平移抖动 104p 的幅度用 “Y” 表示, 角旋转抖动 103p 的幅度 (即, 角位移) 用 “ θ ” 表示。当限定了角旋转抖动的旋转中心 401p 时, 旋转半径 402p 的长度用 “L” 表示。长度 “L” 对应于旋转中心 401p 与加速度计 109p 之间的距离。另外, 角速度用 “ ω ” 表示, 速度用 “V” 表示, 加速度用 “A” 表示, 角加速度用 “ ω_a ” 表示。此时, 以下关系得到满足。

$$[0047] \quad Y = L \times \theta \quad (1)$$

$$[0048] \quad V = L \times \omega \quad (2)$$

$$[0049] \quad A = L \times \omega_a \quad (3)$$

[0050] 在此, 公式 (1) 中的位移 “Y” 通过对加速度计 109p 的输出进行二阶积分来计算, 角位移 “ θ ” 通过对角速度传感器 108p 的输出进行一阶积分来计算。因此, 当将 “Y” 除以 “ θ ” 时, 计算出了旋转半径的长度 “L”。另外, 公式 (2) 中的速度 “V” 通过对加速度计 109p 的输出进行一阶积分来计算, 角速度 “ ω ” 通过对角速度传感器 108p 的输出来计算。因此, 当将 “V” 除以 “ ω ” 时, 计算出了旋转半径的长度 “L”。公式 (3) 中的加速度 “A” 通过对加速度计 109p 的输出来计算, 角加速度 “ ω_a ” 通过对角速度传感器 108p 的输出进行一阶微分来计算。因此, 当将 “A” 除以 “ ω_a ” 时, 计算出了旋转半径的长度 “L”。可以使用公式 (1) 到 (3) 中的任一个来计算值 L。

[0051] 可以通过以下公式 (4), 使用摄像光学系统的主点位置处的平移抖动 “Y”、摄像光学系统的抖动角 “ θ ” 和焦距 “f” 以及摄像倍率 “ β ”, 来计算可能在摄像面上出现的抖动量 “ δ ”。

$$[0052] \quad \delta = (1 + \beta) \times f \times \theta + \beta \times Y \quad (4)$$

[0053] 可以基于关于摄像光学系统的变焦镜头和聚焦镜头的位置信息以及由此获得的

摄像倍率和焦距,来计算公式(4)中的右侧第一项的“ f ”和“ β ”值。抖动角“ θ ”可以通过对角速度传感器 108p 的输出进行一阶积分来计算。相应地,可以根据参照图 3 描述的信息来校正角旋转抖动。

[0054] 对于公式(4)的右侧的第二项,可以基于关于变焦镜头和聚焦镜头的位置信息以及由此获得的摄像倍率来计算符号“ β ”,并且可以通过对加速度计 109p 的输出进行二阶积分来计算值“ Y ”。相应地,可以根据参照图 3 描述的信息来校正平移抖动。

[0055] 然而,在本实施方式中,针对可以通过以下公式(5)(其是公式(4)的变型)获得的抖动量“ δ ”来执行图像抖动校正:

$$[0056] \quad \delta = (1 + \beta) \times f \times \theta + \beta \times L \times \theta \quad (5)$$

[0057] 换句话说,针对平移抖动“ Y ”,本实施方式不使用可以基于对加速度计 109p 的输出的积分而计算出的平移抖动的位移。使用公式(1)、公式(2)或公式(3)来计算旋转半径的长度“ L ”,并且基于值“ L ”、角速度传感器 108p 的输出的积分结果“ θ ”以及摄像倍率“ β ”来计算抖动量“ δ ”。角旋转抖动校正系数计算单元 313 计算作为公式(5)右侧第一项的校正系数“ $(1 + \beta) \times f$ ”,并且平移抖动校正系数计算单元 314 计算作为公式(5)右侧第二项的校正系数“ β ”。

[0058] 图 5 是例示在校正量计算处理中使用的图 3 所示的比较单元 308 的示例内部构成的框图。

[0059] 角速度传感器 BPF 单元 306 和加速度计 BPF 单元 307 的输出被发送给旋转半径计算单元 501,并且旋转半径计算单元 501 使用以下公式(6)来计算旋转半径的长度“ L ”。

$$[0060] \quad L = V / \omega \quad (6)$$

[0061] 在本实施方式中,利用公式(2)来计算值 L 。

[0062] 可以通过速度“ V ”和角速度“ ω ”各自在预定时间(例如,当角速度传感器 BPF 单元 306 和加速度计 BPF 单元 307 二者的截止频率都是 5Hz 时,该时间被设置为 200ms)内的最大振幅峰值之比来计算旋转半径“ L ”。而且,可以针对已计算了速度“ V ”和角速度“ ω ”的各个时刻更新旋转半径“ L ”。此时,对于速度“ V ”和角速度“ ω ”中的每一个都进行了时间顺序平均,并且通过低通滤波器(LPF)滤除了高频分量。因此,当计算旋转半径时,可以计算去除了高频噪声分量的旋转半径。

[0063] 旋转半径计算单元 501 将所计算出的值 L 发送给静止图像限制处理单元 502 和运动图像限制处理单元 504。静止图像限制处理单元 502 利用针对拍摄静止图像而设置的上限值来执行计算处理。当由旋转半径计算单元 501 输出的值 L 等于或大于用于拍摄静止图像的上限值时,该值 L 被固定为上限值。当由旋转半径计算单元 501 输出的值 L 小于用于拍摄静止图像的上限值时,将由旋转半径计算单元 501 输出的值 L 照原样输出。

[0064] 运动图像限制处理单元 504 利用针对运动图像拍摄操作而设置的上限值来执行计算处理。当由旋转半径计算单元 501 输出的值 L 等于或大于用于拍摄运动图像的上限值时,该值 L 被固定为上限值。当由旋转半径计算单元 501 输出的值 L 小于用于拍摄运动图像的上限值时,将由旋转半径计算单元 501 输出的值 L 照原样输出。静止图像限制处理单元 502 和运动图像限制处理单元 504 的输出值分别被发送给校正信号整流单元 503 和校正信号整流单元 505。

[0065] 校正信号整流单元 503 和校正信号整流单元 505 分别针对静止图像限制处理单元

502 和运动图像限制处理单元 504 的输出值执行整流处理,使得在校正信号中不会出现阶状变化。这里,由用于信号整流的 LPF(低通滤波器)滤除高频分量。LPF 的截止频率例如被设置为 0.5Hz 或更低的频率。另选的是,可以通过针对预定时间段的运动平均计算来执行信号整流。

[0066] 校正信号整流单元 503 和校正信号整流单元 505 的输出被发送给校正信号选择单元 507。校正信号整流单元 503 和校正信号整流单元 505 的输出以及指示摄像模式 506 的信号被输入给校正信号选择单元 507。根据下面描述的图 7 所示的流程图执行校正信号选择处理,并且校正信号选择单元 507 将所选择的校正信号输出给输出校正单元 311。

[0067] 接下来,参照图 9A、图 9B、图 10A、图 10B 和图 10C 描述在 AF 操作期间的微小驱动操作和爬山驱动操作。

[0068] 首先,参照图 9A 和图 9B 描述微小驱动操作。图 9A 是例示在微小驱动操作期间聚焦镜头的运动与 AF 评价值的变化之间的关系的图。在横轴上标绘时间,在纵轴上标绘聚焦镜头的位置。图 9A 的上部所示的矩形信号表示视频信号的垂直同步信号。另一方面,图 9B 是例示在微小驱动操作期间摄像倍率“ β ”和在本实施方式中使用的用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的变化的图。下面将描述它们的细节,其中,在横轴上标绘时间,在纵轴上标绘摄像倍率“ β ”。

[0069] 图 9A 中的附图标记“ EV_A ”表示与在时间段“A”已在摄像部件 107 中累积的电荷对应的 AF 评价值,并且该 AF 评价值由摄像机 CPU 106 在时间 T_A 获取。另外,附图标记“ EV_B ”表示与在下一时间段“B”已往摄像部件 107 中累积的电荷对应的 AF 评价值,并且该 AF 评价值由摄像机 CPU 106 在时间 T_B 获取。在时间 T_C ,摄像机 CPU 106 比较 AF 评价值 EV_A 和 EV_B 。如果 $EV_B > EV_A$,则摄像机 CPU 106 进行控制以移动聚焦镜头的微小驱动的驱动(抖动)中心。

[0070] 更具体地说,驱动振幅是抖动振幅和中心移动振幅的和,并且通过增加聚焦镜头的中心移动振幅来偏移聚焦镜头的驱动中心。另一方面,如果 $EV_A > EV_B$,则摄像机 CPU 106 执行控制,以不移动聚焦镜头的抖动中心(驱动振幅=抖动振幅)。如上所述,将用于检测在移动聚焦镜头时 AF 评价值增大的方向的操作或者用于搜索 AF 评价值成为最大值的聚焦镜头位置(峰值位置)的操作称为“微小驱动操作”。

[0071] 如参照公式(4)和(5)所述,当执行图像稳定性控制时,利用摄像光学系统的变焦和聚焦位置信息和由此获得的摄像倍率“ β ”和焦距“ f ”,来计算控制量。随着图 9A 所示的聚焦镜头的位置移动,摄像倍率“ β ”如图 9B 中所示的曲线 901 所示地变化。注意,通过如上所述的微小驱动操作执行镜头驱动,并且聚焦镜头不必聚焦在目标被摄体上。

[0072] 当在图像稳定性控制期间摄像倍率“ β ”值增大时,图像稳定性控制量也增大。这里,如果未针对目标被摄体正确设置摄像倍率“ β ”,则当摄像倍率“ β ”小于目标摄像倍率时(在被摄体处于对焦状态的位置处)图像稳定性控制是不足的。相反,如果摄像倍率“ β ”大于目标摄像倍率,则图像稳定性控制是过校正的。角旋转抖动校正量的值和平移抖动校正量的值随着摄像倍率“ β ”的增大而增大。因此,当在摄像倍率“ β ”增大的方向上执行误差计算时,大大影响了图像稳定性控制。在此情况下,有可能在图像稳定性控制期间,出现在运动图像拍摄期间的图像稳定性能的劣化,或者出现在拍摄之前正准备拍摄时被摄体在取景器中的呈现劣化。

[0073] 鉴于以上,代替照原样使用对应于聚焦镜头位置的摄像倍率“ β ”(参见实线指示的曲线 901)来控制图像稳定性,通过下面参照图 6 到图 8 描述的方法来计算用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”(参见虚线指示的曲线 902),以供在图像稳定性控制中使用。

[0074] 接下来,参照图 10A、图 10B 和图 10C 描述爬山驱动操作。在爬山驱动操作中,高速驱动聚焦镜头,检测使在聚焦镜头移动期间获得的 AF 评价值达到最大的峰值位置或其邻域。图 10A 是例示在爬山驱动操作期间聚焦镜头的运动与 AF 评价值之间的示例关系的图。图 10B 是例示在爬山驱动操作期间聚焦镜头的运动与聚焦镜头的位置之间的示例关系的图。图 10C 是例示在爬山驱动操作期间聚焦镜头的运动与聚焦镜头的摄像倍率之间的示例关系的图。图 10A 中的纵轴表示 AF 评价值,图 10B 中的纵轴表示聚焦镜头的位置,图 10C 中纵轴表示聚焦镜头的摄像倍率。图 10A、图 10B 和图 10C 中横轴表示时间。

[0075] 在图 10A 中,AF 评价值与聚焦镜头的运动相关联地增大,并且 AF 评价值在时间点“C”处达到最大,随后减小。由于能够在此点确认峰值位置(聚焦位置)的存在,所以聚焦镜头的位置被控制为在图 10B 所示的时间 T_1 返回。当聚焦镜头到达使 AF 评价值在时间 T_3 达到最大的聚焦位置时,爬山驱动操作结束,并且切换到微小驱动操作。另一方面,当 AF 评价值没有峰值并且单调递减时,确定聚焦镜头的驱动方向不正确。在此情况下,反转驱动方向,并且继续爬山驱动操作。

[0076] 在图 10C 中,由实线表示的曲线 1001 表示对应于聚焦镜头位置的摄像倍率“ β ”的变化。另外,由虚线表示的曲线 1002 表示通过下面参照图 6 到图 8 描述的方法计算的用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”,下面描述其细节。

[0077] 接下来,参照图 6 所示的流程图描述摄像机 101 的整体操作。通过开启摄像机 101 的主电源来开始下面要描述的处理。为了解释本发明的主要构成以便于理解,将省略摄像机 101 执行的各种控制操作(例如,电池检查、测光、针对 AF 操作的镜头驱动、电子闪光灯充电、拍摄操作等)。此外,不管执行了任何步骤,当关闭了摄像机 101 的主电源时,流程图中所所示的处理都将结束。在本实施方式中的连续 AF 模式中,即使拍摄者没有按压第一开关 SW1,也将针对被摄体重复连续聚焦操作。当摄像机 101 不处于连续 AF 模式时,可以采用手动聚焦模式或单 AF 模式,其中,在手动聚焦模式中手动执行摄像机 101 的调焦,单 AF 模式在 AF 扫描操作之后聚焦在被摄体上,以在此后维持聚焦镜头位置。

[0078] 首先,在步骤 S601,摄像机 CPU 106 检测运动图像开关(以下称为“运动图像 SW”)的状态。运动图像 SW 是设置在操作单元(未示出)处且在拍摄者拍摄运动图像时采用的操作指令单元。当运动图像 SW 处于“接通”状态时,处理进行到步骤 S602,而当运动图像 SW 处于“断开(OFF)”状态时,处理进行到步骤 S606。在步骤 S602,开始运动图像的记录。在步骤 S603,摄像机 CPU 106 执行连续 AF 处理。在步骤 S604,摄像机 CPU 106 检测运动图像 SW 的状态。当运动图像 SW 处于“接通”状态时,处理返回到步骤 S603,而当运动图像 SW 处于“断开”状态时,处理进行到步骤 S605。在步骤 S605,结束运动图像的记录,并且处理返回到步骤 S601。

[0079] 另一方面,在步骤 S606,摄像机 CPU 106 确定摄像机 101 的当前模式是否是连续 AF 模式。如果当前模式是连续 AF 模式,则处理进行到步骤 S607。摄像机 CPU 106 执行连续 AF 处理,随后处理进行到步骤 S608。

[0080] 如果在步骤 S606 中当前模式不是连续 AF 模式,则处理进行到步骤 S608。在步骤

S608 中,摄像机 CPU 106 确定第一开关 SW1 的状态。如果第一开关 SW1 处于“接通”状态,则处理进行到步骤 S609。如果第一开关 SW1 处于“断开”状态,则处理返回到步骤 S601。在步骤 S609,摄像机 CPU 106 基于图像数据执行 AE 处理。根据该配置,适当地确定光圈量和快门速度值。接下来,在步骤 S610,摄像机 CPU 106 执行 AF 处理。注意,如果设置了手动聚焦模式,则摄像机 CPU 106 不执行 AF 处理。在步骤 S611 中,摄像机 CPU 106 确定第二开关 SW2 的状态。如果第二开关 SW2 处于“接通”状态,则处理进行到步骤 S613。如果第二开关 SW2 处于“断开”状态,则处理进行到步骤 S612。在步骤 S613,摄像机 CPU 106 控制摄像操作,并且处理返回到步骤 S601。在步骤 S612 中,摄像机 CPU 106 确定第一开关 SW1 的状态。如果第一开关 SW1 处于“断开”状态,则处理返回到步骤 S601。如果第一开关 SW1 处于“接通”状态,则处理返回到步骤 S611。在 SW2 处于“接通”状态或 SW1 处于“断开”状态之前,聚焦位置都被锁定在适当的位置。

[0081] 接下来,参照图 7 所示的流程图描述根据本实施方式的用于控制图像稳定性的总体操作。通过开启摄像机 101 的主电源来开始该处理,并且按照预定采样时段(间隔)来执行该处理。

[0082] 首先,在步骤 S701,摄像机 CPU 106 检测图像稳定性开关(以下称为“图像稳定性 SW”)的状态。图像稳定性 SW 是设置在操作单元(未示出)处且在拍摄者指示摄像机 101 是执行抖动校正(图像稳定性 SW 处于“接通”状态)还是不执行抖动校正(图像稳定性 SW 处于“断开”状态)时采用的操作指令单元。如果图像稳定性 SW 处于“接通”状态,则处理进行到步骤 S702。如果图像稳定性 SW 处于“断开”状态,则处理进行到步骤 S718。

[0083] 在步骤 S702,摄像机 CPU 106 捕获来自加速度计 109p 的加速度检测信号,并且捕获来自角速度传感器 108p 的角速度检测信号。接下来,在步骤 S703,摄像机 CPU 106 确定是否能够执行抖动校正。例如,在步骤 S703 确定从开启电源的时间点到加速度计 109p 和角速度传感器 108p 的输出得到稳定的时间点不能执行抖动校正。另外,在步骤 S703 确定在加速度计 109p 和角速度传感器 108p 的输出已稳定之后能够执行抖动校正。当在刚刚开启电源之后检测值不稳定时,图像稳定性能不够。步骤 S703 中的确定处理被设置为在此状态下不执行抖动校正。注意,可以通过从开启电源起经过的时间、检测信号变化量等来确定是稳定加速度检测信号还是稳定角速度检测信号。当确定能够执行抖动校正时,处理进行步骤 S704,而当确定不能执行抖动校正时,处理进行到步骤 S718。

[0084] 在步骤 S704,摄像机 CPU 106 利用参照图 3 描述的方法来计算角度。该角度是图 3 中所示的 HPF 积分滤波器 301 的输出值。接下来,摄像机 CPU 106 在步骤 S705 中计算针对静止图像的旋转半径 L2,并且在步骤 S706 计算针对运动图像的旋转半径 L1。摄像机 CPU 106 中的比较单元 308 执行计算,并且可以采用图 5 中描述的上限值。例如,静止图像限制处理单元 502 利用针对拍摄静止图像而设置的上限值来执行计算处理。当针对静止图像的旋转半径 L2 等于或大于用于拍摄静止图像的上限值时,静止图像限制处理单元 502 将 L2 设置为上限值。当针对静止图像的旋转半径 L2 小于用于拍摄静止图像的上限值时,照原样输出 L2。另一方面,运动图像限制处理单元 504 利用用于拍摄运动图像的上限值来执行计算处理。当针对运动图像的旋转半径 L1 等于或大于用于拍摄运动图像的上限值时,将 L1 设置为上限值,而当针对运动图像的旋转半径 L1 小于用于拍摄运动图像的上限值时,照原样输出 L1。作为图 5 中所示的校正信号调整单元 503 和 505 的输出值,获得了计算结果。

[0085] 接下来,在步骤 S707 中,摄像机 CPU 106 确定第二开关 SW2 的状态。如果第二开关 SW2 处于“接通”状态,则处理进行到步骤 S708。如果第二开关 SW2 处于“断开”状态,则处理进行到步骤 S709。

[0086] 在步骤 S708 和 S709,摄像机 CPU 106 计算通过公式 (5) 右侧第一项的表达式确定的角旋转抖动校正量。将在步骤 S709 中将摄像倍率“ β ”设置为用于拍摄运动图像的摄像倍率“ β_{c1} ”时获得的角旋转抖动校正量称为“角旋转抖动校正量 1”,而将在步骤 S708 中将摄像倍率“ β ”设置为用于拍摄静止图像的摄像倍率“ β_{c2} ”时获得的角旋转抖动校正量称为“角旋转抖动校正量 2”。

[0087] 角旋转抖动校正量 1 = $(1 + \beta_{c1}) \times f \times \theta$ (7)

[0088] 角旋转抖动校正量 2 = $(1 + \beta_{c2}) \times f \times \theta$ (8)

[0089] 注意,下面将描述用于计算在图像稳定性控制中使用的摄像倍率“ β_c ”(β_{c1} , β_{c2}) 的方法。

[0090] 在执行步骤 S708 之后,处理前进到步骤 S710,并且摄像机 CPU 106 利用在步骤 S705 中计算出的用于拍摄静止图像的旋转半径 L2 和公式 (5) 右侧第二项的表达式来计算用于拍摄静止图像的平移抖动校正量。

[0091] 用于拍摄静止图像的平移抖动校正量 = $\beta \times L2 \times \theta$ (9)

[0092] 如在步骤 S708 一样,将这里采用的摄像倍率“ β ”设置为用于拍摄静止图像的摄像倍率“ β_{c2} ”。随后,处理进行到步骤 S716。

[0093] 在执行步骤 S709 之后,处理进行到步骤 S711,摄像机 CPU 106 确定 AF 模式是否是连续 AF 模式。如果 AF 模式是连续 AF 模式,则处理进行到步骤 S712。如果 AF 模式不是连续 AF 模式,则处理进行到步骤 S713。在步骤 S712,摄像机 CPU 106 利用在步骤 S706 计算的用于拍摄运动图像的旋转半径 L1 和公式 (5) 右侧第二项的表达式来计算用于拍摄运动图像的平移抖动校正量。

[0094] 用于拍摄静止图像的平移抖动校正量 = $\beta \times L1 \times \theta$ (10)

[0095] 如在步骤 S709 一样,将这里采用的摄像倍率“ β ”设置为用于拍摄运动图像的摄像倍率“ β_{c1} ”。随后,处理进行到步骤 S716。

[0096] 在步骤 S713 中,摄像机 CPU 106 确定第一开关 SW1 的状态。如果第一开关 SW1 处于“接通”状态,则处理进行到步骤 S714。如果第一开关 SW1 处于“断开”状态,则处理进行到步骤 S715。在步骤 S714,如在步骤 S712 一样计算用于拍摄运动图像的平移抖动校正量,并且处理进行到步骤 S716。另一方面,在步骤 S715,摄像机 CPU 106 将平移抖动校正量设置为 0。在此情况下,由于 AF 模式被设置为单 AF 模式,所以很可能在按下 SW1 执行 AF 操作之前,被摄体不处于对焦状态。因此,将平移抖动校正量设置为 0。随后,处理进行到步骤 S716。

[0097] 在步骤 S716,生成抖动校正量,并且摄像机 CPU 106 将已计算出的角旋转抖动校正量和平移抖动校正量相加,由此计算图像抖动校正量。在步骤 S717,摄像机 CPU 106 根据所生成的图像抖动校正量来执行对校正镜头的驱动控制。具体地说,驱动单元 112 基于图像抖动校正量驱动抖动校正单元 110,随后驱动校正镜头。

[0098] 当处理从步骤 S701 和步骤 S703 进行到步骤 S718 时,摄像机 CPU 106 停止驱动校正镜头。在步骤 S717 和步骤 S718 之后,结束抖动校正例程。随后,摄像机 CPU 106 处于待

机模式,直到到达下一采样时间点,此时再次开始抖动校正例程。

[0099] 接下来,将描述用于计算步骤 S708 中的“角旋转抖动校正量 2”和步骤 S709 中的“角旋转抖动校正量 1”以及设置在步骤 S710、步骤 S712 和步骤 S714 中的计算中使用的用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的方法。

[0100] 图 8 示出了由角旋转抖动校正系数计算单元 313 和平移抖动校正系数计算单元 314 执行的处理的示例。这里,平移抖动校正系数计算单元 314 输出用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”,角旋转抖动校正系数计算单元 313 向用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”加 1,随后将该结果乘以由变焦和聚焦信息 302 确定的焦距“ f ”,由此输出值 $((1 + \beta_c) \times f)$ 。

[0101] 下面,将描述用于计算用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的方法。

[0102] 变焦和聚焦信息 302 包括关于变焦镜头位置和聚焦镜头位置的信息,并且被输入给摄像倍率计算单元 801。摄像倍率计算单元 801 计算摄像倍率“ β ”,并且将该摄像倍率“ β ”发送给摄像倍率计算单元 802 以进行控制。该计算单元计算用于在控制图像稳定性中使用的摄像倍率“ β_c ”。

[0103] 将摄像倍率计算单元 801 的输出值作为 X1 发送给状态比较器 804,并且还将它作为正输入发送给减法器 803。将状态比较器 804 的输出值经由延迟单元 807 提供给减法器 803 的负输入。延迟器 807 的输出是在状态比较器 804 的输出之前一个周期的采样数据,并且减法器 803 从摄像倍率计算单元 801 的输出值中减去一个周期前的采样数据。减法器 803 的输出标记为“diff”,它被输入给状态比较器 804。状态比较器 804 确定 diff 是否小于预定值(标记为“X”)。当 diff 小于预定值 X 时,状态比较器 804 选择作为摄像倍率计算单元 801 的输出值的摄像倍率 X1,并且将该摄像倍率 X1 输出给 LPF(低通滤波器)808。

[0104] 由减法器 803 输出的 diff 被发送给乘法器 805,并且被乘以预设增益(标记为“Kd”)。这里,当增益 Kd 的值被设为小于 1 的值(例如,0.1)时, diff 是正数值和较大的值,并且摄像倍率被设置为不经历陡变。加法器 806 将乘法器 805 的输出与通过延迟单元 807 的一个周期之前的采样数据相加,并且将相加结果作为 X2 发送给状态比较器 804。当 diff 等于或大于预定值 X 时,状态比较器 804 选择 X2,并将 X2 输出给 LPF 808。

[0105] 作为判断基准的预定值 X 被设置为正值。因此,如果 diff 是负值,则状态比较器 804 始终选择作为摄像倍率计算单元 801 的输出值的 X1。因此,状态比较器 804 的输出值在减小方向上无延迟地转变。然而,当 diff 是正值并且在增大方向上具有大变化量时,抑制用于控制图像稳定性的摄像倍率的陡变。

[0106] LPF 808 接收状态比较器 804 的输出值,从该输出中滤除高频分量,并且将用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”输出给灵敏度调整单元 303 或输出校正单元 311。LPF 808 还提供了抑制用于控制图像稳定性的摄像倍率的陡变的效果。

[0107] 下面参照图 9B 和图 10C 来描述用于在图 8 所示的控制下控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的变化。在横轴上标绘时间,并且在纵轴上标绘摄像倍率。图 9B 是例示在微小驱动操作期间摄像倍率“ β ”和用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的变化的示例的图。图 10C 是例示在爬山驱动操作期间摄像倍率“ β ”和用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的变化的示例的图。

[0108] 在图 8 所示的控制操作中,代替照原样使用对应于聚焦镜头位置的摄像倍率

“ β ”(参见由实线指示的曲线 901)来控制图像稳定性,使用了用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”(参见由虚线指示的曲线 902)。用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”是由摄像倍率计算单元 802 输出的用于控制的摄像倍率。在摄像倍率增大的聚焦驱动方向上, β_c 变化以逐渐趋近摄像倍率“ β ”(参见曲线 901),以便防止图像稳定性控制劣化。另外,在摄像倍率减小的聚焦驱动方向上,用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”变化以立即趋近摄像倍率“ β ”(参见曲线 901),以便防止图像稳定性控制劣化。因此,能够减小与在摄像倍率“ β ”增大的方向上的陡变相关联的图像稳定性控制效果。

[0109] 在图 10C 中,由实线表示的曲线 1001 表示对应于聚焦镜头位置的摄像倍率“ β ”的变化。由虚线指示的曲线 1002 指示用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的变化,该摄像倍率“ β_c ”已由图 8 所示的方法计算出并且以使得在摄像倍率增大时逐渐趋近摄像倍率“ β ”(参见曲线 1001)的方式变化。在时间 T_1 ,将聚焦镜头临时驱动到超出 AF 评价值的峰值位置(聚焦位置)之外的位置。在时间 T_3 ,聚焦镜头到达 AF 评价值的峰值位置(聚焦位置)。这里,用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的值在时间到达时间 T_1 和 T_3 之间的时间 T_2 之前,小于摄像倍率“ β ”的值,并且变化以逐渐趋近摄像倍率“ β ”。在时间 T_2 之后,摄像倍率“ β ”的值减小,并且用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的值以与摄像倍率“ β ”基本相同的方式变化。注意,LPF 808 的作用在针对摄像倍率“ β ”调整用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”时提供了一些延迟。

[0110] 如上所述,用于控制的摄像倍率计算单元 802 在摄像倍率增大的方向上抑制了用于控制图像稳定性的摄像倍率的增大。在摄像倍率减小的方向上,不抑制用于控制图像稳定性的摄像倍率的减小,或者抑制程度相比于摄像倍率增大的方向变小。因此,为了在利用 AF 操作的聚焦驱动期间控制图像稳定性,能够防止出现对由摄像倍率的陡变引起的图像稳定性的过校正。因此,即使在诸如运动图像拍摄等的 AF 操作期间,也能够执行针对角旋转抖动和平移抖动的图像稳定性控制。

[0111] 根据第一实施方式,能够以高精度执行对平移抖动的校正,同时减小与在摄像期间的摄像倍率陡变相关联的图像稳定性控制性能的劣化。

[0112] (第二实施方式)

[0113] 接下来,将描述本发明第二实施方式。根据第二实施方式的图像拍摄装置的基本构成与第一实施方式中的相同,下面仅描述它们之间的区别。用相同的标号来指示与第一实施方式中的组件对应或类似的组件,因此省略了对这些组件的解释。

[0114] 图 11 是例示根据第二实施方式由角旋转抖动校正系数计算单元 313 和平移抖动校正系数计算单元 314 执行的用于控制图像稳定性的摄像倍率的计算处理的示例的框图。

[0115] 在变焦和聚焦信息 302 与用于控制的物距计算单元 1102 之间设置有物距计算单元 1101,并且摄像倍率计算单元 801 设置在用于控制的物距计算单元 1102 的模块下游。摄像倍率计算单元 801 输出用于控制图像稳定性的摄像倍率。

[0116] 物距计算单元 1101 使用变焦和聚焦信息 302 来计算物距,即,从摄像机 101 到被摄体的距离(物距)。所计算出的距离信息被发送给用于控制的物距计算单元 1102,该用于控制的物距计算单元 1102 计算在控制图像稳定性时使用的物距。用于控制的物距计算单元 1102 的内部构成与在第一实施方式中描述的如图 8 所示的用于控制的摄像倍率计算单元 802 的内部构成基本相同,除去在减法器 1104 与图 8 中所示的减法器 803 之间反转了正

/ 负输入外。换句话说,物距计算单元 1101 的输出值是减法器 1104 的负输入,延迟器 807 的输出值是减法器 1104 的正输入。这是因为,需要按以下方式来计算用于控制的物距,即,使得在物距减小的方向上的摄像倍率陡变得到抑制,而在物距增大的方向上的摄像倍率的变化不受抑制。将由用于控制的物距计算单元 1102 输出的用于控制图像稳定性的物距输入给摄像倍率计算单元 801。摄像倍率计算单元 801 使用物距和变焦位置信息来计算用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”。

[0117] 图 12 示出了当变焦位置固定时摄像倍率相对于物距的变化。在横轴上标绘物距,并且在纵轴上标绘摄像倍率。随着从摄像机到被摄体的距离变短,摄像倍率逐渐增大。

[0118] 根据第二实施方式,在物距减小的方向(摄像倍率增大的方向)上抑制用于控制图像稳定性的摄像倍率的陡变。另外,在物距增大的方向(摄像倍率减小的方向)上,不抑制用于控制图像稳定性的摄像倍率的变化,或者抑制程度相比于物距减小的方向变小。因此,为了在利用 AF 操作的聚焦驱动期间控制图像稳定性,能够防止对由摄像倍率的陡变引起的图像稳定性的过校正。因此,即使在诸如运动图像拍摄等的 AF 操作期间,也能够执行针对角旋转抖动和平移抖动的图像稳定性控制。相比于根据第一实施方式的用于控制图像稳定性的摄像倍率“ β_c ”的计算,能够获得抑制摄像倍率的陡变的效果。

[0119] 本发明的图像稳定性控制装置可以安装在数字单反镜头摄像机或数字小型摄像机中。本发明不限于此。该图像稳定性控制装置也可以安装在诸如数字录像机、监视摄像机、Web 摄像机或移动电话的各种光学装置中。

[0120] 尽管已参照示例实施方式描述了本发明的实施方式,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施方式。应对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这种变型以及等同结构和功能。

[0121] 本申请要求 2010 年 10 月 19 日提交的日本专利申请 2010-234207 号的优先权,通过引用将该日本专利申请全部并入于此。

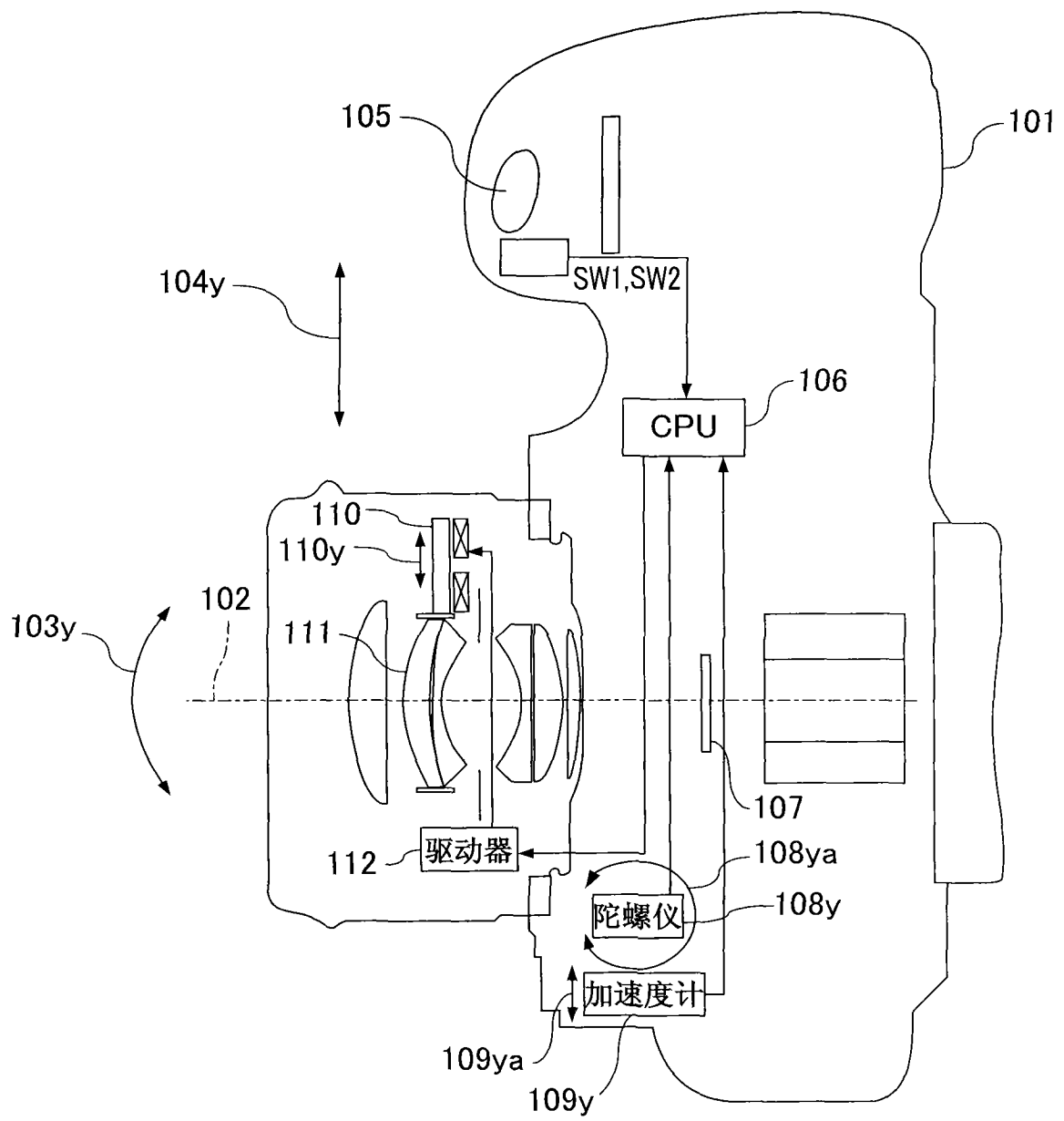


图 1

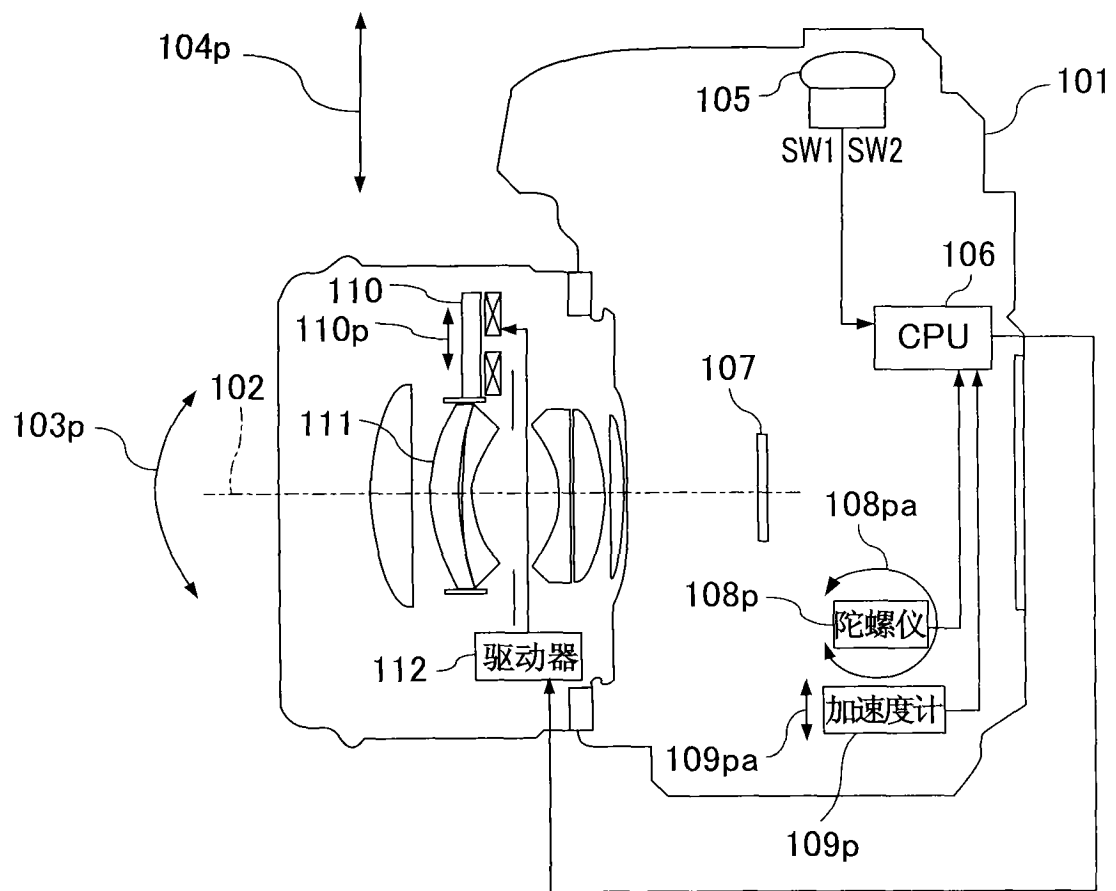


图 2

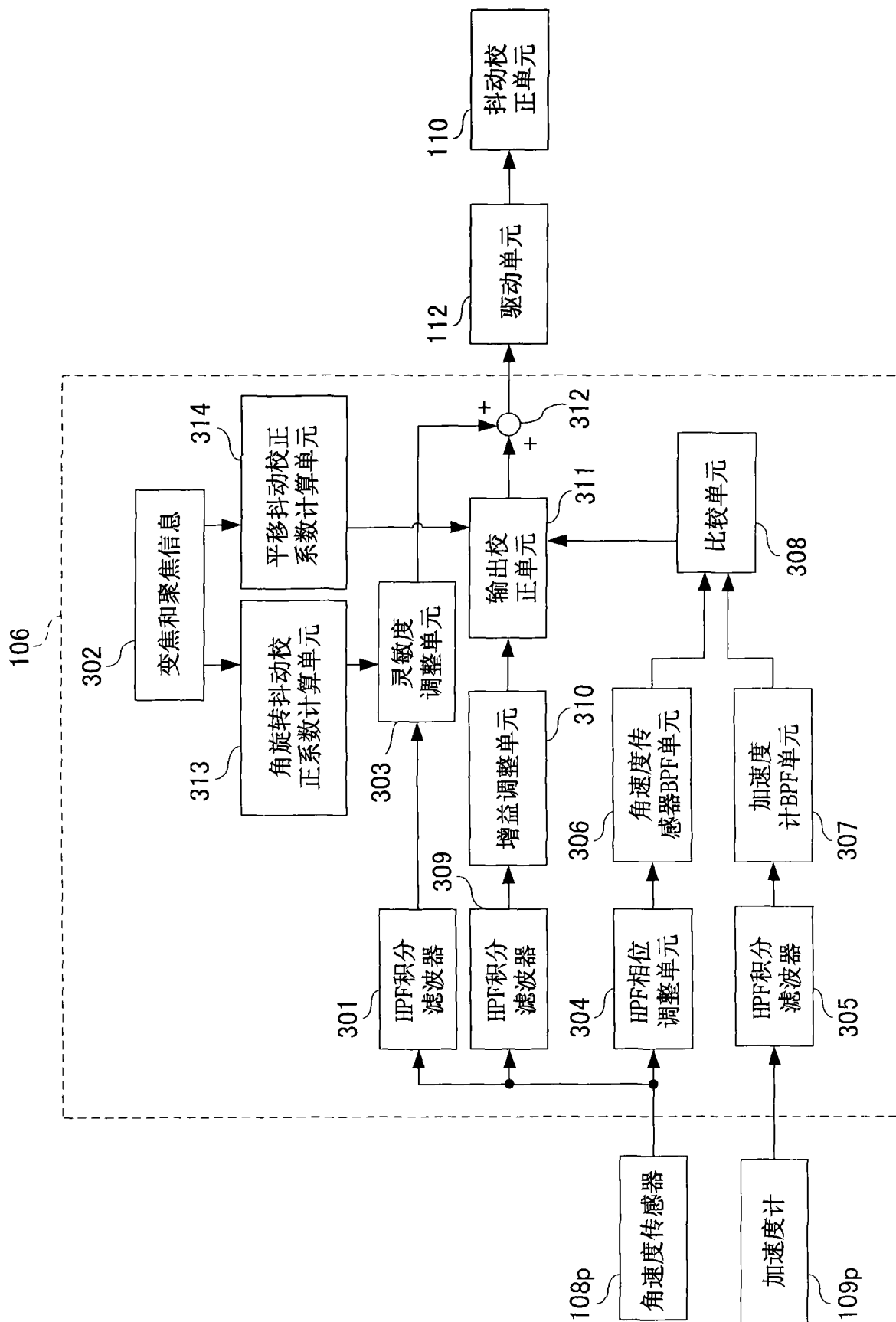


图 3

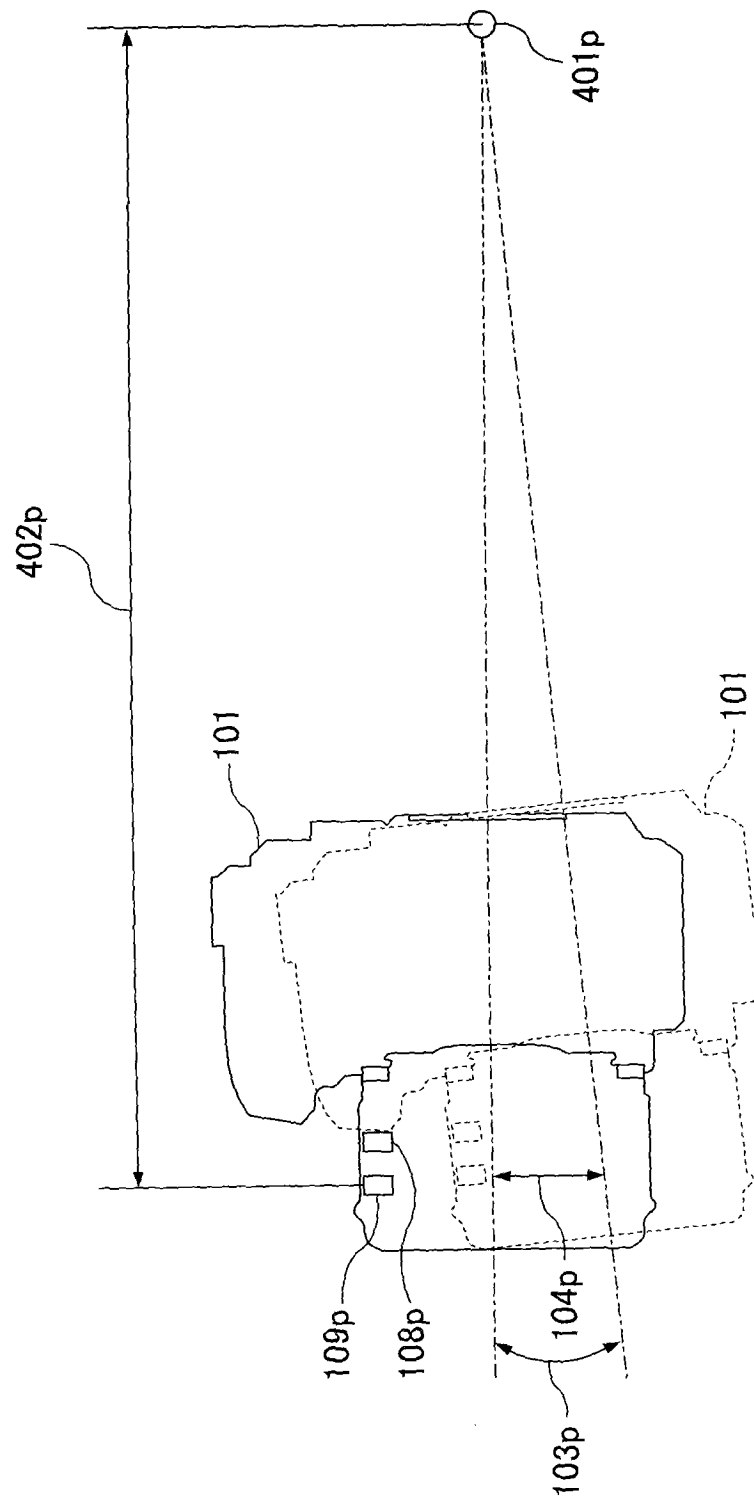


图 4

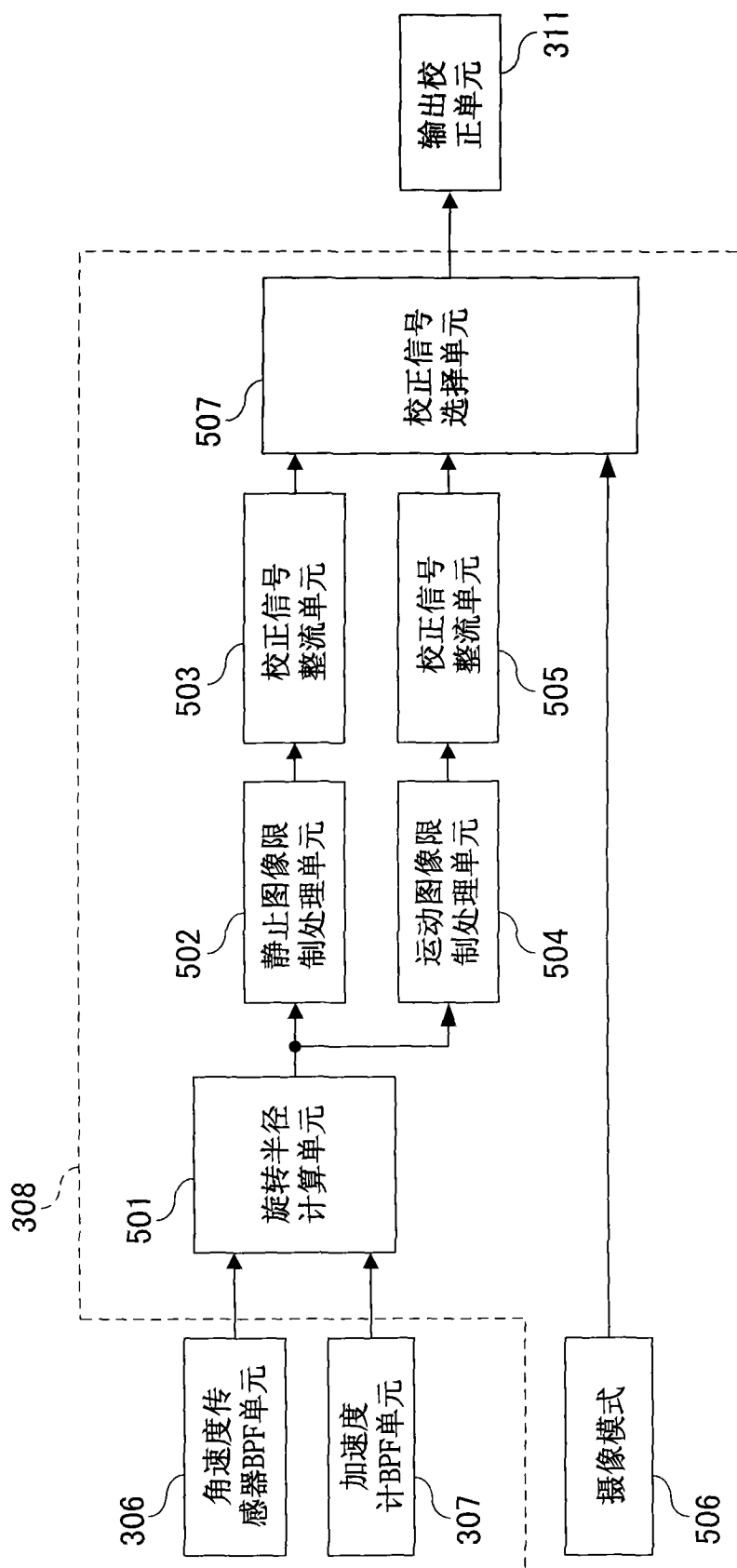


图 5

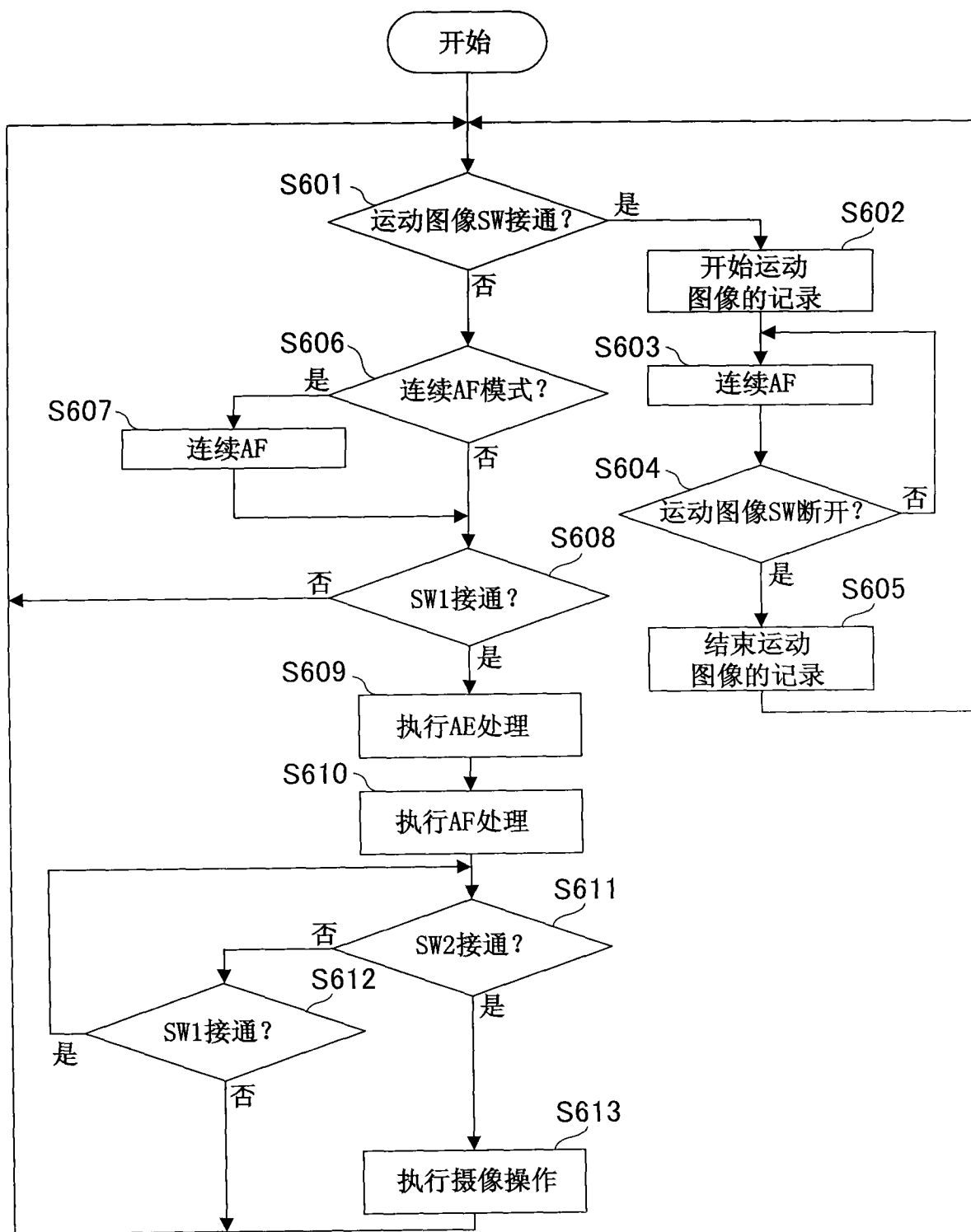


图 6

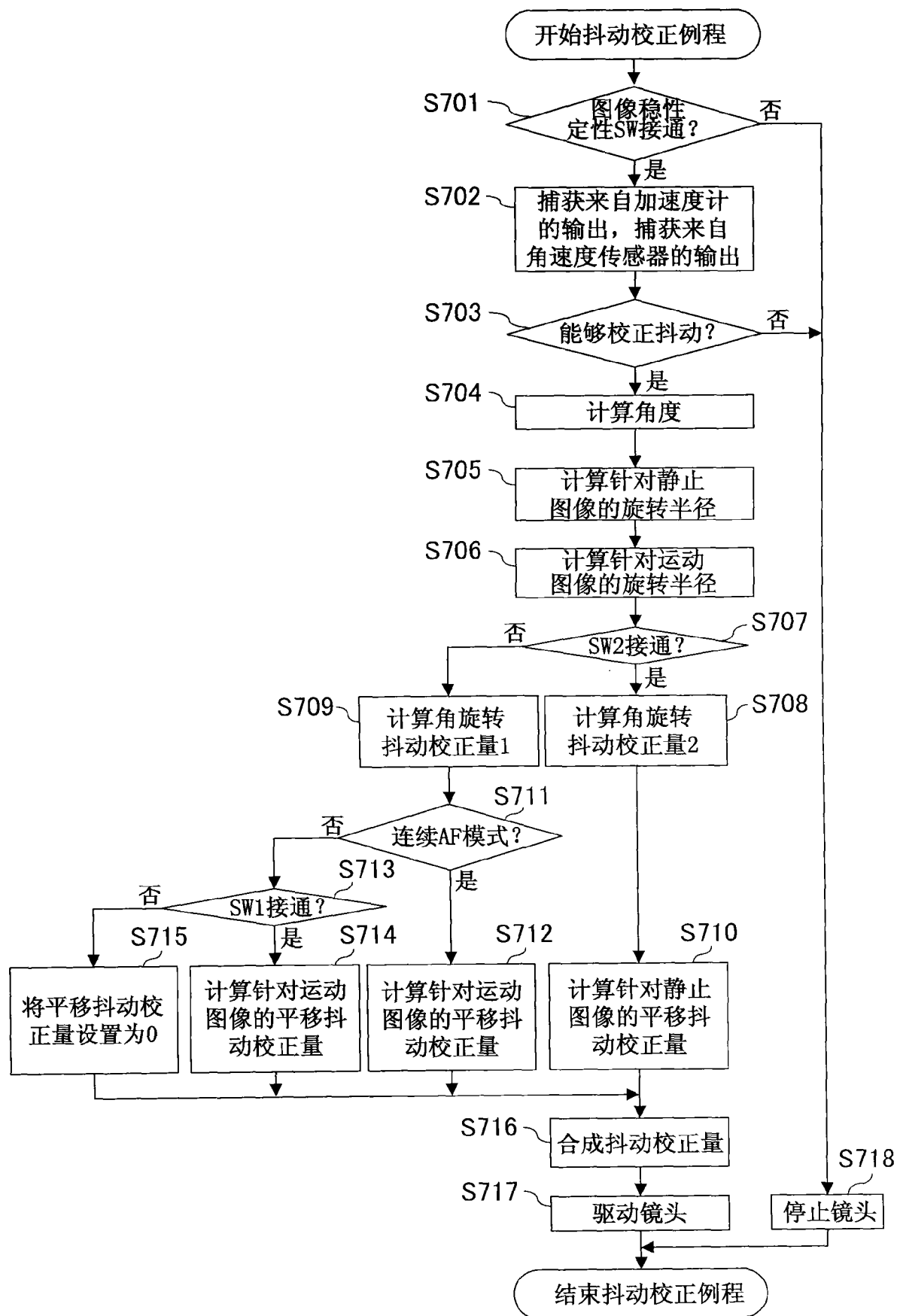


图 7

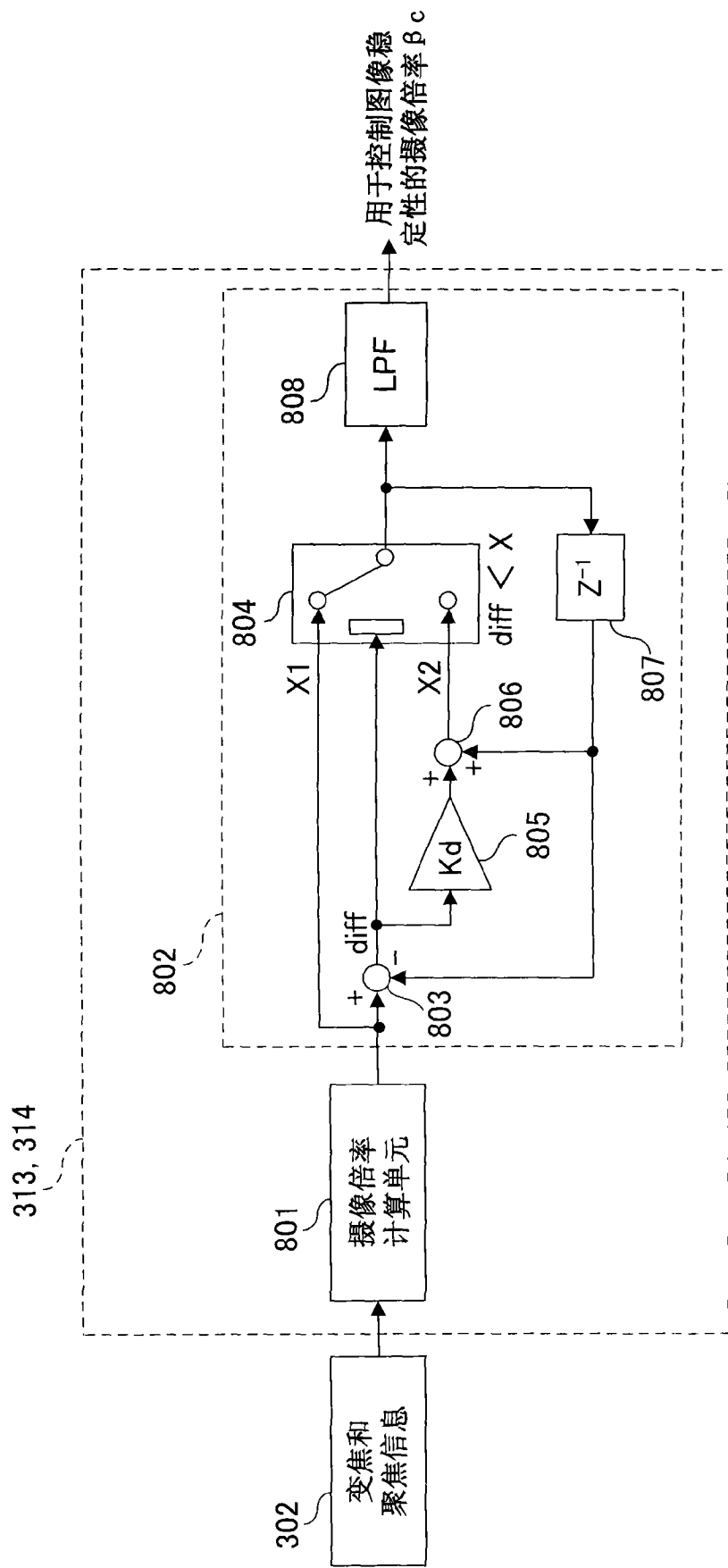


图 8

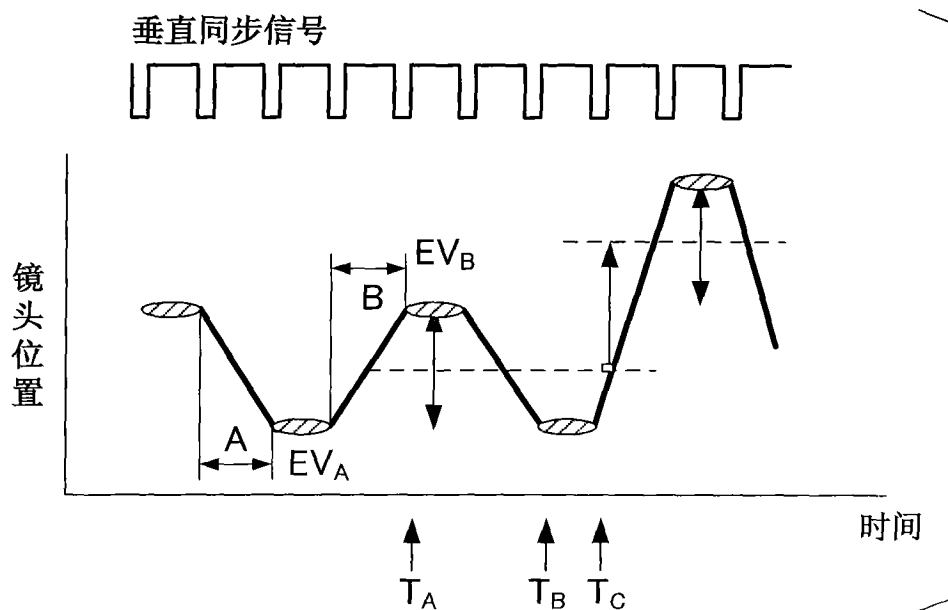


图 9A

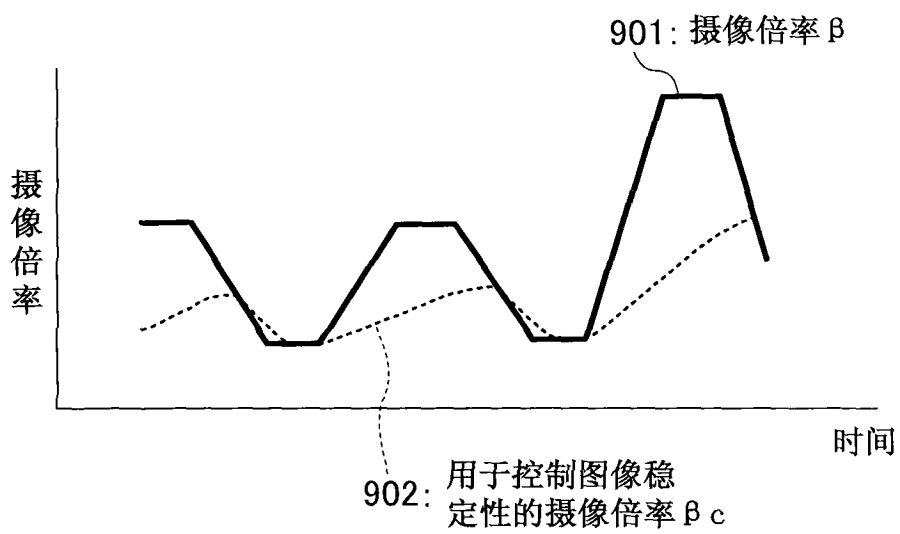


图 9B

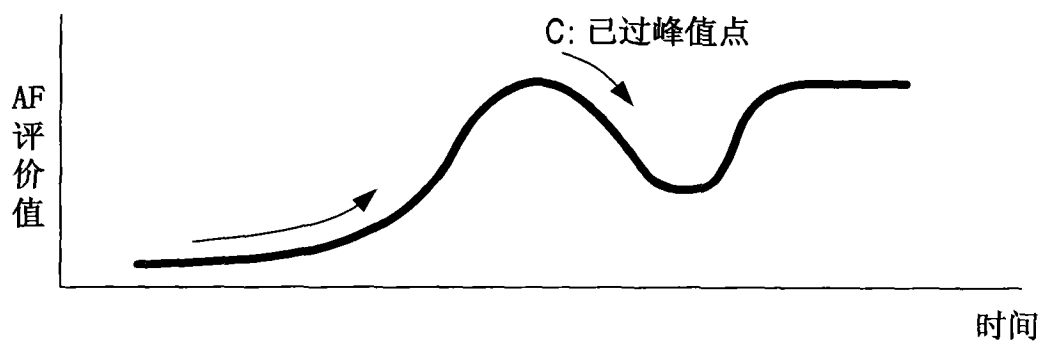


图 10A

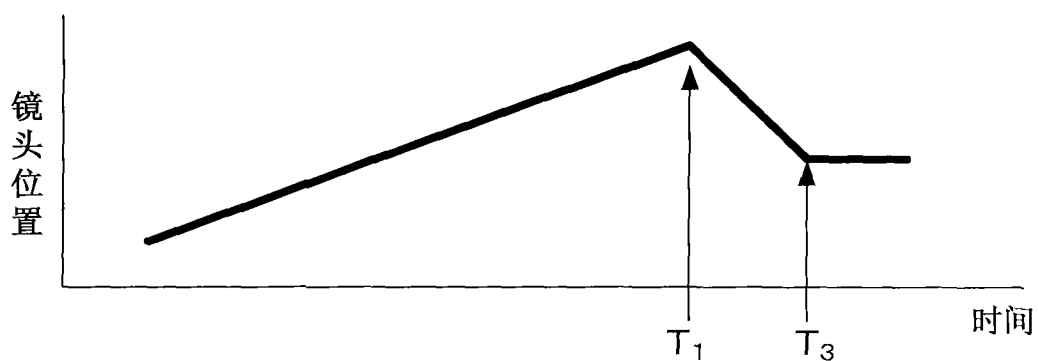


图 10B

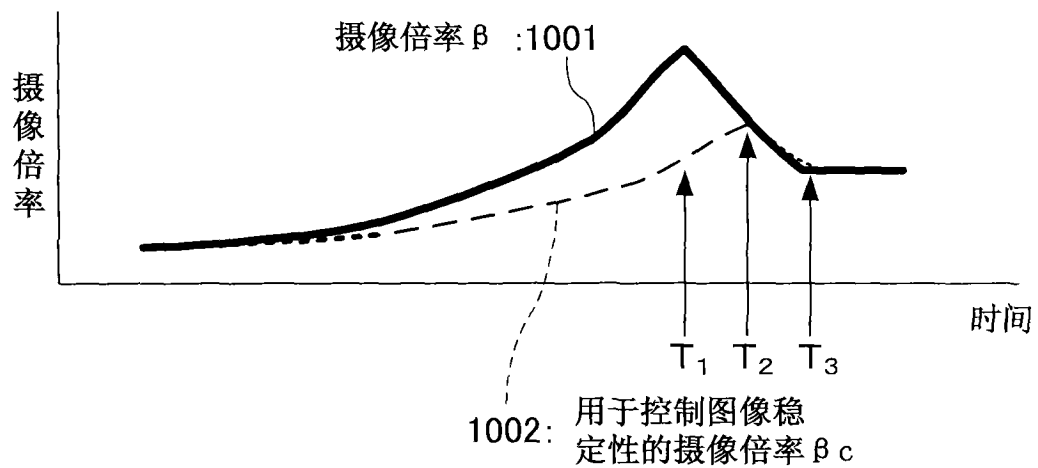


图 10C

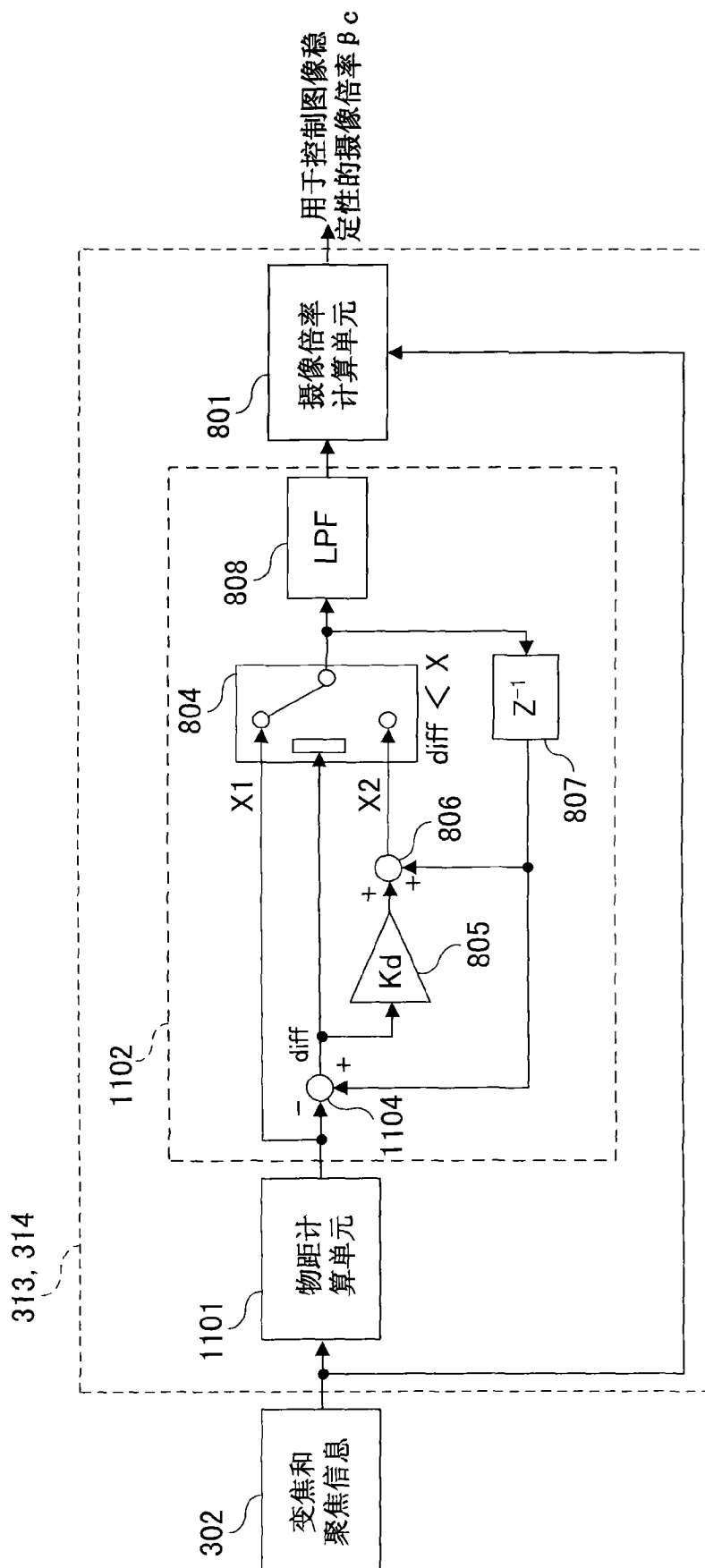


图 11

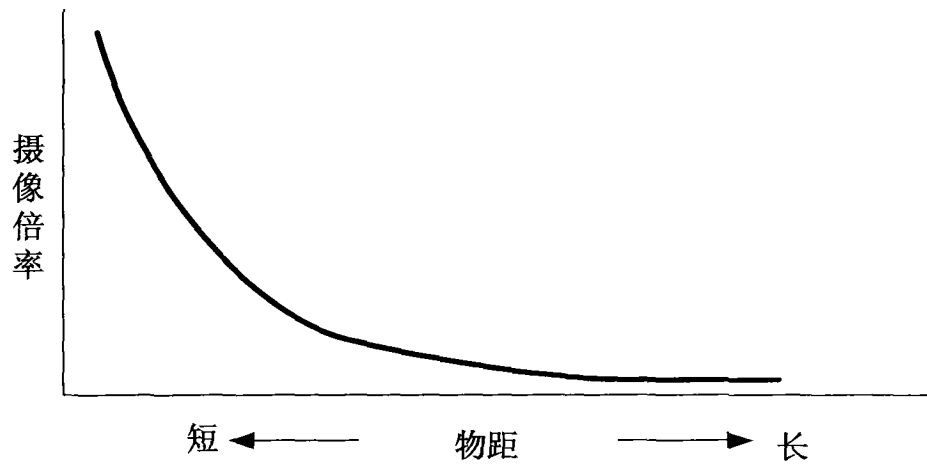


图 12