



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105933594 B

(45)授权公告日 2019.08.06

(21)申请号 201610109209.0

(22)申请日 2016.02.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105933594 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(30)优先权数据
2015-036324 2015.02.26 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丁目30番2号

(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.

H04N 5/232(2006.01)

(56)对比文件

JP 2014056057 A, 2014.03.27,
US 2008037970 A1, 2008.02.14,
CN 1991440 A, 2007.07.04,
CN 1334915 A, 2002.02.06,

审查员 陈志刚

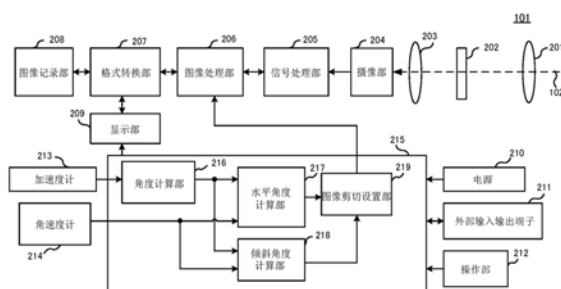
权利要求书3页 说明书17页 附图12页

(54)发明名称

控制设备、摄像设备和控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种控制设备、摄像设备和控制方法。该控制设备包括：第一角度计算部，用于基于加速度检测器所检测到的加速度来计算第一角度；分析部，用于基于加速度和角速度检测器所检测到的角速度至少之一来分析振动状态；第二角度计算部，用于基于角速度、第一角度和振动状态来计算第二角度；以及校正部，用于基于第二角度来进行倾斜校正。



1. 一种控制设备,用于控制摄像设备,所述控制设备包括:

第一角度计算部,用于基于用于检测所述摄像设备的振动状态的加速度检测器所检测到的加速度来计算作为相对于与重力方向垂直的方向的角度的第一角度;

分析部,用于基于所述加速度以及用于检测所述摄像设备的振动状态的角速度检测器所检测到的角速度至少之一来分析所述振动状态;

第二角度计算部,用于基于所述角速度、所述第一角度和所述分析部所分析的所述振动状态来计算作为相对于与所述重力方向垂直的方向的角度的第二角度;以及

校正部,用于基于所述第二角度来针对所述摄像设备的水平分量或倾斜分量进行倾斜校正,

其特征在于,所述第二角度计算部基于所述分析部所分析的所述振动状态来改变利用所述角速度校正后的所述第一角度的权重,以计算所述第二角度。

2. 根据权利要求1所述的控制设备,其特征在于,所述第二角度计算部根据所述分析部所分析的所述振动状态来改变所述角速度和所述第一角度之间的相对权重以计算所述第二角度。

3. 根据权利要求2所述的控制设备,其特征在于,

在所述振动状态表示振动大于预定量的情况下,所述第二角度计算部增大所述角速度的权重,以及

在所述振动状态表示振动小于所述预定量的情况下,所述第二角度计算部增大所述第一角度的权重。

4. 根据权利要求1所述的控制设备,其特征在于,

所述第一角度计算部计算倾斜角度作为所述第一角度,以及

所述第二角度计算部基于所述倾斜角度来计算水平角度作为所述第二角度。

5. 根据权利要求1所述的控制设备,其特征在于,

所述第一角度计算部计算水平角度作为所述第一角度,以及

所述第二角度计算部基于所述水平角度来计算倾斜角度作为所述第二角度。

6. 根据权利要求1所述的控制设备,其特征在于,所述第二角度计算部通过使用能够改变卡尔曼增益的卡尔曼滤波器来计算所述第二角度。

7. 根据权利要求1所述的控制设备,其特征在于,所述校正部包括设置部,所述设置部用于基于所述第二角度来设置图像的倾斜校正量。

8. 根据权利要求7所述的控制设备,其特征在于,所述校正部还包括图像处理部,所述图像处理部用于基于所述倾斜校正量来剪切图像以进行所述倾斜校正。

9. 根据权利要求1~6中任一项所述的控制设备,其特征在于,所述校正部包括驱动部,所述驱动部用于基于所述第二角度来驱动摄像元件、透镜以及包含彼此一体化的所述透镜和所述摄像元件的主体至少之一。

10. 根据权利要求1所述的控制设备,其中,还包括:

第三角度计算部,用于从所述角速度检测器所检测到的角速度中去除低频分量以计算第三角度;以及

校正角度计算部,用于基于所述第二角度和所述第三角度来计算校正角度,

其特征在于,所述校正部基于所述校正角度来进行所述倾斜校正。

11. 根据权利要求10所述的控制设备,其特征在于,

所述校正角度计算部包括增益改变部,所述增益改变部用于基于通过从所述第二角度中减去所述第三角度所获得的信号来改变增益,以及

所述校正角度计算部基于所述第二角度、所述第三角度和所述增益来计算所述校正角度。

12. 根据权利要求10所述的控制设备,其特征在于,

所述校正角度计算部包括增益改变部,所述增益改变部用于基于所述第二角度来改变增益,以及

所述校正角度计算部基于所述第二角度、所述第三角度和所述增益来计算所述校正角度。

13. 根据权利要求11所述的控制设备,其特征在于,所述增益改变部基于所述第一角度来改变所述增益。

14. 根据权利要求10所述的控制设备,其特征在于,所述第三角度计算部包括限制部,所述限制部用于基于所述第二角度来限制所述第三角度的范围。

15. 根据权利要求10~14中任一项所述的控制设备,其特征在于,还包括设置部,所述设置部用于基于所述校正角度来设置图像的倾斜校正量。

16. 根据权利要求10所述的控制设备,其特征在于,

所述校正角度计算部包括增益改变部,所述增益改变部用于基于作为所述第二角度的倾斜角度来改变增益,以及

所述校正角度计算部基于所述倾斜角度、所述第三角度和所述增益来计算水平校正角度作为所述校正角度。

17. 根据权利要求10所述的控制设备,其特征在于,

所述校正角度计算部包括增益改变部,所述增益改变部用于基于作为所述第二角度的水平角度来改变增益,以及

所述校正角度计算部基于所述水平角度、所述第三角度和所述增益来计算倾斜校正角度作为所述校正角度。

18. 根据权利要求1所述的控制设备,其特征在于,

在所述分析部所分析的所述振动状态的振动大于或等于预定量的情况下,与所述分析部所分析的所述振动状态的振动小于所述预定量的情况相比,所述第二角度计算部增大所述角速度的权重,以及

在所述分析部所分析的所述振动状态的振动大于或等于所述预定量的情况下,与所述分析部所分析的所述振动状态的振动小于所述预定量的情况相比,所述第二角度计算部降低所述第一角度的权重。

19. 一种摄像设备,包括:

加速度检测器,用于通过检测所述摄像设备的振动状态来检测加速度;

角速度检测器,用于通过检测所述摄像设备的振动状态来检测角速度;

第一角度计算部,用于基于所述加速度检测器所检测到的所述加速度来计算作为相对于与重力方向垂直的方向的角度的第一角度;

分析部,用于基于所述加速度和所述角速度至少之一来分析所述振动状态;

第二角度计算部,用于基于所述角速度、所述第一角度和所述分析部所分析的所述振动状态来计算作为相对于与所述重力方向垂直的方向的角度的第二角度;以及

校正部,用于基于所述第二角度来针对所述摄像设备的水平分量或倾斜分量进行倾斜校正,

其特征在于,所述第二角度计算部基于所述分析部所分析的所述振动状态来改变利用所述角速度校正后的所述第一角度的权重,以计算所述第二角度。

20. 根据权利要求19所述的摄像设备,其特征在于,

在所述分析部所分析的所述振动状态的振动大于或等于预定量的情况下,与所述分析部所分析的所述振动状态的振动小于所述预定量的情况相比,所述第二角度计算部增大所述角速度的权重,以及

在所述分析部所分析的所述振动状态的振动大于或等于所述预定量的情况下,与所述分析部所分析的所述振动状态的振动小于所述预定量的情况相比,所述第二角度计算部降低所述第一角度的权重。

21. 一种用于控制摄像设备的控制方法,所述控制方法包括以下步骤:

基于用于检测所述摄像设备的振动状态的加速度检测器所检测到的加速度来计算作为相对于与重力方向垂直的方向的角度的第一角度;

基于所述加速度以及用于检测所述摄像设备的振动状态的角速度检测器所检测到的角速度至少之一来分析所述振动状态;

基于所述角速度、所述第一角度和分析所述振动状态的步骤所分析的所述振动状态来计算作为相对于与所述重力方向垂直的方向的角度的第二角度;以及

基于所述第二角度来针对所述摄像设备的水平分量或倾斜分量进行倾斜校正,

其特征在于,计算所述第二角度的步骤基于分析所述振动状态的步骤所分析的所述振动状态来改变利用所述角速度校正后的所述第一角度的权重,以计算所述第二角度。

22. 根据权利要求21所述的用于控制摄像设备的控制方法,其特征在于,

在分析所述振动状态的步骤所分析的所述振动状态的振动大于或等于预定量的情况下,与分析所述振动状态的步骤所分析的所述振动状态的振动小于所述预定量的情况相比,计算所述第二角度的步骤增大所述角速度的权重,以及

在分析所述振动状态的步骤所分析的所述振动状态的振动大于或等于所述预定量的情况下,与分析所述振动状态的步骤所分析的所述振动状态的振动小于所述预定量的情况相比,计算所述第二角度的步骤降低所述第一角度的权重。

控制设备、摄像设备和控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及能够进行高度精确的倾斜校正的摄像设备。

背景技术

[0002] 以前,提出了如下摄像设备,该摄像设备能够通过使用加速度计等来检测摄像设备的倾斜角度并自动校正摄像设备的倾斜,以供在拍摄图像方面经验不足的用户拍摄与摄像设备的重力方向垂直的水平图像。日本特开平7-95466公开了用于检测摄像设备的倾斜并进行倾斜校正以校正绕光轴的相对于与重力方向垂直的摄像元件的水平面的倾斜的摄像设备。

[0003] 在如日本特开平7-95466中所公开的进行倾斜校正的倾斜校正设备中,如果在手抖动小的情况下在来自加速度计的输出信号中重力加速度的影响占主导,则可以进行高度精确的倾斜校正。然而,如果手抖动大,则抖动所产生的加速度被相加至要从加速度计输出的重力加速度。因此,在抖动所引起的加速度被相加至重力加速度的状态下通过使用加速度计的输出信号来进行倾斜校正的情况下,进行校正以使倾斜成为与目标倾斜不同的倾斜,因此得到并非用户所预期的图像。

发明内容

[0004] 本发明提供即使在大幅振动的状态下也能够进行高度精确的倾斜校正的控制设备、摄像设备和控制方法。

[0005] 作为本发明的一方面的控制设备包括:第一角度计算部,用于基于加速度检测器所检测到的加速度来计算第一角度;分析部,用于基于所述加速度以及角速度检测器所检测到的角速度至少之一来分析振动状态;第二角度计算部,用于基于所述角速度、所述第一角度和所述振动状态来计算第二角度;以及校正部,用于基于所述第二角度来进行倾斜校正。

[0006] 作为本发明的另一方面的摄像设备包括:摄像元件,用于对经由光学系统所形成的光学图像进行光电转换以输出图像信号;加速度检测器,用于检测加速度;角速度检测器,用于检测角速度;第一角度计算部,用于基于所述加速度来计算第一角度;分析部,用于基于所述加速度和所述角速度至少之一来分析振动状态;第二角度计算部,用于基于所述角速度、所述第一角度和所述振动状态来计算第二角度;以及校正部,用于基于所述第二角度来进行倾斜校正。

[0007] 作为本发明的又一方面的控制方法包括以下步骤:基于加速度检测器所检测到的加速度来计算第一角度;基于所述加速度以及角速度检测器所检测到的角速度至少之一来分析振动状态;基于所述角速度、所述第一角度和所述振动状态来计算第二角度;以及基于所述第二角度来进行倾斜校正。

[0008] 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变得明显。

附图说明

- [0009] 图1是各实施例中的摄像设备的振动方向的说明图。
- [0010] 图2是实施例1中的摄像设备的框图。
- [0011] 图3是实施例1中的图像剪切处理的说明图。
- [0012] 图4是实施例1中的摄像设备的角度波形的说明图。
- [0013] 图5是实施例1中的控制器(倾斜校正设备)的框图。
- [0014] 图6是例示实施例1中的摄像设备所进行的倾斜校正处理的流程图。
- [0015] 图7是实施例1中的摄像设备的框图。
- [0016] 图8是实施例2中的摄像设备的框图。
- [0017] 图9是实施例2中的摄像设备的角度波形的说明图。
- [0018] 图10是实施例2中的摄像设备的角度波形的说明图。
- [0019] 图11A~11D是用于限制实施例2中的摄像设备的可移动范围的控制的说明图。
- [0020] 图12是实施例2中的摄像设备的角速度波形的说明图。
- [0021] 图13是实施例2中的摄像设备的角度波形的说明图。
- [0022] 图14是实施例2中的摄像设备的框图。

具体实施方式

[0023] 以下将参考附图来说明本发明的典型实施例。

[0024] 实施例1

[0025] 首先,将说明本发明的实施例1中的摄像设备101(照相机)的振动方向。图1是摄像设备101的振动方向的说明图。本实施例中的摄像设备101(倾斜校正设备)具有倾斜校正功能,并且能够相对于光轴102对分别如箭头103p、103y和103r所示的俯仰方向(俯仰角度或倾斜角度)、横摆方向(横摆角度或倾斜角度)和侧倾方向(侧倾角度或水平角度)上的倾斜进行校正。摄像设备101包括角速度检测器(角速度计214)和加速度检测器(加速度计213)。角速度计214检测(绕俯仰轴、横摆轴和侧倾轴各自的)箭头103p、103y和103r各自的角速度。加速度计213检测分别如箭头104x、104y和104z所示的x轴、y轴和z轴方向中的各方向上的加速度。

[0026] 接着,参考图2,将说明摄像设备101的结构。图2是摄像设备101的框图。在图2中,变焦部201包括用于改变倍率(即,进行变焦)的变焦透镜和用于检测变焦位置的变焦位置检测器。光圈/快门部202驱动光圈/快门。调焦部203包括进行调焦的透镜。变焦部201、光圈/快门部202和调焦部203构成光学系统(摄像光学系统)。摄像部204(摄像装置)包括诸如CCD和CMOS等的摄像元件(图像传感器),并且接收经由构成光学系统的各透镜部入射的光,以将依赖于光量的电荷信息作为模拟图像数据输出至信号处理部205(信号处理器)。换句话说,摄像部204对经由光学系统形成的光学图像(被摄体图像)进行光电转换以输出图像信号(图像数据)。

[0027] 信号处理部205将从摄像部204输出的电气信号(模拟图像数据)转换成数字图像数据。图像处理部206(图像处理器)根据用途对从信号处理部205输出的数字图像数据进行诸如失真校正、白平衡调整和颜色插值处理等的处理。

[0028] 显示部209(显示装置)例如是小尺寸液晶显示设备(LCD),并且显示从图像处理部

206输出的数字图像数据。格式转换部207(格式转换器)将从图像处理部206输出的数字图像数据转换成诸如JPEG等的记录格式以将该数字图像数据输出至图像记录部208(图像记录器)。图像记录部208将经过格式转换部207转换后的数字图像数据记录在诸如非易失性存储器等的记录介质中。

[0029] 加速度计213(3轴加速度计)检测并输出相对于分别如图1中的箭头104x、104y和104z所示的x轴、y轴和z轴中的各轴的加速度。角速度计214(3轴角速度计)检测并输出绕分别如图1中的箭头103p、103y和103r所示的俯仰轴、横摆轴和侧倾轴的角速度。电源210根据用途向摄像设备101中的各个部分供给电力。外部输入输出端子211输入和输出从外部设备接收到的或发送至外部设备的通信信号或图像信号(图像数据)。操作部212是用于操作摄像设备101的构件。控制器215(控制设备)控制摄像设备101的整个系统。控制器215包括角度计算部216(第一角度计算部)、水平角度计算部217(第二角度计算部)、倾斜角度计算部218(第二角度计算部)和图像剪切设置部219(图像剪裁部或设置部)。

[0030] 接着,参考图3,将说明针对各帧根据校正量来剪切图像的一部分以校正图像的电子图像稳定控制。图3是本实施例中的图像剪切处理的说明图,并且例示由控制器215(图像剪切设置部219)和图像处理部206所进行的电子图像稳定控制所校正后的图像。在本实施例中,图像剪切设置部219基于摄像设备101的侧倾方向上的角度的计算结果来计算以使得剪切后的图像维持与重力方向垂直的水平方向的方式进行转动校正的校正量(倾斜校正量)。

[0031] 在图3中,附图标记301表示输入至图像处理部206的拍摄图像。附图标记302表示通过基于倾斜校正量进行转动处理所获得的转动图像。附图标记303表示通过进行电子图像稳定校正来基于转动图像302剪切与拍摄图像301具有相同方面的内接部分所获得的输出图像。控制器215针对运动图像的各帧进行输出图像303的剪切处理,因此可以利用电子图像稳定校正来进行水平方向上的倾斜校正。在进行倾斜方向上的转动校正时,控制器215基于倾斜角度的计算结果和依赖于变焦位置信息的焦距信息来计算要用于校正倾斜角度的图像移位量,以根据该图像移位量进行图像剪切处理。控制器215针对运动图像的各帧进行剪切处理,因此可以利用电子图像稳定校正来进行倾斜方向上的倾斜校正。

[0032] 接着,将说明控制器215所进行的倾斜校正控制。在经由操作部212给出用于启用倾斜校正功能的指示的情况下,控制器215指示开始进行倾斜校正处理。倾斜校正处理持续进行,直到经由操作部212给出用于关闭倾斜校正功能的指示为止。控制器215基于加速度计213的输出信号和角速度计214的输出信号来计算摄像设备101的倾斜角度(即,作为倾斜角度的俯仰角度和横摆角度以及作为水平角度的侧倾角度)。然后,图像处理部206基于控制器215(图像剪切设置部219)所设置的校正量(倾斜校正量)来进行图像剪切,从而进行倾斜校正。

[0033] 将加速度计213的输出信号输入至控制器215的角度计算部216。角度计算部216基于加速度计213的输出信号来计算摄像设备101的倾斜角度。在加速度计213中,加速度传感器被设置成使得加速度传感器的测量轴的X轴面向摄像元件的水平方向、该测量轴的Y轴面向摄像元件的垂直方向并且摄像设备101的光轴方向面向Z轴。角度计算部216基于针对各轴的加速度的输出信号的关系来计算摄像设备101在分别如箭头103p、103y和103r所示的俯仰方向、横摆方向和侧倾方向上的倾斜角度(作为俯仰角度、横摆角度和侧倾角度的绝对

角度)。

[0034] 图像处理部206能够基于角度计算部216所计算出的摄像设备101的绝对角度来进行倾斜校正。仅在摄像设备101处于静止状态状态下加速度不受外部影响的情况下(即,对于加速度计213所检测到的加速度,重力加速度占主导),才能精确地计算倾斜角度。例如,在用户手持摄像设备101行走的同时拍摄图像、用户将摄像设备101固定并安装至该用户的身体的一部分的状态下拍摄图像或者用户将摄像设备101安装至诸如车辆和摩托车等的机器的状态下拍摄图像的情况下,除重力加速度以外的加速度(振动加速度)的影响较大。在抖动(振动)较大的条件下拍摄图像的情况下,不能忽略振动加速度的影响,因此,反而可能由于倾斜角度的错误计算而使得图像模糊恶化。

[0035] 另一方面,可能存在通过使用角速度计214来检测倾斜角度的方法。然而,由于低频噪声或温度变化,因而主要用在角速度计214中的陀螺仪传感器的输出偏移的变动较大。因此,难以通过原样使用角速度计214的输出信号来进行积分处理以进行角度计算。在角速度计214用在振动校正设备中的情况下,由于在HPF截去低频噪声以进行对高频分量的角度抖动进行校正的振动校正的状态下低频分量被截去,因而无法进行倾斜校正。

[0036] 图4是摄像设备101的角度波形(角度信号)的说明图,并且例示摄像设备101的实际侧倾角度以及角度计算部216基于加速度计213的输出信号所计算出的侧倾角度在一定振动状态下的时序数据。在图4中,波形401(虚线)表示角度计算部216所计算出的侧倾角度,并且波形402(实线)表示摄像设备101的实际侧倾角度。时间段403表示摄像设备101的振动小的状态、即例如用户牢固地保持摄像设备101以使得没有产生手抖动的状态。时间段404表示摄像设备101的振动大的状态、即例如用户在行走的同时拍摄图像的状态。

[0037] 在时间段403期间,波形401和波形402的差异不大(2个波形彼此相似),因此角度计算部216可以相对精确地计算摄像设备101的绝对角度。另一方面,在时间段404期间,波形401和波形402之间的差异大(2个波形彼此非常不同),因此难以精确地计算摄像设备101的绝对角度。换句话说,针对振动相对小的状态(时间段403),对于加速度计213而言重力加速度占主导,因此可以精确地计算角度。另一方面,针对振动大的状态(时间段404),除重力加速度以外,加速度计213的输出信号还包括振动加速度,因此错误计算角度的可能性高。在本实施例中,控制器215基于根据加速度计213所检测到的包含振动噪声的加速度所计算出的角度和角速度计214所检测到的包含低频噪声的角速度,来计算倾斜校正所用的绝对角度。

[0038] 接着,参考图5,将说明基于加速度计213所检测到的角度和角速度计214所检测到的角速度、使用卡尔曼(Kalman)滤波器根据摄像设备101的振动条件来计算绝对角度的方法。图5是控制器215(倾斜校正设备)的框图,并且详细地例示水平角度计算部217的内部。如图5所示,水平角度计算部217包括振动状态分析部501(分析部)、卡尔曼增益改变部502(增益改变器)和卡尔曼滤波器503。

[0039] 角度计算部216基于加速度计213所检测到的加速度(加速度信息)来计算侧倾角度。将角度计算部216所计算出的侧倾角度和角速度计214所检测到的侧倾角速度输入至卡尔曼滤波器503。

[0040] 接着,将说明通过使用卡尔曼滤波器503来计算绝对角度的方法。在本实施例中,利用 $x = [\text{angle Gyrobias}]^T$ (angle:绝对角度,Gyrobias:角速度计214的偏移偏差分量)来

表示状态变量,并且利用dt来表示卡尔曼滤波器503所进行的计算的采样周期。输出y表示从角度计算部216输出的绝对角度(侧倾角度),并且输入u表示从角速度计214输出的角速度(侧倾角速度)。在这种情况下,满足以下表达式(1)和(2)所表示的状态方程。

$$[0041] \quad x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + Gw_k$$

$$[0042] \quad y_k = Cx_k + v_k$$

$$[0043] \quad A = \begin{bmatrix} 1 & -dt \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$[0044] \quad B = \begin{bmatrix} dt \\ 0 \end{bmatrix}, \quad G = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix},$$

$$[0045] \quad C = [1 \ 0], D = [0] \cdots (1)$$

$$[0046] \quad E[w(t)] = 0, E[w(t)w^T(\tau)] = Q\delta(t-\tau)$$

$$[0047] \quad E[v(t)] = 0, E[v(t)v^T(\tau)] = R\delta(t-\tau) \cdots (2)$$

[0048] 在表达式(1)和(2)中,符号 w_k 是系统噪声(角速度计214的噪声),符号 v_k 是观察噪声(在通过使用加速度计213计算角度期间所生成的主要由振动加速度所引起的噪声)。

[0049] 根据表达式(1)和(2),如以下表达式(3)~(7)所示,可以获得卡尔曼增益 g_k 和状态估计值 \hat{x}_k 。

[0050] (预先预测步骤)

$$[0051] \quad \hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_{k-1} \cdots (3)$$

$$[0052] \quad P_k^- = AP_{k-1}A^T + BQB^T \cdots (4)$$

[0053] (滤波步骤)

$$[0054] \quad g_k = \frac{P_k^- C^T}{CP_k^- C^T + R} \cdots (5)$$

$$[0055] \quad \hat{x}_k = \hat{x}_k^- + g_k (y_k - C\hat{x}_k^-) \cdots (6)$$

$$[0056] \quad P_k = (I - g_k C) P_k^- \cdots (7)$$

[0057] 在本实施例中,按如下方式来设置系统噪声的方差 $Q = \sigma_w^2$ 和观察噪声的方差 $R = \sigma_v^2$ 。基于作为施加至输入端子的系统噪声的角速度计214的传感器噪声来设置系统噪声的方差 Q 的值(设置值)。基于与作为输出信号的角度计算部216的输出相对应的角度中所包含的噪声(振动加速度对加速度计213的影响所引起的噪声)来设置观察噪声的方差 R 。

[0058] 卡尔曼增益 g_k 根据方差 Q 和 R 而改变。方差 Q 依赖于角速度计214的输出噪声,因此被设置为不依赖于特定条件改变的恒定值。另一方面,方差 R 受加速度计213所接收到的振动加速度的噪声的影响,因此根据摄像设备101的振动条件而改变。在通过牢固地保持摄像设备101来拍摄图像或者在将摄像设备101固定于三脚架的状态下确定摄像条件的情况下,基本上不产生振动加速度,因此优选将方差 R 设置得较小。另一方面,在用户手持摄像设备101行走的同时拍摄图像、用户将摄像设备101固定并安装至该用户的身体的一部分的状态下拍摄图像或者用户将摄像设备101安装至诸如车辆和摩托车等的机器的状态下拍摄图像

的情况下,振动加速度较大,因此优选将方差R设置得较大。然而,由于振动所引起的加速度在各种情况下有所不同,因此难以在保持卡尔曼增益 g_k 为恒定值的情况下与振动条件无关地计算绝对角度。

[0059] 如果可以根据振动条件来设置卡尔曼增益 g_k ,则可以根据具有简单结构的摄像设备101的振动条件来计算最佳绝对角度。因此,将加速度计213的输出和角速度计214的输出输入至振动状态分析部501,并且基于各传感器的信息来检测摄像设备101的振动状态。卡尔曼增益改变部502根据所检测到的振动状态来改变针对各振动状态的卡尔曼增益 g_k ,并且将改变后的卡尔曼增益 g_k 反映至卡尔曼滤波器503。因而,可以进行最佳绝对角度的计算。

[0060] 接着,将说明振动状态分析部501所进行的振动状态的分析。首先,将说明使用加速度计213的输出信号来分析振动状态的方法。根据从加速度计213输出的除重力加速度以外的振动加速度来确定添加至角度计算部216的输出信号的振动噪声。因此,摄像设备101从自加速度计213的输出信号中检测所接收到的重力以外的加速度,从而计算振动状态。

[0061] 以下,将说明基于加速度计213的输出信号来判断重力以外的加速度的影响的方法。在摄像设备101处于静止状态并且不受来自外部设备的加速度的影响的情况下,加速度计213所检测到的加速度仅是重力加速度 $1G (=9.8m/s^2)$ 。加速度计213具有X轴、Y轴和Z轴彼此正交的关系,并且加速度计213是能够针对各轴检测加速度的3轴加速度传感器。如果加速度计213没有接收到重力加速度以外的加速度,则通过将针对3个轴所检测到的加速度进行合成所获得的加速度是重力加速度。

[0062] 在合成加速度是 σ 、X轴的加速度是 σ_x 、Y轴的加速度是 σ_y 并且z轴的加速度是 σ_z 的情况下,在摄像设备101没有接收到重力加速度以外的加速度的状况下利用以下表达式(8)来表示合成加速度 σ 。

$$\text{合成加速度}\sigma = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2)}$$

[0063]

$$= \text{重力加速度...}(8)$$

[0064] 另一方面,在摄像设备101受到重力加速度以外的加速度的影响的情况下,合成加速度 σ 不等于重力加速度。因此,可以提取作为添加至摄像设备101的除重力加速度以外的加速度分量的振动加速度 β (即,抖动加速度),来作为通过从合成加速度减去重力加速度所获得的分量(振动加速度 $\beta = \text{合成加速度}\sigma - \text{重力加速度}$)。在本实施例中,可以利用如下的方法来检测振动状态,其中该方法用于将一定时间范围内振动加速度 β 的绝对值超过预定阈值(预定值)的次数与预定阈值(预定次数)进行比较,然后在该次数不大于预定阈值的情况下判断为振动状态是小幅振动状态,并且在该次数大于预定阈值的情况下判断为振动状态是大幅振动状态。可选地,可以利用如下的方法来检测振动状态,其中该方法用于将移动平均或LPF等基于振动加速度 β 的信号绝对值所生成的信号与预定阈值进行比较,然后在信号不大于预定阈值的情况下判断为振动状态是小幅振动状态,并且在信号大于预定阈值的情况下判断为振动状态是大幅振动状态。

[0065] 接着,将说明通过使用角速度计214的输出信号来分析振动状态的方法。在水平角度计算部217中的振动状态分析部501所进行的振动状态的检测期间,将从角速度计214输出的侧倾角速度输入。侧倾角速度包含作为角速度计214的噪声的低频分量噪声。因此,在

侧倾角速度通过HPF之后对侧倾角速度进行绝对值转换。然后,可以利用如下的方法来检测振动状态,其中该方法用于将预定时间内进行了绝对值转换之后的侧倾角速度超过预定阈值(预定值)的次数与预定阈值(预定次数)进行比较,在该次数不大于预定阈值的情况下判断为振动状态是小幅振动状态,并且在该次数大于预定阈值的情况下判断为振动状态是大幅振动状态。可选地,可以利用如下的方法来检测振动状态,其中该方法用于将移动平均或LPF等基于进行了绝对值转换之后的侧倾角速度的信号所生成的信号与预定阈值进行比较,然后在信号不大于预定阈值的情况下判断为振动状态是小幅振动状态,并且在信号大于预定阈值的情况下判断为振动状态是大幅振动状态。

[0066] 如上所述,针对角度计算部216所计算出的侧倾角度,通过使用从角速度计214输出的侧倾角速度来检测振动状态。在倾斜角度计算部218所进行的倾斜方向上的检测期间,在倾斜方向是俯仰方向(俯仰角度)的情况下通过使用来自角速度计214的俯仰角速度来检测振动状态,另一方面,在倾斜方向是横摆方向(横摆角度)的情况下通过使用来自角速度计214的横摆角速度来检测振动状态。可选地,可以通过使用俯仰角速度、横摆角速度和侧倾角速度的相加值来检测振动状态。

[0067] 通过使用以上方法,振动状态分析部501可以通过使用加速度计213和角速度计214的输出信号中的任意输出信号来检测振动状态。在使用了利用加速度计213的输出信号的振动状态和利用角速度计214的输出信号的振动状态这2个振动状态的情况下,可以以更高的精度来检测振动状态。换句话说,在基于加速度计213或角速度计214的输出信号中的一个输出信号判断为振动较大的情况下可以将振动状态判断为大幅振动状态,并且在判断为2个振动均较小的情况下可以将振动状态判断为小幅振动状态。

[0068] 将振动状态分析部501所检测到的振动状态输入至卡尔曼增益改变部502,并且选择先前根据振动状态进行了参数化的卡尔曼增益。将所选择的卡尔曼增益输入至卡尔曼滤波器503以设置卡尔曼滤波器503中的卡尔曼增益,从而根据振动状态来计算绝对角度,然后将绝对角度发送至图像剪切设置部219。因而,水平角度计算部217可以计算侧倾绝对角度。此外,针对倾斜角度计算部218,可以基于从角度计算部216输出的俯仰角度或横摆角度以及角速度计214的输出信号的俯仰角速度或横摆角速度,与参考图5所述的方法类似地进行计算。

[0069] 接着,参考图6,将说明本实施例中的摄像设备101的倾斜校正处理。图6是例示摄像设备101的倾斜校正处理的流程图。图6所示的流程在摄像设备101的电源接通并且经由操作部212给出用于启用倾斜校正功能的指示的情况下开始,并且该流程以预定采样周期进行重复。图6中的各步骤主要由控制器215来进行。

[0070] 首先,在步骤S601中,控制器215接收来自角速度计214的输出信号(即,角速度计214所检测到的角速度)。然后,在步骤S602中,控制器215接收来自加速度计213的输出信号(即,加速度计213所检测到的加速度)。接着,在步骤S603中,角度计算部216基于加速度计213的3轴加速度的输出值来计算侧倾角度、俯仰角度和横摆角度。

[0071] 接着,在步骤S604中,水平角度计算部217将角度计算部216所计算出的侧倾角度设置为第一水平角度。然后,在步骤S605中,倾斜角度计算部218基于角度计算部216所计算出的侧倾角度来判断是将俯仰角度还是横摆角度设置为第一倾斜角度。作为判断结果,倾斜角度计算部218将俯仰角度和横摆角度其中之一设置为第一倾斜角度。例如,在侧倾角度

处于预定角度范围内(例如,以摄像设备101的正位置为基准 ± 45 度以内的角度、 $135\sim 180$ 度的角度或 $-135\sim -180$ 度的角度)的情况下,将俯仰角度设置为第一倾斜角度。另一方面,在侧倾角度处于预定角度范围以外的情况下,将横摆角度设置为第一倾斜角度。

[0072] 接着,在步骤S606中,振动状态分析部501进行振动分析以判断摄像设备101是处于大幅振动状态还是处于小幅振动状态。然后,在步骤S607中,倾斜角度计算部218判断步骤S605中计算出的第一倾斜角度是否处于预定范围内(例如,以摄像设备101的正位置为基准, ± 30 度以内)。在第一倾斜角度处于预定范围内的情况下,流程进入步骤S608。另一方面,在第一倾斜角度处于预定范围以外的情况下,流程进入步骤S613。

[0073] 在步骤S608中,控制器215使计数器A递增。然后,在步骤S609中,控制器215判断计数器A是否大于阈值B(预定阈值)。在计数器A大于阈值B的情况下,流程进入步骤S610。然后,在步骤S610中,控制器215将计数器A设置为阈值B,并且流程进入步骤S611。另一方面,在步骤S609中计数器A不大于阈值B的情况下,流程进入步骤S611并且进行处理以使得计数器A不大于阈值B。

[0074] 在步骤S611中,控制器215(振动状态分析部501)基于步骤S606中所判断出的振动状态来判断振动状态是否是小幅振动状态。例如,控制器215在振动比预定量小的情况下判断为振动状态是小幅振动状态,并且在振动不小于预定量的情况下判断为振动状态是大幅振动状态。在振动状态是小幅振动状态的情况下,流程进入步骤S612。在步骤S612中,卡尔曼增益改变部502将 G_a 设置为卡尔曼增益,并且流程进入步骤S617。在本实施例中,卡尔曼增益 G_a 被设置成使得观察噪声的方差 R 减小。这是由于在振动状态是小幅振动状态的情况下,加速度计213的输出的振动噪声小并且可以根据加速度计213的输出来精确地计算水平角度。

[0075] 另一方面,在步骤S611中判断为振动状态不是小幅振动状态的情况下,流程进入步骤S616。在步骤S616中,卡尔曼增益改变部502将 G_b 设置为卡尔曼增益,并且流程进入步骤S617。将卡尔曼增益 G_b 设置为大幅振动状态下的卡尔曼增益。卡尔曼增益 G_b 被设置成使得观察噪声的方差 R 增大。在振动状态是大幅振动状态的情况下,加速度计213的输出的振动噪声大,因此难以精确地计算水平角度。因此,利用角速度计214的输出所进行的校正要使用的权重增大,因此可以通过使用卡尔曼滤波器503来计算可靠性高的角度(绝对角度)。如上所述,通过根据振动状态来设置卡尔曼增益,卡尔曼滤波器503所计算出的绝对角度是可靠性高的角度。

[0076] 另一方面,在步骤S607中第一倾斜角度处于预定范围以外的情况下,在步骤S613中控制器215使计数器A递减,并且流程进入步骤S614。在步骤S614中,控制器215判断计数器A是否小于0。在计数器A小于0的情况下,在步骤S615中控制器215将计数器A设置为0,并且流程进入步骤S616。另一方面,在步骤S614中计数器A大于或等于0的情况下,流程进入步骤S616,并且进行处理以使得计数器A不是小于0的值。然后,在步骤S616中,卡尔曼增益改变部502将 G_b 设置为卡尔曼增益并且流程进入步骤S617。卡尔曼增益 G_b 被设置成使得观察噪声的方差 R 增大。在倾斜角度较大的情况下,水平倾斜角度的计算过程中的误差增大并且难以精确地进行水平校正(水平角度的校正),因此进行这种处理。

[0077] 接着,在步骤S617中,控制器215(角度计算部216和水平角度计算部217)将步骤S604中所计算出的第一水平角度乘以计数器A,并且除以阈值B。因此,将 A/B 的值设置在 $0\sim$

1之间,并且在第一倾斜角度处于预定范围内的情况下A/B的值为1,并且将第一水平角度自身的值设置为用于计算第一水平角度的目标值。在预定时间内将第一倾斜角度设置在预定范围以外的情况下,A/B的值为0并且将用于计算第一水平角度的目标值设置为0。在倾斜角度的切换期间,步骤S607~S617中针对计数器A的计算处理将A/B的值设置在0~1之间,因此切换可以平滑地相连接。因此,可以在从倾斜角度以预定值切换的瞬间起的预定时间内将用于计算第一水平角度的目标值连接至第一水平角度或0。在倾斜角度较大并且在步骤S607~S617中难以精确地进行水平校正(水平角度的校正)的情况下,角速度计214的输出权重增大以计算角度,结果,可以减少大的倾斜角度中所包含的输出误差。

[0078] 接着,在步骤S618中,控制器215(水平角度计算部217)通过使用卡尔曼滤波器503来计算第二水平角度。基于角度计算部216在步骤S617中所计算出的用于计算第一水平角度的目标值、步骤S601中所获得的作为来自角速度计214的输出信号的角速度以及所设置的卡尔曼增益,来计算第二水平角度。

[0079] 接着,在步骤S619中,控制器215(水平角度计算部217)判断第一水平角度是否处于预定范围内(例如,处于 ± 30 度以内)。在第一水平角度处于预定范围内的情况下,流程进入步骤S620。另一方面,在第一水平角度处于预定范围以外的情况下,流程进入步骤S625。

[0080] 在步骤S620中,控制器215使计数器C递增,然后流程进入步骤S621。接着,在步骤S621中,控制器215判断计数器C是否大于阈值D(预定阈值)。在计数器C大于阈值D的情况下,在步骤S622中控制器215将计数器C设置为阈值D,然后流程进入步骤S623。另一方面,在步骤S621中计数器C不大于阈值D的情况下,流程进入步骤S623并且进行处理以使得计数器C不是大于阈值D的值。

[0081] 在步骤S623中,控制器215(振动状态分析部501)基于步骤S606中所判断出的振动状态的结果来判断振动状态是否是小幅振动状态。在判断为振动状态是小幅振动状态的情况下,流程进入步骤S624。在步骤S624中,卡尔曼增益改变部502将Ga设置为卡尔曼增益,然后流程进入步骤S629。另一方面,在步骤S623中判断为振动状态不是小幅振动状态的情况下,在步骤S628中卡尔曼增益改变部502将Gb设置为卡尔曼增益,然后流程进入步骤S629。卡尔曼增益根据振动状态的变化所产生的效果与步骤S612和S616所述的效果相同,因此可以进行根据振动状态的绝对角度的适当计算。

[0082] 另一方面,在步骤S619中第一水平角度处于预定范围以外的情况下,在步骤S625中控制器215使计数器C递减,然后流程进入步骤S626。在步骤S626中,控制器215判断计数器C是否小于0。在计数器C小于0的情况下,在步骤S627中控制器215将计数器C设置为0,然后流程进入步骤S628。另一方面,在步骤S626中计数器C大于或等于0的情况下,流程进入步骤S628并且进行处理以使得计数器C不是小于0的值。然后,在步骤S628中,卡尔曼增益改变部502将Gb设置为卡尔曼增益并且流程进入步骤S629。结果,类似于步骤S616所述的效果,在难以精确地计算倾斜角度的情况下可以减少由于倾斜角度的错误计算而引起的控制能力的劣化。

[0083] 在步骤S629中,控制器215(角度计算部216和倾斜角度计算部218)将步骤S605中所计算出的第一倾斜角度乘以计数器C,并且除以阈值D。因此,将C/D的值设置在0~1之间,并且在第一水平角度处于预定范围内的情况下C/D的值为1,并且将第一倾斜角度自身的值设置为用于计算第一倾斜角度的目标值。在预定时间内将第一水平角度设置在预定范围以

外的情况下,C/D的值为0并且将用于计算第一倾斜角度的目标值设置为0。在水平角度的切换期间,步骤S619~S627中针对计数器C的计算处理将C/D的值设置在0~1之间,因此切换可以平滑地相连接。因此可以在从水平角度以预定值切换的瞬间起的预定时间内将用于计算第一倾斜角度的目标值连接至第一倾斜角度或0。在水平角度具有难以在步骤S619~S629中精确地进行倾斜校正(倾斜角度的校正)的值的条件下,角速度计214的输出的权重增大以计算角度,结果,可以减少大的倾斜角度中所包含的输出误差。

[0084] 接着,在步骤S630中,控制器215(倾斜角度计算部218)通过使用卡尔曼滤波器503来计算第二倾斜角度。基于步骤S629中角度计算部216所计算出的用于计算第一倾斜角度的目标值、步骤S601中所获得的作为来自角速度计214的输出信号的角速度以及所设置的卡尔曼增益,来计算第二倾斜角度。

[0085] 接着,在步骤S631中,图像剪切设置部219设置图像剪切区域以基于步骤S618中所计算出的第二水平角度和步骤S630中所计算出的第二倾斜角度来校正角度。然后,图像处理部206根据图像剪切设置部219所设置的图像剪切区域来剪切图像以进行角度校正。因而,图6所示的校正例程结束。基于所计算出的第一水平角度和第二倾斜角度以预定的采样周期进行角度校正处理。

[0086] 如上所述,根据摄像设备101的角度针对运动图像的各帧对拍摄图像进行转动处理以进行剪切处理。因此,与振动状态无关地,可以以高精度来进行宽频带中的相对于与摄像元件的重力方向垂直的平面的倾斜校正。此外,在拍摄静止图像而不是拍摄运动图像的情况下,可以通过在拍摄静止图像期间计算摄像设备101的绝对角度以基于所获得的绝对角度进行拍摄图像的转动处理,来进行倾斜校正。

[0087] 可选地,可以通过使用基于所计算出的绝对角度使光学透镜或摄像元件移位的光学校正方法来进行倾斜校正。此外,可以利用摄像元件绕光轴的转动动作来进行校正,或可选地,可以通过基于绝对角度使包括彼此一体化的光学透镜和摄像元件的主体(镜筒)转动来进行校正。通过使用任意方法,可以在宽频带中以高精度来校正相对于与摄像元件的重力方向垂直的平面的倾斜。然而,在要进行光学校正的情况下,无法仅通过相对于倾斜方向的校正来进行相对于水平方向的校正。在要利用摄像元件绕光轴的转动动作来进行校正的情况下,无法仅通过相对于水平方向的校正来进行相对于倾斜方向的校正。

[0088] 接着,参考图7,将说明本实施例中利用机械驱动所进行的倾斜校正处理。图7是摄像元件101a的框图,并且例示包括用于进行透镜(光学移位透镜)的移位驱动的机构和用于进行摄像元件的转动驱动的机构的结构。

[0089] 水平角度计算部217和倾斜角度计算部218基于加速度计213和角速度计214的输出信号来计算水平校正角度和倾斜校正角度。处理与参考图2所述的方法相同。如图7所示,将倾斜角度计算部218的输出信号输入至校正透镜驱动器701(驱动部)。校正透镜驱动器701基于从变焦部201所获得的变焦位置信息所计算出的焦距和透镜灵敏度来放大倾斜角度计算部218的输出信号,以设置移位透镜目标值。这是因为,需要针对透镜的光学信息的变化所引起的移位透镜的振动校正行程来校正摄像设备101a的图像面上的振动校正灵敏度的变化。校正透镜驱动器701进行移位透镜部703(校正透镜)的移位驱动,即根据移位透镜目标值在与光轴102正交的方向上移动移位透镜部703来进行倾斜角度校正。

[0090] 将来自水平角度计算部217的输出信号输入至摄像元件转动驱动器702。摄像元件

转动驱动器702(驱动部)根据从水平角度计算部217所获得的转动目标值来驱动摄像元件转动器704,以进行水平角度校正。通过上述的方法,可以进行利用机械驱动所进行的倾斜校正。在本实施例中,驱动器可以被配置为对通过使移位透镜部703与摄像部204(摄像元件)一体化所构成的主体进行驱动。

[0091] 实施例2

[0092] 接着,将说明本发明的实施例2中的摄像设备。在实施例1中,说明了通过根据振动状态来计算绝对角度以进行倾斜校正的方法。然而,实际上,在许多情况下可以进行倾斜校正的范围(可移动范围)可能是有限的。例如,在通过图像剪切进行电子图像模糊校正的情况下,可以进行倾斜校正的范围是有限的,这取决于预先确定的要剪切的图像的比例。此外,针对使用机械机构的角度校正,可以校正的范围是有限的,这取决于机械机构的最大可驱动量。

[0093] 在通过使用实施例1中所计算出的绝对角度来进行倾斜校正期间校正量超过可移动范围的情况下,将校正角度固定为最大校正角度,因此高频分量的振动校正是无效的且图像模糊所引起的图像中的干扰可能是显著的。因此,在本实施例中,将说明能够在有限的可移动范围内适当地进行倾斜校正和振动校正(针对高频率的角度校正)的方法。

[0094] 图8是本实施例中的摄像设备101b(倾斜校正设备)的框图,并且利用相同的附图标记来表示与参考图5所述的实施例1中的摄像设备101相同的部分。本实施例中的摄像设备101b将从角速度计214的输出信号截去低频分量之后通过积分所计算出的低频去除角度与通过使用卡尔曼滤波器503所计算出的绝对角度进行合成,以在倾斜校正的可移动范围内进行倾斜校正和振动校正。在这方面,本实施例中的摄像设备101b与实施例1中的摄像设备101的不同在于:将通过使用卡尔曼滤波器503所计算出的角度输入至图像剪切设置部219并且对拍摄图像进行伴随转动的剪切处理以进行倾斜校正。

[0095] 将来自角速度计214的输出信号输入至HPF 801(高通滤波器)。在截去该信号中所包含的DC分量之后将该信号输入至可移动范围限制部810(可移动范围限制器),并且对施加了HPF的角速度(从HPF 801输出的角速度)进行信号处理以使得低频去除角度处于所设置的可移动范围内。以下将说明可移动范围限制部810所进行的处理。积分部802(积分器)对作为来自可移动范围限制部810的输出信号的角速度进行积分处理,从而计算低频去除振动校正角度。将从卡尔曼滤波器503输出的绝对角度和来自积分部802的输出信号输入至减法器804。减法器804从自卡尔曼滤波器503获得的绝对角度中减去低频去除振动校正角度。

[0096] 图9是摄像设备101b的角度波形的说明图。在图9中,附图标记901表示从卡尔曼滤波器503输出的绝对角度,附图标记902表示从积分部802输出的低频去除振动校正角度,并且附图标记903表示减法器804的输出。

[0097] 将减法器804的输出输入至 ± 45 度转换部803(± 45 度转换器)。 ± 45 度转换部803将来自减法器804的角度值为 ± 180 度的输入信号转换成 ± 45 度的角度值。在本实施例中,摄像设备101b相对于摄像元件位于与重力方向垂直的方向上的位置的倾斜是0度(即,正位置)。在所减去的角度大于+45度且小于或等于+135度的情况下, ± 45 度转换部803从摄像设备101b的角度中减去90度。在绝对角度大于+135度且小于或等于+180度的情况下, ± 45 度转换部803从摄像设备101b的角度中减去180度。在绝对角度小于或等于-45度且大于-135

度的情况下, ± 45 度转换部803向摄像设备101b的角度加90度。在绝对角度小于或等于 -135 度且大于 -180 度的情况下, ± 45 度转换部803向摄像设备101b的角度加180度。通过这种处理, 将摄像设备101b的角度转换成以0度、90度、 -90 度或180度为中心的 ± 45 度范围内的角度。

[0098] 这是用以确定用于进行倾斜校正的基准位置的处理。基准位置根据摄像设备101b是保持在水平位置(正位置)还是垂直位置而有所不同。在将摄像设备101b保持在水平位置的情况下, 将摄像元件的水平方向轴垂直于重力方向的位置设置为基准位置并且将其角度设置为基准角度(0度), 因此进行倾斜校正以相对于基准角度保持水平。另一方面, 在将摄像设备101b保持在垂直位置的情况下, 将摄像元件的垂直方向与重力方向垂直的位置设置为基准位置, 因此将从摄像设备101b的正位置各自转动 ± 90 度的位置设置为基准角度(0度)以进行倾斜校正。

[0099] 将 ± 45 度转换部803的输出信号输入至可变增益808。将可变增益808的增益设置在0~1之间, 包括0和1, 并且将可变增益808的输出信号和积分部802的输出信号输入至加法部809(加法器), 从而将通过乘以增益所获得的信号(即, 通过将输出903乘以增益所获得的信号)加至低频去除振动校正角度902。

[0100] 在可变增益808的增益是1的情况下, 加法部809的输出与通过对作为卡尔曼滤波器503的输出的绝对角度进行 ± 45 度转换所获得的值相同。另一方面, 在可变增益808的增益是0的情况下, 加法部809的输出与作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度902具有相同的值。在可变增益808的增益处于0~1之间的情况下, 绝对角度和低频去除振动校正角度的合成比率根据增益而改变。将作为加法部809的输出的校正角度输入至图像剪切设置部219, 并且基于校正角度通过图像剪切来进行倾斜校正。

[0101] 接着, 将说明用于设置可变增益808的增益的方法。同样将 ± 45 度转换部803的输出输入至绝对值转换部805(绝对值转换器), 并且将该输出转换成绝对值。将绝对值转换部805的输出输入至增益表806。例如, 在转换绝对值之后获得的角度处于预定的第一角度阈值以内的情况下, 增益表806将增益设置为1。另一方面, 在转换绝对值之后获得的角度为预定的第二角度阈值以上的情况下, 增益表806将增益设置为0。在转换绝对值之后的角度处于预定的第一角度阈值和预定的第二角度阈值之间的情况下, 增益表806在0~1之间对增益进行线性插值。在本实施例中, 尽管表是通过使用2个点来创建的并且对这2点之间的区域进行线性插值, 但表也可以通过使用3个以上的点来创建。

[0102] 在图9中, 在减法器804的输出903处于被设置为第一角度阈值的范围904以内的情况下, 将增益设置为1。另一方面, 在输出903处于范围904以外的情况下, 增益从1起下降, 并且在预定的第二角度阈值以上将增益设置为0。

[0103] 增益表806同样输入振动状态分析部501的输出, 并且增益表806根据振动状态而改变。例如, 改变增益表806的预定的第一角度阈值以使得满足如下关系: “小幅振动状态下所设置的值” > “中间振动状态下所设置的值” > “大幅振动状态下所设置的值”。结果, 由于图像模糊因振动小的情况下的抖动而不显著, 因此通过在可移动范围内使用尽可能宽的范围来进行倾斜校正以向倾斜校正的校正效果赋予优先级。另一方面, 在振动大的情况下, 如果针对低频中的倾斜校正使用了可移动范围内的较宽的范围, 则存在高频中的倾斜校正的范围超过可移动范围并且产生无法校正的图像模糊的可能性。因此, 通过限制倾斜校正, 可以

获得振动校正的效果。

[0104] 将从增益表806输出的增益输入至增益改变部807(增益改变器)。增益改变部807同时输入从角度计算部216输出的倾斜角度。在倾斜角度处于预定范围内(例如, -30度~+30度)的情况下, 增益改变部807判断为角度计算部216所计算出的水平角度是可靠性高的信号, 并且将作为增益表806自身的输出的增益直接输出至可变增益808。另一方面, 在倾斜角度处于预定范围以外的情况下, 增益改变部807判断为角度计算部216所计算出的水平角度是可靠性低的信号, 并且作为增益表806的输出的增益被设置为在预定时间段内逐渐改变为0。在将倾斜角度改变为处于预定范围内的情况下, 增益改变部807将增益重置为在预定时间段内逐渐改变为作为增益表806的输出的增益值。如上所述, 在倾斜角度处于预定范围以外的情况下, 通过使用作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度信号来进行角度校正以避免由于水平角度的错误计算而引起倾斜校正的错误计算。结果, 可以在减少由于倾斜校正的错误操作而引起的控制问题的同时进行倾斜校正。

[0105] 图10是摄像设备101b的角度波形的说明图, 并且例示作为加法部809的输出的校正角度的波形的示例。附图标记1001表示加法部809的输出, 并且附图标记1002表示倾斜校正的可移动范围。

[0106] 计算加法部809的输出1001以使其尽可能处于可移动范围1002以内, 并且在图9的范围904内将可变增益设置为1, 因此加法部809的输出1001和绝对角度901彼此一致。另一方面, 在图9的范围904以外将可变增益设置为小于1的值。因此, 图9中的绝对角度901与低频去除振动校正角度901的合成比率根据可变增益而改变, 并且最终可以获得以使得位于可移动范围1002以内的方式所计算出的校正角度(输出1001)。

[0107] 根据本实施例的方法, 可以在有限的可移动范围内计算倾斜校正的校正角度。因此, 即使在摄像设备101b的绝对角度超过可移动范围的情况下, 也不会由于手抖动而损害高频分量的振动校正控制的性能。此外, 即使在摄像设备101b的绝对角度超过可移动范围的情况下, 也可以以接近于可移动范围的角度来有效地进行倾斜校正。

[0108] 接着, 将说明可移动范围限制部810。可移动范围限制部810输入HPF 801的输出, 并且进行信号处理以使得施加了HPF的角速度(从HPF 801输出的角速度)处于预定的可移动范围内, 并且将处理后的信号输出至积分部802。除HPF 801的输出以外, 可移动范围限制部810还输入作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度和±45度转换部803的输出。

[0109] 在作为±45度转换部803的输出的绝对角度901超过范围1002的情况下, 通过使用作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度来进行角度校正, 并且需要将低频去除振动校正角度控制在范围1002以内。因此, 可移动范围限制部810限制来自HPF 801的输出以使得低频去除振动校正角度处于范围1002以内。

[0110] 图11A~11D是用于限制摄像设备101b的可移动范围的控制的说明图, 并且例示可移动范围限制部810和积分部802所处理的信号的时序数据。图11A中的附图标记1101表示施加了HPF的角速度(从HPF 801输出的角速度)。图11B中的附图标记1103表示作为通过对施加了HPF的角速度1101进行积分所获得的角度的信号。如果可移动范围不受限制, 则校正角度可以是信号1103。

[0111] 然而, 实际上, 可移动范围是有限的, 并且如果将图像稳定的可移动范围限制在图11B中的角度A2和B2之间, 则在信号1103超过(角度A2和B2之间的)可移动范围的时间段内

无法进行振动校正。因此,在信号要超过可移动范围的情况下,通过使用从积分部802输出的角度(的控制周期的先前采样值)来进行信号处理以减去施加了HPF的角速度1101,从而对通过减法处理所获得的角速度进行积分。结果,可以在作为图像稳定的可移动范围的图11B的角度A2和B2之间计算校正角度。

[0112] 通过使用图11C和11D所示的表来计算减去角速度的量。在图11C中,横轴表示目标角度,并且纵轴表示增益 α 。在校正角度小于或等于A1的情况下,增益 α 为1。另一方面,在校正角度大于或等于A2的情况下,增益 α 为0。在校正角度处于A1和A2之间的情况下,增益 α 表示通过线性插值所获得的A1和A2之间的值。同样针对图11D,利用相同的方法来获得增益 β 。在图11D中,横轴表示校正角度,并且纵轴表示增益 β 。在校正角度(目标角度)大于或等于B1的情况下,增益 β 为1。另一方面,在校正角度小于或等于B2的情况下,增益 β 为0。在校正角度处于B1和B2之间的情况下,增益 β 表示通过线性插值所获得的B1和B2之间的值。通过使用如上所述而获得的增益 α 和 β 来计算用于限制角速度的增益。

[0113] 通过以下的表达式(9)和(10)来计算从可移动范围限制部810输出的可移动范围限制角速度(用于限制可移动范围的角速度),并且要相乘的增益根据角速度的符号而变化。

[0114] 沿正方向的角速度:可移动范围限制角速度=角速度 $\times \alpha \cdots$ (9)

[0115] 沿负方向的角速度:可移动范围限制角速度=角速度 $\times \beta \cdots$ (10)

[0116] 在作为HPF 801的输出的施加了HPF的角速度1101的符号为正的情况下,将角速度乘以增益 α 。另一方面,在施加了HPF的角速度1101的符号为负的情况下,将角速度乘以增益 β 。

[0117] 图11A中的附图标记1102表示从可移动范围限制部810输出的可移动范围限制角速度(用于限制可移动范围的角速度)。图11B中的附图标记1104表示作为通过对可移动范围限制角速度1102进行积分所获得的角度的信号,并且在可移动范围内(即,角度A2和B2之间)计算校正角度。通过使用上述的方法,可以进行振动校正控制以使得角度包括在有限的可移动范围内。

[0118] 可移动范围限制部810输入 ± 45 度转换部803的输出以及积分部802的输出值。在 ± 45 度转换部803的输出大于或等于正的可移动范围(例如,+5度)且小于或等于预定阈值P(例如+20度)的情况下,优选以使得低频去除振动校正角度不容易向正向侧转移的方式来限制低频去除振动校正角度。因此,将作为图11B中的阈值的角度B1和B2改变为大于正常值的值。在 ± 45 度转换部803的输出小于或等于负的可移动范围(例如,-5度)且大于或等于预定阈值M(例如-20度)的情况下,优选以使得低频去除振动校正角度不容易向负向侧转移的方式来限制低频去除振动校正角度。因此,将作为阈值的角度A1和A2改变为小于正常值的值。在 ± 45 度转换部803的输出处于可移动范围(± 5 度)以内且大于阈值P或者小于阈值M的情况下,将作为阈值的角度A1、A2、B1和B2设置为正常值。

[0119] 接着,参考图12和13,将说明基于绝对角度来限制低频去除振动校正角度的可移动范围的处理的效果。图12是摄像设备101b的角速度波形的说明图。在图12中,附图标记1201表示摄像设备101b的角速度。附图标记1202表示作为HPF 801的输出的施加了HPF的角速度。附图标记1203表示作为可移动范围限制部810的输出的可移动范围限制角速度。在时间段1204内,摄像设备101b的角速度发生大幅改变。图13是摄像设备101b的角度波形的说

明图。在图13中,附图标记1301表示摄像设备101b的角度。附图标记1302表示通过对作为HPF 801的输出的施加了HPF的角速度1202自身进行积分处理所获得的信号。附图标记1303表示通过对可移动范围限制角速度1203进行积分处理所获得的信号。

[0120] 由于在时间段1204内改变摄像设备101b的角度的操作的影响,因而摄像设备101b的角度在时间段1204之前和之后发生大幅改变。作为积分部802的输出的校正角度是用于校正相对高的频率分量的角度的振动校正控制信号,因此优选该校正角度被控制为尽可能地接近中心。然而,在可移动范围不受限制的情况下所获得的信号1302是在时间段1304内作为符号与摄像设备101b的角度1301反向的角度而输出的。这是由HPF 801所引起的。在产生大幅振动的情况下,振幅大的低频分量也发生衰减,并且由于大幅角度变化结束时的影响而产生与实际角度方向相反的方向上的信号(回摆(swing-back))。然后,尽管该信号缓慢地收敛于0,但在基于该信号进行校正的情况下,由于校正量是基于与摄像设备101b的实际振动相反的方向的信号来计算的,因此也难以进行高度精确的校正。如上所述,如果计算出振动校正角度不是如时间段1304那样是中心附近而是具有符号与角度1301(绝对角度)的符号相反的方向,则在将信号1302(振动校正角度)与倾斜校正角度进行合成的情况下存在时间段1304内的角度的变化出现在合成角度中的可能性。在这种情况下,无法精确地进行校正,与此相对,由于回摆而产生图像模糊。

[0121] 在产生大幅角度变化且 ± 45 度转换部803的输出处于预定范围内的情况下,可移动范围限制部810改变角度阈值(角度A1、A2、B1和B2)。在绝对角度和低频去除振动校正角度之差位于预定范围内的正向侧的情况下,角度阈值(角度B1和B2)被设置为增大以使得低频去除振动校正角度不容易向负向侧变化。另一方面,在绝对角度和低频去除振动校正角度之差位于预定范围内的负向侧的情况下,角度阈值(角度A1和B1)被设置为减小以使得低频去除振动校正角度不容易向正向侧变化。因此,可以在中心的附近或者如信号1303那样在与绝对角度的符号相同的方向上获得受可移动范围限制的校正角度。因此,即使在合成了绝对角度和低频去除振动校正角度并且倾斜角度超过可移动范围的情况下,也可以通过进行校正以使得在可移动范围附近利用校正角度来实现倾斜校正效果,来适当地进行倾斜校正和振动校正。

[0122] 在本实施例中,作为用于改变角度A1、A2、B1和B2(阈值)的可移动范围限制部810的输入信号,使用了通过从卡尔曼滤波器503的输出(绝对角度)减去积分部802的输出(低频去除振动校正角度)并且然后通过进行 ± 45 度转换所获得的信号。然而,本实施例不限于此并且可以原样使用来自卡尔曼滤波器503的信号,或者可选地,可以使用通过使用LPF等从来自卡尔曼滤波器503的信号中截去高频分量所获得的信号。

[0123] 如上所述,本实施例中的摄像设备101b基于绝对角度来计算通过限制可移动范围所获得的低频去除振动校正角度,并且将绝对角度与低频去除振动校正角度进行合成来进行倾斜校正。因而,即使在绝对角度超过可移动范围的情况下,也可以在校正高频率的手抖动分量的同时在可移动范围附近进行倾斜校正以尽可能地实现校正效果。因此,可以适当地进行倾斜校正和振动校正。

[0124] 在图8所示的摄像设备101b的控制块中,基于通过从作为来自卡尔曼滤波器503的输出的绝对角度中减去作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度所获得的信号,来设置可变增益。然后,基于绝对角度、低频去除振动校正角度和可变增益来计算校正角度。

然而,本实施例不限于此,相反,可以基于作为来自卡尔曼滤波器503的输出的绝对角度来设置可变增益以计算校正角度。

[0125] 参考图14,将说明基于绝对角度设置可变增益以基于绝对角度、低频去除振动校正角度和可变增益来计算校正角度的方法。图14是本实施例中的摄像设备101c的框图,并且利用相同的附图标记来表示与参考图8所述的摄像设备101b相同的部分。

[0126] 在图14的控制块中,代替根据作为卡尔曼滤波器503的输出的绝对角度和作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度之间的差值来计算可变增益,根据来自卡尔曼滤波器503的输出的绝对角度来计算可变增益。将来自卡尔曼滤波器503的输出的绝对角度输入至LPF 1401以截去信号中的高频分量,然后将该绝对角度输入至 ± 45 度转换部803。因而,类似于通过使用图8所示的 ± 45 度转换部803、绝对值转换部805、增益表806和增益改变部807所进行的方法,来计算可变增益。

[0127] 同样将卡尔曼滤波器503的输出输入至 ± 45 度转换部1402(± 45 度转换器),并且类似于 ± 45 度转换部803,将卡尔曼滤波器503的输出转换成 ± 180 度和 ± 45 度之间的信号。将 ± 45 度转换部1402的输出输入至可变增益1403以将该输出乘以增益改变部807所计算出的可变增益。将作为积分部802的输出的低频去除振动校正角度输入至可变增益1404,并且将该角度乘以通过从1减去增益改变部807所计算出的可变增益所获得的值。将可变增益1403和可变增益1404输入至加法部405(加法器),并且基于可变增益所设置的合成比率来合成绝对角度与低频去除振动校正角度以计算校正角度。然后,图像剪切设置部219基于校正角度来进行图像剪切以进行倾斜校正。

[0128] 摄像设备101c可以与参考图8所述的摄像设备101b类似地计算校正角度,并且可以在有限的可移动范围内计算倾斜校正的校正角度。因此,即使在摄像设备101c的绝对角度超过可移动范围的情况下,也不会由于手抖动而损害高频分量的振动校正控制的性能。此外,即使在摄像设备101c的绝对角度超过可移动范围的情况下,也可以以接近于可移动范围的角度来有效地进行倾斜校正。

[0129] 如上所述,在各实施例中,控制设备(控制器215)包括第一角度计算部(角度计算部216)、分析部(振动状态分析部501)、第二角度计算部(水平角度计算部217或倾斜角度计算部218)和校正部。第一角度计算部基于加速度检测器(加速度计213)所检测到的加速度来计算第一角度(第一水平角度或第一倾斜角度)。分析部基于加速度和角速度检测器(角速度计214)所检测到的角速度至少之一来分析振动状态。第二角度计算部基于角速度、第一角度和振动状态来计算第二角度(第二水平角度或第二倾斜角度)。校正部(图像剪切设置部219、图像处理部206、校正透镜驱动器701或摄像元件转动驱动器702)基于第二角度进行倾斜校正。至少一个处理器或电路被配置为执行至少一个部的功能。

[0130] 优选地,第二角度计算部根据振动状态来改变角速度和第一角度之间的相对权重以计算第二角度。更优选地,第二角度计算部在振动状态表示振动大于(或不小于)预定量的情况下增大角速度的权重(S611、S616、S623和S628)。另一方面,第二角度计算部在振动状态表示振动小于预定量的情况下增大第一角度的权重(S611、S612、S623和S624)。

[0131] 优选地,第一角度计算部计算倾斜角度作为第一角度(第一倾斜角度)。然后,第二角度计算部基于倾斜角度来计算水平角度作为第二角度(第二水平角度)。优选地,第一角度计算部计算水平角度作为第一角度(第一水平角度)。然后,第二角度计算部基于水平角

度来计算倾斜角度作为第二角度(第二倾斜角度)。

[0132] 优选地,第二角度计算部通过使用能够改变卡尔曼增益的卡尔曼滤波器503来计算第二角度。优选地,校正部包括用于基于第二角度来设置图像的倾斜校正量(被摄体图像的移位量或转动校正量)的设置部(图像剪切设置部219)。更优选地,校正部包括基于倾斜校正量来剪切图像以进行倾斜校正的图像处理部206。优选地,校正部包括用于基于第二角度来驱动摄像元件(摄像部204)、透镜(移位透镜部703)以及包括彼此一体化的透镜和摄像元件的主体中的至少一个的驱动器(校正透镜驱动器701或摄像元件转动驱动器702)。

[0133] 优选地,控制设备包括第三角度计算部(HPF 801、可移动范围限制部810和积分部802)和校正角度计算部(增益表806、增益改变部807、可变增益808和加法部809或1405)。第三角度计算部从角速度检测器所检测到的角速度中去除低频分量以计算第三角度。校正角度计算部基于第二角度和第三角度来计算校正角度。校正部基于校正角度来进行倾斜校正。更优选地,校正角度计算部包括增益改变部807,其中增益改变部807基于通过从第二角度中减去第三角度所获得的信号或者基于第二角度来改变增益。然后,校正角度计算部基于第二角度、第三角度和增益来计算校正角度。更优选地,增益改变部基于第一角度(第一倾斜角度或第一水平角度)来改变增益。优选地,第三角度计算部包括基于第二角度来限制第三角度的范围的限制部(可移动范围限制部810)。优选地,控制设备包括用于基于校正角度来设置图像的倾斜校正量的设置部(图像剪切设置部219)。

[0134] 优选地,校正角度计算部包括用于基于作为第二角度的倾斜角度来改变增益的增益改变部,并且基于倾斜角度、第三角度和增益来计算水平校正角度作为校正角度。优选地,校正角度计算部包括用于基于作为第二角度的水平角度来改变增益的增益改变部,并且校正角度计算部基于水平角度、第三角度和增益来计算倾斜校正角度作为校正角度。

[0135] 其它实施例

[0136] 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。

[0137] 各实施例中的摄像设备即使在大幅振动条件下也能够宽频带中计算摄像设备的绝对角度,从而基于所获得的绝对角度进行倾斜校正。因此,各实施例的摄像设备能够在摄像设备的任何振动条件下在宽频带中高精度地校正相对于与摄像设备的重力方向垂直的平面的倾斜。结果,根据各实施例,可以提供即使在大幅振动状态下也能够进行高度精确的倾斜校正的控制设备、摄像设备和控制方法。

[0138] 尽管已经参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不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。

[0139] 例如,除数字单镜头反光照相机、数字袖珍照相机或摄像机中所设置的倾斜校正设备以外,各实施例还可以适用于诸如监视摄像机、Web照相机、手机等的摄像设备。

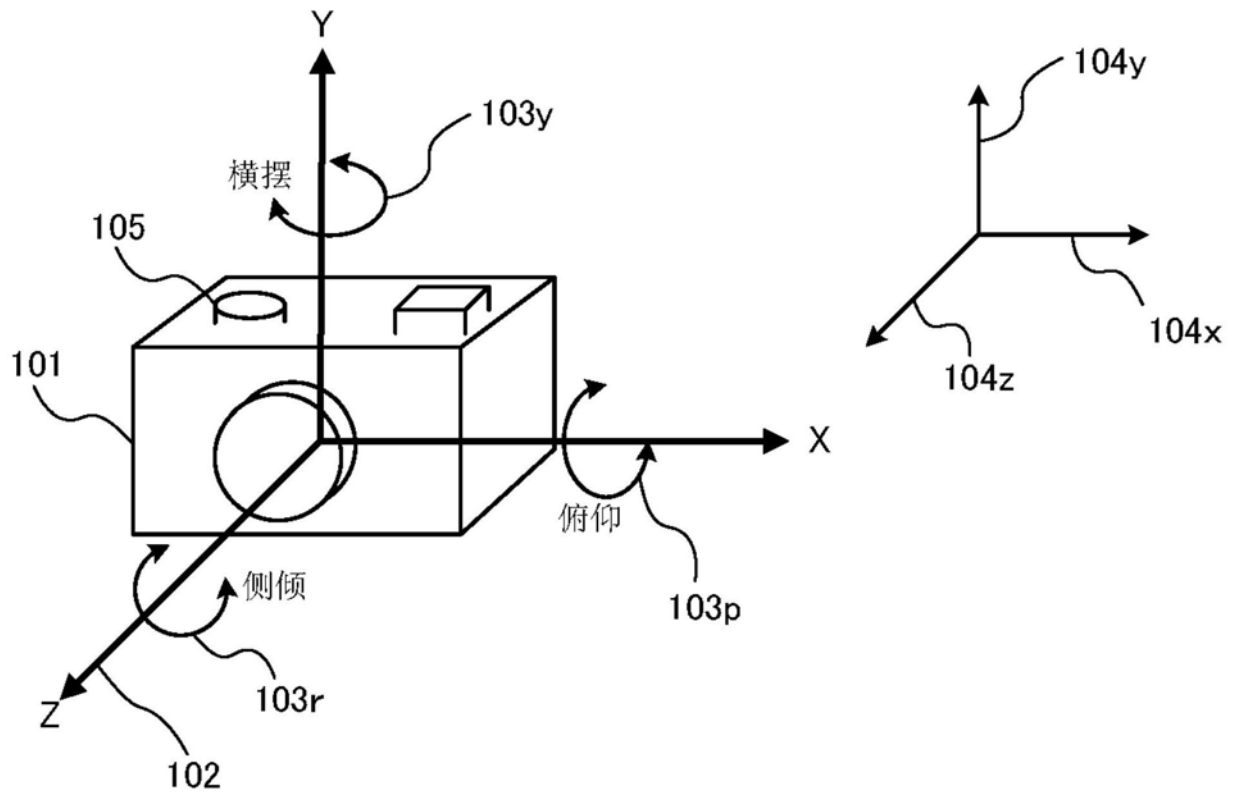


图1

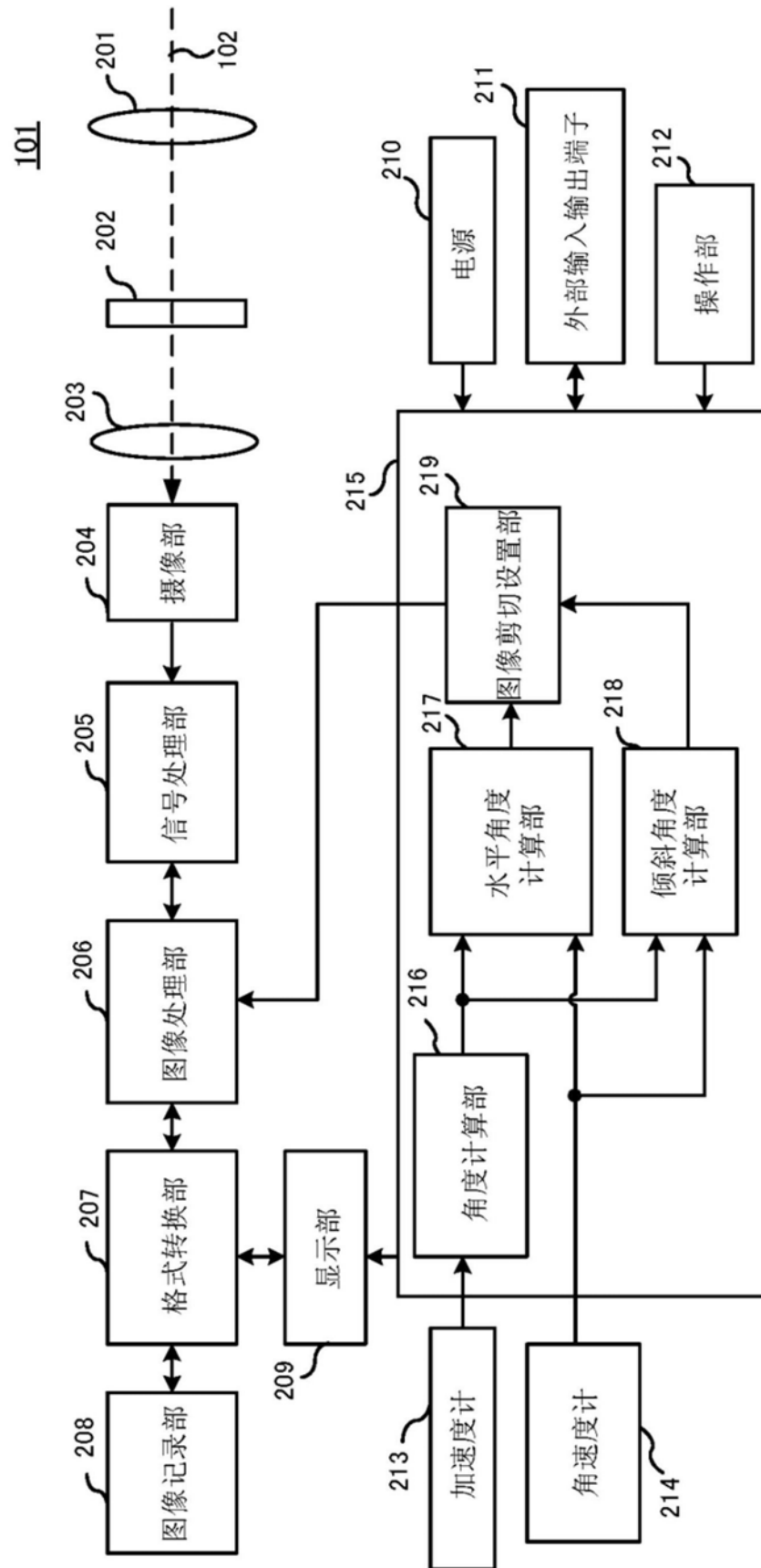


图2

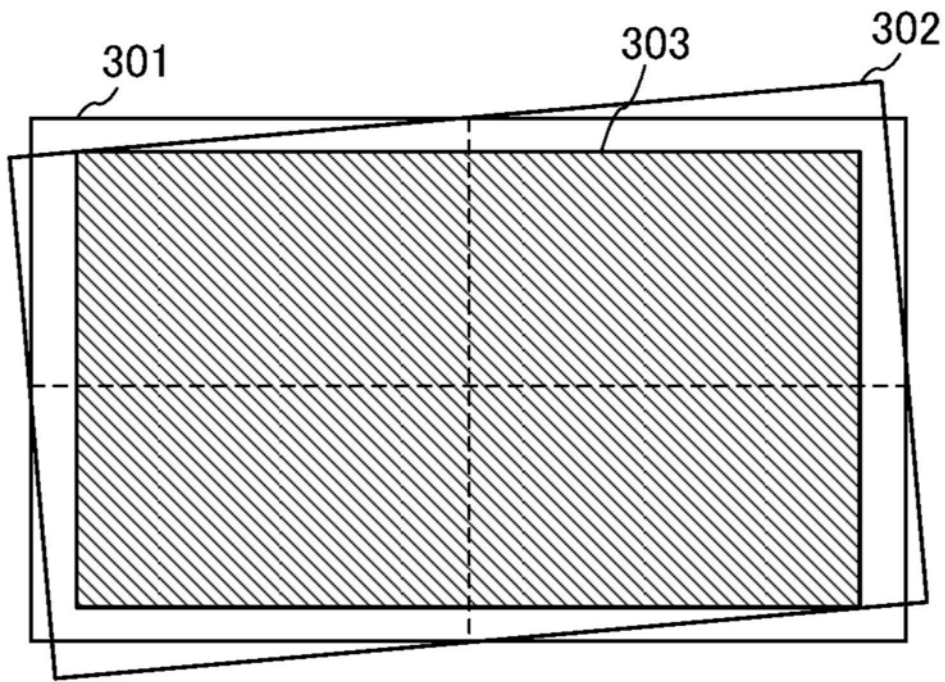


图3

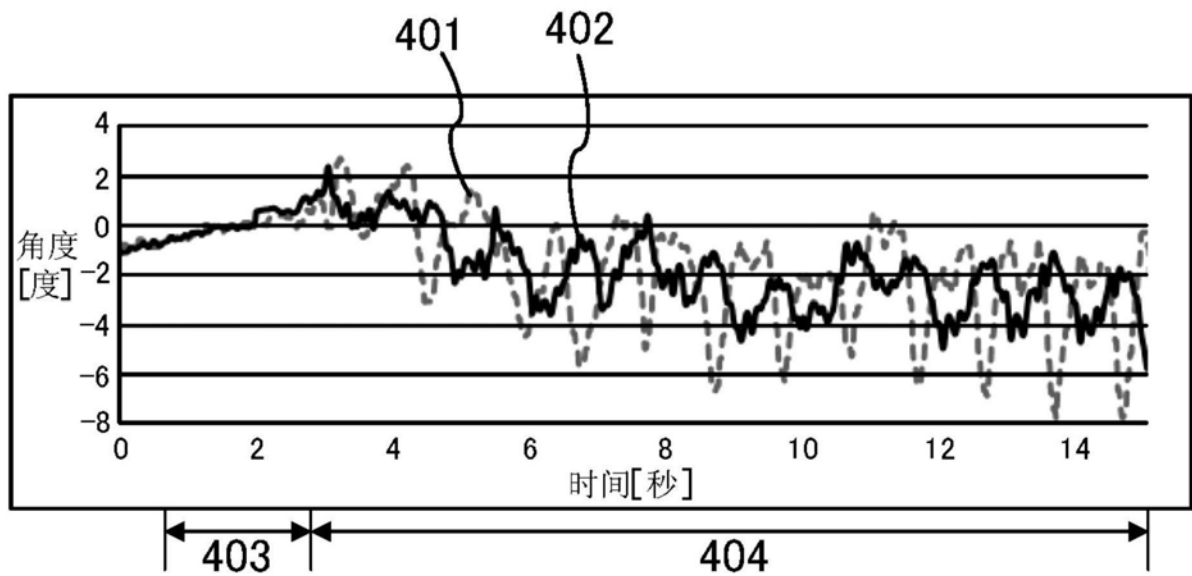


图4

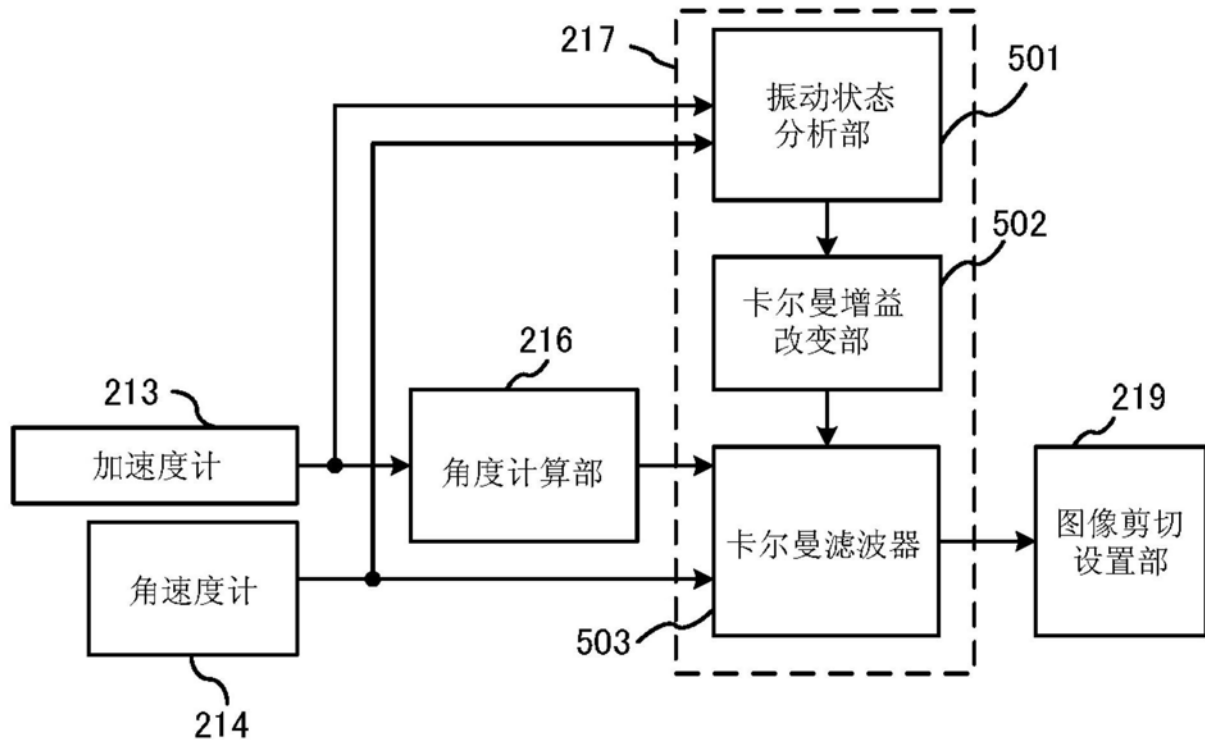


图5

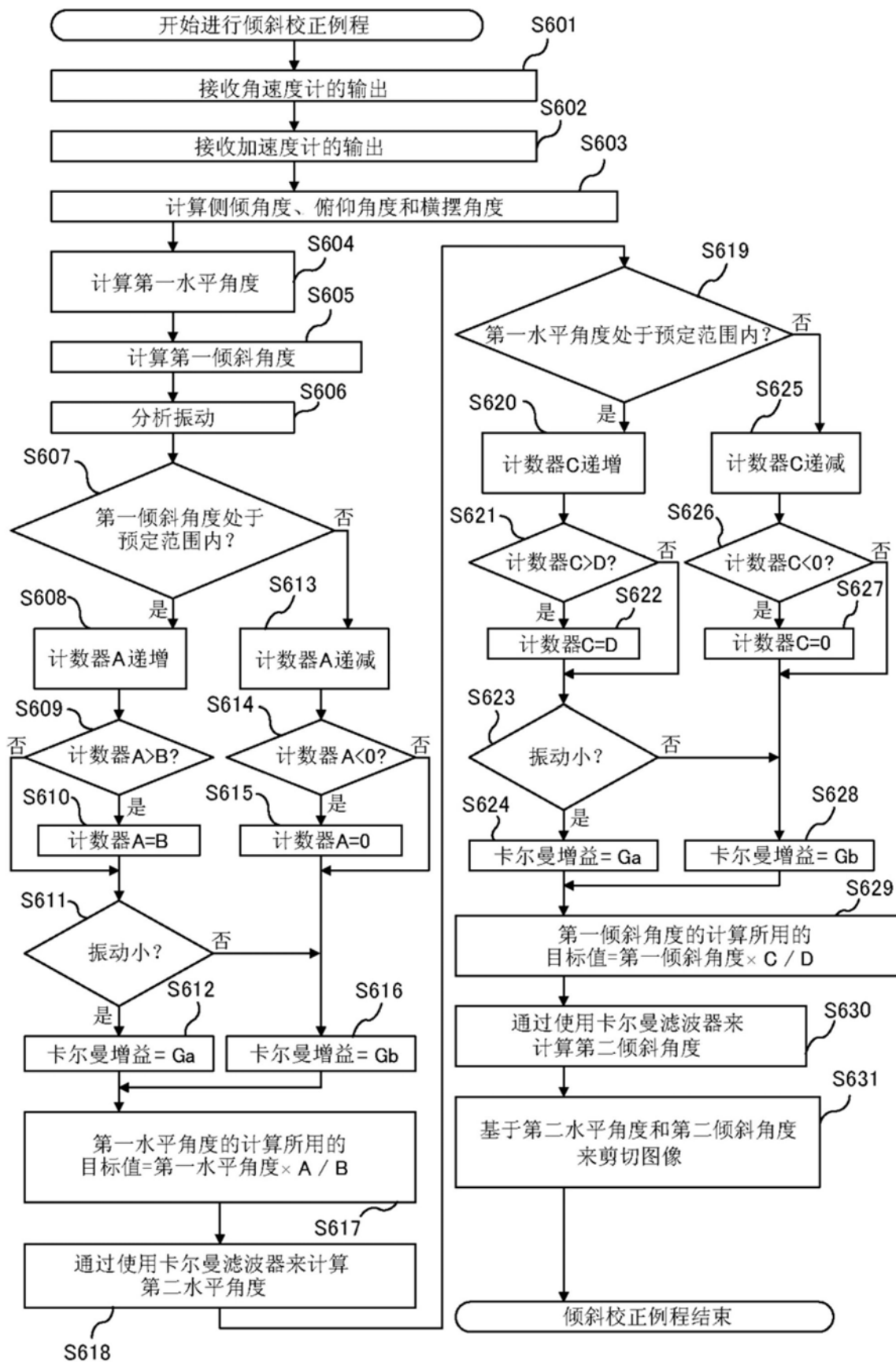


图6

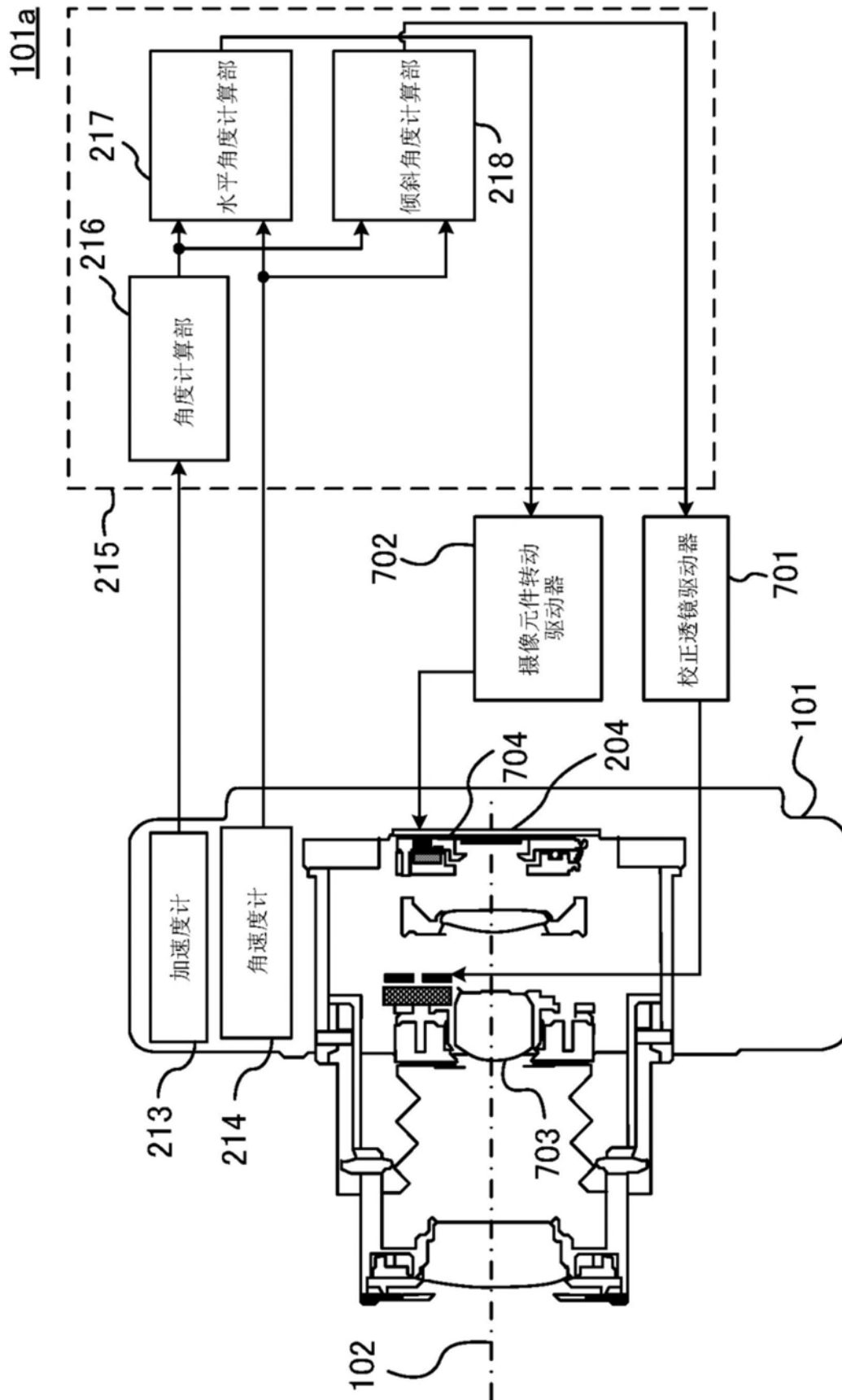


图7

101b

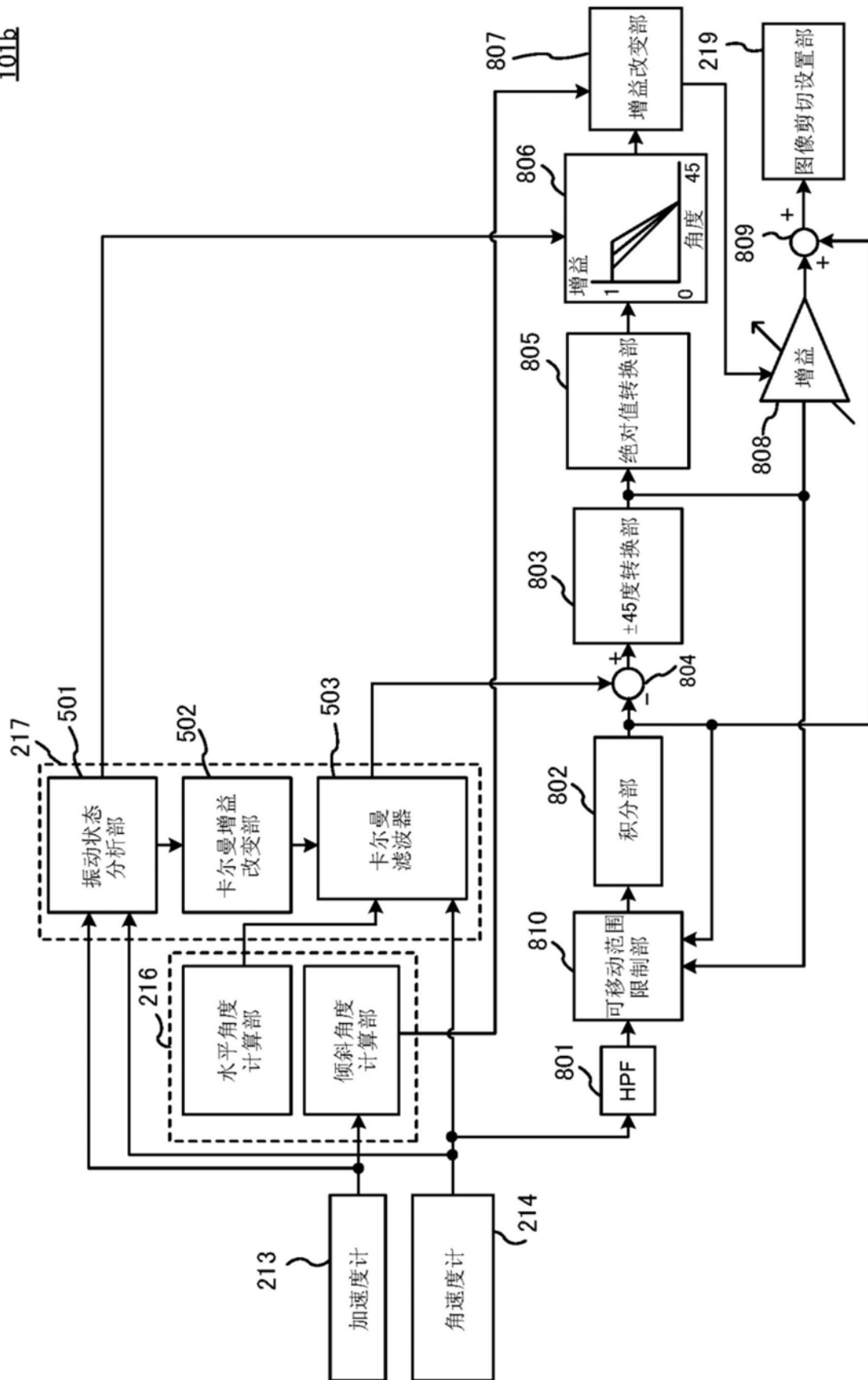


图8

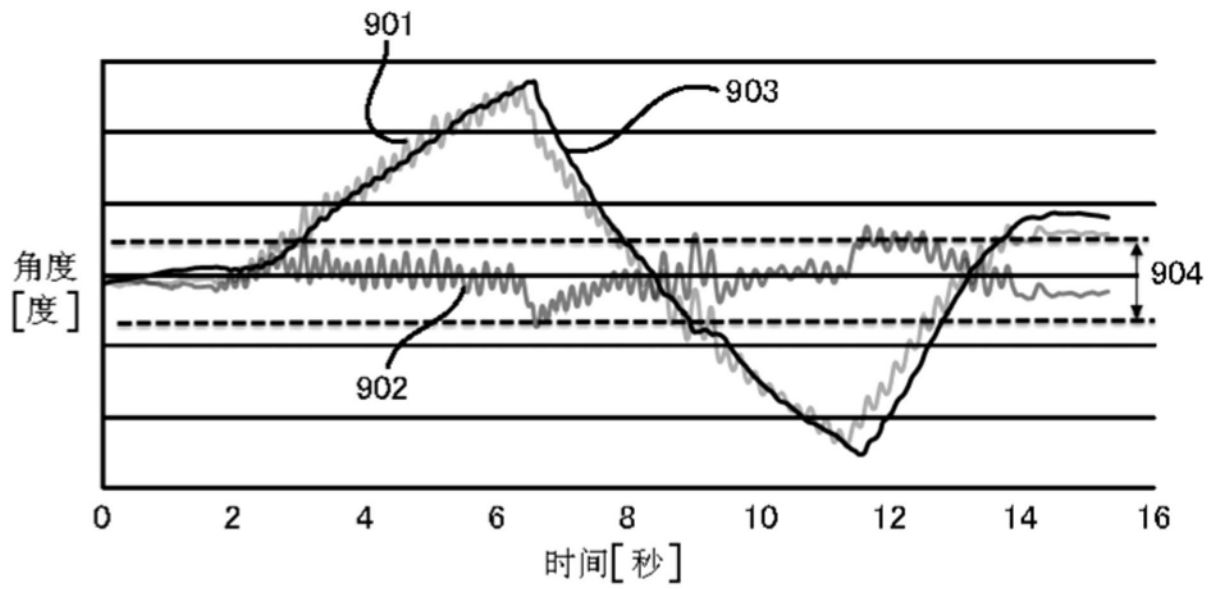


图9

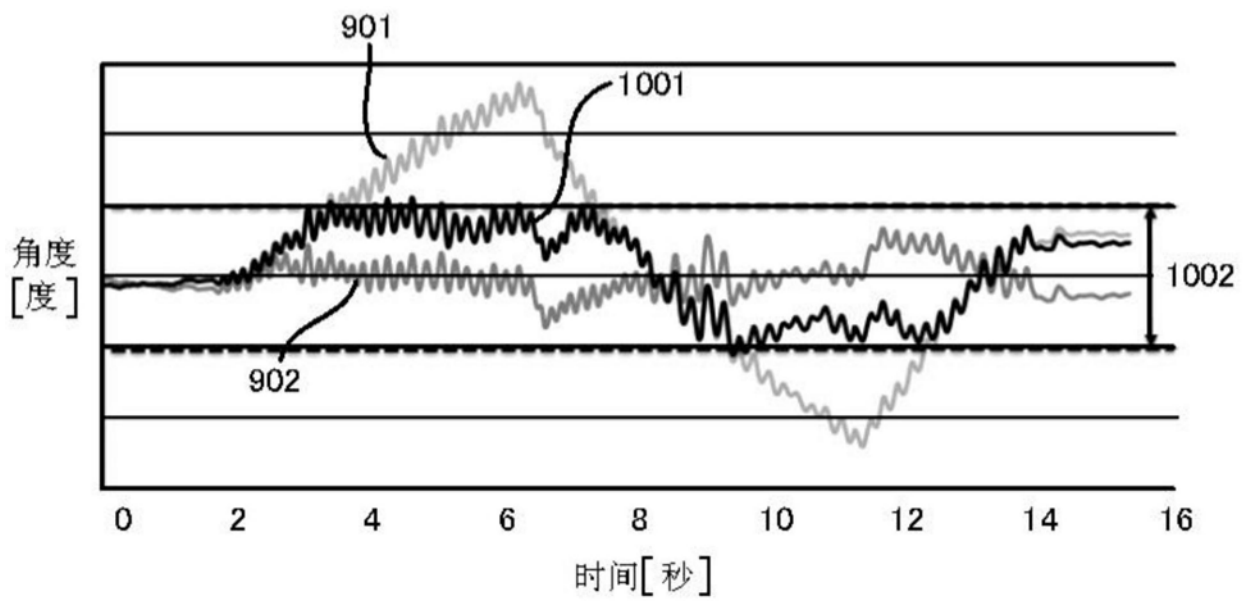


图10

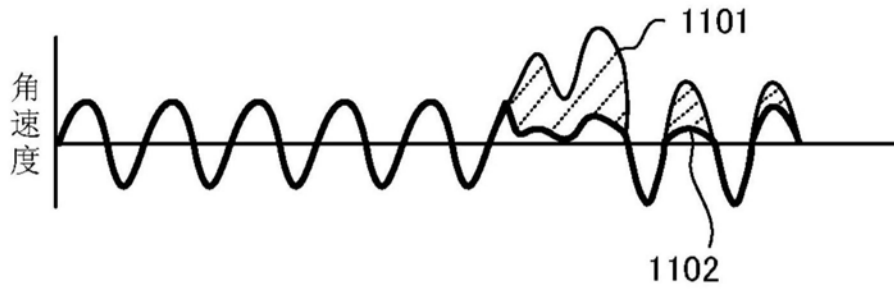


图11A

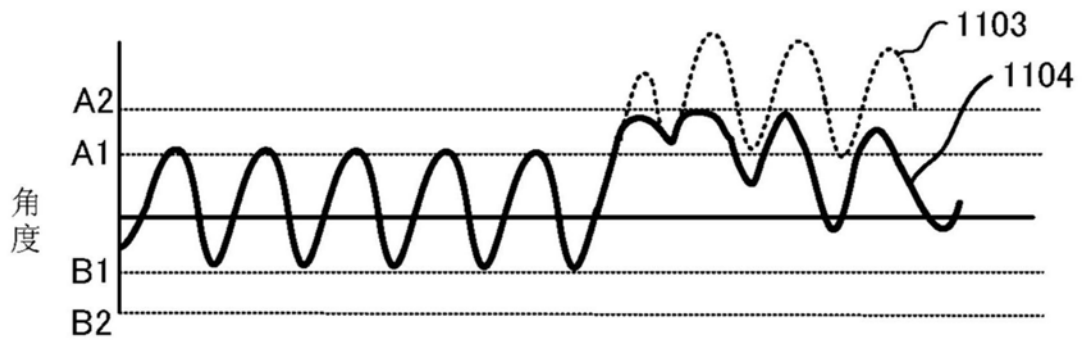


图11B

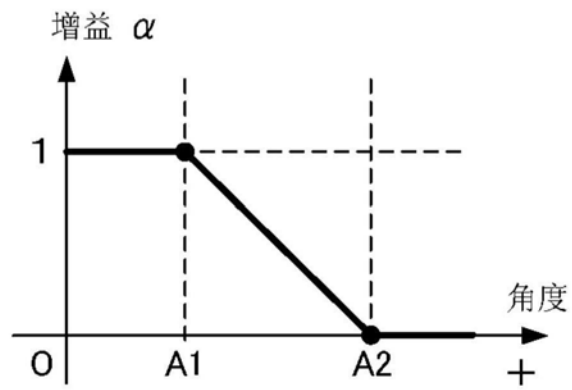


图11C

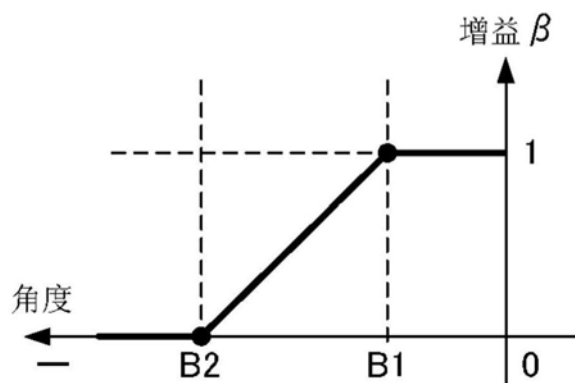


图11D

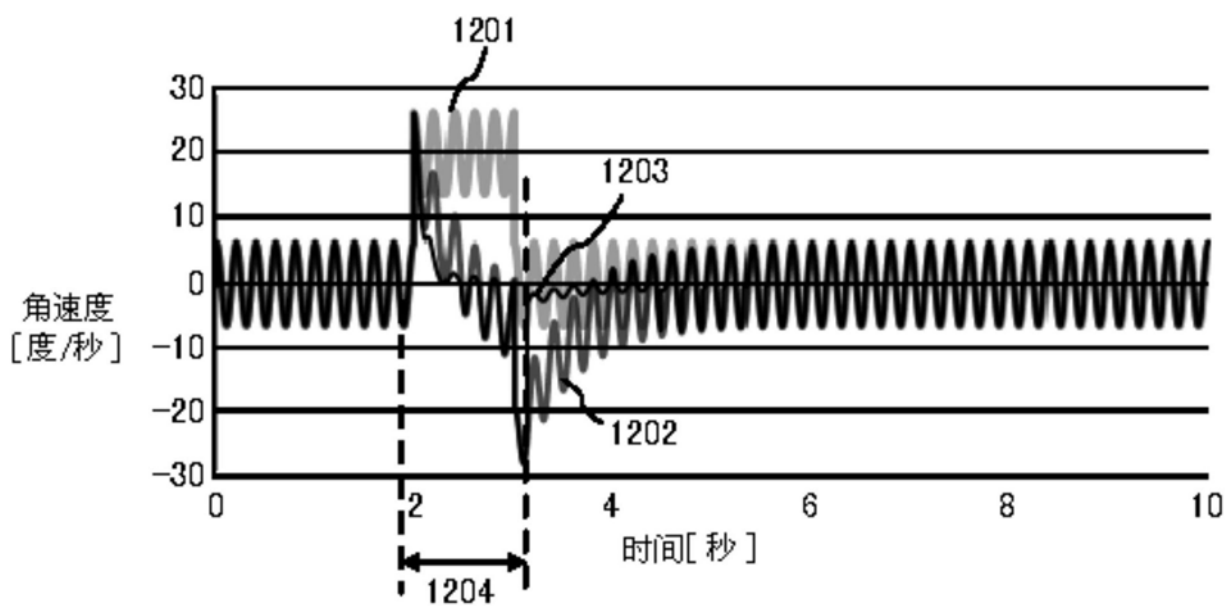


图12

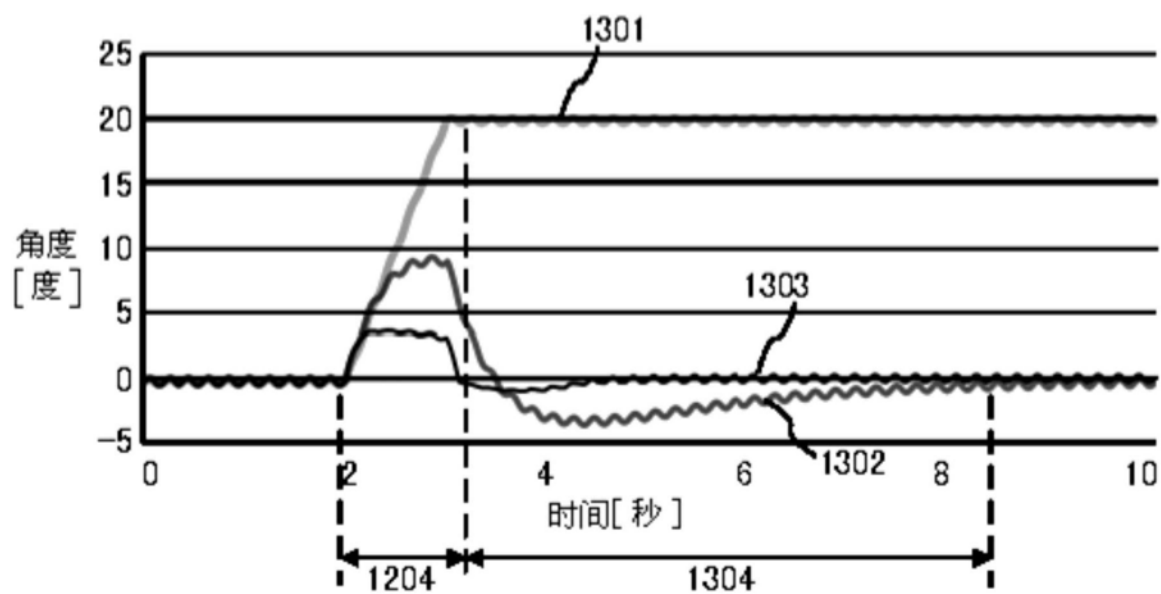


图13

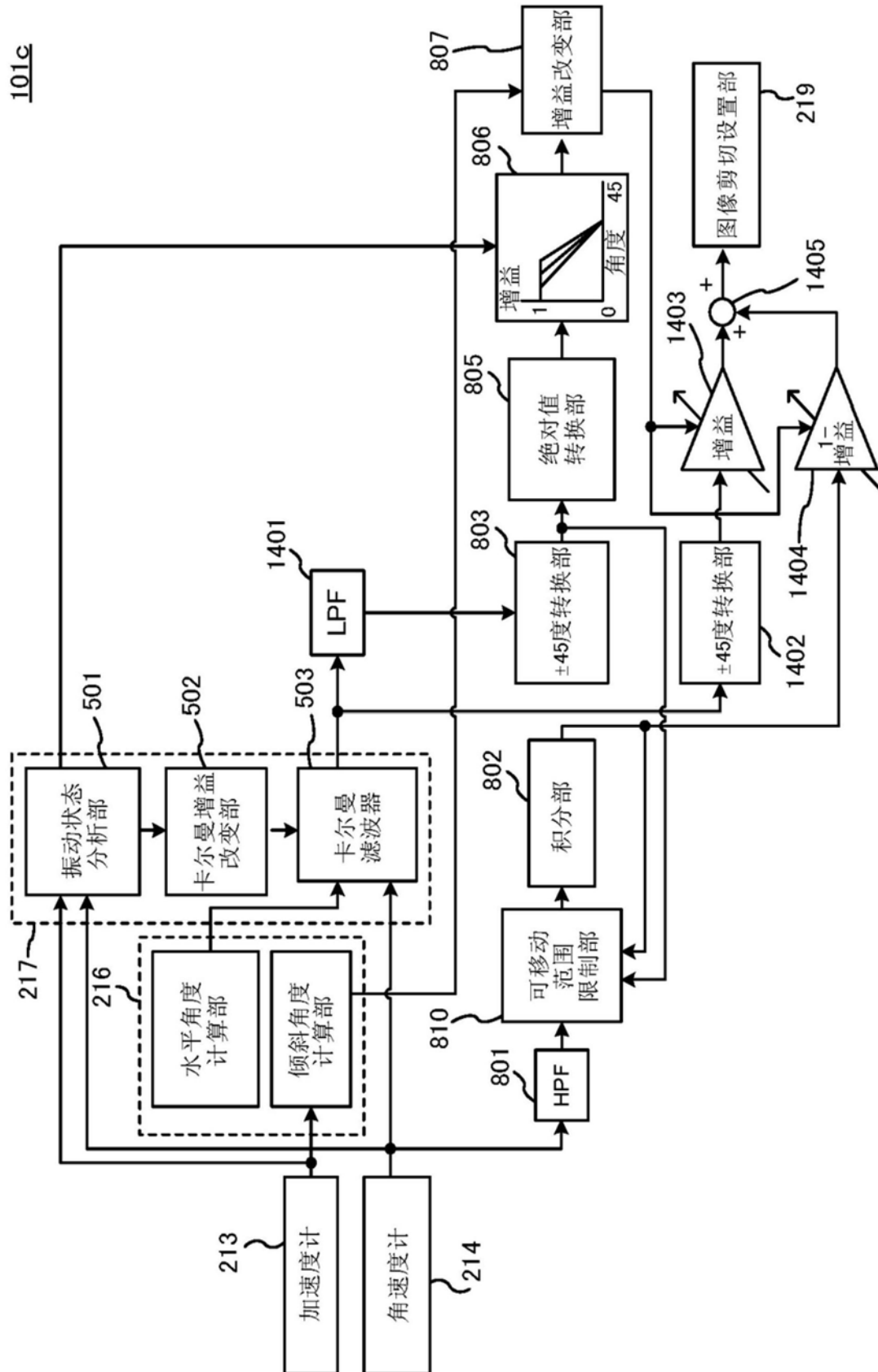


图14