



(10) 授权公告号 CN 102854701 B

(45) 授权公告日 2015.06.10

(56) 对比文件

CN 101630108 A, 2010. 01. 20.

CN 1716075 A, 2006.01.04.

JP 特开平 11-249189 A, 1999. 09. 17,

审查员 聂泽锋

(72) 发明人 若松伸茂

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

代理人 魏启学

(51) Int. Cl.

G03B 5/00(2006.01)

G02B 27/64(2006.01)

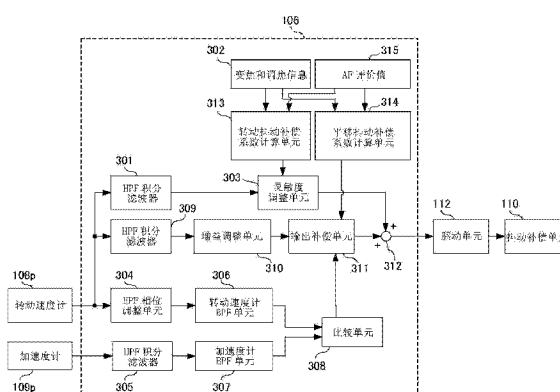
H04N 5/232(2006.01)

权利要求书3页 说明书15页 附图15页

抖动补偿控制设备及方法、光学装置和摄像设备

(57) 摘要

本发明提供一种抖动补偿控制设备及方法、光学装置和摄像设备。该摄像设备通过转动速度计和加速度计检测由设备所产生的转动抖动和平移抖动。转动抖动补偿系数计算单元计算与转动抖动有关的补偿系数（校正系数）。平移抖动补偿系数计算单元计算与平移抖动有关的补偿系数（校正系数）。在使用各自的补偿系数（校正系数）来计算与转动抖动和平移抖动有关的补偿量时，照相机 CPU 获取表示摄像光学系统的聚焦程度的信息，并且在聚焦程度低时，通过减小补偿系数（校正系数）来抑制补偿量的变化。驱动单元根据与转动抖动和平移抖动有关的补偿量，驱动抖动补偿单元，从而对摄像光学系统的摄像面内的图像抖动进行补偿。



1. 一种抖动补偿控制设备,其包括:

抖动补偿单元;

检测单元,用于检测设备的抖动量,其中,所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动;

补偿量计算单元,用于通过获取来自所述检测单元的检测信号、所述摄像光学系统的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、以及表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息来计算补偿系数,并且计算所述抖动补偿单元的补偿量;以及

驱动单元,用于根据所述补偿量驱动所述抖动补偿单元,

其中,在所述聚焦程度较低的情况下,所述补偿量计算单元减小所述补偿系数。

2. 根据权利要求1所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,

所述检测单元包括:

第一检测单元,用于检测所述设备围绕与所述摄像光学系统的光轴垂直的轴的转动所产生的转动抖动;以及

第二检测单元,用于检测所述平移抖动,

所述补偿量计算单元包括:

第一补偿系数计算单元,用于计算与所述转动抖动有关的补偿系数;以及

第二补偿系数计算单元,用于计算与所述平移抖动有关的补偿系数,

其中,所述补偿量计算单元将使用所述补偿系数以及来自所述第一检测单元和所述第二检测单元的检测信号所计算出的针对所述平移抖动和所述转动抖动的补偿量进行合成,并且将合成结果输出给所述驱动单元。

3. 根据权利要求2所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,在通过获取所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息来计算用于抖动补偿的摄像倍率时,随着所述聚焦程度的降低,所述第一补偿系数计算单元和所述第二补偿系数计算单元通过减小与所述摄像倍率相乘的增益系数来改变所述补偿系数。

4. 根据权利要求2所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,在通过获取所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息来计算与被摄体的距离时,随着所述聚焦程度的降低,所述第一补偿系数计算单元和所述第二补偿系数计算单元通过增大与所述与被摄体的距离相乘的增益系数来改变所述补偿系数。

5. 根据权利要求1所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,在用于拍摄静止图像和运动图像的摄像设备中使用所述抖动补偿控制设备;

在拍摄运动图像的情况下,所述补偿量计算单元通过获取所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息、以及表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息,计算所述补偿系数;以及

在拍摄静止图像的情况下,在不参考表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息的情况下,使用所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息来计算用于抖动补偿控制的摄像倍率,以获得所述补偿系数。

6. 一种包括根据权利要求1所述的抖动补偿控制设备的光学装置。

7. 一种包括根据权利要求6所述的光学装置的摄像设备。

8. 一种抖动补偿控制设备,其包括:

抖动补偿单元；

检测单元,用于检测设备的抖动量,其中,所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动；

变化状态量计算单元,用于使用所述设备的抖动量来计算变化状态量；

聚焦量变化频率量计算单元,用于通过获取表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息,计算所述聚焦程度的变化频率量；

补偿量计算单元,用于通过获取来自所述检测单元的检测信号、所述摄像光学系统中的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、所述聚焦程度、以及所述聚焦程度的变化频率量来计算补偿系数,以计算所述抖动补偿单元的补偿量；以及

驱动单元,用于根据所述补偿量来驱动所述抖动补偿单元,

其中,所述补偿量计算单元随着所述聚焦程度的变化频率量的增大而减小所述补偿系数,或者随着所述变化状态量的增大而减小所述补偿系数。

9. 根据权利要求 8 所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,

所述检测单元包括：

第一检测单元,用于检测所述设备围绕与所述摄像光学系统的光轴垂直的轴的转动所产生的转动抖动；以及

第二检测单元,用于检测所述平移抖动,

所述补偿量计算单元包括：

第一补偿系数计算单元,用于计算与所述转动抖动有关的补偿系数；以及

第二补偿系数计算单元,用于计算与所述平移抖动有关的补偿系数,

其中,所述补偿量计算单元将使用所述补偿系数以及来自所述第一检测单元和所述第二检测单元的检测信号所计算出的针对所述平移抖动和所述转动抖动的补偿量进行合成,并且将合成结果输出给所述驱动单元。

10. 根据权利要求 9 所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,在通过获取所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息来计算用于抖动补偿控制的摄像倍率时,响应于所述聚焦程度的降低,所述第一补偿系数计算单元和所述第二补偿系数计算单元通过减小与所述摄像倍率相乘的增益系数来改变所述补偿系数。

11. 根据权利要求 9 所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,在通过获取所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息来计算与被摄体的距离时,响应于所述聚焦程度的降低,所述第一补偿系数计算单元和所述第二补偿系数计算单元通过增大与所述与被摄体的距离相乘的增益系数来改变所述补偿系数。

12. 根据权利要求 8 所述的抖动补偿控制设备,其特征在于,在用于拍摄静止图像和运动图像的摄像设备中使用所述抖动补偿控制设备；

在拍摄运动图像的情况下,所述补偿量计算单元通过获取所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息、以及表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息,计算所述补偿系数；以及

在拍摄静止图像的情况下,在不参考表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息的情况下,使用所述摄像光学系统的调焦透镜位置和变焦透镜位置的信息来计算用于抖动补偿控制的摄像倍率,以计算所述补偿系数。

13. 一种包括根据权利要求 8 所述的抖动补偿控制设备的光学装置。

14. 一种包括根据权利要求 13 所述的光学装置的摄像设备。

15. 一种抖动补偿的控制方法,其用于通过驱动抖动补偿单元来补偿图像抖动,所述控制方法包括以下步骤:

检测步骤,用于检测设备的抖动量,其中,所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动;

通过获取来自所述检测步骤的检测信号、所述摄像光学系统的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、以及表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息来计算补偿系数,并且计算所述抖动补偿单元的补偿量;以及

根据所述补偿量驱动所述抖动补偿单元,

其中,在用于计算所述补偿量的步骤中,在所述聚焦程度较低的情况下,减小所述补偿系数。

16. 一种抖动补偿的控制方法,其用于通过驱动抖动补偿单元来补偿图像抖动,所述控制方法包括以下步骤:

检测步骤,用于检测设备的抖动量,其中,所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动;

使用所述设备的抖动量计算变化状态量;

通过获取表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息,计算所述聚焦程度的变化频率量;

通过获取来自所述检测步骤的检测信号、所述摄像光学系统中的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、所述聚焦程度、以及所述聚焦程度的变化频率量来计算补偿系数,以计算所述抖动补偿单元的补偿量;以及

根据所述补偿量来驱动所述抖动补偿单元,

其中,在用于计算所述补偿量的步骤中,随着所述聚焦程度的变化频率量的增大而减小所述补偿系数,以及随着所述变化状态量的增大而减小所述补偿系数。

抖动补偿控制设备及方法、光学装置和摄像设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于通过对由照相机抖动引起的振动所导致的图像抖动进行补偿来防止图像劣化的抖动补偿的控制技术。

背景技术

[0002] 现在的照相机的诸如确定曝光或焦点调节等的所有基本摄像操作已经自动化。此外,包括用于防止由照相机抖动等所引起的图像抖动的抖动补偿控制设备的照相机几乎完全消除了因拍摄者导致摄像错误的因素。

[0003] 这里将简要说明抖动补偿控制设备。照相机抖动通常的特征在于具有频率 1 ~ 10Hz 的振动。需要检测由照相机抖动所导致的照相机的抖动(转动抖动),并且响应于检测值移动图像抖动补偿透镜(以下称为“抖动补偿透镜(图像模糊校正透镜)”),以使得即使在快门释放期间发生了照相机抖动的情况下也能够进行消除图像抖动的摄像。该处理需要精确检测由于抖动引起的照相机振动并对光轴变化进行补偿。实际上,可以通过装配用于获取诸如抖动的转动速度等的检测结果的振动检测单元和用于基于计算处理结果使抖动补偿透镜(图像模糊校正透镜)移位的驱动控制单元来抑制图像抖动。

[0004] 多种光学装置包括用于使用转动速度计检测转动抖动、并且移动摄像镜头的一部分或摄像元件从而减小图像抖动的抖动补偿控制设备。然而,在近距离摄像的情况下(与高摄像倍率相关联的摄像条件),不能忽视由仅使用转动速度计所不能检测到的振动引起的图像劣化,该振动即在与照相机的光轴垂直的平面内的水平或垂直方向上所施加的振动、换句话说、所谓的平移抖动。例如,与被摄体相距约 20cm 的微距拍摄需要积极检测和补偿平移抖动。即使在被摄体位于与照相机相距约 1 米的距离的情况下,在摄像光学系统的焦距很大(例如,400mm)的条件下进行摄像期间,也需要检测和补偿平移抖动。

[0005] 日本特开平 7-225405 号公报所述的技术用于通过对由加速度计所检测到的加速度进行二阶积分来计算平移抖动、并且通过包含分开设置的转动速度计的输出来驱动抖动补偿单元。

[0006] 然而,检测平移抖动所使用的加速度计的输出表现出受诸如干扰、噪声或温度变化等环境波动的影响的倾向。因而,由于这些不稳定因素的影响通过对所检测到的加速度进行二阶积分而进一步增强,所以难以进行平移抖动的高精度补偿。日本特开 2010-25962 号公报说明了通过将平移抖动认为是转动中心位于远离照相机的位置处的转动抖动来计算平移抖动。该方法通过设置转动速度计和加速度计、并且使用这些速度计和加速度计的输出来计算使用转动抖动的转动半径的补偿值和角度,来执行抖动补偿。通过计算转动中心并且限制到干扰影响低的频带,可以减轻上述由加速度计所引起的不稳定因素。

[0007] 作为由是以近距离拍摄还是以远距离拍摄被摄体所产生的差异(换句话说,摄像倍率的差异)引起的在摄像面上要补偿的抖动量的差异大的结果,利用抖动补偿对平移抖动的补偿与下面的条件相关联。

[0008] 通过使安装至摄像设备的显示设备发挥电子取景器(EVF)功能所连续拍摄的 EVF

图像包括以下的功能：用于使用图像处理技术以利用自动调焦（AF）处理来执行连续调焦。该处理被称为连续 AF 功能。在这种情况下，根据摄像镜头的摄像倍率计算平移抖动补偿量来补偿图像抖动。即使在照相机的平移抖动量相同的情况下，由于摄像倍率在 AF 操作期间连续变化，所以摄像面上要补偿的平移抖动的补偿量响应于摄像倍率而变化。如果在不进行修正的情况下、根据从变焦状态或调焦状态所获得的摄像倍率的信息来进行抖动补偿，则存在如果对于平移抖动使用过大的补偿量则影响抖动补偿的抖动补偿效果的风险。此外，在作为过度控制的结果、抖动补偿透镜（图像模糊校正透镜）立即到达控制限制（可移动范围的端位置）的情况下，抖动补偿控制性能可能受到不利影响。

[0009] 本发明的目的是减轻由 AF 操作期间所产生的摄像倍率的急剧变化所导致的抖动补偿控制性能的劣化，以及对于平移抖动执行高精度的图像抖动补偿。

发明内容

[0010] 为了解决上述问题，根据本发明的设备包括：抖动补偿单元；检测单元，用于检测设备的抖动量，其中，所述抖动量包括沿所述设备在与摄像光学系统的光轴垂直的方向上行进的方向所产生的平移抖动；补偿量计算单元，用于通过获取来自所述检测单元的检测信号、所述摄像光学系统中的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、以及示出所述摄像光学系统的聚焦程度的信息，计算补偿系数（校正系数），并且计算所述抖动补偿单元的补偿量；以及驱动单元，用于根据所述补偿量驱动所述抖动补偿单元。与用于高的聚焦程度的补偿系数（校正系数）相比，对于低的聚焦程度，所述补偿量计算单元减小所述补偿系数（校正系数）。

[0011] 根据本发明，还提供包括上述的抖动补偿控制设备的光学装置。

[0012] 根据本发明，还提供包括上述的抖动补偿控制设备的摄像设备。

[0013] 根据本发明，还提供抖动补偿控制设备，其包括：抖动补偿单元；检测单元，用于检测设备的抖动量，其中，所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动；变化状态量计算单元，用于使用所述设备的抖动量来计算变化状态量；聚焦量变化频率量计算单元，用于通过获取表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息，计算所述聚焦程度的变化频率量；补偿量计算单元，用于通过获取来自所述检测单元的检测信号、所述摄像光学系统中的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、所述聚焦程度、以及所述聚焦程度的变化频率量来计算补偿系数，以计算所述抖动补偿单元的补偿量；以及驱动单元，用于根据所述补偿量来驱动所述抖动补偿单元，其中，所述补偿量计算单元随着所述聚焦程度的变化频率量的增大而减小所述补偿系数，或者随着所述变化状态量的增大而减小所述补偿系数。

[0014] 根据本发明，还提供包括该抖动补偿控制设备的光学装置。

[0015] 根据本发明，还提供包括该抖动补偿控制设备的摄像设备。

[0016] 根据本发明，还提供抖动补偿的控制方法，其用于通过驱动抖动补偿单元来补偿图像抖动，所述控制方法包括以下步骤：检测步骤，用于检测设备的抖动量，其中，所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动；通过获取来自所述检测步骤的检测信号、所述摄像光学系统的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、以及表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息来计算补偿系数，并且计算所述抖

动补偿单元的补偿量；以及根据所述补偿量驱动所述抖动补偿单元，其中，在用于计算所述补偿量的步骤中，在所述聚焦程度较低的情况下，减小所述补偿系数。

[0017] 根据本发明，还提供抖动补偿的控制方法，其用于通过驱动抖动补偿单元来补偿图像抖动，所述控制方法包括以下步骤：检测步骤，用于检测设备的抖动量，其中，所述抖动量包括在所述设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向所产生的平移抖动；使用所述设备的抖动量计算变化状态量；通过获取表示所述摄像光学系统的聚焦程度的信息，计算所述聚焦程度的变化频率量；通过获取来自所述检测步骤的检测信号、所述摄像光学系统中的变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息、所述聚焦程度、以及所述聚焦程度的变化频率量来计算补偿系数，以计算所述抖动补偿单元的补偿量；以及根据所述补偿量来驱动所述抖动补偿单元，其中，在用于计算所述补偿量的步骤中，随着所述聚焦程度的变化频率量的增大而减小所述补偿系数，以及随着所述变化状态量的增大而减小所述补偿系数。

[0018] 根据本发明，可以在对于平移抖动执行高精度的图像抖动补偿的同时，减轻由 AF 操作期间所产生的摄像倍率的急剧变化所导致的抖动补偿控制性能的劣化。

[0019] 通过以下（参考附图）对典型实施例的说明，本发明的其它特征将显而易见。

附图说明

[0020] 图 1 示意性示出装配有抖动补偿系统的从上面观看时的照相机，用于结合图 2 ～ 图 9 来说明本发明的第一典型实施例。

[0021] 图 2 示意性示出从侧面观看时的图 1 中的照相机。

[0022] 图 3 是示出抖动补偿控制设备的结构例子的框图。

[0023] 图 4 说明转动抖动的转动中心和转动半径。

[0024] 图 5 是示出图 3 中的比较单元 308 的结构例子的框图。

[0025] 图 6 是结合图 7 说明抖动补偿控制的流程图，并且示出该处理操作的前半部分。

[0026] 图 7 是示出续图 6 的处理操作的后半部分的流程图。

[0027] 图 8A 是示出用于抖动补偿控制的摄像倍率的计算处理的框图。

[0028] 图 8B 示出 AF 评价值和增益之间的关系。

[0029] 图 9A ～ 图 9D 示出 AF 评价值、透镜位置和摄像倍率的时间变化的例子。

[0030] 图 10A 是说明用于抖动补偿控制的摄像倍率的计算处理的框图，用于结合图 11 说明本发明的第二典型实施例。

[0031] 图 10B 示出 AF 评价值和增益之间的关系。

[0032] 图 11 示出在变焦位置固定的情况下、摄像倍率和从照相机到被摄体的被摄体距离之间的关系。

[0033] 图 12A 和 12B 是说明用于抖动补偿控制的摄像倍率的计算处理的框图，用于说明本发明的第三典型实施例。

[0034] 图 13A ～ 图 13D 说明转动速度、转动速度的绝对值、波动量和 AF 可靠性信息的时间变化的例子。

具体实施方式

[0035] 下面将参考附图说明用于执行本发明的优选实施例。除数字单镜头反光照相机或

数字紧凑型照相机以外,可以根据本发明的抖动补偿控制设备安装在诸如数字摄像机、监视照相机、web 照相机或便携式电话等的各种类型的摄像设备或光学装置上。

[0036] 第一典型实施例

[0037] 图 1 和图 2 示出作为根据第一典型实施例设置有抖动补偿控制设备的光学设备的例子的照相机的结构例子。图 1 是从平面图看的照相机的示意性结构。图 2 是从侧面观看时的照相机的示意图。图中以虚线所示的轴示出照相机 101 的摄像光学系统的光轴 102。该照相机中所装配的抖动补偿系统参考光轴 102, 针对以箭头 103p、103y 所示的抖动(以下称为“转动抖动”)和以箭头 104p、104y 所示的抖动(以下称为“平移抖动”)执行图像抖动补偿。也就是说,转动抖动是响应于设备围绕与摄像光学系统的光轴垂直的轴的转动而产生的抖动。平移抖动是设备沿与摄像光学系统的光轴垂直的方向行进的方向上所产生的抖动。添加字母“p”的附图标记表示纵摇方向,并且字母“y”表示横摆方向。纵摇方向和横摆方向相互垂直,此外,这两个方向均与光轴 102 的方向垂直。

[0038] 在照相机 101 的主体上设置释放按钮 105, 并且响应于对该按钮的操作, 向照相机中央控制单元(CPU) 106 发送开关的开闭信号。该例子说明包括第一开关(以下称为“SW1”)和第二开关(以下称为“SW2”)的两阶段开关, 其中, 通过半按下释放按钮 105 使第一开关处于 ON 位置, 通过完全按下释放按钮 105 使第二开关处于 ON 位置。照相机 CPU106 控制照相机操作, 并且控制图像抖动补偿。摄像元件 107 将通过摄像光学系统的镜头所获取的被摄体的光学图像转换成电信号, 并且将其输出给信号处理单元(未示出)。

[0039] 通过转动速度检测单元和加速度检测单元构成检测照相机抖动的抖动检测单元。

[0040] 转动速度计 108p、108y 检测由箭头 108pa、108ya 所示的各转动抖动。加速度计 109p、109y 检测由箭头 109pa、109ya 所示的各平移抖动。将转动速度计 108p、108y 和加速度计 109p、109y 各自的检测信号输入至照相机 CPU106。

[0041] 抖动补偿单元 110 在与光轴 102 垂直的方向上、更具体地、在图 1 的箭头 110y 和图 2 的箭头 110p 的方向上驱动抖动补偿透镜(图像模糊校正透镜) 111, 从而通过将转动抖动和平移抖动两者相加来补偿抖动。驱动单元 112 根据来自照相机 CPU106 的控制命令对抖动补偿单元 110 进行控制, 从而执行抖动补偿操作。本典型实施例采用下面的结构: 基于通过照相机 CPU106 所计算出的补偿量, 在与光轴垂直的平面内使抖动补偿透镜(图像模糊校正透镜) 111 移位。该基于补偿量的补偿的方法可应用于其它结构。例如, 这类结构可以包括用于在与光轴垂直的平面内移位摄像元件 107 的方法、或者用于改变由摄像元件 107 所输出的各摄像帧中的图像的切割位置的方法。此外, 可以使用适当组合这些特征的补偿方法。

[0042] 图 3 是示出根据本典型实施例的抖动补偿控制设备的结构例子的框图。图 3 仅示出针对在照相机的垂直方向(纵摇方向: 图 2 的箭头 103p、104p 的方向)上所产生的抖动的结构。然而, 对于在照相机的水平方向(横摆方向: 图 1 中的箭头 103y、104y 的方向)上所产生的抖动, 也可以设置相同结构。由于这些结构是大体相同的结构, 所以下面仅参考针对纵摇方向的结构进行说明。图 3 是示出通过照相机 CPU106 所执行的处理的功能的框图。然而, 通过由照相机 CPU106 解释和执行存储在存储器(未示出)中的程序, 执行各处理步骤。

[0043] 参考图 3 说明对转动抖动的补偿。通过第一检测单元检测转动抖动, 并且在照相

机 CPU106 的控制下进行抖动补偿。

[0044] 将转动速度计 108p 的转动速度检测信号输入给照相机 CPU106 的 HPF 积分滤波器 301。在 HPF 积分滤波器 301 中对通过高通滤波器 (HPF) 截除了直流 (DC) 成分的信号进行积分, 并且将其转换成转动信号。照相机抖动的频带约为 $1 \sim 10\text{Hz}$, 并且 HPF 积分滤波器 301 的 HPF 包括阻断 (block) 充分偏离抖动频带的频率成分 (例如, 小于或等于 0.1Hz) 的一阶 HPF 特性。

[0045] 将 HPF 积分滤波器 301 的输出输入至灵敏度调整单元 303。此时, 灵敏度调整单元 303 还接收来自转动抖动补偿系数计算单元 (第一补偿系数 (校正系数) 计算单元) 313 的信息的输入。转动抖动补偿系数计算单元 313 获取变焦和调焦信息 302。该信息是通过摄像光学系统的驱动单元中所设置的检测单元所获取的镜头位置信息。基于通过该信息所确定的焦距或摄像倍率计算第一补偿系数 (校正系数) (以下称为“转动抖动补偿系数”), 并且将其输出至灵敏度调整单元 303。下面将详细说明用于计算转动抖动补偿系数的方法。当将转动抖动补偿系数计算单元 313 的输出输入至灵敏度调整单元 303 时, 调整单元放大 HPF 积分滤波器 301 的输出以将其用作为转动抖动补偿的目标值。这样, 与由诸如镜头的调焦或变焦等的光学信息的变化所引起的抖动补偿单元 110 的抖动补偿行程 (shake compensation stroke) 相关联地、对照相机图像面中的抖动补偿灵敏度的变化进行补偿。将通过灵敏度调整单元 303 所计算出的转动抖动的补偿目标值发送给加法装置 312。将加法装置 312 的输出发送给驱动单元 112 作为图像抖动补偿量, 从而驱动抖动补偿单元 110。这样, 执行图像抖动补偿。

[0046] 接着说明平移抖动补偿。通过第二检测单元检测在与垂直于摄像光学系统的光轴的平面平行或垂直的方向上在设备中所产生的平移抖动, 并且在照相机 CPU106 的控制下进行抖动补偿。

[0047] 将转动速度计 108p 的输出输入至 HPF 积分滤波器 309, 并且在通过 HPF 积分滤波器 309 中的 HPF 截除 DC 成分之后, 对其进行积分并且将其转换成转动信号。将 HPF 积分滤波器 309 的输出输入至增益调整单元 310。增益调整单元 310 和 HPF 积分滤波器 309 调整在用于平移抖动补偿的频带中的增益和相位特性。通过下述的输出补偿单元 311 对增益调整单元 310 的输出进行补偿, 从而获得平移抖动的补偿目标值, 将该平移抖动的补偿目标值发送给加法装置 312, 并且将其与上述的转动抖动的补偿目标值相加。将平移抖动的补偿量和转动抖动的补偿量的相加结果作为图像抖动补偿量。

[0048] 与上述处理并行, 将转动速度计 108p 的输出输入至 HPF 相位调整单元 304, 并且通过 HPF 相位调整单元 304 截除与转动速度计 108p 的输出重叠的 DC 成分, 从而对信号进行相位调整。参考下述的 HPF 积分滤波器 305 的 HPF 的截止频率来调整这里所使用的截止频率, 并且将其调整成与该频率特性一致。将 HPF 相位调整单元 304 的输出发送给用于提取预定频带中的频率成分的转动速度计带通滤波器 (BPF) 单元 306。

[0049] 将加速度计 109p 的输出输入至 HPF 积分滤波器 305, 并且在通过 HPF 积分滤波器 305 中的 HPF 截除 DC 成分之后, 将其转换成积分后的速度信号。如上所述, 参考 HPF 的截止频率调整此时的 HPF 的截止频率。将 HPF 相位调整单元 305 的输出发送给用于提取预定频带中的频率成分的加速度计 BPF 单元 307。

[0050] 将转动速度计 BPF 单元 306 和加速度计 BPF 单元 307 各自的输出输入至比较单元

308。比较单元 308 计算用于补偿增益调整单元 310 的输出的补偿量（补偿系数（校正系数）），并且将其输出给输出补偿单元 311。下面将说明比较单元 308 中的补偿量的计算方法。

[0051] 平移抖动补偿系数计算单元（第二补偿系数（校正系数）计算单元）314 的输出也输入至输出补偿单元 311。将变焦和调焦信息 302 和 AF 评价值 315 的信息输入至平移抖动补偿系数计算单元 314。AF 评价值 315 是表示摄像光学系统相对于被摄体的聚焦程度的信息。在本例子中，使用下面的信息：该信息表示通过从摄像元件的摄像信号提取高频成分所获得的对比度的程度，并且将该信息从 AF 信号处理单元（未示出）输出给转动抖动补偿系数计算单元 313 和平移抖动补偿系数计算单元 314。平移抖动补偿系数计算单元 314 基于使用该信息所计算出的摄像倍率计算并输出平移抖动补偿系数。将平移抖动补偿系数计算单元 314 的输出输入至输出补偿单元 311，并且基于所计算出的平移抖动补偿系数对增益调整单元 310 的输出进行补偿，从而获得平移抖动补偿目标值。加法装置 312 将平移抖动补偿目标值与上述转动抖动补偿目标值相加，并且将相加结果输出到驱动单元 112。驱动单元 112 驱动抖动补偿单元 110，并且对由转动抖动和平移抖动所产生的摄像抖动进行补偿。

[0052] 接着说明基于从转动抖动补偿系数计算单元 313 和平移抖动补偿系数计算单元 314 输出的补偿系数（校正系数）以及从比较单元 308 输出的补偿量来计算图像抖动补偿量的方法。

[0053] 图 4 说明照相机 101 的转动抖动 103p 和平移抖动 104p。将摄像光学系统的摄像镜头的主点处的平移抖动 104p 的大小表示为 Y ，并且将转动抖动的大小、即转动相位表示为 θ 。将转动抖动的已确定的转动中心 401p 的转动半径 402p 的长度表示为 L ，并且该长度对应于从转动中心 401p 到加速度计 109p 的距离。此外，将转动速度表示为 ω ，将速度表示为 V ，将加速度表示为 A ，并且将转动加速度表示为 ωa 。以此为基础建立下面的公式。

[0054] [公式 1]

$$[0055] \quad Y = L \times \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$[0056] \quad V = L \times \omega \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$[0057] \quad A = L \times \omega a \quad \dots\dots\dots (3)$$

[0058] 这里，由于作为对加速度计 109p 的输出二阶积分后的位移来计算公式 (1) 中的 Y ，并且作为对转动速度计 108p 的输出—阶积分后的角度来计算 θ ，所以通过将 Y 除以 θ 来计算转动半径的长度 L 。由于作为对加速度计 109p 的输出积分后的速度来计算 V ，并且根据转动速度计 108p 的输出计算 ω ，所以通过将 V 除以 ω 来计算转动半径的长度 L 。由于根据加速度计 109p 的输出计算公式 (3) 中的 A ，并且通过对转动速度计 108p 的输出进行微分来计算 ωa ，所以通过将 A 除以 ωa 来计算转动半径的长度 L 。可以通过任一方法来计算 L 的值。

[0059] 根据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度 θ 、焦距 f 和摄像倍率 β ，以下面的公式 (4) 计算摄像面所产生的抖动量 δ 。

[0060] [公式 2]

$$[0061] \quad \delta = (1 + \beta) \times f \times \theta + \beta \times Y \quad \dots\dots\dots (4)$$

[0062] 根据摄像光学系统的变焦透镜和调焦透镜的位置信息、以及从该信息所获得的摄

像倍率和焦距,计算公式(4)右边第一项中的 f 和 β 的值。通过转动速度计108p的输出的一阶积分计算抖动角度 θ 。因此,可以使用该信息如参考图3所述来执行转动抖动补偿。

[0063] 根据变焦透镜和调焦透镜的位置信息以及从该信息所获得的摄像倍率,计算上述公式(4)的右边第二项的 β 值。通过加速度计109p的输出的二阶积分来计算值 Y 。使用该信息如参考图3所述来执行平移抖动补偿。

[0064] 如以下公式(5)所示,通过重写上述公式(4)、对抖动量 δ 执行根据本典型实施例的图像抖动补偿。

[0065] [公式3]

$$[0066] \quad \delta = (1 + \beta) \times f \times \theta + \beta \times L \times \theta \quad \dots\dots\dots (5)$$

[0067] 也就是说,平移抖动 Y 不使用通过加速度计109p的输出的积分所计算出的平移抖动的位移。通过公式(1)、公式(2)或公式(3)计算转动半径的长度 L ,然后使用 L 的值、转动速度计108p的输出的积分结果(θ)和摄像倍率 β 来计算抖动量 δ 。转动抖动补偿系数计算单元313计算公式(5)右边第一项中的补偿系数(校正系数)“(1 + β) $\times f$ ”,并且平移抖动补偿系数计算单元314计算公式(5)右边第二项中的补偿系数(校正系数)“ β ”。

[0068] 图5是示出图3的比较单元308中的补偿量计算处理的内部构成的例子的框图。

[0069] 将转动速度计BPF单元306和加速度计BPF单元307各自的输出发送给转动半径计算单元501,并且转动半径计算单元501使用公式(6)计算转动半径的长度 L 。

[0070] [公式4]

$$[0071] \quad L = V / \omega \quad \dots\dots\dots (6)$$

[0072] 在本例子中,使用公式(2)计算 L 的值。

[0073] 可以根据预定时间内的速度 V 与转动速度 ω 各自的最大振幅的峰值之比来计算转动半径 L (例如,当转动速度计BPF单元306和角速度计BPF单元307的截止频率是5Hz时,将该预定时间设置为约200ms)。在分别计算速度 V 和转动速度 ω 的各时间点对转动半径 L 进行后续更新。对速度 V 和转动速度 ω 进行时间序列平均,并且使用低通滤波器(LPF)截除高频成分,从而使得能够计算出在计算转动半径时消除了高频噪声成分的转动半径。

[0074] 转动半径计算单元501将所计算出的 L 值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使用对于静止图像拍摄所设置的上限值执行计算处理。当通过转动半径计算单元501所输出的 L 值大于或等于静止图像拍摄的上限值时,将 L 值固定为该上限值。当通过转动半径计算单元501所输出的 L 值小于静止图像拍摄的上限值时,在无需修正的情况下输出通过转动半径计算单元501所输出的 L 值。

[0075] 运动图像限制处理单元504使用对于运动图像拍摄所设置的上限值执行计算处理。当通过转动半径计算单元501所输出的 L 值大于或等于运动图像拍摄的上限值时,将 L 值固定为该上限值。当通过转动半径计算单元501所输出的 L 值小于运动图像拍摄的上限值时,在无需修正的情况下输出通过转动半径计算单元501所输出的 L 值。将静止图像限制处理单元502和运动图像限制处理单元503的输出值分别发送给补偿信号整流单元503和补偿信号整流单元505。补偿信号整流单元503和补偿信号整流单元505对于静止图像限制处理单元502和运动图像限制处理单元504的输出值分别执行整流处理,从而使得在补偿信号中不会发生阶梯式变化。通过使用LPF(低通滤波器)截除高频成分来进行信号

的整流。将 LPF 的截止频率设置成例如小于或等于 0.5Hz 的频率。可以配置其它部件,以通过在预定期间应用移动平均处理来进行信号整流。

[0076] 将补偿信号整流单元 503 和补偿信号整流单元 505 各自的输出发送给补偿信号选择单元 507。将摄像模式 506 的信息输入给补偿信号选择单元 507,根据下述图 6 和图 7 所示的流程图执行补偿信号的选择,并且将结果输出给输出补偿单元 311。与摄像模式 506 有关的信息是表示模式是静止图像拍摄模式还是运动图像拍摄模式的信息。

[0077] 接着参考图 6 和图 7 说明本典型实施例的抖动补偿的整个操作。在设备主电源处于 ON 位置时开始该处理,并且以预定采样周期(间隔)执行该处理。

[0078] 首先,在图 6 的 S601,CPU106 检测抖动补偿开关(以下表示为“抖动补偿 SW”)的状态。抖动补偿 SW 设置在操作单元(未示出)中,并且抖动补偿 SW 是在拍摄者向照相机发出进行(抖动补偿 SW 处于 ON 位置)或者不进行抖动补偿(抖动补偿 SW 处于 OFF 位置)的命令时所使用的操作指定单元。当抖动补偿 SW 处于 ON 位置时,处理进入 S602,并且当处于 OFF 位置时,处理进入图 7 的 S621。

[0079] 在 S602,执行加速度计 109p 的输出和转动速度计 108p 的输出的取入。接着,照相机 CPU106 在 S603 判断是否能够进行抖动补偿。例如,在从电源处于 ON 位置时开始直到加速度计 109p 的输出和转动速度计 108p 的输出稳定为止的状态下,判断为不能进行抖动补偿。此外,在加速度计 109p 的输出和转动速度计 108p 的输出稳定之后,判断为能够进行抖动补偿。由于在紧接着供电之后的检测值不稳定时,抖动补偿性能不充分,并且在该状态下不执行抖动补偿,所以设置 S603 的判断处理。从电源投入起经过的时间和检测信号的变化量使得能够判断加速度检测信号或转动速度检测信号是否稳定。在该判断的结果表示能够进行抖动补偿时,处理进入 S604,并且在不能进行抖动补偿的状态下,进入图 7 的 S621。

[0080] 照相机 CPU106 在 S604 使用参考图 3 所述的方法计算转动抖动量,并且在 S605 计算平移抖动量。在 S606 获取变焦和调焦信息 302 之后,在 S607 获取用于抖动补偿系数(校正系数)的计算的 AF 评价价值 315,并且处理进入 S608。

[0081] 在 S608,判断是否配置为运动图像拍摄状态。在配置为运动图像拍摄状态的情况下,处理进入图 7 的 S609,否则,处理进入 S610。在 S609,分别计算用于运动图像的转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数,并且处理进入 S617。使用 AF 评价价值 315 以及变焦和调焦信息 302 来计算各补偿系数(校正系数),并且稍后将对其进行详细说明。在图 6 的 S610,判断 SW2 是否处于 ON 位置,也就是说,是否进行了用于开始静止图像的曝光的操作。当 SW2 处于 ON 位置时,处理进入图 7 的 S611,并且当 SW2 处于 OFF 位置时,处理进入图 7 的 S612。在 S611,分别计算用于拍摄静止图像的转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数,并且处理进入 S617。在将 SW2 置于 ON 位置之后,在完成 AF 操作后根据变焦和调焦信息 302 计算各个补偿系数(校正系数)。

[0082] 在 S612,判断 SW1 是否处于 ON 位置。当判断为 SW1 处于 ON 位置时,处理进入 S613,并且当 SW1 处于 OFF 位置时,处理进入 S616。在 S613,判断当前 AF 模式是否是连续 AF 模式。当处于连续 AF 模式时,处理进入 S614。当处理处于其它模式、例如手动执行焦点调整的手动调焦模式时,处理进入 S615。在 S614,分别计算用于运动图像的转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数。利用如 S609 中所述的相同的计算方法,使用 AF 评价价值 315 以及变焦和调焦信息 302 来计算各个补偿系数(校正系数)。稍后将对其进行详细说明。在 S615,

基于变焦和调焦信息 302 分别计算用于拍摄静止图像的转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数。在 AF 模式不是连续 AF 模式的情况下,在 SW1 处于 ON 位置时,使用在完成 AF 操作之后的变焦和调焦信息 302 计算转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数。在 S616,根据变焦和调焦信息 302 计算转动抖动补偿系数,并且将平移抖动补偿系数设置成 0。

[0083] 在步骤 S609、S611、S614、S615、S616 的处理之后,处理进入 S617,并且照相机 CPU106 根据到该时间点所计算出的转动抖动补偿系数、使用公式 (5) 右边第一项中的计算式,计算转动抖动补偿量。将摄像倍率 β 被设置成运动图像拍摄用的摄像倍率 β_{c1} 时的转动抖动补偿量表示为“转动抖动补偿量 1”。将摄像倍率 β 被设置成静止图像拍摄用的摄像倍率 β_2 时的转动抖动补偿量表示为“转动抖动补偿量 2”。在这种情况下,使用下面的公式计算各自的补偿量。

[0084] [公式 5]

$$[0085] \quad \text{转动抖动补偿量 1} = (1 \times \beta_{c1}) \times f \times \theta \quad \dots\dots (7)$$

$$[0086] \quad \text{转动抖动补偿量 2} = (1 \times \beta_2) \times f \times \theta \quad \dots\dots (8)$$

[0087] 下面将说明用于计算抖动补偿所使用的摄像倍率 β_{c1} 的方法。

[0088] 接着,在 S618,利用公式 (5) 右边第二项中的计算式,根据到该时间点所计算出的平移抖动补偿系数来计算平移抖动补偿量。将摄像倍率 β 被设置成运动图像拍摄用的摄像倍率 β_{c1} 时的平移抖动补偿量表示为“转动抖动补偿量 1”。将摄像倍率 β 被设置成静止图像拍摄用的摄像倍率 β_2 时的平移抖动补偿量表示为“转动抖动补偿量 2”。在这种情况下,使用下面的公式计算各自的补偿量。

[0089] [公式 6]

$$[0090] \quad \text{平移抖动补偿量 1} = \beta_{c1} \times L1 \times \theta \quad \dots\dots (9)$$

$$[0091] \quad \text{平移抖动补偿量 2} = \beta_2 \times L2 \times \theta \quad \dots\dots (10)$$

[0092] L1 和 L2 分别表示各自的摄像条件下的转动半径。

[0093] 在 S619 执行抖动补偿量的合成,并且将转动抖动补偿量和平移抖动补偿量相加。在 S620,基于抖动补偿量驱动抖动补偿单元 110。另一方面,在处理从图 6 的 S601 或 S604 进入图 7 的 S621 时,执行控制以停止驱动抖动补偿单元 110。在完成 S620 和 S621 的处理时,抖动补偿的子例程完成,并且将该例程配置在待机状态直到下一采样周期为止,然后重新开始该处理。

[0094] 接着说明转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数的计算方法。

[0095] 转动抖动补偿系数计算单元 313 根据公式 (5) 右边的第一项、使用焦距 f 和摄像倍率 β 计算转动抖动的补偿系数(校正系数)“(1+ β) $\times f$ ”。然后,平移抖动补偿系数计算单元 314 根据公式 (5) 右边的第二项、使用转动半径 L 和摄像倍率 β 计算补偿系数(校正系数)“ $\beta \times L$ ”。根据这些补偿系数(校正系数)和转动抖动量计算转动抖动补偿量和平移抖动补偿量。在图 6 的 S611 和 S615,在将 SW2 置于 ON 位置之后,使用完成 AF 操作后的变焦和调焦信息 302 分别计算用于静止图像拍摄的转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数。在 S616,根据变焦和调焦信息 302 计算转动抖动补偿系数,并且将平移抖动补偿系数设置成 0。在这方面,在 S609 和 S614,如下所述计算用于运动图像拍摄的转动抖动补偿系数和平移抖动补偿系数。

[0096] 平移抖动补偿系数计算单元 314 输出抖动补偿控制摄像倍率 β_c 。转动抖动补偿

系数计算单元 313 输出在将抖动补偿控制摄像倍率 βc 加 1 之后乘以使用变焦和调焦信息 302 所获得的焦距 f 的值 $(1 + \beta c) \times f$ 。基于使用变焦和调焦信息 302 所获得的摄像倍率 β 来计算抖动补偿控制摄像倍率 βc 的原因如下。

[0097] 可以将运动图像的拍摄与在拍摄者对对象被摄体进行跟踪并取景时的摄像或者被摄体在摄像操作期间改变时的摄像相关联。结果,摄像倍率总是进行持续变化。如果基于从变焦和聚焦状态下所获得的摄像倍率的信息在不进行修正的情况下执行抖动补偿,则在对比度 AF 操作期间,在照相机搜索 AF 评价值的峰值的阶段,可能出现问题。更具体地,当在拍摄低对比度被摄体时、或者在暗场所进行拍摄期间,存在 AF 操作延迟的风险或者 AF 精度的可靠性降低的风险。在这些情况下,如果在摄像倍率增大(向近距离移动)的方向上驱动调焦透镜时,平移抖动补偿量过大,则存在影响抖动补偿结果的风险。另外,作为过度控制的结果,存在抖动补偿透镜(图像模糊校正透镜)会立即达到控制限制的风险,从而降低了抖动补偿控制性能。在本实施例中,通过对于摄像倍率 β 执行下面的处理来计算抖动补偿控制摄像倍率 βc 。

[0098] 图 8A 是示出用于计算抖动补偿控制摄像倍率 βc 的计算单元的结构的事例的框图。

[0099] 变焦和调焦信息 302 包括在变焦透镜位置和调焦透镜位置的信息中,并且将其输入给摄像倍率计算单元 701。摄像倍率计算单元 701 计算摄像倍率 β ,并且将结果发送给控制摄像倍率计算单元 702。该计算单元计算抖动补偿控制中所使用的摄像倍率 βc 。

[0100] 将摄像倍率计算单元 701 的输出值输出至可变增益单元 710,并且将其乘以可变增益(以下将增益系数表示为“K1”)。图 8B 示出可变增益单元 710 中所使用的增益表的图形表现。

[0101] 图 8B 是示出横轴上的 AF 评价值和纵轴上的增益系数 K1 之间的关系的图。在 AF 评价值小、且 AF 的可靠性低的点 P 处, K1 值小于 1。在 AF 评价值大、且 AF 的可靠性高的点 Q 处, K1 值为 1。直线 PQ 以正斜率向右升高。也就是说,对应于 AF 评价值 315 设置 K1 值,并且 K1 值随着 AF 评价值的减小和 AF 可靠性的减小而减小。K1 在点 P 处取最小值,并且即使在 AF 评价值已变得非常小时也取固定值。此外, K1 值随着 AF 评价值的增大和 AF 可靠性的增大而增大,并且接近值 1。K1 值在点 Q 处取值 1,并且即使在 AF 评价值取更大值时也继续取值 1。尽管本例子示例性说明了以直线 PQ 所示的特性,但是本例子不局限于此,并且可以通过以曲线或折线所表示的特性来设置。

[0102] 除将可变增益单元 710 的输出值作为正输入发送给减法装置 703 以外,还将其作为值 X1 发送给条件比较装置 704。作为减法装置 703 的负输入,通过延迟装置 707 供给条件比较装置 704 的输出值。延迟装置 707 的输出是相对于条件比较装置 704 的输出的前一周期的采样数据。减法装置 703 从可变增益单元 710 的输出值减去该前一周期的采样数据。将减法装置 703 的输出表示为“diff”,将该值输入给条件比较装置 704。条件比较装置 704 判断 diff 是否小于预先设置的预定值(表示为 X)。当 diff 小于预定值 X 时,条件比较装置 704 选择作为可变增益单元 710 的输出值的摄像倍率 X1,并且将其输出给 LPF(低通滤波器)708。

[0103] 将通过减法装置 703 输出的 diff 的值发送给乘法装置 705,并且将其与预先设置的增益系数(表示为 K2)相乘。将值 K2 设置成小于 1 的值(例如,0.1),diff 具有正符号,

并且当该值大时,对 diff 进行设置以使得摄像倍率不会经受急剧变化。加法装置 706 将乘法装置 705 的输出相加至经过延迟装置 707 的前一周期的采样数据,并且将加法结果作为 X_2 发送给条件比较装置 704。在 diff 大于或等于 X 时,条件比较装置 704 选择 X_2 并且将其输出给 LPF708。

[0104] 由于将作为判断标准的预定值 X 设置成正值,所以,当 diff 是负值时,通过条件比较装置 704 始终选择 X_1 作为摄像倍率计算单元 701 的输出值。因此,条件比较装置 704 的输出值在值减小的方向上经受瞬间转变。然而,在 diff 是正值、并且在增大方向上的变化量大时,抑制了急剧变化。

[0105] LPF708 在接收到条件比较装置 704 的输出值时截除高频成分,并且向灵敏度调整单元 303 或输出补偿单元 311 输出抖动补偿控制摄像倍率 β_c 。LPF708 还具有用于抑制抖动补偿摄像倍率的急剧变化的功能。

[0106] 上述方法通过响应于 AF 评价值改变与摄像倍率相乘的增益系数 K_1 ,在 AF 可靠性低时使用比实际摄像倍率 β 小的抖动补偿控制摄像倍率 β_c 。在 AF 可靠性高时,执行控制以使得抖动补偿控制摄像倍率 β_c 与实际摄像倍率 β 大体一致。这样,针对利用 AF 操作的调焦驱动过程中的抖动补偿控制,在 AF 确定之前的操作期间或者被摄体未聚焦的状态期间,可以防止对于平移抖动补偿的过度抖动补偿。因此,在运动图像拍摄期间等的 AF 操作过程中,除转动抖动以外,还实现平移抖动的抖动补偿控制。

[0107] 接着参考图 9A ~ 图 9D 说明本典型实施例的效果。

[0108] 图 9A 和图 9B 示出 AF 操作期间 AF 评价值随着调焦透镜的移位的变化的例子。图 9A 是在横轴上示出时间和在纵轴上示出 AF 评价值的图。图 9B 是在横轴上示出时间、在纵轴上示出调焦透镜的位置的图。

[0109] 在图 9A 所示的图中,在以 C 所表示的时间点、AF 评价值超过峰值之后,由于该值开始减小,所以可以确认存在峰值位置(聚焦位置)。如图 9B 所示,在透镜移位至 AF 评价值的峰值位置之后,完成爬山驱动操作,并且操作变换成微小驱动操作。另一方面,当不存在 AF 评价值的峰值、并且该值单调减小时,由于可以判断为调焦透镜的驱动方向不是聚焦方向,所以反转透镜驱动的方向,并且继续爬山驱动操作。

[0110] 图 9C 示出抖动补偿的 AF 评价值的时间变化的例子。在本例子中,通过与多个阈值的比较来判断基于 AF 评价值的可靠性是高还是低,并且以逐级方式设置可靠性水平。因此,该水平的时间变化具有逐级配置。与可靠性水平相比,可变增益单元 710 的 K_1 值如参考图 8A 所述那样变化。图 9D 示出摄像倍率的时间变化的例子。以实线所示的图线 901 表示实际摄像倍率 β ,即图 8A 中的摄像倍率计算单元 701 的输出变化。以虚线所示的图线表示抖动补偿控制摄像倍率 β_c ,即图 8A 中的控制摄像倍率计算单元 702 的输出变化。使用参考图 8A 所述方法所计算出的抖动补偿控制摄像倍率 β_c 在 AF 可靠性高时变得接近摄像倍率 β ,并且在 AF 可靠性低时变得小于摄像倍率 β 。

[0111] 在静止图像拍摄模式下,用户操作释放按钮 105,并且在 SW2 处于 ON 状态的情况下,进行用于静止图像拍摄的抖动补偿。使用拍摄静止图像之前的摄像倍率 β 作为图 6 的 S611 和 S615 中的平移抖动补偿量计算和转动抖动补偿量计算所使用的摄像倍率。这是因为下面的情况:针对运动图像拍摄所计算出的抖动补偿控制摄像倍率 β_c 和与实际镜头摄像倍率有关的延迟相关联,或者为了避免过度控制将该摄像倍率设置成小的值。然而,在静

止图像拍摄中,由于在完成 AF 操作之后执行摄像,所以可以在无需修正的情况下使用从变焦和调焦信息 302 所获得的摄像倍率作为该摄像倍率。也就是说,通过对紧接在摄像之前且紧接在使 SW2 处于 ON 状态之后的 AF 操作完成后的摄像倍率 β 进行识别,并且在转动抖动补偿量和平移抖动补偿量的计算中包含该摄像倍率 β ,对于静止图像拍摄执行最佳抖动补偿。

[0112] 根据第一典型实施例,可以减轻与 AF 操作期间所产生的摄像倍率的急剧变化相关联的抖动补偿控制性能的下降,从而使得在例如运动图像拍摄过程中的 AF 操作期间,除转动抖动以外、还能够对平移抖动进行抖动补偿控制。

[0113] 第二典型实施例

[0114] 接着说明本发明的第二典型实施例。下面将说明与第一典型实施例的不同点,对于与第一典型实施例中相同的构成元件,使用已使用的附图标记,并且不再重复对这些元件的详细说明。这样省略的方法同样适用于下述第三典型实施例。

[0115] 图 10A 是说明根据第二典型实施例的抖动补偿控制设备中的转动抖动补偿系数计算单元 313 和平移抖动补偿系数计算单元 314 中用于抖动补偿的摄像倍率的计算处理单元的框图。

[0116] 第二典型实施例与第一典型实施例的不同在于以下几点。

[0117] 首先,被摄体距离计算单元 1001 通过获取变焦和调焦信息 302,计算从摄像设备到被摄体的距离(被摄体距离)。控制被摄体距离计算单元 1002 计算抖动补偿控制中所使用的被摄体距离(抖动补偿控制被摄体距离)。尽管控制被摄体距离计算单元 1002 的内部计算的结构与图 8A 所示的控制摄像倍率计算单元 702 大体相同,但是可变增益单元 1003 和减法单元 1004 是不同的。

[0118] 可变增益单元 1003 与图 8A 的可变增益单元 710 的不同在于根据图 10B 所示的增益表来设置与 AF 评价价值相对应的增益系数 $K1$ 。

[0119] 图 10B 是示出横轴上的 AF 评价价值和纵轴上的增益系数 $K1$ 之间的关系的例子的图。在 AF 评价价值小、且 AF 的可靠性低的点 P 处, $K1$ 值大于 1。在 AF 评价价值大、且 AF 的可靠性高的点 Q 处, $K1$ 值是 1。直线 PQ 以负斜率向右下倾斜。也就是说,采用该设置以使得 $K1$ 值随着 AF 评价价值的减小和 AF 可靠性的减小而增大,相反, $K1$ 值在 AF 评价价值增大和 AF 可靠性增大时接近 1。

[0120] 将减法装置 1004 或图 8A 的减法装置 703 的正负输入反转。也就是说,将可变增益单元 1003 的输出值配置为减法装置 1004 的负输入,并且将延迟装置 707 的输出值配置为减法装置 1004 的正输入值。在抖动补偿控制被摄体距离的计算中需要该配置来在被摄体距离减小方向上抑制急剧变化、并且在被摄体距离增大方向上不抑制变化。

[0121] 将通过控制被摄体距离计算单元 1002 所计算出的抖动补偿控制被摄体距离输出给摄像倍率计算单元 701,从而基于被摄体距离和变焦位置信息来计算抖动补偿控制摄像倍率 β_c 。以相同方式计算抖动补偿中所使用的焦点位置距离信息,并且使用抖动补偿控制被摄体距离和变焦位置信息来计算焦点位置距离信息。

[0122] 根据第二典型实施例,使得能够响应于 AF 评价价值对于与被摄体距离相乘的增益系数 $K1$ 进行可变设置。也就是说,当 AF 可靠性低时,控制抖动补偿控制摄像倍率 β_c 小于实际摄像倍率 β 。此外,当 AF 可靠性高时,控制抖动补偿控制摄像倍率 β_c 接近实际摄像

倍率 β 。这样,针对利用 AF 操作的调焦驱动过程中的抖动补偿控制,在 AF 确定之前的 AF 操作期间或者在被摄体未处于聚焦的状态期间,可以防止对于平移抖动补偿的过度抖动补偿。因此,在运动图像拍摄等过程中的 AF 操作期间,除转动抖动以外、还实现对于平移抖动的抖动补偿控制。

[0123] 图 11 示出在变焦位置固定时、摄像倍率和被摄体距离的变化。横轴示出被摄体距离,并且纵轴示出摄像倍率。随着从照相机到被摄体的距离的减小,摄像倍率急剧增大。由于在第二典型实施例中执行用于抑制被摄体距离的急剧变化的控制,所以与对于第一典型实施例所述的抖动补偿控制摄像倍率 β_c 的计算相比,获得用于抑制摄像倍率急剧变化的效果。

[0124] 第三典型实施例

[0125] 下面将说明本发明的第三典型实施例。

[0126] 图 12A 和 12B 是说明根据第三典型实施例的抖动补偿控制设备中的抖动补偿摄像倍率的计算处理的框图。图 13A ~ 图 13D 说明通过波动状态判断单元 1201 所计算出的波动量的时间变化的例子。

[0127] 对于抖动补偿控制设备的抖动补偿单元 110 的驱动范围加以限制来补偿抖动。结果,尽管在抖动补偿单元 110 的可变范围内,根据抖动补偿控制的性能获得了高的抖动补偿效果,但是,在超出该可变范围时,抖动补偿效果经受急剧下降。这是因为下面的情况:当达到抖动补偿单元 110 的控制限制(可变范围的端部)时,向更外侧位置的驱动变得不可能。特别地,由于因身体的抖动所引起的振动被传送至摄像设备,所以在行走时的摄像操作的性能增大了转动抖动的振幅。

[0128] 另外,除通过传统结构所执行的转动抖动补偿以外,根据本发明的抖动补偿控制设备还执行平移抖动补偿。因此,在平移抖动补偿量增大时,由于抖动补偿需要更大的可变范围,所以可变范围不足。此外,当抖动大并且在 AF 操作期间搜索 AF 评价值的峰值时,在摄像倍率增大(向近距离侧移位)的方向上驱动调焦透镜的情况下,抖动补偿量将过大,并且存在对抖动补偿的抖动补偿效果有不期望的影响的可能性。

[0129] 在这方面,第三典型实施例使用利用转动速度计所计算出的波动状态量和根据 AF 可靠性的变化频率所计算出的 AF 评价值的变化程度量,来计算补偿系数(校正系数),从而计算抖动补偿单元 110 的补偿量。

[0130] 使用图 12A 说明波动状态判断单元 1201、增益表 1202 和可变增益单元 1203 的操作。

[0131] 用于计算波动状态的波动状态判断单元 1201 基于来自转动速度计 108p 的转动速度检测信号计算波动状态量,并且输出该量。波动状态量是表示摄像设备的波动状态的结构量。增益表 1202 响应于波动状态量和 AF 评价值的变化程度量,产生用于输出给可变增益单元 1203 的增益(参考 K3)的控制信号。

[0132] 下面将说明在波动状态判断单元 1201 的内部单元中所执行的计算。首先,绝对值计算单元 1201a 计算来自转动速度计 108p 的转动速度检测信号的绝对值。接着,绝对值信号经过 LPF1201b 以从转动速度的绝对值的信号频率成分中消除超过所设置的截止频率的高频成分。也就是说,小于或等于截止频率的低频成分的信号表示波动状态量。

[0133] 图 13A 说明从转动速度计 108p 输出的转动速度检测信号的时间变化的例子。图

13B 说明来自绝对值计算单元 1201a 的输出信号的时间变化的例子。图 13C 说明通过 LPF 1201b 所输出的波动状态量的时间变化的例子。在 Δ 时间 1 期间,转动速度检测信号的振幅量小。这表示类似于拍摄者在保持照相机的同时进行小心的摄像操作以避免摄像设备抖动的小量的照相机抖动。例如,当在行走的同时进行摄像操作时,在 Δ 时间 2 期间,转动速度检测信号的振幅量的增大,这表示很大的照相机抖动。在 Δ 时间 3 期间,当转动速度检测信号的振幅表现处于 Δ 时间 1 期间的状态和 Δ 时间 2 期间的状态之间的值时,转动速度检测的振幅量处于中间水平。尽管在 Δ 时间 4 期间,转动速度检测信号的振幅量大,但是该值表示下面的状态:例如,在拍摄者改变摄像设备的构图时,按照意图移位摄像设备。

[0134] 波动状态判断单元 1201 检测到如图 13C 所示的波动状态量,并且判断摄像设备是否具有与诸如在行走时执行摄像时等的大的波动相关联的摄像状态。图 13C 所示的抖动级别 1~抖动级别 4 示出针对波动状态量的水平的多个阈值的例子。

[0135] 图 13D 示出 AF 可靠性的时间变化的例子。通过 AF 信号处理单元(未示出)、基于表示与被摄体有关的摄像光学系统的聚焦程度的信息,使用聚焦度变化频率量计算来计算聚焦程度的变化频率量。也就是说,使用本例子中的 AF 评价值的变化量作为聚焦程度的变化频率量。

[0136] 在 Δ 时间 D1 期间,由于因 AF 可靠性引起的变化率低,所以判断为 AF 评价值的变化量小。由于在 Δ 时间 D3 期间,与 AF 可靠性有关的变化率相对大,所以判断为 AF 评价值的变化量大。在 Δ 时间 D2 期间,尽管与 AF 可靠性有关的变化率不到 Δ 时间 D3 期间所表现的水平,但是相对频繁的变化导致判断为 AF 评价值的变化量稍大。在执行通过判断计数值是否大于或等于预定阈值来计数和计算在预定时间内 AF 评价值的变化率的频率的处理时,针对各预定时间确定 AF 评价值的变化量。

[0137] 使用如上所述所计算出的波动状态量和基于与 AF 可靠性的程度有关的变化量的增益表 1202 的参考表,确定可变增益单元 1203 的增益 K3 的值。图 12B 是可变增益单元 1203 所使用的增益表的图。可变增益单元 710 的前级与第一典型实施例(参考图 8B)所述的结构相同。

[0138] 图 12B 是示出横轴上的 AF 评价值的变化量和纵轴上的增益系数 K3 之间的关系的例子。此外,除 AF 评价值的变化量以外,增益表使得能够查找波动状态量,并且在本例子中,示出对应于四阶段波动状态量的大小而不同的图线 1204~1207。如图 13C 所示的抖动级别 1~抖动级别 4 的各图线之间的对应关系如下。

[0139]

波动状态量的水平	增益表
抖动级别 1	图线 1204
抖动级别 2	图线 1205
抖动级别 3	图线 1206
抖动级别 4	图线 1207

[0140] 例如,当波动状态量是图 13C 所示的抖动级别 4 时,参考通过图线 1207 所示的表。在 AF 评价值小、且 AF 评价值的变化量小的范围中,K3 值接近 1。在 AF 评价值的变化量大

的范围中, K3 值小于 1。示出中间区域的特性的直线具有正斜率。在 AF 评价值的变化量小的范围中通过图线 1207 示出恒定值(参考预定线部分), 该值小于通过图线 1206 所示的值。也就是说, 在相应范围中的值 K3 的大小关系满足关系“图线 1207< 图线 1206< 图线 1205< 图线 1204”。在小于或等于抖动级别 1 时, 查找通过图线 1204 所示出的表, 并且在小于或等于抖动级别 4 时, 查找以图线 1207 所示出的表。当大于抖动级别 1 且小于抖动级别 4 时, 使用线性插值。例如, 当波动状态量的大小在抖动级别 2 和抖动级别 3 之间时, 通过使用图线 1205 和 1206 的线性插值来计算 K3 值。

[0141] 使用波动状态量和 AF 评价值的变化量来设置增益系数值, 从而确定抖动补偿摄像倍率和计算抖动补偿量。在本典型实施例中, 尽管基于 AF 评价值的变化量和波动状态量来计算增益系数, 但是可以使用这些量中的任一个。

[0142] 在第三典型实施例中, 在 AF 评价值的变化量大的状态下, 即在 AF 结果不稳定的状态下, 可以通过减小增益系数值来减小抖动补偿量。这样, 可以进行控制来弱化抖动补偿的控制量。因此, 在转动抖动的振幅如例如在行走时进行摄像操作时那样、并且频繁执行 AF 操作以搜索 AF 处理的峰值的情况下, 防止抖动补偿单元 110 达到控制限制, 因此, 防止了抖动补偿性能的降低。

[0143] 尽管参考典型实施例说明了本发明的实施例, 但是应该理解, 本发明不局限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释, 以包含所有这类修改、等同结构和功能。

[0144] 本申请要求 2011 年 7 月 1 日提交的日本 2011-147527 号专利申请的优先权, 其全部内容通过引用包含于此。

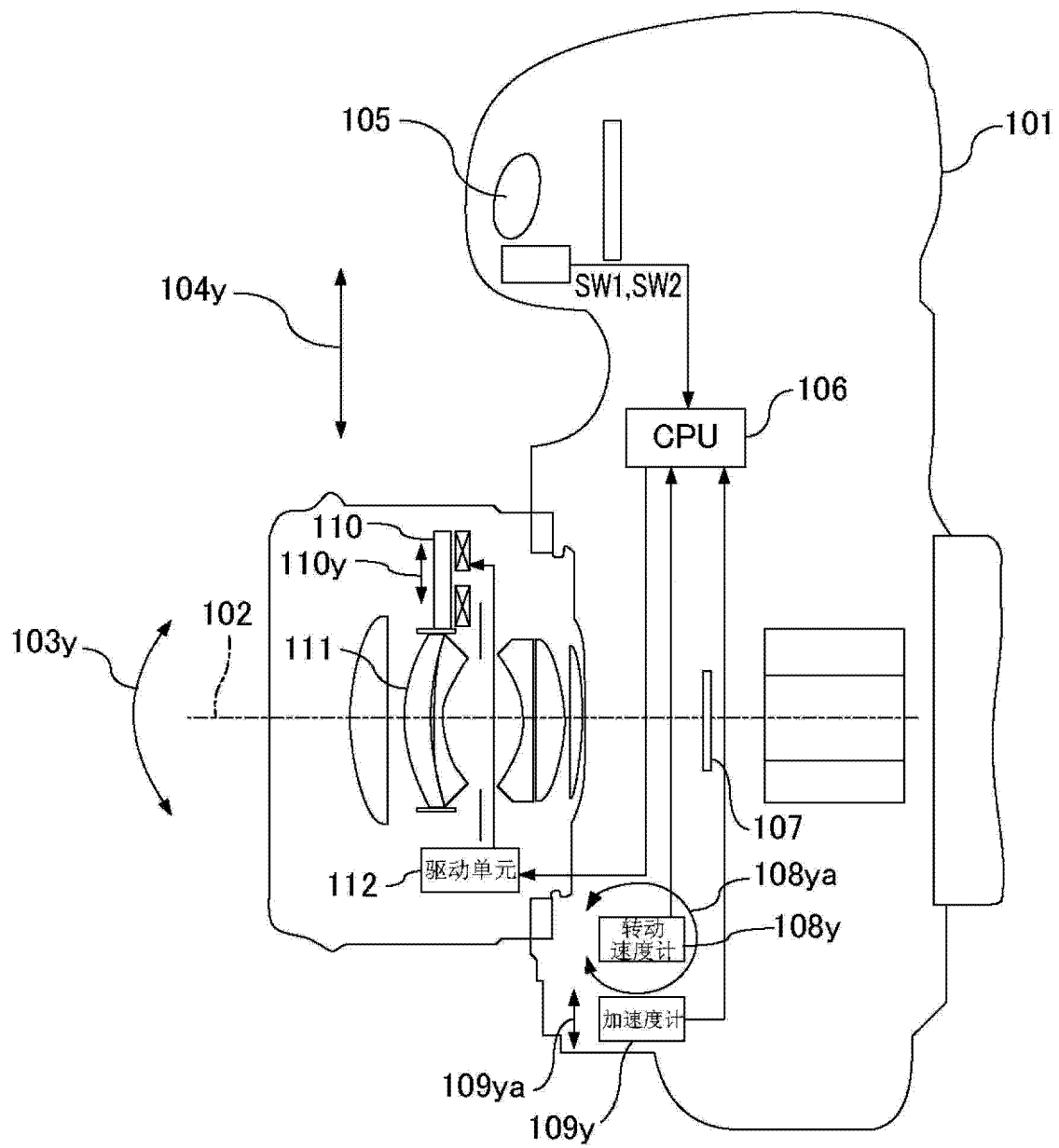


图 1

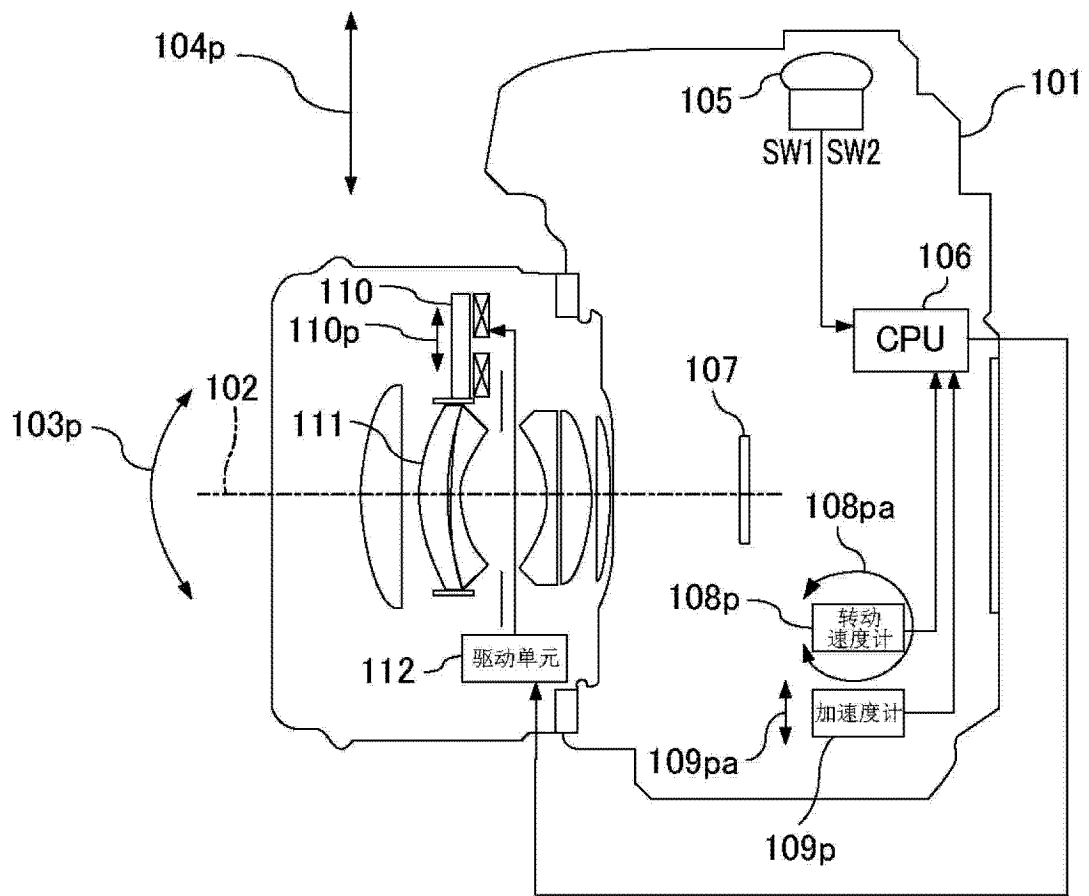


图 2

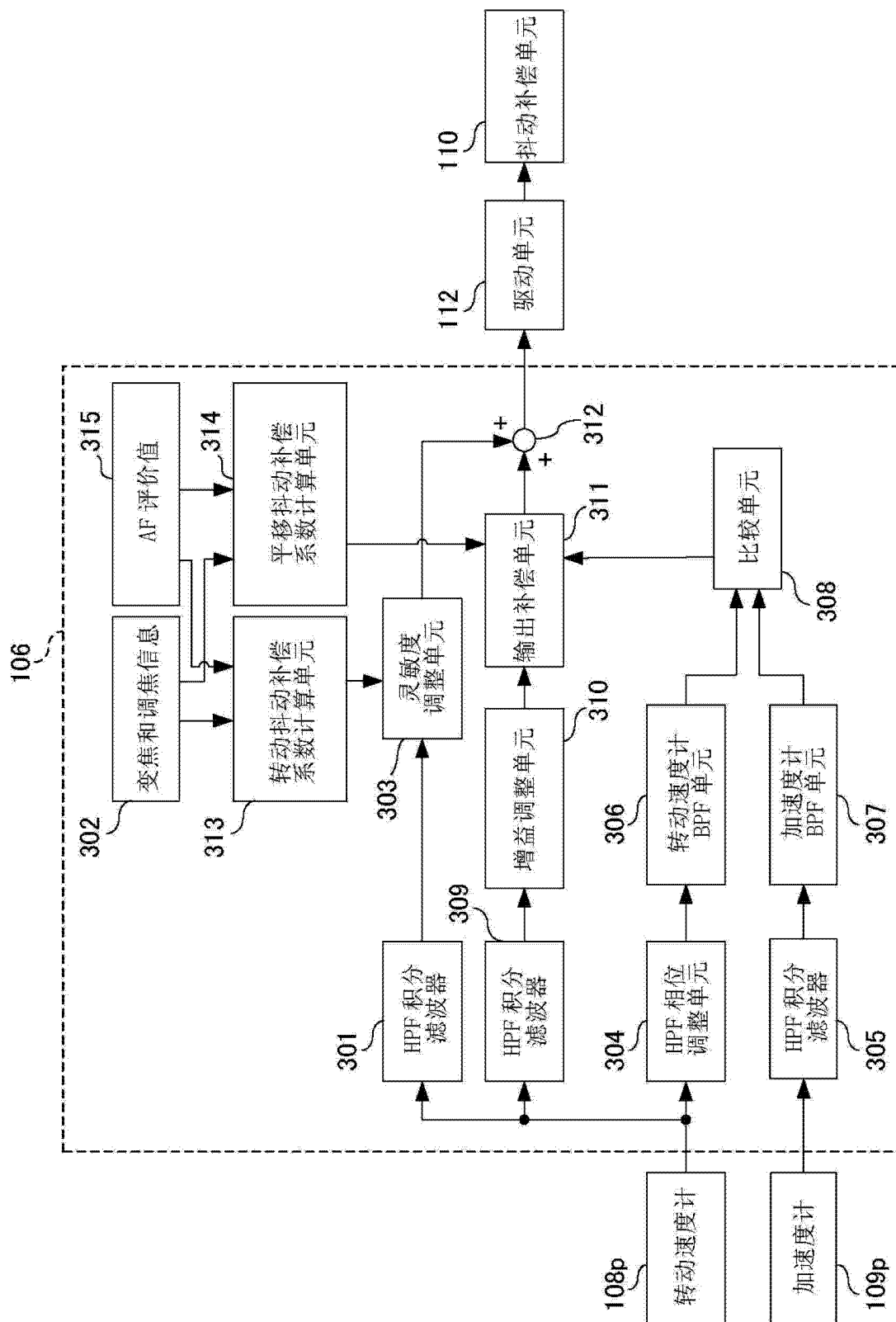


图 3

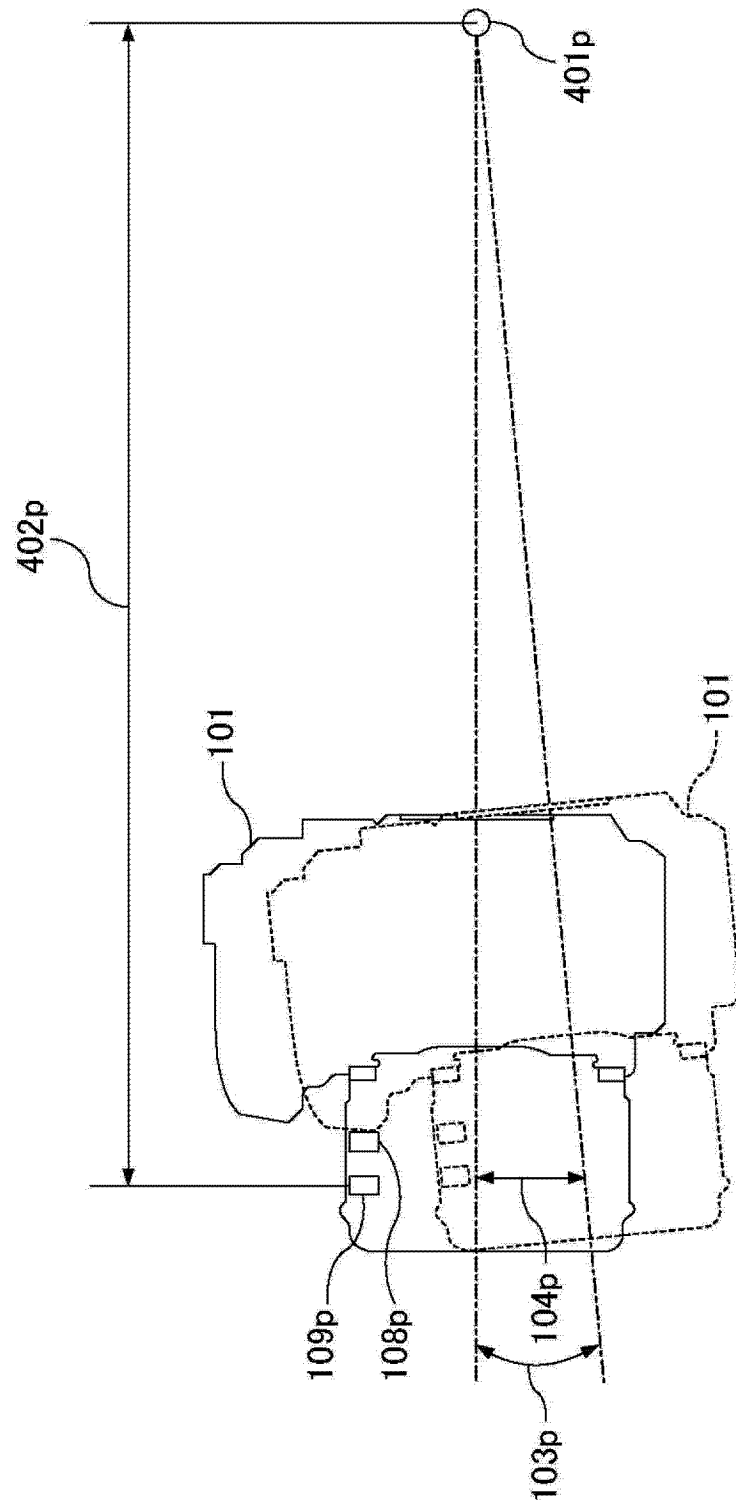


图 4

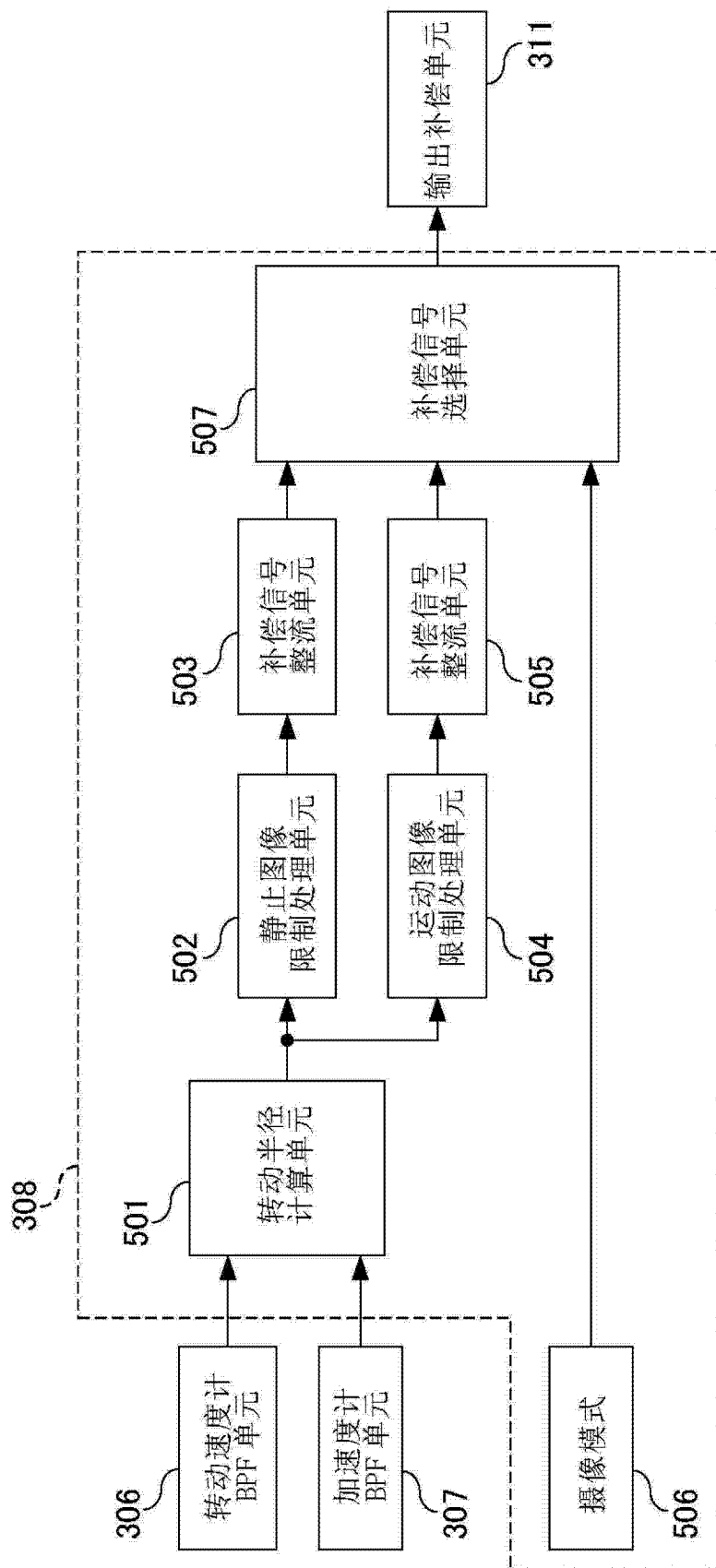


图 5

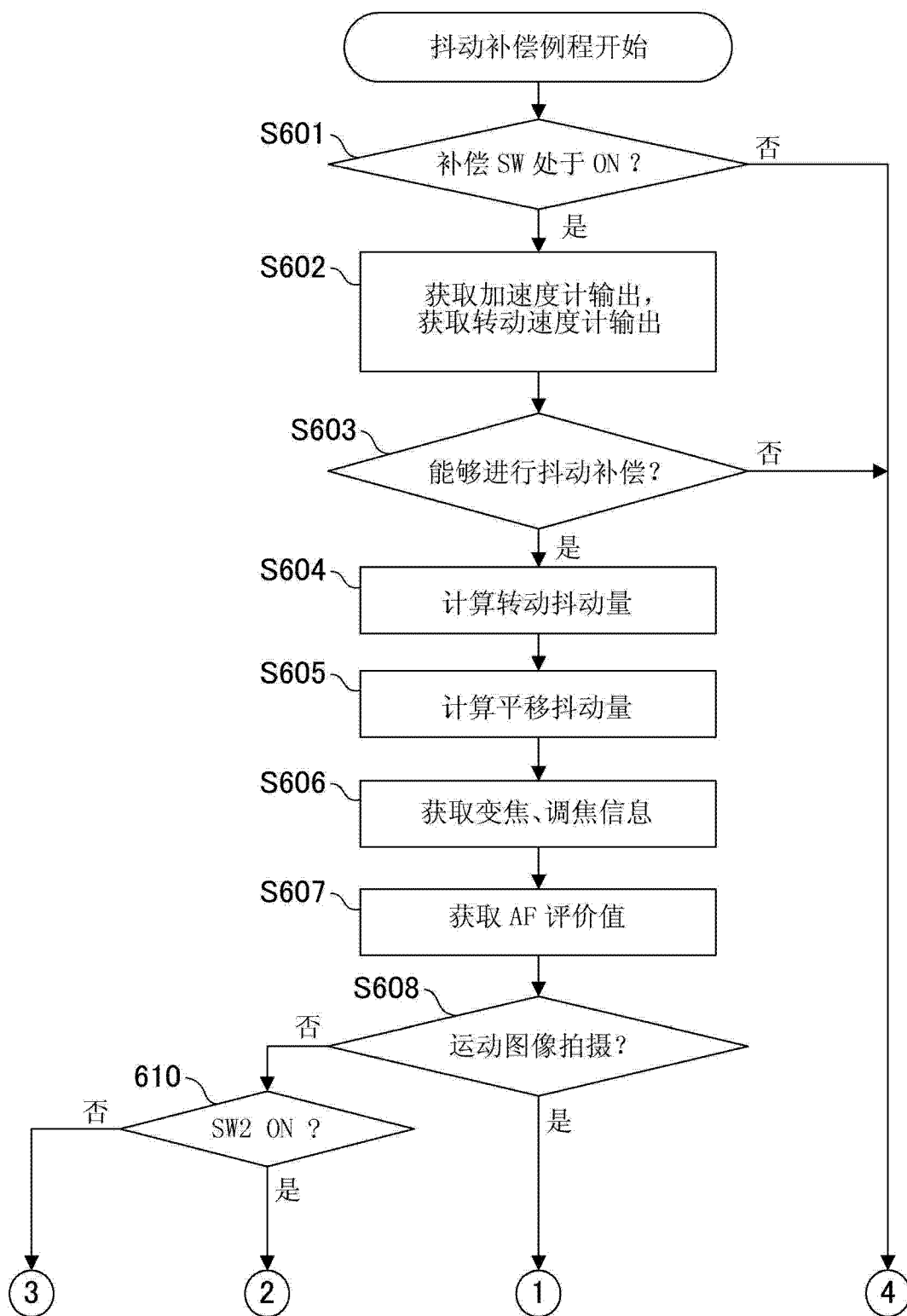


图 6

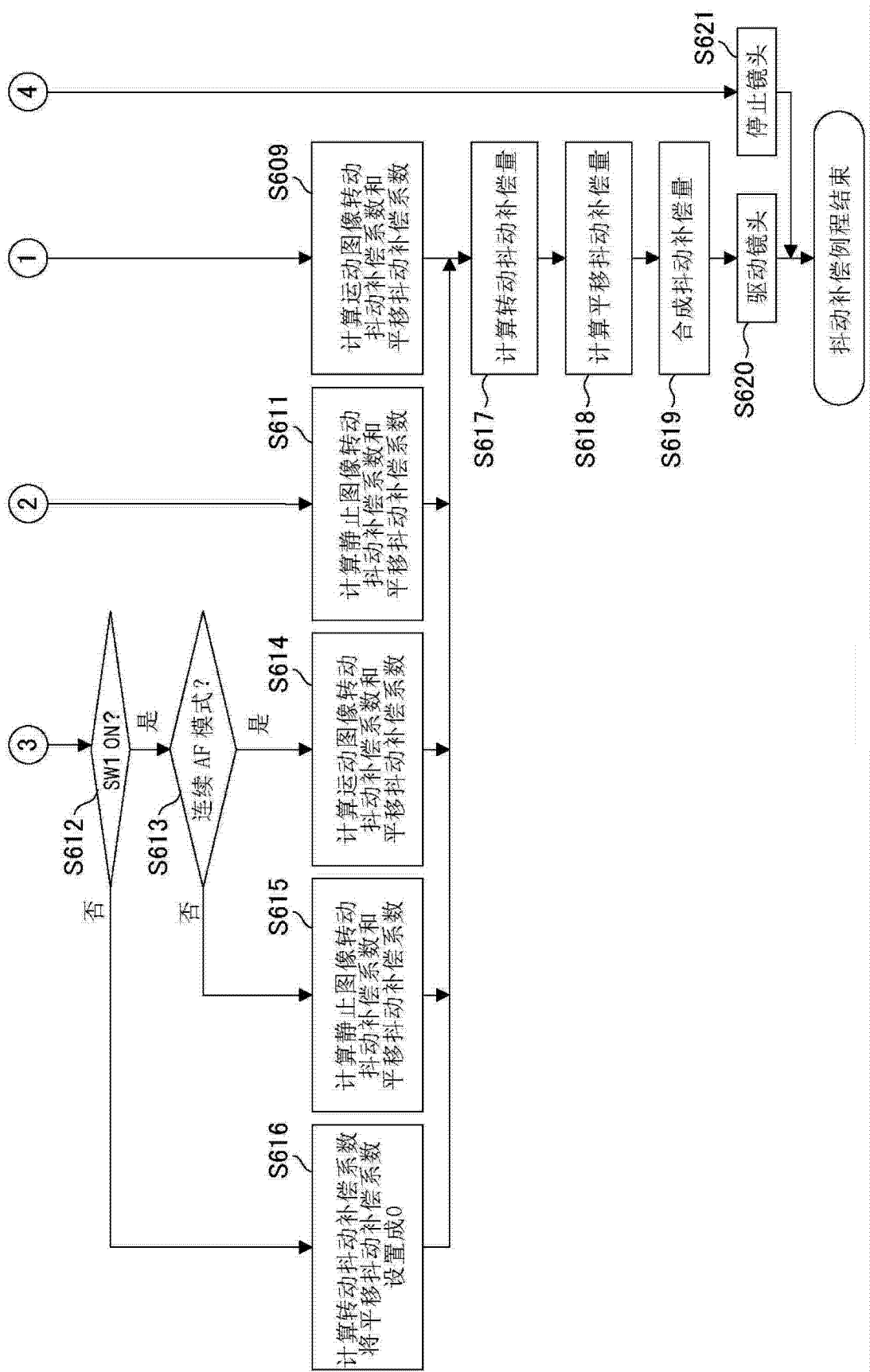


图 7

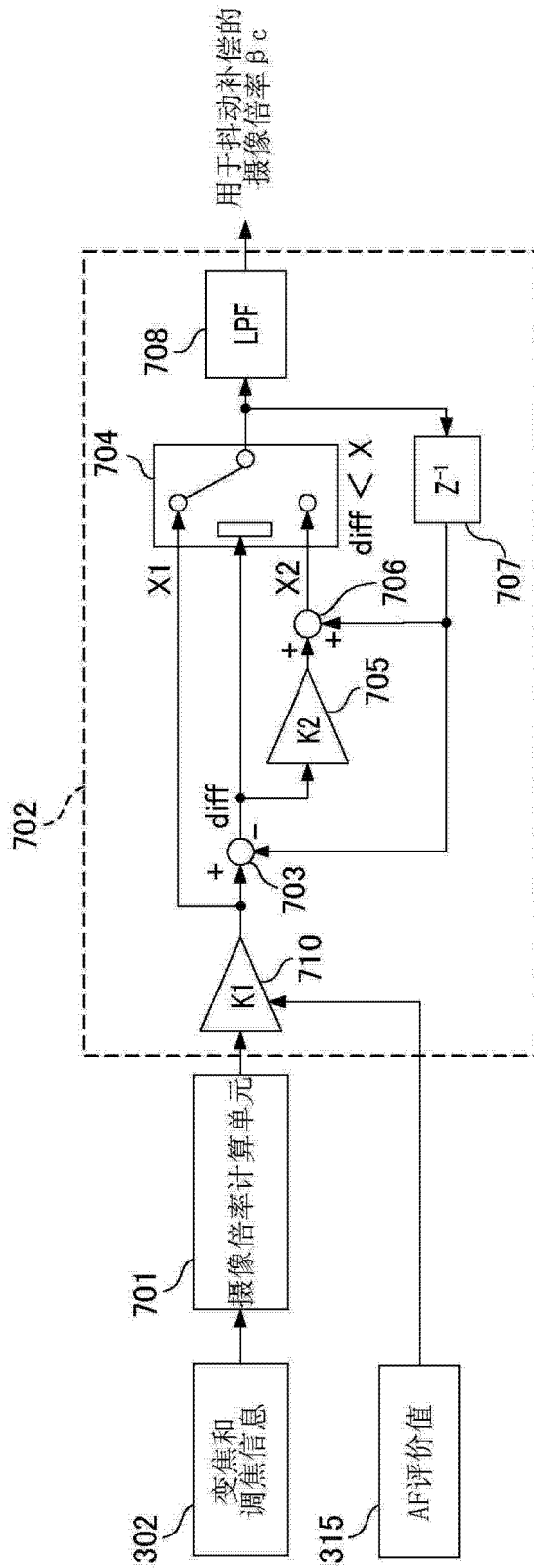


图 8A

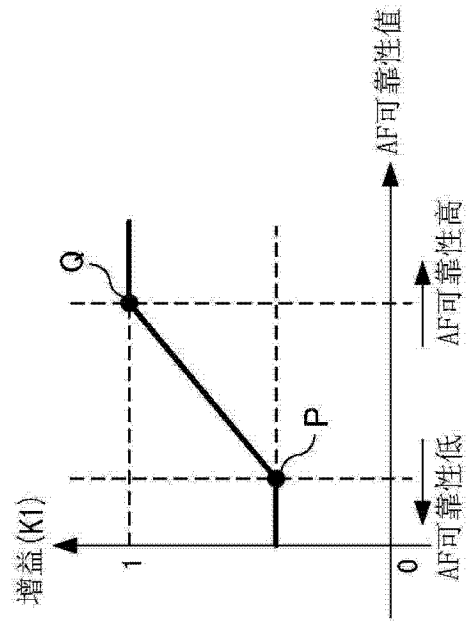


图 8B

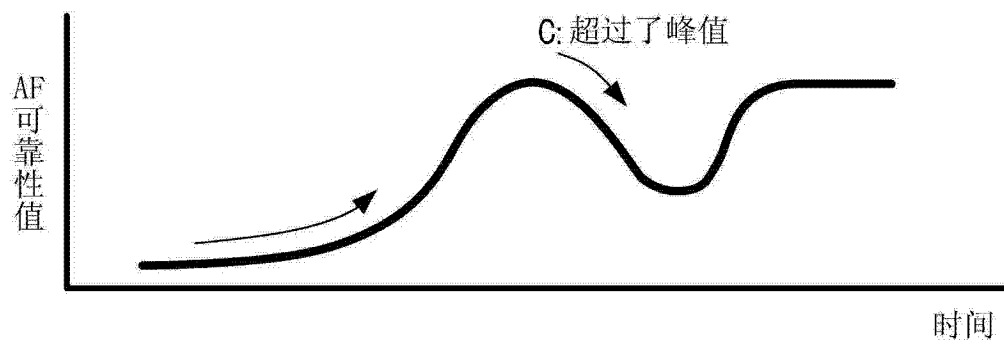


图 9A

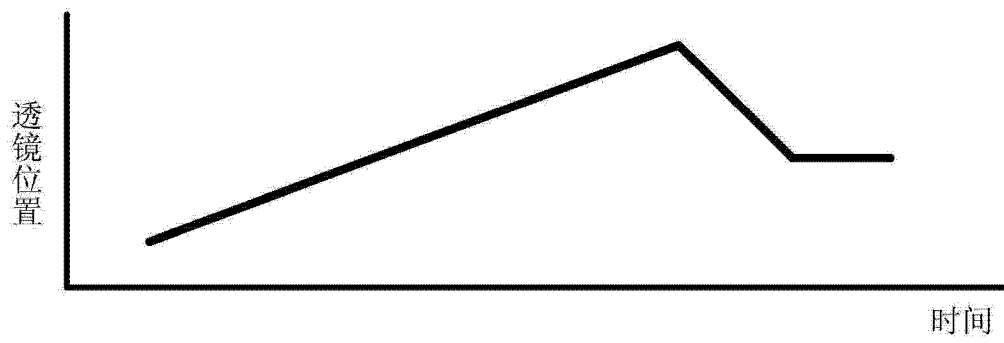
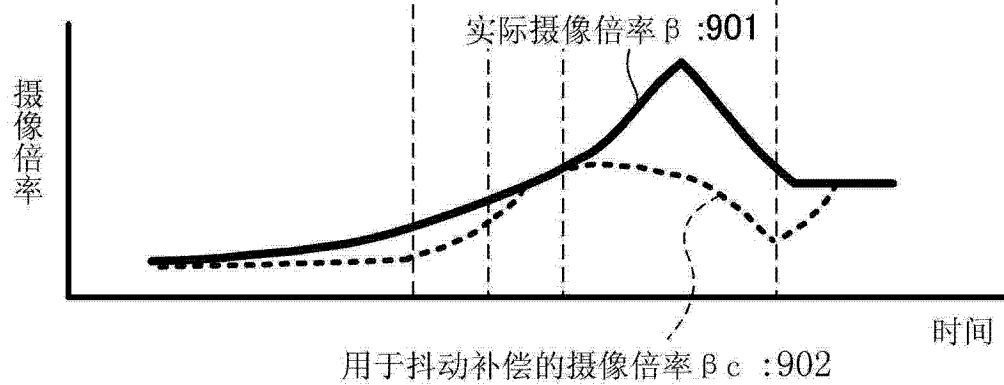
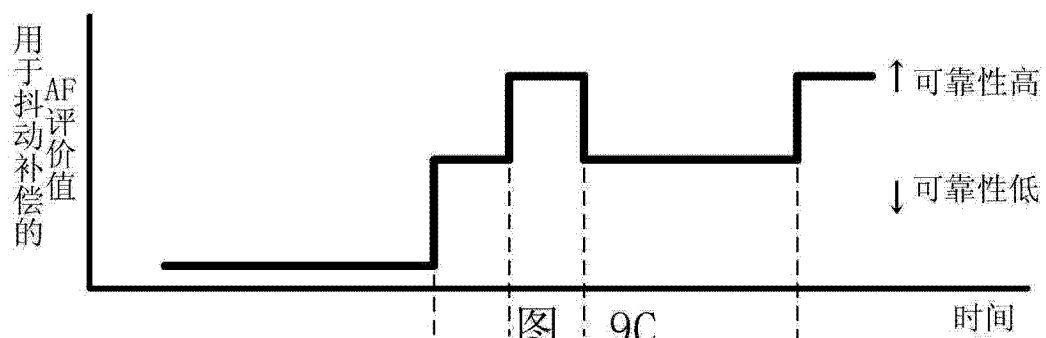


图 9B



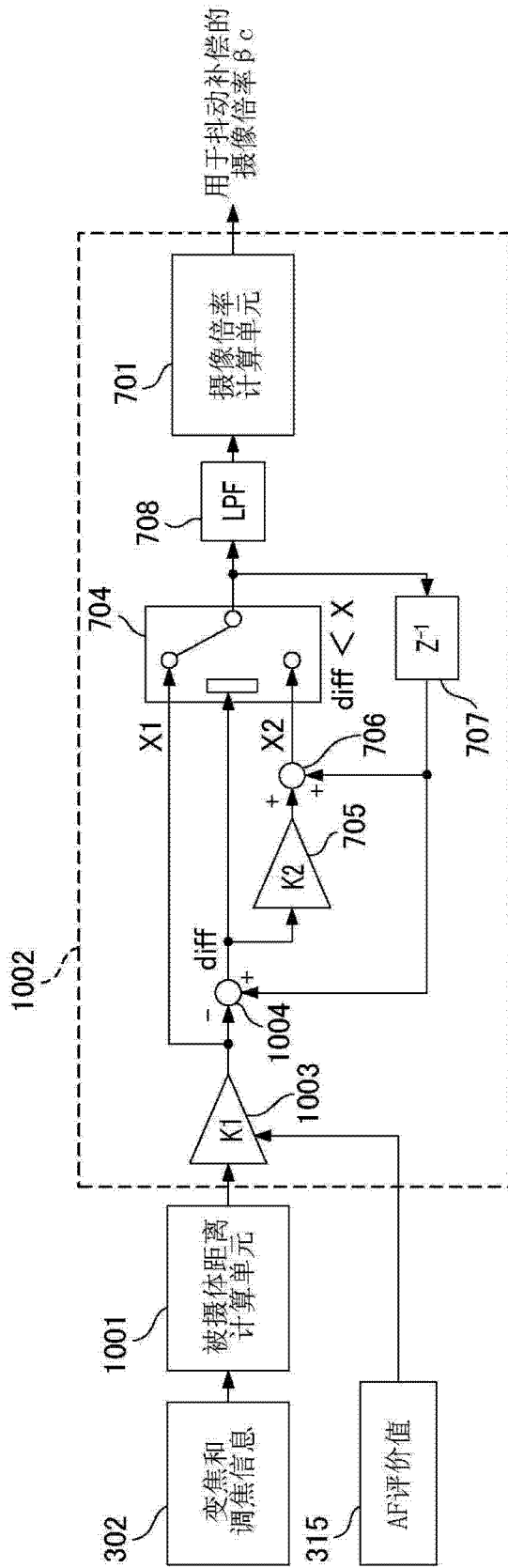


图 10A

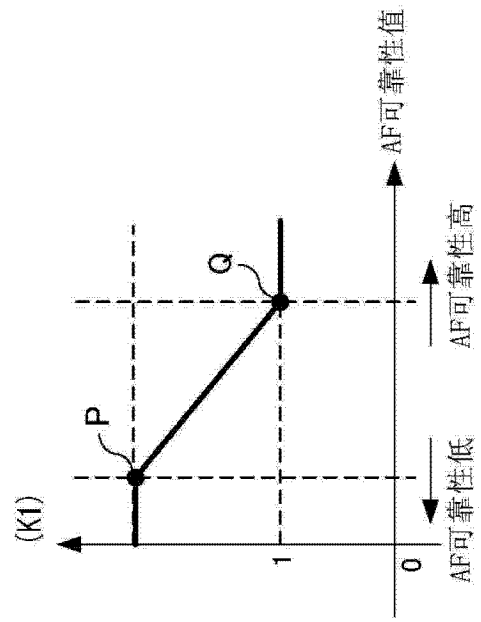


图 10B

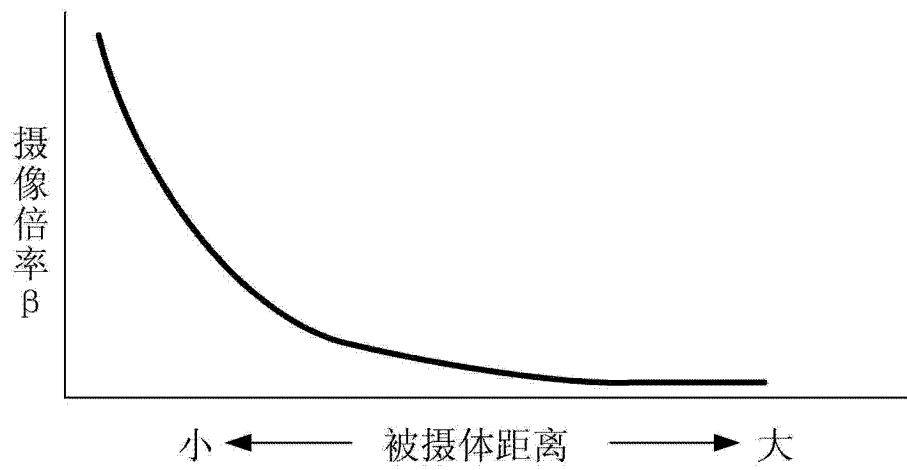


图 11

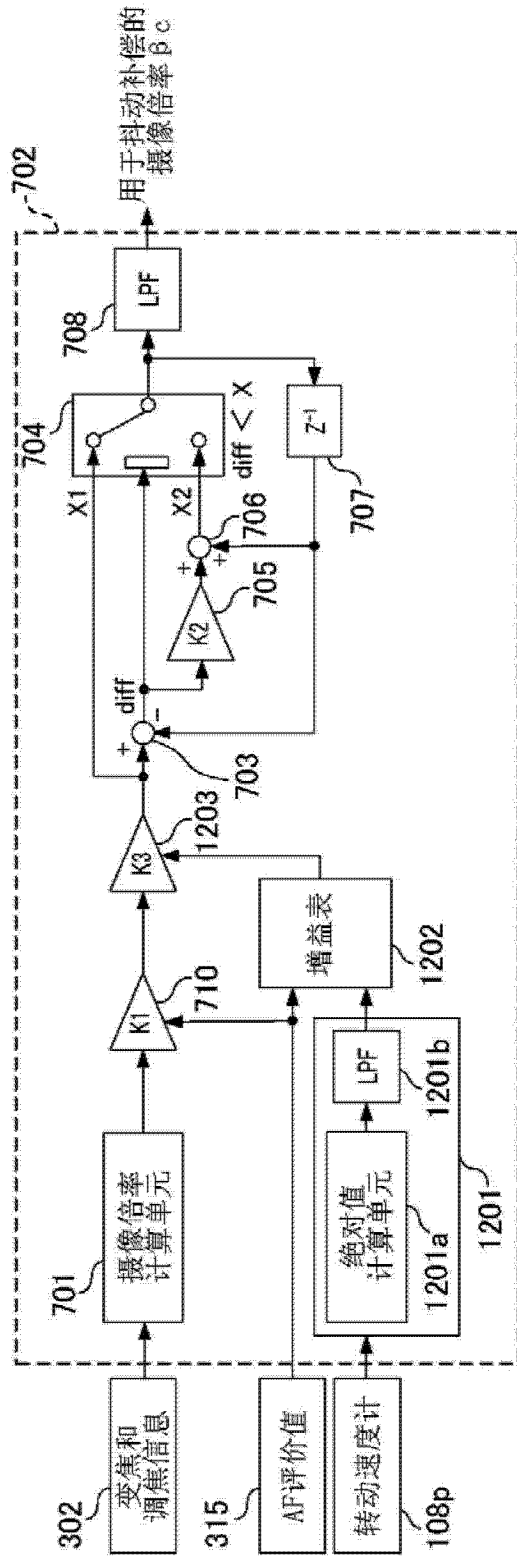


图 12A

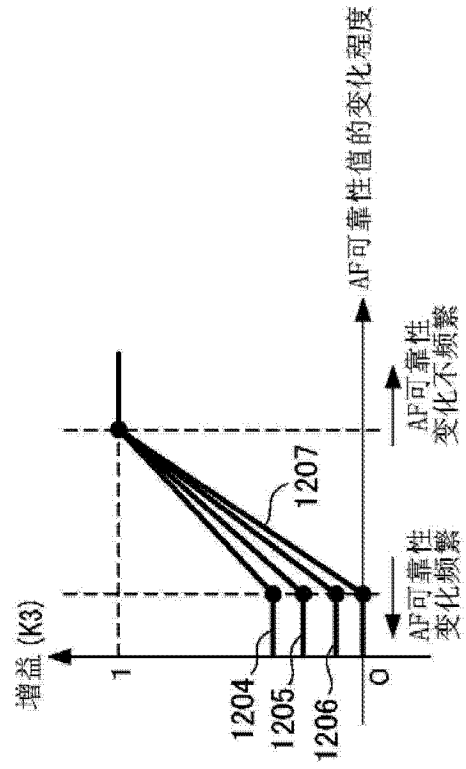


图 12B

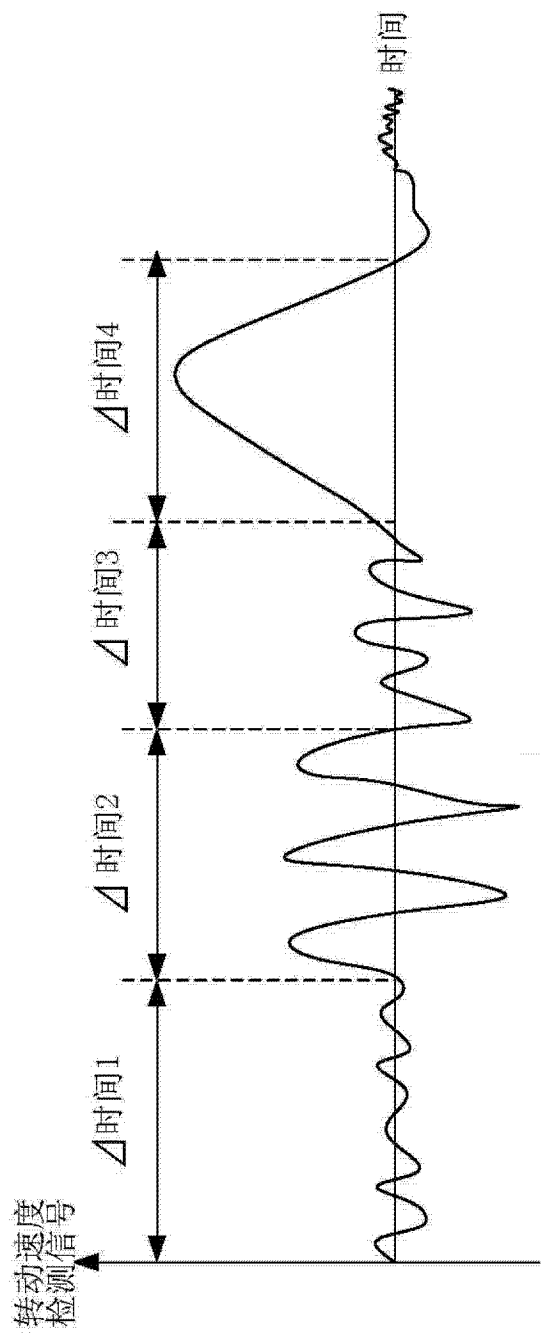


图 13A

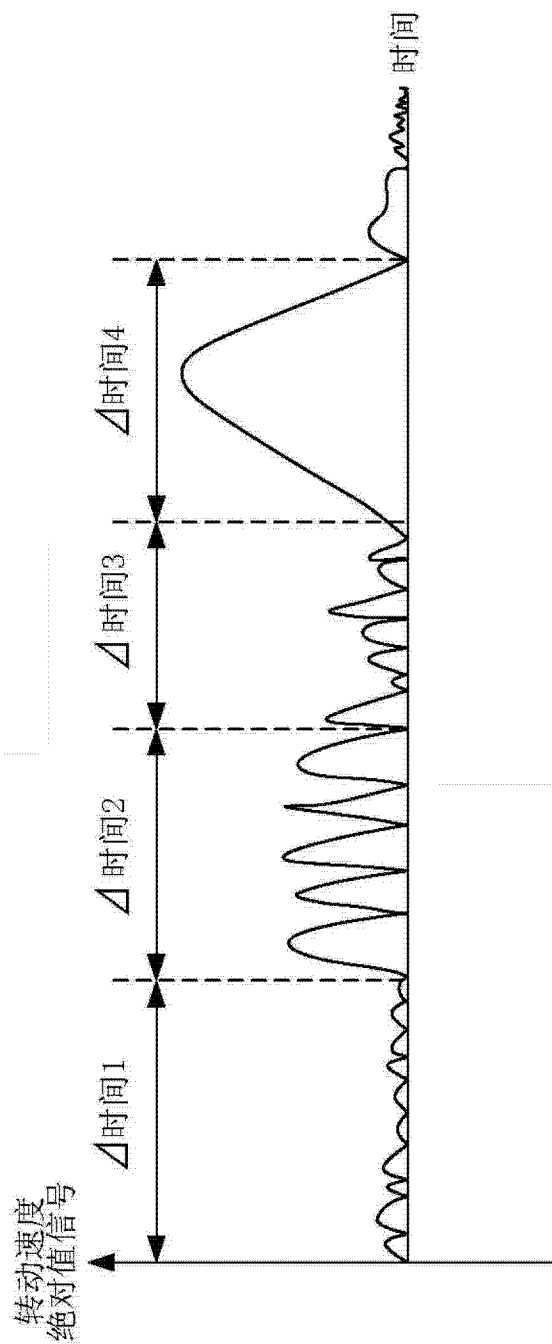


图 13B

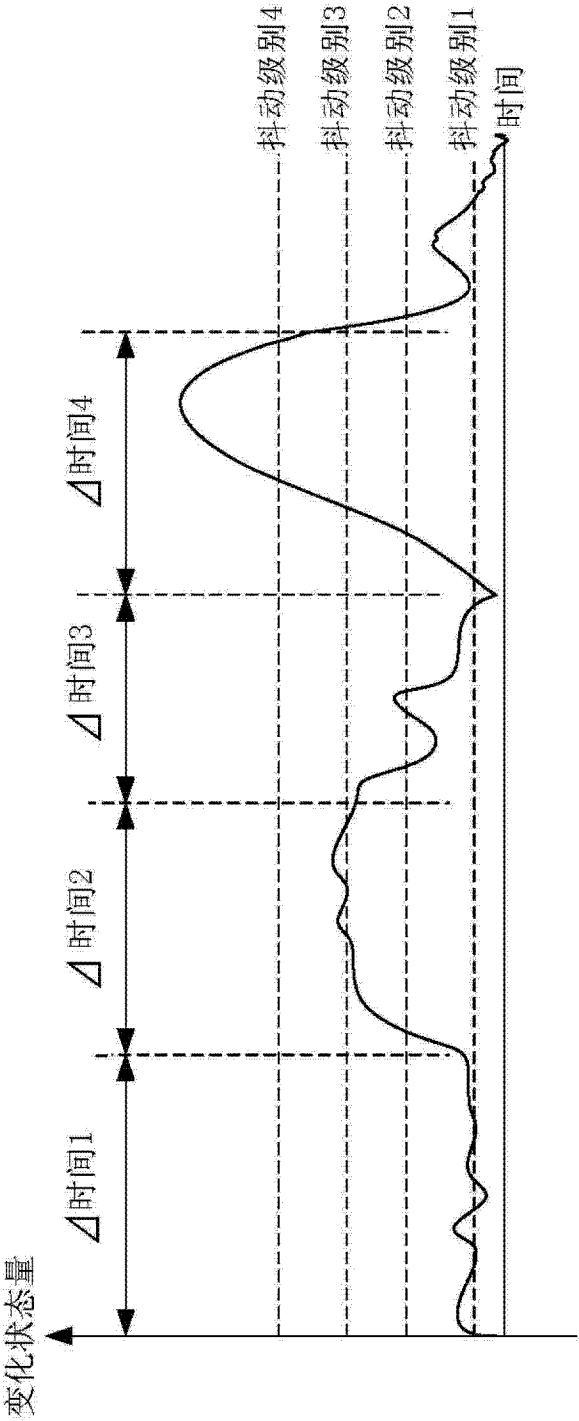


图 13C

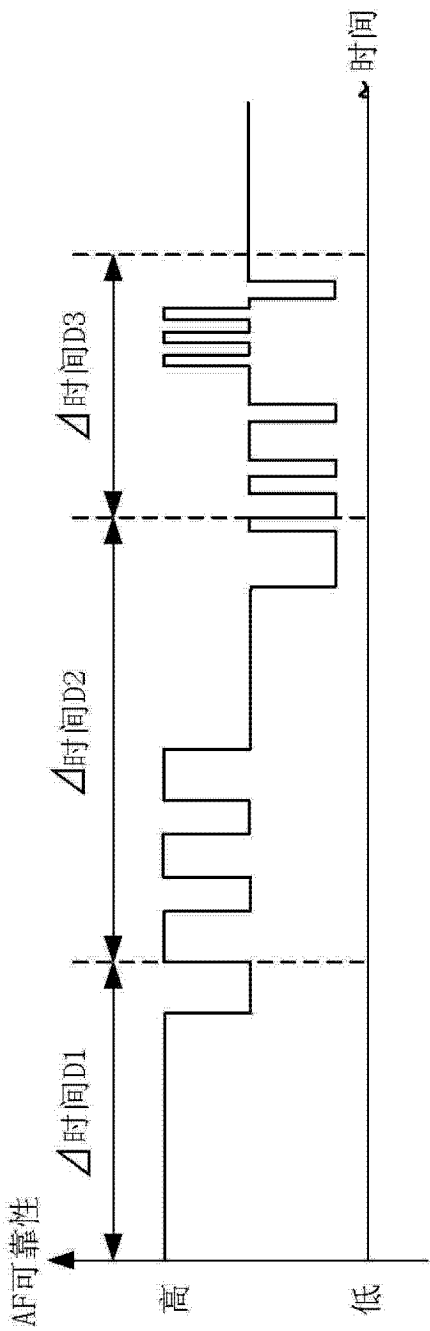


图 13D