



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102176106 B

(45) 授权公告日 2015.04.15

(21) 申请号 201110136186.X

(56) 对比文件

(22) 申请日 2009.07.15

JP 特开平 7-225405 A, 1995.08.22,
JP 特开 2002-359769 A, 2002.12.13,
CN 1812501 A, 2006.08.02,
CN 1716075 A, 2006.01.04,

(30) 优先权数据

2008-183428 2008.07.15 JP

(62) 分案原申请数据

200910151975.3 2009.07.15

审查员 梅仙

(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 鹭巢晃一 能登悟郎 斋藤润一

(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)

G03B 17/00(2006.01)

H04N 5/232(2006.01)

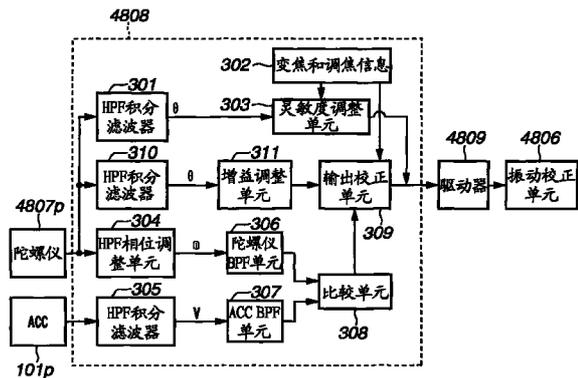
权利要求书2页 说明书37页 附图40页

(54) 发明名称

图像稳定控制设备和摄像设备

(57) 摘要

一种图像稳定控制设备和摄像设备,该图像稳定控制设备包括:振动校正单元,用于校正由于振动而发生的图像抖动;第一检测单元,用于检测振动的角速度;第二检测单元,用于检测振动的加速度;计算单元,用于基于第一检测单元的输出和第二检测单元的输出,计算校正值;输出校正单元,用于基于校正值校正第一检测单元的输出,并且改变基于第一检测单元的输出信号的频率特性,以使校正值具有表观频率依赖特性;以及驱动单元,用于基于第一检测单元的输出、输出校正单元的输出或它们的组合输出,驱动振动校正单元。



1. 一种图像稳定控制设备,包括:
振动校正单元,用于校正由于移动所产生的振动而发生的图像抖动;
第一振动检测单元,用于检测振动的角速度;
第二振动检测单元,用于检测所述振动的加速度;
计算单元,用于基于所述第一振动检测单元的输出和所述第二振动检测单元的输出,计算校正值;
增益调整单元,用于改变所述第一振动检测单元的输出频率特性以使得所述校正值具有表观频率依赖特性;
输出校正单元,用于将所述第一振动检测单元的改变后的输出乘以所述校正值;以及
驱动单元,用于基于所述第一振动检测单元的输出与所述输出校正单元的输出组合输出,驱动所述振动校正单元。
2. 根据权利要求1所述的图像稳定控制设备,其特征在于,所述第一振动检测单元包括角速度测量仪,以及
其中,所述第二振动检测单元包括加速度测量仪。
3. 根据权利要求1所述的图像稳定控制设备,其特征在于,还包括:
第一带限制滤波器单元,用于对基于所述第一振动检测单元的输出信号施加带限制;
第二带限制滤波器单元,用于对基于所述第二振动检测单元的输出信号施加带限制,
其中,所述第一带限制滤波器单元和所述第二带限制滤波器单元均包括积分单元和高通滤波器单元,以及
其中,改变所述积分单元或所述高通滤波器单元的特性,以抵消由于通过所述第一带限制滤波器单元和所述第二带限制滤波器单元的频带变化而发生的相位的相互偏离。
4. 一种摄像设备,包括根据权利要求1-3中任一项所述的图像稳定控制设备。
5. 一种图像稳定控制设备,包括:
振动校正单元,用于校正图像抖动;
第一振动检测单元,用于检测振动的角速度;
第二振动检测单元,用于检测所述振动的加速度;
第一信号提取单元,用于提取所述第一振动检测单元的输出中具有预定频带的信号;
第二信号提取单元,用于提取所述第二振动检测单元的输出中具有预定频带的信号;
计算单元,用于基于由所述第一信号提取单元提取的信号和由所述第二信号提取单元提取的信号,计算校正值;
第一滤波器单元,用于改变所述第一振动检测单元的输出频率特性;
第二滤波器单元,用于改变所述第一振动检测单元的输出频率特性,所述第二滤波器单元具有与所述第一滤波器单元的特性不同的特性;
输出校正单元,用于将所述第二滤波器单元的输出乘以所述计算出的校正值;以及
驱动单元,用于基于所述第一滤波器单元的输出与所述输出校正单元的输出组合输出,驱动所述振动校正单元。
6. 根据权利要求5所述的图像稳定控制设备,其特征在于,所述第一振动检测单元包

括角速度测量仪,以及

其中,所述第二振动检测单元包括加速度测量仪。

7. 根据权利要求 5 所述的图像稳定控制设备,其特征在于,所述第一滤波器单元和所述第二滤波器单元均包括积分单元和高通滤波器单元,以及

其中,改变所述积分单元或所述高通滤波器单元的特性,以抵消由于通过所述第一滤波器单元和所述第二滤波器单元的频带变化而发生的相位的相互偏离。

8. 一种摄像设备,包括根据权利要求 5-7 中任一项所述的图像稳定控制设备。

图像稳定控制设备和摄像设备

[0001] (本申请是申请日为 2009 年 07 月 15 日、申请号为 200910151975.3、发明名称为“图像稳定控制设备和摄像设备”的申请的分案申请。)

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于校正或防止由于手抖动等振动而发生的图像抖动或图像劣化的图像稳定控制设备和摄像设备。

背景技术

[0003] 近年来,用于确定曝光的操作和调焦操作等对于拍摄来说重要的照相机的所有操作都自动地进行。因此,即使不熟悉照相机使用的用户也可以很少拍摄失败。

[0004] 另外,近年来市售的照相机包括图像稳定控制设备,该图像稳定控制设备包括振动校正单元、驱动单元和振动检测单元,并且用于防止由于振动而发生的图像抖动。通过使用这一类新照相机,拍摄者可以极少拍摄失败。

[0005] 下面简要说明用于防止图像抖动的图像稳定控制设备。拍摄期间照相机上可能发生的手抖动通常为 1 ~ 10Hz 频率的振动。为了即使在按下快门释放按钮时向照相机施加这类振动的时候也能没有任何图像抖动地进行拍摄,需要检测施加于照相机的振动,并且根据检测值移位用于校正图像抖动的透镜(以下简称为“校正透镜”)。

[0006] 因此,为了即使在照相机振动时也能没有任何图像抖动地拍摄图像,需要精确地检测照相机的振动水平,并且校正由于振动而发生的光轴变化。原理上,通过使用设置在照相机上的振动检测单元可以计算出(照相机的)振动。更具体地,这类振动检测单元检测加速度、角加速度、角速度和角位移,并且对其输出执行运算来校正图像抖动。

[0007] 在一般拍摄条件下,根据照相机的姿势可能发生的角振动(转动振动)是可能的振动的主要原因。因此,传统照相机包括仅用于检测振动的角速度测量仪。在这类照相机中,想要通过利用驱动单元驱动振动校正单元(例如,校正透镜)来抑制图像抖动,其中,该振动校正单元根据来自振动检测单元的信号移位光轴。

[0008] 同时,当在近距离处拍摄图像时(在使用高摄像倍率的拍摄条件下),除由于照相机的姿势而可能发生的角振动以外,还可能发生由于平行振动而导致的显著图像劣化,其中,平行振动也可能引起轻微的图像劣化。在如微距拍摄的情况一样以约 20cm 这样的近被摄体距离来拍摄被摄体图像的拍摄条件下,或者,如果即使当确保 1 米的充足被摄体距离时,摄像光学系统的焦距仍非常大(例如,400mm),则需要积极检测平行振动并驱动振动校正单元。

[0009] 在这点上,在日本特开平 07-225405 号公报所讨论的方法中,设置用于检测加速度的加速度测量仪(加速度传感器),以检测平行振动,并且根据所检测到的平行振动值和来自分开设置的角速度测量仪的输出来驱动振动校正单元。

[0010] 然而,在日本特开平 07-225405 号公报所讨论的方法中,从检测平行振动时要使用的 ACC 输出的信号可能由于干扰噪声或温度改变等环境变化而发生改变。因此,利用日

本特开平 07-225405 号公报所讨论的方法,难以高精度地校正平行振动。

发明内容

[0011] 本发明涉及一种小型化的图像稳定控制设备和其稳定控制方法,其中,该图像稳定控制设备具有高可操作性并用于高精度地校正由于平行振动而发生的图像抖动。

[0012] 根据本发明的一个方面,提供一种图像稳定控制设备,包括由于移动而产生振动的机构,所述图像稳定控制设备包括:振动校正单元,用于校正由于施加到所述图像稳定控制设备的振动而发生的图像抖动;第一振动检测单元,用于检测并输出所述振动的角速度;第二振动检测单元,用于检测并输出所述振动的加速度;计算单元,用于基于所述第一振动检测单元的输出和所述第二振动检测单元的输出,计算校正值;输出校正单元,用于基于所述校正值校正所述第一振动检测单元的输出,所述输出校正单元用于改变基于所述第一振动检测单元的输出信号的频率特性,以使所述校正值具有表观频率依赖特性;以及驱动单元,用于基于所述第一振动检测单元的输出、所述输出校正单元的输出、或所述第一振动检测单元的输出与所述输出校正单元的输出组合输出,驱动所述振动校正单元。

[0013] 根据本发明的另一方面,提供一种包括上述图像稳定控制设备的摄像设备。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供一种图像稳定控制设备,包括由于移动而产生振动的机构,所述图像稳定控制设备包括:振动校正单元,用于校正由于施加到所述图像稳定控制设备的振动而发生的图像抖动;第一振动检测单元,用于检测并输出所述振动的角速度;第二振动检测单元,用于检测并输出所述振动的加速度;第一信号提取单元,用于提取所述第一振动检测单元的输出中具有预定频带的信号;第二信号提取单元,用于提取所述第二振动检测单元的输出中具有预定频带的信号;计算单元,用于基于由所述第一信号提取单元提取的信号和由所述第二信号提取单元提取的信号,计算校正值;第一滤波器单元,用于改变所述第一振动检测单元的输出频率特性并进行输出;第二滤波器单元,用于改变所述第一振动检测单元的输出频率特性并进行输出,所述第二滤波器单元具有与所述第一滤波器单元的特性不同的特性;输出校正单元,用于基于所述校正值校正所述第一振动检测单元的输出;以及驱动单元,用于基于所述第一滤波器单元的输出、所述输出校正单元的输出、或所述第一滤波器单元的输出与所述输出校正单元的输出组合输出,驱动所述振动校正单元。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供一种包括上述图像稳定控制设备的摄像设备。

[0016] 通过以下参考附图对典型实施例的详细说明,本发明的其它特征和方面将显而易见。

附图说明

[0017] 包含在说明书中并构成说明书的一部分的附图,示出本发明的典型实施例、特征和方面,并且与说明书一起用来解释本发明的原理。

[0018] 图 1 是示出根据本发明第一典型实施例的单镜头反光照相机的例子的平面图;

[0019] 图 2 是示出根据本发明第一典型实施例的单镜头反光照相机的例子的侧视图;

[0020] 图 3 示出包括在根据本发明第一典型实施例的单镜头反光照相机中的图像稳定控制设备的例子;

- [0021] 图 4 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0022] 图 5 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0023] 图 6 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0024] 图 7 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0025] 图 8 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备中的示例性波形；
- [0026] 图 9 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备中的示例性波形；
- [0027] 图 10 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0028] 图 11 示出根据本发明第一典型实施例的照相机的示例性振动；
- [0029] 图 12 示出根据本发明第一典型实施例的加速度测量仪的例子；
- [0030] 图 13 示出根据本发明第一典型实施例的加速度测量仪的示例性频率特性；
- [0031] 图 14 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0032] 图 15 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0033] 图 16 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0034] 图 17 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0035] 图 18 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0036] 图 19 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的另一示例性结构；
- [0037] 图 20 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的转动半径的示例性频率特性；
- [0038] 图 21 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0039] 图 22 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0040] 图 23 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性频率特性；
- [0041] 图 24 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的另一示例性结构；
- [0042] 图 25 是示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的另一示例性结构的框图；
- [0043] 图 26 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的又一示例性结构；
- [0044] 图 27 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备中的示例性波形；
- [0045] 图 28 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备中的示例性波形；
- [0046] 图 29 示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备中的示例性波形；
- [0047] 图 30 是示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的示例性操作的时序图；
- [0048] 图 31 示出根据本发明第一典型实施例的照相机的示例性振动；
- [0049] 图 32 是示出根据本发明第一典型实施例的图像稳定控制设备的主要组件的示例性操作的流程图；
- [0050] 图 33 示出根据本发明第一典型实施例驱动振动校正单元的信号处理系统的例子；
- [0051] 图 34 示出根据本发明第一典型实施例驱动振动校正单元的示例性波形；
- [0052] 图 35 示出根据本发明第一典型实施例来自加速度测量仪的输出的示例性波形；
- [0053] 图 36 示出根据本发明第一典型实施例的照相机的示例性振动；
- [0054] 图 37 示出根据本发明第一典型实施例的照相机的示例性振动；

- [0055] 图 38 示出根据本发明第一典型实施例的输出校正单元的示例性内部结构；
- [0056] 图 39 示出根据本发明第二典型实施例的图像稳定控制设备的示例性结构；
- [0057] 图 40 是示出根据本发明第二典型实施例的图像稳定控制设备的转动半径的移动平均的时序图；
- [0058] 图 41 示出根据本发明第二典型实施例的图像稳定控制设备的另一示例性结构；
- [0059] 图 42 示出根据本发明第二典型实施例的加速度的输出的示例性波形；
- [0060] 图 43 是示出根据本发明第二典型实施例控制加速度测量仪的示例性处理的流程图；
- [0061] 图 44 是示出根据本发明第二典型实施例的图像稳定控制设备的示例性操作的流程图；
- [0062] 图 45 是示出根据本发明第二典型实施例的图像稳定控制设备的操作的例子时序图；
- [0063] 图 46 示出根据本发明第二典型实施例的照相机的振动的例子；
- [0064] 图 47 示出根据本发明第二典型实施例的照相机的振动的例子。

具体实施方式

[0065] 下面参考附图详细说明本发明的各种典型实施例、特征和方面。要注意，这些实施例中所述组件的相对配置、数字表达式和数值不是旨在限制本发明的范围。

[0066] 下面说明本发明的第一典型实施例。图 1 和 2 是示出根据本典型实施例具有图像稳定控制设备的单镜头反光照相机的例子的平面图和侧视图。

[0067] 参考图 1，将具有振动校正单元的可更换拍摄镜头 4801 安装在照相机机体 4804 上。下面详细说明振动校正单元。简要地说，振动校正单元执行对光轴的垂直或水平方向上发生的振动等图像抖动的校正。以下将光轴的垂直或水平方向上发生的振动统一简称为“角振动”。利用图 1 和 2 中的箭头 4803p 和 4803y 表示角振动。

[0068] 在本典型实施例中，向表示照相机在照相机机体 4804 的垂直方向上（在图 1 和 2 中以箭头 4806p 和 101pb 表示的俯仰 (pitch) 方向上）可能发生的振动的附图标记添加附图标记“p”。另一方面，向表示照相机在照相机机体 4804 的水平方向上（在图 1 和 2 中以箭头 4806y 和 101yb 表示的偏转 (yaw) 方向上）可能发生的振动的附图标记添加附图标记“y”。

[0069] 另外，照相机机体 4804 包括释放按钮 4804a、模式拨盘 4804b（包括主开关）、可伸缩闪光单元 4804c、照相机中央处理单元 (CPU) 4804d 和图像传感器 4805。前透镜 4810 与校正透镜 4806a 和其它透镜（没有附图标记）一起构成拍摄光学系统。此外，振动校正单元 4806 包括校正透镜 4806a、线圈和永久磁铁。驱动单元向线圈提供电流。下面详细说明驱动单元。校正透镜 4806a 可以通过线圈和永久磁铁的作用，在箭头 4806p 和 4806y 所表示的方向上自由移动。因此，可以校正在箭头 4803p 和 4803y 所表示的方向上发生的图像抖动。

[0070] 角速度测量仪（以下称之为“陀螺仪”）4807p 和 4807y 各自检测发生在围绕箭头 4803p 和 4803y 的部分处的振动。陀螺仪 4807p 和 4807y 具有以箭头 4807pa 和 4807ya 所表示的检测灵敏度方向。通过镜头 CPU 4808 计算由陀螺仪 4807p 和 4807y 所检测到的角速度

的输出。镜头 CPU 4808 将输入的角速度输出转换成振动校正单元 4806 (校正透镜 4806a) 的驱动目标值。

[0071] 当用户半按下设置在照相机机体 4804 上的释放按钮 4804a 时 (当用户按下开关 S1 以执行测光操作和调焦等拍摄准备操作时), 将驱动目标值输入至驱动单元 (驱动器) 4809。此外, 驱动单元 4809 驱动振动校正单元 4806 的线圈。因此, 如上所述, 通过线圈和永久磁铁的作用, 可以在与光轴垂直的平面上用于校正图像抖动的方向上 (在图 1 和 2 中的箭头 4806p 和 4806y 所表示的方向上), 移动校正透镜 4806a。因此, 开始箭头 4803p 和 4803y 的方向上的图像抖动的校正。

[0072] 图像稳定控制设备包括振动校正单元 4806、陀螺仪 4807p 和 4807y、镜头 CPU 4808 以及驱动单元 4809。

[0073] 传统图像稳定控制设备使用陀螺仪 4807p 和 4807y 来检测手抖动等的振动。然而, 除围绕箭头 4803p 和 4803y 发生的角振动以外, 还对照相机机体 4804 施加平移振动 (以下简称“平行振动”), 如箭头 101pb 和 101yb 所示。因此, 镜头的主点处的平移运动可能成为图像抖动的原因之一。

[0074] 在一般拍摄条件下, 主要发生围绕箭头 4803p 和 4803y 所表示的部分而发生的角振动 (转动振动), 然而, 由于箭头 101pb 和 101yb 所表示的平行振动而仅可能发生低水平的图像劣化。因此, 在这种情况下, 陀螺仪 4807p 和 4807y 可以单独检测振动。

[0075] 另一方面, 除陀螺仪 4807p 和 4807y 以外, 本典型实施例还包括用于检测加速度的加速度测量仪 (加速度传感器) (以下称为“ACC”) 101p 和 101y, 作为用于检测施加于照相机的平行振动的振动检测单元 (图像稳定控制设备), 在图 1 和 2 中以箭头 101pb 和 101yb 表示该平行振动。

[0076] 箭头 101pa 和 101ya 分别表示 ACC 101p 和 101y 的加速度检测中心。将来自陀螺仪 4807p 和 4807y 及 ACC 101p 和 101y 的输出输入至镜头 CPU 4808。驱动单元 4809 根据该输出驱动振动校正单元 4806。

[0077] 图 3 是示出根据本典型实施例的图像稳定控制设备的例子的框图。在图 3 所示的例子中, 仅说明俯仰方向上的示例性结构, 但是在照相机的偏转方向上设置类似结构。这两个结构相互基本相同。因此, 在下面的说明中, 仅说明俯仰方向上的结构。

[0078] 下面参考图 3 详细说明角振动的校正。将来自陀螺仪 4807p 的角速度的信号输入至镜头 CPU 4808。然后, 将角速度信号输入至高通滤波 (HPF) 积分滤波器 301。HPF 积分滤波器 301 滤除直流 (DC) 分量, 并且对角速度信号执行积分, 以将角速度信号转换成角信号。可以通过在镜头 CPU 4808 内执行算术运算来实现 HPF 处理和积分。对于 HPF 处理和积分可以使用差分方程。可选地, 如果在将信号输入至镜头 CPU 4808 之前, 利用电容器或电阻器通过模拟电路来实现 HPF 处理和积分, 这也是有用的。

[0079] 在本典型实施例中, 振动的频带范围为 1 ~ 10Hz。因此, HPF 积分滤波器 301 具有用于滤除充分不同于振动频带的 0.1Hz 以下的频率分量的一阶 HPF 特性。以下将 HPF 积分滤波器 301 的该 HPF 特性简称为“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”。

[0080] 图 4 和 5 是各自示出包括“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”的 HPF 特性的伯德图 (Bode diagram)。在图 4 和 5 中, 在水平轴上示出频率, 而在垂直轴上示出增益和相位。箭头 404 表示振动频带。对于增益, 以分贝 (db) 为单位表示 HPF 积分滤波器 301 的输出与陀

螺仪 4807p 的输出的比。

[0081] 在本典型实施例中,在图 4 所示的“1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”中,滤除 1Hz 以下的增益 401 的频率。然而,增益在振动下限频率 1Hz 下衰减了 6db。此外,在 1Hz 下,如箭头 403 所示,相位 402 超前了 45 度。更具体地,不能高精度地检测到 1Hz 的振动。因此,在这种情况下,不能最佳地校正图像抖动。

[0082] 另一方面,在图 5 所示的“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”的情况下,增益 501 在振动下限频率 1Hz 下轻微衰减,而在 1Hz 下,如箭头 503 所示,相位 502 超前了小到 5 度的角。因此,在这种情况下,对于 1Hz 的振动,可以高精度地校正图像抖动。

[0083] 这同样适用于积分。更具体地,在本典型实施例中,振动频带范围为 1 ~ 10Hz。因此,HPF 积分滤波器 301 具有用于对充分不同于振动频带的 0.1Hz 以上的频率分量进行一阶积分的积分特性。以下将 HPF 积分滤波器 301 的该积分特性简称为“0.1Hz 转折频率一阶积分处理”。

[0084] 图 6 和 7 是各自示出包括“0.1Hz 转折频率一阶积分处理”的积分特性的伯德图。在图 6 和 7 中,在水平轴上示出频率,而在垂直轴上示出增益和相位。箭头 404 表示振动频带。对于增益,以分贝 (db) 为单位表示 HPF 积分滤波器 301 的输出与陀螺仪 4807p 的输出的比。

[0085] 在本典型实施例中,通过执行图 6 所示的“1Hz 转折频率一阶积分处理”,获得增益 601 与 1Hz 以上的频率范围内的频率成比例衰减的一阶积分特性。然而,增益在振动下限频率 1Hz 下衰减了 6db。

[0086] 此外,在 1Hz 下,如箭头 603 所示,相位 602 超前了 45 度。更具体地,不能高精度地检测到 1Hz 的振动。因此,在这种情况下,不能最佳地校正图像抖动。

[0087] 下面更具体地说明在 1Hz 下增益衰减 -6db 的原因。在 0.01Hz 或 0.1Hz 等不进行积分的频率下,增益为 -16db。如果从 1Hz 下的增益开始积分,则在 1Hz 下,增益的衰减量应为 16db。然而,在 1Hz 下,增益实际为 -22db。也就是说,在 1Hz 下,增益额外衰减了 6db。

[0088] 另一方面,在图 7 所示的“0.1Hz 转折频率一阶积分处理”中,增益 701 在振动下限频率 1Hz 下少量衰减。如箭头 703 所示,相位 702 在 1Hz 下仅超前了 5 度。因此,在这种情况下,对于 1Hz 的振动,可以高精度地校正图像抖动。

[0089] 下面参考实际振动、陀螺仪 4807p 检测到的振动和未校正的振动的波形,详细说明上述振动校正处理。

[0090] 图 8 示出振动的波形及执行“1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”和“1Hz 转折频率一阶积分处理”的结果。在图 8 所示的例子中,在水平轴上示出时间。在图的垂直轴上从上到下分别示出实际振动角度、陀螺仪 4807p 检测到的振动的角速度、HPF 处理后的振动的角速度、通过积分 HPF 处理后的角速度输出而计算出的积分角度、以及作为实际振动角度和积分角度之间的差的未校正的振动。

[0091] 参考图 8,波形 801 表示作为实际振动的下限频率的 1Hz 下的振动角度。波形 802 表示在输入振动时由陀螺仪 4807p 检测到的角速度。在陀螺仪 4807p 的实际输出中,叠加包括 DC 偏压分量和长期漂移分量 (long-term drift component)。因此,当通过执行“1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”来衰减上述噪声分量时,获得波形 803。

[0092] 波形 803 的振幅衰减至波形 802 的振幅的一半,并且波形 803 的相位超前 45 度。

由于作为振动下限频率的 1Hz 下的波形经过了“1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”，因而发生该现象。

[0093] 当上述波形 803 经过“1Hz 转折频率一阶积分处理”时，获得波形 804。由于与上述原因相似的原因，振幅衰减至波形 803 的振幅的一半，并且相位移位。与实际振动角度波形 801 相比，振幅已大大衰减，并且相位超前了 90 度。

[0094] 更具体地，由于通过一阶 HPF 使相位超前了 45 度，并且通过一阶积分进一步使相位超前了 45 度，从而相位总共超前了 90 度，因而如上所述，相位超前了 90 度。

[0095] 波形 805 是指通过运算实际振动角度波形 801 计算出的、作为实际振动和积分角度之间的差的未校正的振动。波形 805 的振幅与实际振动角度波形 801 的振幅没有大的不同。因此，几乎不能校正该频率下的图像抖动。

[0096] 图 9 示出在执行“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”和“0.1Hz 转折频率一阶积分处理”时所获得的示例性波形。

[0097] 同样，在图 9 所示的例子中，在水平轴上示出时间。在图的垂直轴上从上到下分别示出实际振动角度、陀螺仪 4807p 检测到的振动的角速度、HPF 处理后的振动的角速度、通过积分 HPF 处理后的角速度输出而计算出的积分角度、以及作为实际振动角度和积分角度之间的差的未校正的振动。

[0098] 参考图 9，波形 901 表示作为实际振动的下限频率的 1Hz 下的振动角度。波形 902 表示当输入振动时由陀螺仪 4807p 检测到的角速度。在陀螺仪 4807p 的实际输出中，叠加包括 DC 偏压分量和长期漂移分量。因此，当通过执行“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”来衰减上述噪声分量时，获得波形 903。

[0099] 波形 903 的振幅与波形 902 的振幅没有大的不同。相位从波形 902 的相位仅超前了 5 度。这是因为，如上所述，通过执行频率充分低于振动下限频率 1Hz 的“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”已经处理了角速度信号。

[0100] 当上述波形 903 经过“0.1Hz 转折频率一阶积分处理”时，获得波形 904。由于与上述原因相似的原因，波形 904 的振幅仅少量衰减。此外，与实际振动角度波形 901 相比，波形 904 的相位仅超前了 10 度。由于通过执行一阶 HPF 处理相位超前 5 度，并且在执行积分时相位进一步超前 5 度，因而相位总共超前了 10 度。

[0101] 波形 905 是指通过运算实际振动角度波形 901 计算出的、作为实际振动和积分角度之间的差的未校正的振动。波形 905 的振幅约衰减成实际振动角度波形 901 的振幅的四分之一。因此，通过在充分低于振动下限频率的频率范围内执行 HPF 处理和积分，可以有效地校正图像抖动。

[0102] 返回图 3，将来自 HPF 积分滤波器 301 的输出（角度信号 θ ）输入至灵敏度调整单元 303。灵敏度调整单元 303 根据从调焦编码器或变焦编码器输入至镜头 CPU 4808 的变焦和调焦信息 302、以及可以根据变焦和调焦信息 302 计算出的摄像倍率，放大来自 HPF 积分滤波器 301 的输出。此外，灵敏度调整单元 303 将放大后的来自 HPF 积分滤波器 301 的输出设置为角振动校正目标值。

[0103] 如上所述使用放大后的来自 HPF 积分滤波器 301 的输出作为角振动校正目标值，以相对振动校正单元 4806 的振动校正冲程 (stroke) 来校正在照相机的图像面上变化的振动校正灵敏度，其中，振动校正单元 4806 的振动校正冲程由于镜头的调焦状态或变焦状态

等光学状态的变化而改变。

[0104] 镜头 CPU 4808 将计算出的角振动校正目标值输出至驱动单元 4809, 以驱动振动校正单元 4806。从而校正图像抖动。本典型实施例以上述方式校正角振动。

[0105] 在本典型实施例中, 通过使用将平行振动校正目标值 (下面说明) 与角振动校正目标值相加所计算出的值, 来驱动振动校正单元 4806。

[0106] 图 10 示出整个振动校正处理的频率特性的例子。在图 10 所示的例子中, 在水平轴上示出时间。在垂直轴上示出增益 1001 和其相位 1002, 其中, 增益 1001 以 db 为单位表示振动校正单元 4806 的校正动作与振动角度的比。

[0107] 在图 6 和 7 所示的例子中, 将振动角速度与其积分值进行比较, 并且描述积分值的频率特性。因此, 在图 6 和 7 所示的例子中, 增益 601 或 701 与频率成比例衰减, 并且在振动频带 404 内, 相位 602 或 702 延迟 90 度。

[0108] 另一方面, 在图 10 所示的例子中, 将振动角度与角振动校正目标值进行比较, 并且描述角振动校正目标值 (通过运算由陀螺仪 4807p 检测到的振动而获得的振动角度) 的频率特性。在图 10 所示的例子中, 描述角度的比较结果。因此, 在振动频带中, 增益变得大体恒定, 并且相位大体为“0”。

[0109] 在图 10 所示的例子中, 由于上述“0.1Hz 转折频率一阶 HPF 处理”和“0.1Hz 转折频率一阶积分处理”而导致增益在波形 1001 的低频区域 (低于 0.1Hz 的频率范围) 中衰减。

[0110] 如上所述, 在图 10 所示的例子中, 比较对象不同于图 6 和 7 中的比较对象 (例如, 在图 6 和 7 所示的例子中, 相互比较振动角速度和其积分值, 而在图 10 的例子中, 相互比较角度)。因此, 图 10 所示的积分处理的波形变得与 HPF 处理的波形相似, 其中通过 HPF 处理, 0.1Hz 以下的频率衰减。

[0111] 在图 10 所示的例子中, 由于振动校正单元 4806 的机械响应特性而导致波形 1001 的高频区域 (100Hz 以上的频带) 衰减。

[0112] 如上所述, 通过执行 HPF 处理、积分处理和机械响应, 设置振动校正带。因此, 校正以箭头 404 表示的振动带中的图像抖动。

[0113] 如上所述, 当机械响应特性高时 (即如果振动校正单元对 10Hz 以上的频带没有响应), 以及当积分处理中的转折频率接近振动频带时, 不能高精度地校正图像抖动。在这点上, 在本典型实施例中, 根据振动带以高精度执行并设置 HPF 处理、积分运算和机械响应特性。

[0114] 返回图 3, 下面详细说明用于校正平行振动的结构。

[0115] 将陀螺仪 4807p 的输出输入至镜头 CPU 4808。此外, 然后将该输出输入至 HPF 积分滤波器 310。然后, HPF 积分滤波器 310 滤除该输出中的 DC 分量。此外, HPF 积分滤波器 310 对该输出执行积分, 以将角速度输出 ω 转换成角度输出 θ 。

[0116] 由于下面详细说明的原因, HPF 积分滤波器 310 的积分转折频率不同于 HPF 积分滤波器 301 的积分转折频率。

[0117] 将 HPF 积分滤波器 310 的输出输入至增益调整滤波器 (以下称为“增益调整单元”) 311。下面详细说明增益调整单元 311 的操作和作用。

[0118] 通过下面要详细说明的输出校正单元 309 来校正增益调整单元 311 的输出。此外,

使用增益调整单元 311 的输出作为平行振动校正目标值,并且将该输出与上述角振动校正目标值相加。

[0119] 此外,与上述处理同时地将陀螺仪 4807p 的输出输入至 HPF 相位调整滤波器(以下简称“HPF 相位调整单元”)304。HPF 相位调整单元 304 滤除与陀螺仪 4807p 的输出重叠的 DC 分量。另外,HPF 相位调整单元 304 调整该信号的相位。下面详细说明 HPF 转折频率和相位调整。

[0120] 通过陀螺仪带通滤波器(BPF)单元(带通单元)306 对 HPF 相位调整单元 304 的输出进行滤除以提取预定带中的频率分量。

[0121] 将 ACC 101p 的输出输入至 HPF 积分滤波器 305。HPF 积分滤波器 305 滤除叠加在 ACC 101p 上的 DC 分量。此外,HPF 积分滤波器 305 对 ACC 101p 的输出执行一阶积分,以将该输出转换成速度 V。下面详细说明 HPF 转折频率和积分转折频率。

[0122] 将 HPF 积分滤波器 305 的输出输入至 ACC BPF 单元(带通滤波器)307。ACC BPF 单元 307 仅提取预定带的频率分量。比较单元 308 比较陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACC BPF 单元 307 的输出,以计算用于校正增益调整单元 311 的输出的校正值。

[0123] 还将变焦和调焦信息 302 输入至输出校正单元 309。输出校正单元 309 基于变焦和调焦信息 302 计算摄像倍率。此外,输出校正单元 309 通过使用计算出的摄像倍率和上述校正值,校正增益调整单元 311 的输出。另外,输出校正单元 309 将校正后的输出设置为平行振动校正目标值。

[0124] 将计算出的平行振动校正目标值与上述角振动校正目标值相加。然后,将与平行振动校正目标值相加后的角振动校正目标值输出至驱动单元 4809。以上述方式,通过驱动单元 4809 驱动振动校正单元 4806,并且校正这两种图像抖动,即角振动和平行振动。

[0125] 对于上述结构,下面首先说明从比较单元 308 输出的校正值。

[0126] 图 11 示出施加至照相机的角振动 4803p 和平行振动 101pb。参考图 11,拍摄镜头 4801 的摄像光学系统的主点处的平行振动(Y)101pb 和角振动(θ)4803p 以及围绕转动中心(O)1102p 的转动半径(L)1101p 可满足下面的表达式(1)和(2):

$$[0127] \quad Y = L \theta \quad (1)$$

$$[0128] \quad V = L \omega \quad (2)$$

[0129] 其中,转动半径 L 1101p 表示转动中心 1102p 和 ACC 101p 之间的距离。

[0130] 在本典型实施例中,表达式(1)是当通过二阶积分 ACC 101p 的输出来计算位移 Y 并且一阶积分陀螺仪 4807p 的输出以计算角度 θ 时用于计算转动半径 L 的表达式。表达式(2)是当通过一阶积分 ACC 101p 的输出来计算速度 V 并且当基于陀螺仪 4807p 的输出来计算角速度 ω 时用于计算转动半径 L 的表达式。可以使用这两个表达式(1)和(2)来计算转动半径 L。

[0131] 可以通过下面的表达式(3)计算图像面上可能发生的振动 δ :

$$[0132] \quad \delta = (1 + \beta) f \theta + \beta Y \quad (3)$$

[0133] 其中,“Y”表示摄像光学系统的主点处的平行振动,“ θ ”表示摄像光学系统的振动角度,“f”表示摄像光学系统的焦距,“ β ”表示摄像倍率。

[0134] 可以基于与摄像光学系统的变焦和调焦有关的信息、摄像倍率 β 和焦距信息 f,来计算表达式(3)右边的第一项的“f”和“ β ”。可以基于陀螺仪 4807p 的积分结果来计算

振动角度 θ 。因此,参考图 3 通过使用以上所述的信息,可以校正角振动。

[0135] 可以基于 ACC 101p 的二阶积分值 Y 和可基于变焦和调焦信息 302 计算出的摄像倍率 β ,来计算表达式 (3) 右边的第二项。因此,参考图 3 通过使用以上所述的信息,可以校正平行振动。

[0136] 然而,在本典型实施例中,对于振动 δ 执行图像抖动的校正,其中,可以通过下面的表达式 (4) 获得振动 δ ,表达式 (4) 是表达式 (3) 的变形:

$$[0137] \quad \delta = (1 + \beta) f \theta + \beta L \theta \quad (4)$$

[0138] 更具体地,关于平行振动,本典型实施例不使用可基于 ACC101p 的检测结果直接计算出的位移 Y。

[0139] 在本典型实施例中,基于可根据表达式 (1) 或 (2) 计算出的转动半径 L,并且还基于陀螺仪 4807p 的输出的积分结果、与变焦和调焦有关的信息、以及可基于变焦和调焦信息计算出的摄像倍率 β ,来校正图像抖动。关于表达式 (4),右边的第一项是角振动校正目标值,右边的第二项是平行振动校正目标值。

[0140] 在本典型实施例中,ACC 101p 被设置在摄像光学系统的镜头的主点处。转动半径 L 1101p 等于转动中心 1102p 和摄像光学系统的镜头的主点之间的距离。

[0141] 可以通过二阶积分 ACC 101p 的输出来计算上述值 Y。因此,可以根据表达式 (3) 校正平行振动。然而,由于以下原因,本典型实施例使用表达式 (4) 来校正平行振动。

[0142] 图 12 是示出根据本典型实施例的 ACC 101p 的信号检测系统的例子的框图。更具体地,图 12 示出围绕转动中心 1102p(图 11) 的振动角度 θ 和当输入振动角度 θ 时可能发生的镜头主点处的平行振动的位移 Y 101pb 之间的关系。

[0143] 当将振动角度 θ 的振动输入至 ACC 101p 时,ACC 101p 检测由于该振动所引起的照相机倾斜而施加的重力分量的变化。在振动角度 θ 不大的范围内,根据所施加的重力的变化而输出的重力加速度 $\alpha 1$ (电路单元 1201 的输出)与振动角度 θ 成比例。

[0144] 可以通过将振动角度 θ 乘以转动半径 L 1101p(图 11) 获得平行振动位移 Y'(电路单元 1202 的输出)。ACC 101p 输出可以通过利用电路单元 1203 二阶微分平行振动位移 Y' 所获得的平行振动加速度 $\alpha 2$ 。

[0145] 此外,ACC 101p 的输出可以包括叠加在该输出上的噪声。在实际情况下,该噪声包括不管频率如何都恒定的噪声和根据频率而改变的噪声。在本典型实施例中,假定噪声不依赖于频率,并且与振动角度 θ 成比例地改变。

[0146] 在本典型实施例中,噪声处理电路单元 1204 输出噪声加速度 $\alpha 3$ 。从 ACC 101p 输出加速度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 和 $\alpha 3$ 的和。利用电路单元 1205 二阶积分 ACC 101p 的输出。因此,可以获得平行振动位移 Y。

[0147] 可以通过下面的表达式 (5) 表示图 12 所示的信号检测系统:

[0148]

$$Y = \left\{ \left(L - \frac{G}{\omega^2} \right) \sin(\omega t + \phi) + \frac{k}{\omega^2} \sin(\omega t + \phi) \right\} \theta \quad (5)$$

[0149] 其中,“G”表示重力加速度比例项,“L”表示转动半径,“k”表示噪声比例项,“ ω ”表示角频率。

[0150] 表达式 (5) 右边的第一项包括加速度输出(从电路单元 1201 输出的加速度 $\alpha 1$

的分量)和重力加速度输出(从电路单元 1202 输出的加速度 α_2 的分量)的项。表达式 (5) 右边的第二项包括噪声(从电路单元 1204 输出的加速度 α_3 的分量)的项。

[0151] 在本典型实施例中,将加速度输出和重力加速度输出这两者与振动角度 θ 的相位相关联,而不将噪声与振动角度 θ 的相位相关联。因此,表达式 (5) 的右边包括两个独立项。如果为了简化说明而忽略这两项各自的相位,则下面的表达式 (6) 和 (7) 可以成立:

$$[0152] \quad Y = \left(L - \frac{G-k}{\omega^2} \right) \sin \omega t \quad (6)$$

$$[0153] \quad L = \frac{G-k}{\omega^2} \quad (7)$$

[0154] 更具体地,关于平行振动的位移,重力加速度和噪声主要在低频带中表达式 (7) 的等式成立各频率(表达式 (6) 的结果为“0”的各频率)下起作用。因此,仅在高频带中可以高精度地检测平行振动的位移。

[0155] 图 13 是根据检测振动的实际结果向表达式 (6) 应用转动半径 L 等的值时的情况的伯德图。参考图 13,在水平轴上示出频率,而在垂直轴上示出相对输入振动角度 θ 的由 ACC 101p 检测到的平行振动位移 Y 的增益。用于缩放增益的缩放单位为“倍”。

[0156] 如果增益的缩放比例是一次方,则表示对于输入振动角度 θ 精确地计算平行振动 Y 。在图 13 所示的例子中,检测到 1.3Hz 下的增益 1301 非常低,这是因为重力加速度和噪声抵消了由 ACC 101p 检测到的平行振动加速度。

[0157] 此外,在图 13 所示的例子中,在 1.3Hz 以下的频带中,由于重力加速度和噪声主要在 1.3Hz 以下的频带中起作用,因而 ACC 101p 的输出随着频率变低而增大。另一方面,如箭头 1302 所示,在 1.3Hz 以上,ACC 101p 检测到的输出的精度高。

[0158] 如图 13 所示的例子中的箭头 404 所示,振动带的范围从 1 到 10Hz,在该范围内,重力加速度和噪声起作用。因此,不能利用 ACC 101p 检测平行振动。在这点上,为了通过使用 ACC 101p 的精确频带(以箭头 1302 表示)来检测平行振动,本典型实施例使用表达式 (4) 来代替表达式 (3)。

[0159] 更具体地,本典型实施例通过比较加速度输出一阶积分值和角速度输出,或者通过比较加速度输出二阶积分值和角速度输出一阶积分值,来计算转动半径 L 。此外,本典型实施例使用用于基于计算出的转动半径 L 和角速度输出计算平行振动分量的表达式。

[0160] 本典型实施例比较 ACC 101p 的输出和陀螺仪 4807p 的输出(将加速度输出除以角速度输出),以计算转动半径 L 。在这点上,本典型实施例通过仅在箭头 1302(图 13)所表示的带中提取和比较加速度输出和角速度输出,来抑制或降低受到重力加速度和噪声的上述影响。

[0161] 在本典型实施例中,图 3 所示的陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACCBPF 单元 307 两者是仅在 5Hz 带中提取输出的相同带通滤波器(BPF)。图 14 示出陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACC BPF 单元 307 的特性。

[0162] 在图 14 所示的例子中,在水平轴上示出频率,而在垂直轴上示出陀螺仪 BPF 单元 306 或 ACC BPF 单元 307 的输出与输入的 HPF 相位调整单元 304 或 HPF 积分滤波器 305 的输出的比的增益 1401 和相位 1402。以 db 为单位表示增益 1401。

[0163] 关于滤波器特性,5Hz 信号通过滤波器,但是 0.5Hz 信号或 50Hz 信号被衰减。更具体地,5Hz 信号通过滤波器,并且由于 5Hz 信号的增益为 0db,因而 5Hz 信号从该滤波器原样输出。另一方面,由于 0.5Hz 信号或 50Hz 信号的增益为 -20db,因而通过该滤波器将 0.5Hz 信号或 50Hz 信号衰减成十分之一。

[0164] 如果使用高阶滤波器以更有效地指定要提取的频率,这也是有用的。更具体地,如果设置具有下面的特性的二阶 BPF 滤波器也是有用的:如图 15 的增益 1501 所示,5Hz 信号通过该滤波器(由于 5Hz 信号的增益为 0db,因而从该滤波器原样输出输入信号),但是 0.5Hz 信号或 50Hz 信号通过该滤波器被衰减(由于该信号的增益为 -40db,因而被衰减成百分之一)。

[0165] 关于相位 1502,在 5Hz 信号的情况下,与输入信号有关的输出的相位为“0”,但是,跨 5Hz 的频率可能变化很大。然而,由于仅想要比较陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACC BPF 单元 307 的输出,因而,如果来自陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACC BPF 单元 307 的输出的相位变化相同,则相位变化不会产生问题。

[0166] 关于 HPF 相位调整单元 304 和 HPF 积分滤波器 305 的转折频率,仅为了比较角速度输出和速度输出,没有必要使用与 HPF 积分滤波器 301 的转折频率相同的转折频率。因此,如果将 HPF 转折频率设置成例如 1Hz 的高频以提高滤除 DC 分量的能力,这是有用的。另外,如果速度输出也是有用的。因此,如果将积分转折频率设置成例如 1Hz 的高频,这是有用的。

[0167] 通常,在执行 HPF 处理和积分时,如果转折频率变低,则实现稳定状态所用的时间变长。在这点上,可以通过将转折频率设置成高频来减少实现稳定状态所用的时间。在这种情况下,为了提高比较精度,如果 HPF 相位调整单元 304 中发生的相位变化和 HPF 积分滤波器 305 中发生的相位变化相同,这也是有用的。

[0168] 图 16 是示出 HPF 积分滤波器 305 的特性的例子的伯德图。通过 HPF 处理滤除 ACC 101p 的输出(以下还可简称为“ACC 输出”)的 DC 分量。然后,使该输出经过积分。然后,将积分后的输出转换成速度。在图 16 所示的例子中,在水平轴上示出频率。以 db 为单位在垂直轴上示出 HPF 积分滤波器 305 的输出与加速度输出的比的增益。

[0169] 参考图 16,关于增益 1601,作为其特性,1Hz 以下的低频被衰减,并且高于 1Hz 的高频被积分(增益与频率成比例衰减)。这里,为了仅关注并特别说明要通过 ACC BPF 单元 307 提取的 5Hz 频率的情况,如箭头 1603 所示,相位 1602 相对作为积分后的理想相位的 -90 度相位有不足 23 度的延迟。因此,如果对于 HPF 相位调整单元 304 在 5Hz 频率下发生不足 23 度的延迟,这对于比较可能是有用的。

[0170] 图 17 是示出根据本典型实施例的 HPF 相位调整单元 304 的示例性特性的伯德图。通过 HPF 处理滤除陀螺仪 4807p 的输出(以下还可简称为“陀螺仪输出”)的 DC 分量。

[0171] 在图 17 所示的例子中,在水平轴上示出频率。以 db 为单位在垂直轴上示出 HPF 相位调整单元 304 的输出与陀螺仪输出的比的增益。

[0172] 参考图 17,关于增益 1701,作为特性,1Hz 以下的低频被衰减。这里,为了仅关注并特别说明要通过陀螺仪 BPF 单元 306 提取的 5Hz 频率的情况,如箭头 1703 所示,相位 1702 相对 0 度相位(积分后的理想相位)超前 23 度,这与 HPF 积分滤波器 305 中发生的相位的变化相同。这是因为,在本典型实施例中,使用还包括上述 HPF 的二阶 HPF 作为相位调整单

元。

[0173] 这里假定省略相位调整单元,并且使用类似于 HPF 积分滤波器 305 的 HPF 的一阶 HPF。在这种情况下,如图 18 所示,尽管 5Hz 下的增益 1801 的变化非常小,但是 5Hz 下的相位 1802 超前了 11 度,如图 18 中的箭头 1803 所示。在这种情况下,HPF 积分滤波器 305 的位移不是 23 度。

[0174] 因此,本典型实施例使用作为相位调整单元而另外设置的 HPF 单元,以将 HPF 积分滤波器 305 中的加速度输出的相位和 HPF 相位调整单元 304 中的角速度输出的相位的位移调整成相同水平。

[0175] 如上所述,本典型实施例比较图 14 和 15 所示的频带(以下还称为“第一频带”)中的陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的输出,其中,该频带窄于图 10 所示的频带(以下还称为“第二频带”)。利用上述结构,本典型实施例可以执行对衰减叠加在加速度输出上的重力分量和噪声之后的加速度输出和角速度输出的高精度比较。

[0176] 返回图 3,比较单元 308 通过比较陀螺仪 BPF 单元 306 的输出 ω 和 ACC BPF 单元 307 的输出 V ,利用下面的表达式 (8) 计算转动半径 L :

$$[0177] \quad L = V/\omega \quad (8)$$

[0178] 此外,通过使用计算出的转动半径 L ,本典型实施例根据上述表达式 (4) 校正图像抖动。而且,本典型实施例将由比较单元 308 计算出的转动半径 L 乘以增益调整单元 311 的输出。然后,输出校正单元 309 将结果得到的值设置为平行振动校正目标值。

[0179] 从包括诸如转动半径 L 、振动角度输出(振动角度 θ) 和摄像倍率 β (可以基于变焦和调焦信息 302 计算摄像倍率 β) 等的项的表达式 (4) 可以看出,如图 19 所示,如果将 HPF 积分滤波器 301 的输出直接乘以转动半径 L (校正值),这似乎是有用的。

[0180] 然而,本典型实施例不使用 HPF 积分滤波器 301 的输出作为校正值,而是由于下面的原因,作为如图 3 所示的专用平行振动校正单元,包括 HPF 积分滤波器 310 和增益调整单元 311。

[0181] 下面详细说明图 3 所示的增益调整单元 311 的功能。如上所述,可以通过使用表达式 (8) 计算转动半径 L 。然而,严格地说,对于要提取的各频率,转动半径 L 可以不同。

[0182] 图 20 示出当图 3 所示的陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACC BPF 单元 307 要提取的频率的范围是 1 ~ 10Hz 时的转动半径 L 的示例性变化。

[0183] 在图 20 所示的例子中,在水平轴上示出频率。以 db 为单位在垂直轴上示出各频率的转动半径 L 与 5Hz 频率下的转动半径 L 的比。

[0184] 参考图 20,转动半径 L 的变化 2001 与频率成比例减小。特别地,转动半径 L 的减小 2001 表示围绕照相机和拍摄者之间的接触点(例如,拍摄者的面部)发生了高频振动。频率变得越低,转动中心变得距离照相机越远(例如,从拍摄者的面部到肘部)。因此,针对各频率计算出不同的转动半径 L 。

[0185] 然而,没有提供输出校正单元 309 可以用来缩放角速度积分输出(振动角度 θ) 的多个校正值。因此,增益调整单元 311 对 HPF 积分滤波器 310 的角速度积分输出(振动角度 θ) 提供不同特性。因此,即使当执行与特定校正值的相乘时,本典型实施例也可以获得各频率的最佳平行振动校正目标值。因此,增益调整单元 311 通过调整作为与校正值相乘的对象来自陀螺仪 4807p 的积分输出的特性,来调整在相乘时用作校正值的转动半径

L 的变化。

[0186] 图 21 是示出根据本典型实施例的增益调整单元 311 的例子的伯德图。在图 21 所示的例子中,在水平轴上示出频率。以 db 为单位在垂直轴上示出增益调整单元 311 的输出与 HPF 积分滤波器 310 的输出的比。在垂直轴上还示出输出的相位。

[0187] 在图 21 所示的例子中,增益 2101 的频率变得越高,输出与频率的升高基本成比例衰减得越多。在这点上,例如,当在 5Hz 频率下提取的情况下,输出校正单元 309 将增益调整单元 311 的输出乘以作为特定校正值的转动半径 L 时,则可以获得与在下面的情况下所获得的结果类似的结果:对于各频率,将 HPF 积分滤波器 310 的输出乘以不同的转动半径 L(图 20)。因此,如图 20 所示,表观频率依赖特性 (apparent frequency-dependent characteristic) 可适用于转动半径 L。

[0188] 然而,在图 21 所示的例子中,相位 2102 在振动带 404 中极大地移位。在这点上,在频率 1Hz 下,如箭头 2103 所示,相位延迟了 18 度。在这点上,为了抵消相位的延迟,在本典型实施例中,HPF 积分滤波器 310 的特性不同于 HPF 积分滤波器 301 的特性。

[0189] 如上所述,对于 HPF 和积分这两者,将 HPF 积分滤波器 301 的转折频率设置成频率 0.1Hz。因此,本典型实施例将振动下限频率 1Hz 下的相移减小。另一方面,在本典型实施例中,将 HPF 积分滤波器 310 的积分转折频率设置成 0.5Hz。

[0190] 图 22 是示出根据本典型实施例的 HPF 积分滤波器 310 的伯德图。在图 22 所示的例子中,在水平轴上示出频率。以 db 为单位在垂直轴上示出 HPF 积分滤波器 310 的输出与陀螺仪的输出的比。在垂直轴上还示出输出的相位。

[0191] 参考图 22,增益 2201 在振动带 404 中具有充分的积分特性。也就是说,在振动带 404 中,输出与频率成比例减小。然而,如箭头 2203 所示,相位 2202 的相位延迟在振动下限频率下不足 34 度。更具体地,当发生 90 度相位延迟是适当的时,实际发生了仅 56 度的相位延迟。

[0192] 然而,关于已通过 HPF 积分滤波器 310 和增益调整单元 311 这两者的来自陀螺仪的信号,增益调整之后的相位延迟可以抵消 HPF 积分滤波器 310 中的相位延迟的不足。

[0193] 图 23 是示出根据本典型实施例已通过 HPF 积分滤波器 310 和增益调整单元 311 这两者从陀螺仪输出的信号的示例性特性的伯德图。在图 23 所示的例子中,在水平轴上示出频率。以 db 为单位在垂直轴上示出 HPF 积分滤波器 310 的输出与陀螺仪输出的比。在垂直轴上还示出输出的相位。

[0194] 参考图 23,关于增益 2301,在振动带 404 中获得充分的积分特性(即输出与频率成比例地减小)和用于校正转动半径对于频率的依赖性的特性。关于相位 2302,在振动带 404 中,如箭头 2303 所示,在振动下限频率下发生了仅 16 度的相对小的相位不足。

[0195] 如上所述,如果输出校正单元 309 将增益调整单元 311 的输出乘以作为特定校正值的 5Hz 频率下的转动半径 L,则可以获得与对于各频率将 HPF 积分滤波器 310 的输出乘以不同转动半径 L(图 20)的结果大体类似的结果。

[0196] 如以上参考图 3 所述,本典型实施例包括陀螺仪 BPF 单元 306 和 ACC BPF 单元 307。此外,本典型实施例在窄于图 10 所示的频带(第二频带)的、图 14 和 15 所示的频带(第一频带)中比较陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的输出。因此,本典型实施例可以执行对衰减叠加在加速度输出上的重力分量和噪声之后的加速度输出和角速度输出的高精度比较。

[0197] 此外,本典型实施例根据陀螺仪 4807p 的输出来计算角振动校正目标值和平行振动校正目标值。在这点上,如图 3 所示,本典型实施例利用 HPF 积分滤波器 301 计算角振动校正目标值,并且利用 HPF 积分滤波器 310 计算平行振动校正目标值。

[0198] 更具体地,在本典型实施例中,角振动的频带和平行振动的频带相互不同。此外,本典型实施例通过使用增益调整单元 311,设置与角振动校正目标值的计算中所使用的频率特性不同的频率特性。

[0199] 利用上述结构,本典型实施例可以高精度地校正角振动和平行振动中的每一个。用于在窄频带(第一频带)中提取角速度输出和加速度输出的上述方法不局限于 BPF 处理。

[0200] 图 24 示出根据本典型实施例的图像稳定控制设备的另一示例性结构,其中,该图像稳定控制设备被配置成利用傅立叶变换计算期望执行比较的频率下的陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的谱,并且利用比较单元 308 对该结果进行比较。

[0201] 参考图 24,陀螺仪傅立叶变换单元 2401 和 ACC 傅立叶变换单元 2402 各自通过将陀螺仪输出和 ACC 输出乘以要提取的频率分量并且积分相乘结果来计算谱。

[0202] 可以通过下面的表达式 (9) 表示 ACC 101p 的谱,同时可以通过下面的表达式 (10) 表示陀螺仪的谱。这里注意,考虑到关于相位的说明(下面说明),不通过复杂正弦波来表示表达式 (9) 和 (10)。

$$[0203] \quad V_F = \sqrt{\left(\sum_{i=0}^{\frac{n}{f}} G(t) \sin 2\pi f t \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^{\frac{n}{f}} G(t) \cos 2\pi f t \right)^2} \quad (9)$$

$$[0204] \quad \omega_F = \sqrt{\left(\sum_{i=0}^{\frac{n}{f}} H(t) \sin 2\pi f t \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^{\frac{n}{f}} H(t) \cos 2\pi f t \right)^2} \quad (10)$$

[0205] 其中,“f”表示要提取的频率(例如, f = 5Hz),“n”表示整数(例如, n = 1),“G(t)”表示在要提取的频率下在速度的各采样时刻的输出,“H(t)”表示在要提取的频率下在角速度的各采样时刻的输出。

[0206] 表达式 (9) 和 (10) 分别表示要提取的频率的整数倍周期的正弦波和余弦波的定积分值的合成。在通过使用表达式 (9) 和 (10) 的计算结果计算出速度和角速度之后,可以通过使用表达式 (8) 来计算转动半径 L。

[0207] 在图 3 所示的例子中,通过使用使 ACC 101p 的积分输出(速度)的频率分量通过的 BPF,计算要提取的频率分量的速度的大小。此外,通过使用使陀螺仪 4807p 输出的频率分量通过的 BPF,计算要提取的频率分量的速度的大小。而且,通过比较结果得到的频率分量的大小,计算转动半径 L。

[0208] 在图 24 所示的例子中,本典型实施例利用傅立叶变换计算 ACC 101p 的积分输出(速度)的要提取的频率分量的谱。相似地,本典型实施例利用傅立叶变换计算陀螺仪 4807p 的输出的频率分量的谱。此外,本典型实施例比较该谱以计算转动半径 L。

[0209] 在本典型实施例中,代替图 24 所示的 HPF 相位调整单元 304 和 HPF 积分滤波器 305,而设置 HPF 积分相位调整单元 2501 和 2601 以及 HPF 二阶积分滤波器 2502 和 2602,如图 25 和 26 所示。

[0210] 如果通过使用下面的表达式 (11) 来计算转动半径 L,这也是有用的,其中,表达式 (11) 包括角度 θ 和位移 Y 等项,角度 θ 是陀螺仪 4807p 的输出 ω 的积分,位移 Y 通过二阶积分 ACC 101p 的输出 α 来计算。

$$[0211] \quad L = Y / \theta \quad (11)$$

[0212] 以上述方式,通过积分角速度输出和二阶积分加速度,可以降低源自高频分量的噪声的影响。因此,本典型实施例可以稳定且确保计算出转动半径 L。

[0213] 这里,在下面详细说明作为应用表达式 (8) 或 (11) 的结果、用于实际计算转动半径 L 的方法。在使用表达式 (11) 的方法中,执行与使用表达式 (8) 的情况下的处理类似的处理,其中,在表达式 (11) 中,比较角度 θ 和位移 Y 以计算 L。

[0214] 当使用 BPF 时,如图 27 所示,以预定时间周期的间隔对 HPF 相位调整单元 304 的输出波形 2701 和 HPF 积分滤波器 305 的输出波形 2702 进行采样。将输出波形 2701 的采样结果设置为角速度 $\omega 1$,而将输出波形 2702 的采样结果设置为速度 V1。在图 27 所示的例子中,在水平轴上示出时间,而在垂直轴上示出 BPF 后的角速度和加速度。

[0215] 参考图 27,箭头 2703 ~ 2709 表示采样周期。箭头 2710($\omega 1$)、2711($\omega 2$)、2712($\omega 3$)、2713($\omega 4$)、2714($\omega 5$)、2715($\omega 6$) 和 2716($\omega 7$) 均表示上述采样周期中的角速度之间的差 ωn 。箭头 2717(V1)、2718(V2)、2719(V3)、2720(V4)、2721(V5)、2722(V6) 和 2723(V7) 均表示上述采样周期中的速度之间的差 Vn 。

[0216] 将所提取的频率的周期的一半设置为采样周期。在这点上,例如,如果提取 5Hz 频率,则设置 0.1 秒的采样周期。

[0217] 在本典型实施例中,使用表达式 (8),基于在周期 2703 中计算出的角速度差 $\omega 1$ 和速度差 V1,计算转动半径 L1。类似地,根据随后的采样,使用表达式 (8),基于角速度差 $\omega 2$ 和速度差 V2,计算转动半径 L2。

[0218] 通过上述方式顺序计算转动半径 L 并平均所计算出的转动半径 L,计算出稳定的转动半径 L。通过下面的表达式 (12) 计算平均值:

$$[0219] \quad L = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (12)$$

[0220] 其中,“n”表示采样操作的次数。

[0221] 本典型实施例使用以上述方式计算出的转动半径 L,并且还使用上述表达式 (4) 计算图像面上发生的振动的量,以校正图像抖动。更具体地,本典型实施例将使用表达式 (12) 计算出的转动半径 L 作为校正值输出至输出校正单元 309(图 3)。

[0222] 在本典型实施例中,代替通过使用各采样周期中的转动半径 L_i (例如,转动半径 L1) 和通过使用表达式 (4) 来计算在特定时刻图像面上的振动量以校正特定时刻发生的图像抖动,而计算针对采样周期计算出的转动半径 L 的平均值,并且通过使用表达式 (4),基于计算出的平均值来计算图像面上发生的振动的量。在这点上,下面是采用该结构的原

因。

[0223] 角速度输出和加速度输出自然包括大量噪声分量。因此,仅针对一个周期计算出的转动半径 L 的可靠性低。在这点上,本典型实施例使用转动半径 L 的平均值以计算稳定的转动半径 L。

[0224] 如上所述,本典型实施例基于各周期中的采样的结果,计算转动半径 L。然而,本典型实施例不局限于此。例如,可以使用利用波形的峰的方法或利用波形的面积的方法。

[0225] 图 28 示出利用波形的峰的方法的例子。在图 28 所示的例子中,在水平轴示出时间,而在垂直轴上示出 BPF 后的角速度和加速度。

[0226] 参考图 28,箭头 2801、2802 和 2803 是采样周期。箭头 2804 (ω_1)、2805 (ω_2) 和 2806 (ω_3) 均表示采样周期期间最大值和最小值之间的角速度差 ω_n 。箭头 2807 (V1)、2808 (V2) 和 2809 (V3) 均表示采样周期期间的速度差 V_n 。

[0227] 将所提取的频率的一个周期设置为采样周期。在这点上,例如,如果提取 5Hz 频率,则设置 0.2 秒的采样周期。

[0228] 在本典型实施例中,基于在周期 2801 中计算出的角速度差 ω_1 和速度差 V1,并且通过使用表达式 (8),计算转动半径 L1。类似地,根据随后的采样,基于角速度差 ω_2 和速度差 V2,并且通过使用表达式 (8),计算转动半径 L2。

[0229] 通过上述方式顺序计算转动半径 L 并且平均计算出的转动半径 L,通过使用上面的表达式 (12) 计算稳定的转动半径 L。

[0230] 图 29 示出利用波形的面积的方法的例子。在图 29 所示的例子中,在水平轴上示出时间,而在垂直轴上示出 BPF 后的角速度和通过积分加速度计算出的速度。

[0231] 参考图 29,波形 2901 表示角速度输出 (HPF 相位调整单元 304 的输出) 的绝对值的波形。波形 2902 表示速度输出 (HPF 积分滤波器 305 的输出) 的绝对值的波形。

[0232] 箭头 2903 表示采样期间,该采样期间例如为从按下照相机的主电源开关起到开始拍摄为止的时间段。该采样期间还可以是从半按下照相机的释放按钮 4804a 起到开始拍摄为止的时间段、或者是从照相机的姿势已变得稳定的时刻开始到完成聚焦于被摄体或到检测到被摄体距离的时刻为止的时间段。在以阴影线表示的采样期间 2903,本典型实施例计算波形 2901 的面积 2904 和波形 2902 的面积 2905。

[0233] 面积 2904 (S_ω) 和面积 2905 (S_v) 可以满足下面的条件 (13) 和 (14) :

$$[0234] \quad S_\omega = \sum_{i=0}^T t_i |\omega_i| \quad (13)$$

$$[0235] \quad S_v = \sum_{i=0}^T t_i |V_i| \quad (14)$$

[0236] 其中,“T”表示采样期间 2903。

[0237] 因此,可以通过下面用于计算转动半径 L 的平均值的表达式 (15) 来计算转动半径 L :

$$[0238] \quad L = \frac{S_V}{S_\omega} = \frac{\sum_{t=0}^T t|V_t|}{\sum_{t=0}^T t|\omega_t|} \quad (15)$$

[0239] 如上所述,通过使用采样期间的面积,可以计算出不受噪声或瞬时干扰影响的稳定的转动半径 L。

[0240] 这里,在下面详细说明基于如图 24 所示通过执行傅立叶变换而不是执行 BPF 计算谱的结果来计算转动半径 L 的方法。

[0241] 在该方法中,首先,通过使用表达式 (9) 和 (10) 计算通过积分加速度输出所计算出的速度的谱 VF 和谱 ωF 。然后,通过使用下面的表达式 (16) 计算转动半径 LF:

$$[0242] \quad LF = \frac{VF}{\omega F} \quad (16)$$

[0243] 在这种情况下,以“f”代替表达式 (9) 和 (10) 中的“n”,并且将“f”的值设置为要提取的频率的一个周期。更具体地,本典型实施例基于图 28 所示的各采样周期 2801、2802 和 2803 的谱 VF 和 ωF ,计算转动半径 LF。此外,本典型实施例平均针对各周期计算出的转动半径 LF,并且将结果得到的平均值作为校正值输出至输出校正单元 309(图 24)。

[0244] 可选地,如果通过使用表达式 (9) 和 (10) 计算采样期间 2903(图 29) 的谱 VF 和 ωF ,这也是有用的。在这种情况下,本典型实施例可以基于计算谱的结果,通过使用表达式 (16) 计算转动半径 LF。此外,在这种情况下,尽管本典型实施例没有平均转动半径 LF,但是作为计算谱 VF 和 ωF 所用的长时段的结果对谱 VF 和 ωF 进行平均。因此,本典型实施例可以计算稳定的转动半径 L。

[0245] 图 30 是示出根据本典型实施例用于校正上述角振动和平行振动的处理的时序图。在图 30 所示的例子中,在水平轴上示出时间。各垂直轴的上部表示高(Hi)状态,而各垂直轴的下部表示低(Lo)状态。

[0246] 参考图 30,状态 3001 表示照相机 4804 的主电源开关的状态(主电源的状态)。“Hi”状态表示主电源开关处于接通(on),而“Lo”状态表示“切断(off)”状态。状态 3002 表示开关 S1 的状态,通过半按下释放按钮 4804a 将开关 S1 设置为“接通”。“Hi”表示将开关 S1 设置成“接通”(半按下状态),而“Lo”表示“切断”状态(半按下释放状态)。状态 3003 表示开关 S2 的状态,通过完全按下释放按钮 4804a 将开关 S2 设置成“接通”。“Hi”表示将开关 S2 设置成“接通”(完全按下状态),而“Lo”表示“切断”状态(半按下状态)。

[0247] 操作 3004 表示用于驱动快速复原镜、快门或光圈的操作。更具体地,操作 3004 表示用于确保对于将被摄体信息存储在图像传感器 4805 上最佳的拍摄光路的操作。“Hi”表示“操作进行”状态。“Lo”表示操作暂停状态。

[0248] 状态 3005 表示用于将被摄体信息存储在图像传感器 4805 上的曝光操作的状态。“Hi”表示“操作进行”状态。“Lo”表示复位被摄体信息的存储。在实际操作中,除曝光操作以外,还执行用于将被摄体信息存储在图像传感器 4805 上并且将被摄体的图像显示在设置于照相机机体背面的监视器上的操作。然而,由于该操作对于本发明来说并非必不可少,因而图 30 未示出该操作。

[0249] 状态 3006 表示焦点检测操作的状态,该焦点检测操作用于利用自动调焦 (AF) 传感器 (未示出) 检测已通过镜头 4801 的摄像光学系统的被摄体光束的调焦状态。“Hi”表示“焦点检测操作进行”状态。“Lo”表示“焦点检测操作未进行”状态。

[0250] 状态 3007 表示用于驱动 AF 透镜的操作的状态,该操作被配置成:在接收到来自 AF 传感器 (未示出) 的信号之后,通过向被摄体侧移动可更换镜头 4801 的摄像光学系统的镜头单元的一部分或全部,来调整调焦状态。“Hi”表示“镜头调整操作进行”状态。“Lo”表示“镜头调整操作未进行”状态。

[0251] 状态 3008 表示用于检测陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的操作的状态。“Hi”表示“陀螺仪 (或 ACC) 检测操作进行”状态。“Lo”表示“陀螺仪 (或 ACC) 检测操作未进行”状态。

[0252] 状态 3009 表示转动半径检测操作的状态,该转动半径检测操作用于基于角速度输出和加速度输出检测转动半径 L。“Hi”表示“计算操作进行”状态。“Lo”表示“计算操作未进行”状态。

[0253] 状态 3010 表示用于利用振动校正单元 4806 校正角振动的角振动校正操作的状态。“Hi”表示“角振动校正操作进行”状态。“Lo”表示“角振动校正操作未进行”状态。

[0254] 状态 3011 表示用于利用振动校正单元 4806 校正平行振动的平行振动校正操作的状态。“Hi”表示“平行振动校正操作进行”状态。“Lo”表示“平行振动校正操作未进行”状态。

[0255] 下面参考图 30 的时序图,详细说明当在时刻 t1 按下主电源开关时对照相机 4804 的各组件所执行的上述操作。

[0256] 参考图 30,在时刻 t2,拍摄者半按下释放按钮 4804a (开关 S1 处于“接通”状态) (状态 3002 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。与释放按钮 4804a 的半按下同步地,AF 传感器 (未示出) 开始检测调焦状态 (状态 3006 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。另外,陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 开始它们的操作 (状态 3008 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0257] 如果拍摄者半按下了释放按钮 4804a,则照相机处于用于拍摄被摄体的稳定状态 (处于对照相机没有施加大的振动的状态)。因此,在这种状态下,本典型实施例可以执行 ACC 101p 和陀螺仪 4807p 的稳定计算。

[0258] 在这种状态下,基于 ACC 101p 和陀螺仪 4807p 的输出,开始转动半径 L 的计算 (状态 3009 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。另外,开始角振动的校正 (状态 3010 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0259] 在时刻 t3,在基于来自 AF 传感器 (未示出) 的信号计算出摄像光学系统的调焦状态之后,通过向被摄体侧移动摄像光学系统的一部分或全部,来调整调焦状态 (状态 3007 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。同时,因为由于通过驱动摄像光学系统所引起的对 ACC 101p 施加的振动而导致不能精确检测到振动,因而暂停转动半径 L 的计算 (状态 3009 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0260] 由于下面的原因,在时刻 t3 暂停转动半径 L 的计算。

[0261] 如以上参考图 3 所述,对于 ACC 101p 的输出,本典型实施例仅提取特定频率 (例如,5Hz)。因此,尽管上述驱动噪声应衰减成无影响水平,但是,如果在不利的工作条件下例如由于透镜的驱动而存在过大振动,则 ACC 101p 的输出预期可能变得饱和。

[0262] 如果加速度输出饱和,则不能检测到所有频带中的振动。在这种情况下,ACC 101p

仅输出错误信号。如果通过使用该错误信号来计算转动半径 L,则可能不适当且不充分地校正平行振动。

[0263] 为了防止此情况发生,本典型实施例在用于调焦的透镜(调焦透镜)驱动操作期间暂停计算转动半径 L。

[0264] 通过使用具有宽加速度检测范围的 ACC(能够检测非常高的加速度的 ACC),可以抑制由于源自透镜驱动的振动而可能发生的饱和。然而,这类具有宽检测范围的 ACC 检测振动等微小加速度的精度低。因此,如果使用这种类型的 ACC,则不能检测到稳定的转动半径。

[0265] 在这点上,本典型实施例使用具有高振动检测精度的 ACC,尽管该 ACC 的加速度检测范围相对较窄。因此,本典型实施例防止使用在输入源自干扰的振动时输出的 ACC 信号来计算转动半径。

[0266] 在时刻 t4,透镜到达目标位置,并且停止驱动透镜(状态 3007 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。与暂停驱动透镜同步地,AF 传感器(未示出)再次检测调焦状态,以判断是否实现了想要的调焦状态(状态 3006 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0267] 在时刻 t5,由于判断为实现了 AF 的想要的调焦状态,因而结束检测调焦状态(状态 3006 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。另一方面,如果判断为没有实现想要的调焦状态,则再次驱动透镜以重复调整调焦状态,直到实现了想要的调焦状态为止。

[0268] 另外,如果判断为实现了想要的调焦状态,则因为在时刻 t5 及时刻 t5 之后,不存在向 ACC 施加由于透镜驱动而发生的干扰振动的可能性,因而重新开始用于计算转动半径的操作(状态 3006 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0269] 当在时刻 t5 停止驱动透镜时,本典型实施例基于镜头单元的驱动量,计算被摄体距离。此外,本典型实施例基于变焦信息计算摄像倍率,并且在设置平行振动校正目标值时使用计算出的摄像倍率。

[0270] 在时刻 t6,当拍摄者完全按下释放按钮 4804a 时,开关 S2 处于“接通”状态(状态 3003 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。与完全按下释放按钮 4804a 同步地,本典型实施例使得可更换镜头 4801 的光圈工作,执行照相机 4804 的快速复原镜的镜上升(mirror-up)操作,并且打开快门(状态 3004 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0271] 另外,本典型实施例停止计算转动半径 L(状态 3009 从“Hi”状态变换成“Lo”状态),以防止由于因光圈的孔径缩小、快速复原镜的镜上升操作或打开快门等操作而发生的振动所引起的 ACC 101p 的饱和,使得转动半径 L 的计算精度下降。

[0272] 在时刻 t7,本典型实施例开始曝光操作(状态 3005 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。与开始曝光操作同步地,开始平行振动的校正(状态 3011 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0273] 本典型实施例使用下面的平均值的平均作为校正平行振动时的转动半径 L:在时刻 t2~时刻 t3 的时间段期间计算出的转动半径 L 的平均值和时刻 t5~时刻 t6 的时间段期间计算出的转动半径 L 的平均值。

[0274] 在时刻 t8,结束曝光(状态 3005 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。此外,也结束平行振动的校正(状态 3011 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0275] 如上所述,本典型实施例仅在曝光时间段期间执行平行振动的校正。这是因为,如

果除角振动的校正以外,还执行平行振动的校正,则需要振动校正单元 4806 的大量冲程来进行校正,结果导致需要大尺寸的振动校正单元 4806,这也导致可更换镜头 4801 的可操作性下降。

[0276] 因此,本典型实施例在曝光期间的短的时间段期间执行平行振动的校正,并且在曝光期间之后返回到用于仅执行角振动的校正的模式。

[0277] 在时刻 t_8 和时刻 t_9 期间,本典型实施例关闭快门,打开光圈的孔径,并且执行快速复原镜的镜下降操作(状态 3004 处于“Hi”状态)。另外,本典型实施例暂停计算转动半径 L ,直到时刻 t_9 到达为止(状态 3009 处于“Lo”状态),以防止转动半径 L 的计算精度下降,否则如上所述,可能由于因在增大光圈的孔径、执行快速复原镜的镜下降操作或者关闭快门时发生的振动而引起的 ACC 的饱和,导致发生转动半径 L 的计算精度下降。

[0278] 在时刻 t_9 ,重新开始计算转动半径 L (状态 3009 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。在时刻 t_{10} ,用户释放释放按钮 4804a 的完全按下(开关 S2 处于“接通”状态),并且开关 S2 变换成半按下状态(状态 3003 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0279] 在时刻 t_{11} ,通过完全按下释放按钮 4804a,开关 S2 再次处于“接通”状态(状态 3003 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。与完全按下释放按钮 4804a 同步地,在时刻 t_{12} 之前,本典型实施例增大可更换镜头 4801 的光圈的孔径,执行照相机 4804 的快速复原镜的镜上升操作,并且打开快门(状态 3004 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。此外,本典型实施例暂停计算转动半径 L (状态 3009 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0280] 在时刻 t_{12} ,本典型实施例开始曝光(状态 3005 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。与开始曝光同步地,开始平行振动的校正(状态 3011 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0281] 本典型实施例使用下面的平均值的平均作为校正平行振动时的转动半径 L :在时刻 t_2 ~时刻 t_3 的时间段期间计算出的转动半径 L 的平均值、在时刻 t_5 ~时刻 t_6 的时间段期间计算出的转动半径 L 的平均值和时刻 t_9 ~时刻 t_{11} 的时间段期间计算出的转动半径 L 的平均值。

[0282] 如上所述,在正半按下释放按钮 4804a 的时间段期间(开关 S1 处于“接通”状态),不复位转动半径 L ,并且计算累积转动半径 L 的平均。

[0283] 在时刻 t_{13} ,结束曝光(状态 3005 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。此外,还结束平行振动的校正(状态 3011 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。在时刻 t_{13} 和时刻 t_{14} 期间,本典型实施例关闭快门,释放缩小的光圈孔径,并且执行照相机 4804 的快速复原镜的镜下降操作(状态 3004 处于“Hi”状态)。

[0284] 此外,在时刻 t_{11} ~时刻 t_{14} 的时间段期间,暂停转动半径 L 的计算(状态 3009 处于“Lo”状态)。在时刻 t_{14} ,重新开始转动半径 L 的计算(状态 3009 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0285] 在时刻 t_{15} ,释放释放按钮 4804a 的完全按下(开关 S2 处于“接通”状态)。也就是说,释放按钮 4804a 变换成半按下状态(开关 S1 处于“接通”状态)(状态 3003 从“Lo”状态变换成“Hi”状态)。

[0286] 在时刻 t_{16} ,释放释放按钮 4804a 的半按下(开关 S1 处于“接通”状态)(状态 3002 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。与释放释放按钮 4804a 的半按下同步地,本典型实施例暂停计算转动半径 L (状态 3009 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0287] 此外,使已用于计算转动半径 L 的 averages 转动半径 L 的累积值复位,这是因为,由于在拍摄者半按下释放按钮 4804a(开关 S1 处于“接通”状态)时的时刻保持照相机机体 4804 的方法的可能变化,因而不能验证是否可以原样使用累积的计算出的转动半径 L 来校正平行振动。因此,当拍摄者再次半按下释放按钮 4804a 时,本典型实施例新计算转动半径 L 。

[0288] 在从时刻 t_{16} 经过预定时间长度(例如,四秒)之后的时刻 t_{17} ,暂停陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的操作(状态 3008 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。此外,还暂停角振动的校正(状态 3010 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0289] 在时刻 t_{15} ,如上所述,当拍摄者再次半按下释放按钮 4804a(开关 S1 处于“接通”状态)时,不暂停陀螺仪 4807p 和 ACC101p 的操作和角振动的校正,以立即执行角振动的校正。

[0290] 在时刻 t_{18} ,切断照相机的电源(状态 3001 从“Hi”状态变换成“Lo”状态)。

[0291] 尽管在图 30 的时序图中未示出,但是,当极大改变了照相机的姿势时,本典型实施例暂停计算转动半径 L ,从而不使用在极大改变了照相机的姿势之后的时间段期间检测到的转动半径 L 作为用于计算转动半径 L 的 averages 的因子。这是因为,如果摇动照相机,或者如果执行用于极大改变照相机的姿势的任何操作,则与拍摄者保持照相机以拍摄被摄体时的转动半径相比,转动半径可能发生改变,从而所计算出的转动半径 L 可能降低校正平行振动的精度。

[0292] 在这点上,如果陀螺仪 4807p 的输出超过了预定值(例如,3deg/s)预定时间长度(例如,0.5 秒),则本典型实施例复位由此累积的转动半径 L ,并且当陀螺仪 4807p 的输出变低时,新计算转动半径 L 。类似地,如果 ACC 101p 的输出超过预定水平的变化(例如,0.2G)预定时间长度(例如,0.5 秒),则本典型实施例判断为照相机的姿势被极大地改变。此外,本典型实施例复位由此计算出的转动半径 L ,并且当 ACC 101p 的输出的变化变小时,新计算转动半径 L 。

[0293] 如果紧挨在时刻 t_2 开始转动半径 L 的检测之后,拍摄者在时刻 t_6 完全按下释放按钮 4804a,则可能不适当地执行转动半径 L 的计算。在这种情况下,本典型实施例通过使用预定转动半径 L 来校正平行振动。

[0294] 如上所述,各频率的振动的转动中心不同。在这点上,高频振动的转动中心位于照相机的目镜单元处,而低频振动的转动中心位于拍摄者的腰部附近。本典型实施例利用具有图 21 所示的特性的增益调整单元 311,以获取并计算不同频率水平的不同转动半径。

[0295] 由于 5Hz 频率周围的振动的转动中心位于照相机的目镜单元附近,因而,如果没有可使用的转动半径 L ,则如图 31 所示,本典型实施例将从照相机的目镜单元到摄像光学系统的主点位置的距离设置为转动半径 3101 的初始值。

[0296] 参考图 31,照相机的目镜单元设置在箭头 3102 所表示的位置处。本典型实施例将转动中心 3104 和摄像光学系统的主点 3105 的距离设置为转动半径 3101,其中,转动中心 3104 位于以箭头 3102 所表示的位置和光轴 3103 的交点处。这是因为,由于振动校正单元的校正方向定向在与光轴 3103 垂直的方向上,因而仅要校正该方向上的平行振动分量。

[0297] 如果紧挨在时刻 t_2 半按下释放按钮 4804a 之后,拍摄者在时刻 t_6 完全按下了释放按钮 4804a,则本典型实施例通过使用该初始值校正平行振动。另一方面,如果在时刻 t_2

半按下释放按钮 4804a 之后,拍摄者需要足够的时间以在时刻 t_6 完全按下释放按钮 4804a,则本典型实施例使用计算出的转动半径 L 。

[0298] 而且,由于受保持照相机机体的状态的影响,因而计算出的转动半径 L 可能大大改变。在这点上,如果拍摄者保持照相机处于几乎无振动发生的状态下,则由于几乎没有振动发生,因而陀螺仪的输出可能变得非常小。

[0299] 在这种情况下,如果将 DC 偏压分量叠加在通过积分 ACC101p 的输出所计算出的速度输出上,并由此输入预定水平的输出,则由表达式 (8) 计算出的转动半径 L 可能具有非常大的值。在这种情况下,本典型实施例不使用计算出的转动半径 L ,而通过使用转动半径 L 的初始值来校正平行振动。更具体地,如果角速度输出极小,或者计算出的转动半径等于或超过预定值(如果计算出的转动半径等于或超过从摄像光学系统的主点到拍摄者的腰部的距离),则本典型实施例通过使用转动半径 L 的初始值来校正平行振动。

[0300] 图 32 是示出上述结构的例子的流程图。当接通照相机的电源时,开始根据图 32 的流程的处理。在图 32 所示的例子中,为了更易于理解本发明的主要结构,省略电池检查操作、测光操作、焦点检测操作、AF 用透镜的驱动、用于向闪光灯单元充电的操作或拍摄的操作等照相机所执行的各种控制操作。

[0301] 在下面的示例性流程中,通过陀螺仪 4807p 检测照相机的角振动 4803p,并且通过 ACC 101p 检测照相机的平行振动 101pb。在这点上,如果通过陀螺仪 4807y 检测照相机的角振动 4803y,并且通过 ACC 101y 检测照相机的平行振动 101yb,则执行相同流程。此外,如果在图 32 的流程图的任何步骤期间切断照相机的电源,则结束该流程图的处理。

[0302] 参考图 32,在步骤 S3201,镜头 CPU 4808 判断拍摄者是否半按下了释放按钮 4804a(开关 S1 处于“接通”状态)。如果判断为拍摄者半按下了释放按钮 4804a(开关 S1 处于“接通”状态)(步骤 S3201 为“是”),则处理进入步骤 S3202。

[0303] 在步骤 S3202,镜头 CPU 4808 启动陀螺仪 4807p 和 ACC101p,并且开始检测振动。同时,镜头 CPU 4808 启动 AF 传感器(未示出),并且开始检测调焦状态。在本典型实施例中,由于拍摄者将照相机定向至被摄体,并且照相机由此处于稳定保持状态直到拍摄者半按下释放按钮 4804a 为止,因而,在拍摄者半按下了释放按钮 4804a 之后,镜头 CPU 4808 启动陀螺仪 4807p、ACC 101p 和 AF 传感器(未示出)。

[0304] 在步骤 S3203,镜头 CPU 4808 判断是否获取了陀螺仪 4807p 的角振动校正目标值。如果判断为获取了陀螺仪 4807p 的角振动校正目标值(步骤 S3203 为“是”),则处理进入步骤 S3204。另一方面,如果判断为没有获取到陀螺仪 4807p 的角振动校正目标值(步骤 S3203 为“否”),则处理进入步骤 S3228。由于在实现陀螺仪 4807p 的积分输出稳定之前需要特定时间(例如,0.5 秒),因而在陀螺仪 4807p 的积分输出(HPF 积分滤波器 301(图 3)的输出)变得稳定之前,不校正角振动。

[0305] 在步骤 S3204,镜头 CPU 4808 驱动振动校正单元 4806,并且开始校正角振动,但是此时不校正平行振动。在步骤 S3205,镜头 CPU 4808 判断是否完成了 AF。如果判断为完成了 AF(步骤 S3205 为“是”),则处理进入步骤 S3206。另一方面,如果判断为没有完成 AF(步骤 S3205 为“否”),则处理进入步骤 S3228。

[0306] 这里,在下面详细说明如果在步骤 S3205 判断为没有完成 AF 所执行的处理。

[0307] 在步骤 S3205 中判断为没有完成 AF 之后的步骤中(在步骤 S3228 中),本典型实

施例从陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的输出中提取想要的频率分量,并且如上所述,比较所提取的频率分量以计算转动半径。此外,本典型实施例累积存储周期性计算出的转动半径 L。

[0308] 在步骤 S3229,镜头 CPU 4808 判断是否完成了调焦状态的检测。如果判断为完成了调焦状态的检测(步骤 S3229 为“是”),则处理进入步骤 S3230。另一方面,如果判断为没有完成调焦状态的检测(步骤 S3229 为“否”),则处理进入步骤 S3234。

[0309] 在步骤 S3234,镜头 CPU 4808 判断是否释放了释放按钮 4804a 的半按下(开关 S1 处于“切断”状态)。如果判断为释放了释放按钮 4804a 的半按下(步骤 S3234 为“是”),则处理返回到步骤 S3201。在步骤 S3201,镜头 CPU 4808 等待,直到拍摄者半按下释放按钮 4804a 为止。另一方面,如果判断为没有释放释放按钮 4804a 的半按下(步骤 S3234 为“否”),则处理返回到步骤 S3203。在步骤 S3203,镜头 CPU 4808 判断是否获取了陀螺仪 4807p 的角振动校正目标值(是否可以校正角振动)。

[0310] 如果在步骤 S3203 再次判断为不能校正角振动(步骤 S3203 为“否”),则处理进入步骤 S3228。在步骤 S3229,镜头 CPU 4808 再次判断是否完成了调焦状态的检测。

[0311] 此外,如果角振动的校正就绪,则处理从步骤 S3203 进入步骤 S3204。在步骤 S3204,镜头 CPU 4808 开始角振动的校正。在步骤 S3205,镜头 CPU 4808 判断是否完成了 AF。如果该流程以上述方式进行,则没有完成 AF。因此,处理进入步骤 S3228。在步骤 S3229,镜头 CPU 4808 再次判断是否完成了调焦状态的检测。

[0312] 如果判断为完成了调焦状态的检测(步骤 S3229 为“是”),则处理进入步骤 S3230。在步骤 S3230,镜头 CPU 4808 暂停转动半径 L 的检测,以防止由于在 ACC 输出上叠加噪声而获取到不适当的转动半径 L,其中由于要在随后的步骤中执行的调焦用透镜的驱动而可能发生所述噪声。

[0313] 在步骤 S3231,镜头 CPU 4808 驱动调焦用透镜。在步骤 S3232,镜头 CPU 4808 判断是否完成了该透镜的驱动。如果判断为完成了该透镜的驱动(步骤 S3232 为“是”),则处理进入步骤 S3233。在步骤 S3233,镜头 CPU 4808 停止驱动该透镜。

[0314] 另一方面,如果判断为没有完成该透镜的驱动(步骤 S3232 为“否”),则处理从步骤 S3232 进入步骤 S3234 和 S3203,然后返回到步骤 S3228,或者,从步骤 S3232 进入步骤 S3234、S3203、S3204 和 S3205,然后返回到步骤 S3228。因此,除非释放了释放按钮 4804a 的半按下,否则镜头 CPU 4808 作为循环处理执行上述步骤,并且进行等待,直到完成该透镜的驱动为止。

[0315] 在步骤 S 3234,镜头 CPU 4808 判断在步骤 S3233 停止该透镜的驱动之后是否释放了释放按钮 4804a 的半按下。如果判断为没有释放释放按钮 4804a 的半按下(步骤 S3234 为“否”),则处理返回至步骤 S3203。在这种情况下,处理从步骤 S3203 进入步骤 S3204 和 S3205。在步骤 S3205,镜头 CPU 4808 判断是否完成了 AF。如果判断为完成了 AF(步骤 S3205 为“是”),则处理进入步骤 S3206。另一方面,如果判断为没有完成 AF(步骤 S3205 为“否”),则处理返回到步骤 S3228,在步骤 S3228,镜头 CPU 4808 再次执行调焦操作。

[0316] 在步骤 S3206,镜头 CPU 4808 以上述方式,如在步骤 S3228 中一样,累积检测并存储周期性计算出的转动半径 L。如果处理已从步骤 S3228 进入步骤 S3206,则由于在步骤 S3228 中已开始了转动半径 L 的检测,因而不执行步骤 S3206 中的处理。

[0317] 在步骤 S3207,镜头 CPU 4808 判断照相机是否正被摇动。更具体地,关于用于判断

照相机的摇动状况的方法,如果陀螺仪 4807p 的输出在预定的特定时间段(例如,0.5 秒)或更长时间段内具有预定水平(例如,3deg/s)或更大的角速度,则镜头 CPU4808 判断为照相机正被摇动(沿特定方向振动)。可选地,如果陀螺仪 4807p 的积分值(HPF 积分滤波器 301 的输出)在预定的特定时间段(例如,0.2 秒)或更长时间段内具有预定角度(例如,1.5deg)或更大角度,则镜头 CPU 4808 可以判断为照相机正被摇动。

[0318] 如果判断为照相机正被摇动(步骤 S3207 为“是”),则处理进入步骤 S3208。另一方面,如果判断为照相机没有被摇动(步骤 S3207 为“否”),则处理进入步骤 S3211。

[0319] 在步骤 S3208,镜头 CPU 4808 暂停转动半径 L 的检测和以箭头 4803p(图 2)所表示的方向上的角振动的校正。这是因为,当照相机正被摇动时,由于在摇动期间振动不是恒定的,因而不能高精度地检测转动半径 L。另外还因为,在摇动期间振动角度大,因此,如果执行角振动的校正,则校正透镜可能到达机械端,结果由于机械限制导致以箭头 4803y(图 1)所表示的方向上的图像抖动的校正精度下降。

[0320] 在步骤 S3209,镜头 CPU 4808 再次判断照相机是否正被摇动。如果判断为照相机正被摇动(步骤 S3209 为“是”),则处理进入步骤 S3211。

[0321] 另一方面,如果判断为结束了摇动(步骤 S3209 为“否”),则处理进入步骤 S3210。在步骤 S3210,由于照相机正被拍摄者稳定保持,因而镜头 CPU 4808 重新开始检测转动半径 L,并且还重新开始校正角振动。

[0322] 在步骤 S3211,镜头 CPU 4808 判断是否释放了释放按钮 4804a 的半按下(开关 S1 处于“切断”状态)。如果判断为释放了释放按钮 4804a 的半按下,则处理进入步骤 S3235。另一方面,如果判断为没有释放释放按钮 4804a 的半按下(步骤 S3211 为“否”),则处理进入步骤 S3212。

[0323] 在步骤 S3235,镜头 CPU 4808 暂停转动半径 L 的检测,并且复位累积存储的转动半径 L。然后,处理进入步骤 S3225。这是因为预测到:拍摄条件将由于切换为拍摄不同被摄体而改变,或者,由于释放了释放按钮 4804a 的半按下,因而拍摄将要结束。然而,如果紧挨在释放释放按钮 4804a 的半按下之后拍摄者再次半按下释放按钮 4804a(例如,如果在从释放释放按钮 4804a 的半按下开始的 1 秒内拍摄者再次半按下释放按钮 4804a),如果镜头 CPU 4808 没有复位所存储的转动半径 L,这也是有用的。

[0324] 在步骤 S3225,镜头 CPU 4808 等待预定时间长度(例如,4 秒)。在等待期间,继续进行角振动的校正,并且陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 继续工作。镜头 CPU 4808 在释放释放按钮 4804a 之后的特定时间段内继续校正角振动,以准备当拍摄者再次半按下释放按钮 4804a 时立即响应。

[0325] 在经过了预定时间长度之后,处理进入步骤 S3226。在步骤 S3226,镜头 CPU 4808 暂停陀螺仪 4807p 和 ACC 101p 的操作。然后,处理返回到步骤 S3201。

[0326] 如果在步骤 S3211 判断为继续半按下释放按钮 4804a(步骤 S3211 为“否”),则处理进入步骤 S3212。在步骤 S3212,镜头 CPU4808 判断是否完全按下了释放按钮 4804a(开关 S2 处于“接通”状态)。如果判断为没有完全按下释放按钮 4804a(步骤 S3212 为“否”),则处理返回到步骤 S3207,并且重复上述步骤 S3207 和随后步骤中的处理。更具体地,镜头 CPU 4808 在校正角振动、检测转动半径 L 和判断照相机是否正被摇动的同时等待,直到拍摄开始为止。

[0327] 另一方面,如果判断为完全按下了释放按钮 4804a 以开始拍摄(步骤 S3212 为“是”),则处理进入步骤 S3213。在步骤 S3213,镜头 CPU 4808 暂停用于平均所检测到的转动半径 L 的操作,以防止其它可能的由于在快速复原镜的镜上升(或镜下降)操作、增大或减小光圈的孔径或者快门打开/关闭操作等振动发生操作期间施加在 ACC 101p 上的干扰而可能发生的转动半径 L 的检测精度的下降。另外,镜头 CPU 4808 平均在各期间(期间 2703 和 2704(图 27))所检测到的转动半径 L。

[0328] 在步骤 S3214,镜头 CPU 4808 判断计算出的转动半径 L 是否适当。如果判断为计算出的转动半径 L 适当(步骤 S3214 为“是”),则处理进入步骤 S3215。另一方面,如果判断为计算出的转动半径 L 不适当(步骤 S3214 为“否”),则处理进入步骤 S3236。

[0329] 关于以下三点来执行步骤 S3214 中对于计算出的转动半径 L 是否适当的判断:

[0330] i) 平均所检测到的转动半径 L 的次数是否足够;

[0331] ii) 计算出的转动半径 L 是否大于预定值;以及

[0332] iii) 角速度等于或小于预定水平的状态是否持续了特定长的时间段。

[0333] 关于点(i),如果由于从在步骤 S3201 判断为半按下了释放按钮 4804a 的时刻开始在步骤 S3212 判断为完全按下了释放按钮 4804a 的时刻为止的时间段的长度较短,因而用于计算转动半径 L 的时间长度不够长,则镜头 CPU 4808 判断为转动半径 L 的计算结果不适当。

[0334] 关于点(ii),如果由于干扰等原因导致检测到的转动半径 L 超过可预测的上限值(例如,从拍摄镜头的主点到拍摄者的腰部的距离),则镜头 CPU 4808 判断为转动半径 L 的计算结果不适当。

[0335] 关于点(iii),如果由于照相机在三脚架上处于稳定状态,因而角速度输出(或通过积分角速度输出计算出的角度输出)小于预定值,则镜头 CPU 4808 判断为转动半径 L 的计算结果不适当。这是因为,如果在这种状态下使用表达式(8)计算转动半径 L,则由于计算误差而获取非常大的转动半径 L。

[0336] 如果在步骤 S3214 判断为计算出的转动半径 L 不适当(步骤 S3214 为“否”),则处理进入步骤 S3236。在步骤 S3236,如果照相机处于上述状态,则镜头 CPU 4808 使用作为转动半径 L 的初始值而提供的转动半径。这里,作为初始值而提供的转动半径 L 是指如图 31 所示的从照相机的目镜单元到摄像光学系统的主点的距离。

[0337] 在步骤 S3215,如在步骤 S3207 中一样,镜头 CPU 4808 判断照相机是否正被摇动。如果判断为照相机正被摇动(步骤 S3215 为“是”),则处理进入步骤 S3217。另一方面,如果判断为照相机没有被摇动(步骤 S3215 为“否”),则处理进入步骤 S3216。

[0338] 如果在步骤 S3215 判断为照相机正被摇动,则镜头 CPU4808 在步骤 S3208 已暂停了角振动的校正。因此,当前不执行角振动的校正。

[0339] 在步骤 S3217,镜头 CPU 4808 利用图像传感器 4805 开始电荷累积操作。然而,由于此时快门没有打开,因而实际被摄体的光束仍未入射到图像传感器 4805 上。

[0340] 在步骤 S3218,镜头 CPU 4808 执行快速复原镜的镜上升操作,驱动镜头的光圈,并且打开快门。如上所述,镜头 CPU 4808 开始累积要在图像传感器 4805 上形成的被摄体的光束。

[0341] 在步骤 S3219,镜头 CPU 4808 等待,直到适合曝光的拍摄时间段到来为止。在步骤

S3220, 镜头 CPU 4808 在完成曝光之后暂停平行振动的校正。

[0342] 在这种情况下, 由于因在步骤 S3215 判断为照相机正被摇动而跳过下面详细说明确的步骤 S3216 中的处理, 因而不执行对平行振动校正的暂停 (例如, 在这种情况下, 没有执行平行振动的校正)。在步骤 S3221, 镜头 CPU 4808 关闭快门, 将镜头的光圈驱动成初始状态, 并且执行快速复原镜的镜下降操作。

[0343] 如上所述, 如果在步骤 S3215 判断为照相机正被摇动, 则镜头 CPU 4808 在不校正角振动或平行振动的情况下执行拍摄控制。

[0344] 另一方面, 如果判断为照相机没有被摇动 (步骤 S3215 为“否”), 则处理进入步骤 S3216。在步骤 S3216, 镜头 CPU 4808 根据在步骤 S3213 计算出的转动半径 L, 开始平行振动的校正。在步骤 S3217, 镜头 CPU 4808 开始图像传感器 4805 上的电荷累积, 并且重复步骤 S3218 ~ 步骤 S3221 的处理。

[0345] 如上所述, 如果在步骤 S3215 判断为照相机没有被摇动, 则推断出在步骤 S3204 执行了角振动的校正, 或者在步骤 S3210 重新开始了角振动的校正。因此, 在曝光期间 (在累积来自被摄体的光束期间), 镜头 CPU 4808 执行角振动的校正和平行振动的校正这两者。

[0346] 在步骤 S3222, 镜头 CPU 4808 将通过图像传感器 4805 所获取的信息显示在设置于照相机背面的液晶显示器 (LCD) 监视器上, 并且将该信息记录在记录介质上。在步骤 S3223, 镜头 CPU 4808 判断是否释放了释放按钮 4804a 的完全按下 (进行等待, 直到释放了释放按钮 4804a 的完全按下为止)。

[0347] 如果判断为释放了释放按钮 4804a 的完全按下 (步骤 S3223 为“是”), 则处理进入步骤 S3224。在步骤 S3224, 镜头 CPU 4808 判断是否释放了释放按钮 4804a 的半按下。如果判断为没有释放释放按钮 4804a 的半按下 (步骤 S3224 为“否”), 则处理返回到步骤 S3206, 在步骤 S3206, 镜头 CPU 4808 重复上述步骤 S3206 和随后步骤中的处理。更具体地, 在这种情况下, 镜头 CPU 4808 在等待完全按下释放按钮 4804a 的同时检测转动半径 L, 直到释放了释放按钮 4804a 的半按下为止。在步骤 S3225 和随后的步骤中, 镜头 CPU 4808 执行上述处理。

[0348] 这里, 在下面详细说明用于开始步骤 S3204 中的角振动的校正和步骤 S3216 中的平行振动的校正所执行的操作。

[0349] 图 33 是示出信号处理系统的例子的框图。下面参考图 33 详细说明用于向驱动振动校正单元 4806 的驱动单元 4809 输入角振动校正目标值和平行振动校正目标值的示例性操作。

[0350] 在图 33 所示的例子中, 省略了设置在灵敏度调整单元 303 和输出校正单元 309 上游的块, 其中, 灵敏度调整单元 303 用于输出角振动校正目标值, 输出校正单元 309 用于输出平行振动校正目标值。在图 33 所示的例子中, 尽管通过利用软件的计算来执行这里要说明的整个操作, 但是为了更易于说明和理解, 作为模拟块示出样本保持 (S/H) 单元 3302 和差动单元 3303。

[0351] 将从灵敏度调整单元 303 输出的角振动校正目标值输入至可变增益单元 3301。当通过半按下释放按钮 4804a 输入“开关 S1 接通”信号 3304 时, 可变增益单元 (可变增益放大器) 3301 在 0.5 秒内将角振动校正目标值的增益从“0”改变成“1”。

[0352] 因此, 在半按下释放按钮 4804a 0.5 秒之后可以提高角振动的校正精度。在本典

型实施例中,如果紧挨在半按下释放按钮 4804a 之后快速开始图像抖动的校正,则根据手抖动的当前状态逐渐细微地改变增益,以防止由于取景器画面中大的变化而使拍摄者感觉不舒服。下面参考图 34 详细说明用于改变增益的操作。

[0353] 在释放按钮 4804a 的半按下释放之后经过了预定时间段(例如,4 秒)之后,可变增益放大器 3301 在 0.5 秒内将角振动校正目标值的增益从“1”改变成“0”,以防止由于图像抖动校正的快速暂停而可能发生的取景器画面的快速变化。

[0354] 在本典型实施例中,如上所述,在从半按下释放按钮 4804a 开始经过了预定时间段之后,镜头 CPU 4808 暂停校正图像抖动,以准备如以上在步骤 S3225(图 32)中所述,如果再次半按下释放按钮 4804a 则继续校正图像抖动。

[0355] 将从输出校正单元 309 输出的平行振动校正目标值输入至 S/H 单元 3302 和差动单元 3303。差动单元 3303 输出 S/H 单元 3302 的输出和平行振动校正目标值之间的差动值。

[0356] 更具体地,由于在采样期间输入至差动单元 3303 的两个信号相互相等,因而差动单元 3303 的输出为“0”。还将在完全按下释放按钮 4804a 时输出的“开关 S2 接通”信号 3305 输入至 S/H 单元 3302。当输入“开关 S2 接通”信号 3305 时,S/H 单元 3302 采样保持平行振动校正目标值。

[0357] 因此,在该时间点,S/H 单元 3302 的输出是固定的。此外,在这种情况下,与完全按下释放按钮 4804a(输入“开关 S2 接通”信号 3305)同步地,从“0”开始顺序且连续地输出差动单元 3303 的输出。下面参考图 34 所示波形详细说明差动单元 3303 的输出。

[0358] 此外,还将曝光完成信号 3306 输入至 S/H 单元 3302。当将曝光完成信号 3306 输入至 S/H 单元 3302 时,S/H 单元 3302 再次采样保持平行振动校正目标值。因此,与曝光完成同步地,差动单元 3303 的输出变成“0”。

[0359] 图 34 利用振动波形示出上述处理。在图 34 所示的例子中,在水平轴上示出经过的时间。在垂直轴上示出通过转换振动量或振动的校正量而计算出的图像面上的振动量。

[0360] 在图 34 所示的例子中,时刻 t_2 、 t_6 、 t_8 、 t_9 、 t_{16} 、 t_{17} 与图 30 所示的相同。

[0361] 参考图 34,波形 3401 表示由于角振动和平行振动而可能发生的图像面上的振动量,为了更易于理解,以余弦波表示波形 3401。波形 3402 表示波形 3401 中由于角振动而可能发生的图像面上的振动量的分量。波形 3403 表示波形 3401 中由于平行振动而可能发生的图像面上的振动量的分量。

[0362] 波形 3404 表示图像面上从可变增益放大器 3301(图 33)输出的角振动校正目标值的转换值,其中波形 3404 是用于校正以波形 3402 所表示的振动的目标值。从波形 3404 可以看出,本典型实施例在从半按下释放按钮 4804a(时刻 t_2)开始的预定时间(例如,0.5 秒)内获取角振动校正目标值的适当增益。

[0363] 在波形 3402 上,在时刻 t_2 获取预定振动量 3307。如果在这种状态下开始校正图像抖动,则从“0”位置开始快速驱动振动校正单元 4806。在这种情况下,取景器画面可能出现大的振动。为了防止这种情况,如波形 3404 所示,本典型实施例在时刻 t_2 将角振动校正目标值的增益逐渐设置成适当值。

[0364] 此外,当在时刻 t_{16} 释放释放按钮 4804a 的半按下并且自此经过 4 秒时,即在时刻 t_{17} 时,本典型实施例逐渐减小角振动校正目标值的增益,以最终使得该增益收敛为“0”。

[0365] 在波形 3402 上,在时刻 t17 获取预定振动量 3308。如果快速暂停图像抖动的校正,则振动校正单元 4806 从校正位置快速驱动至“0”位置。在这种情况下,取景器画面可能出现大的振动。在这点上,本典型实施例通过从时刻 t17 开始逐渐减小增益来防止画面上的快速变化。

[0366] 波形 3405 表示通过转换图像面上从差动单元 3303(图 33)输出的平行振动校正目标值所获得的值。波形 3405 是用于校正以波形 3403 所表示的振动的目标值。

[0367] 如上所述,从“0”开始顺序且连续地输出差动单元 3303 的输出。也就是说,波形 3405 不同于波形 3403 上在时刻 t6 的输出 3309。因此,本典型实施例可以防止:在时刻 t6 如输出 3309 所示,如果快速开始振动的校正,则在开始曝光之前当振动校正单元 4806 不能响应时,不能适当地校正平行振动。

[0368] 如以上参考图 33 所述,当曝光结束时,镜头 CPU 4808 使得 S/H 单元 3302 再次开始采样保持。在这种情况下,差动单元 3303 的输出变成“0”。因此,当在时刻 t8 曝光结束时,平行振动校正目标值的输出变成“0”。

[0369] 在这点上,尽管振动校正单元 4806 暂停校正平行振动,但是由于曝光已完成,因而图像不受影响。此外,由于当前正在执行镜上升操作,因而拍摄者通过画面看不出平行振动校正的快速暂停。

[0370] 为了防止由于画面上的振动而使拍摄者感觉不舒服,如果连续执行图像抖动校正的开始和暂停,这是有用的。在这点上,除当如上所述拍摄者不能看到画面时以外,本典型实施例通过快速暂停平行振动的校正来快速准备下一操作。

[0371] 在时刻 t9,快速复原镜的镜上升操作完成(在时刻 t8 已关闭快门)。在该时间点,从暂停平行振动的校正开始,已经过了预定时间(例如,100ms)。因此,拍摄者看不出由于暂停平行振动的校正而发生的画面上的振动。

[0372] 波形 3406 表示图像面上转换后的振动校正单元 4806 的驱动量的值。波形 3406 大体相当于波形 3404 和波形 3405 的组合波形。

[0373] 关于振动校正单元 4806 的驱动量,在时刻 t2 逐渐开始角振动的校正。另外,在时刻 t6 顺序开始角振动的校正和平行振动的校正。

[0374] 在时刻 t8,镜头 CPU 4808 暂停校正平行振动。在时刻 t9,镜头 CPU 4808 执行快速复原镜的镜下降操作。在时刻 t16,释放释放按钮 4804a 的半按下。在从时刻 t16 后经过 4 秒的时刻 t17,镜头 CPU 4808 开始暂停角振动的校正。

[0375] 如上所述,镜头 CPU 4808 执行控制以顺序开始角振动的校正和平行振动的校正。因此,振动校正单元 4806 可以始终确保执行图像抖动的校正。

[0376] 如上所述,镜头 CPU 4808 在步骤 S3213 暂停用于平均所检测到的振动半径 L 的操作,以防止其它可能的由于在快速复原镜的镜上升(或镜下降)操作、增大或减小光圈的孔径、或快门打开/关闭操作等振动发生操作期间施加于 ACC 101p 的干扰而可能发生的转动半径 L 的检测精度的下降。

[0377] 图 35 示出当操作快速复原镜并驱动快门时的 ACC 101p 的波形的例子。在图 35 所示的例子中,在水平轴上示出经过的时间。在垂直轴上示出 ACC 101p 的输出电压。

[0378] 参考图 35,以 5V 电压驱动 ACC 101p。与基准电压 3502 相比,输出波形 3501 叠加有偏置电压 3505。偏置电压 3505 表示 ACC101p 经受 1G 的重力。

[0379] 始终对 ACC 101p(图 31)施加 1G 的重力,以检测平行振动(或转动半径 L)。因此,输出相当于 1G 重力的加速度输出,作为偏置电压 3505。如虚线 3504 和 3503 所示,ACC 101p 的加速度可输出电压范围为 0.5 ~ 4.5V。在该范围以外,该输出可能饱和。

[0380] 关于 ACC 101p 的波形 3501,由于相当于 1G 重力的偏置电压 3505 而使 ACC 101p 的加速度可检测范围变窄。此外,由于快速复原镜、快门或光圈的驱动,向 ACC 101p 施加大的振动加速度。因此,在波形段 3501a、3501b 和 3501c 中,在驱动镜和快门的时刻,该输出饱和。

[0381] 通过使用具有宽检测范围的 ACC 可以解决该问题。然而,如果使用这类 ACC,则由于这类 ACC 的微小加速度的检测精度低,因而不能高精度地检测平行振动加速度。因此,代替使用具有宽检测范围但微小加速度检测精度低的 ACC,如果对除驱动快速复原镜、快门或透镜的时间段以外的时间段期间获得的转动半径 L 进行平均,并且使用这些转动半径 L 的平均值,则平行振动的校正精度高于使用具有宽检测范围的 ACC 的情况下的校正精度。

[0382] 在这点上,本典型实施例使用如下 ACC 作为 ACC 101p:尽管该 ACC 的检测范围由于当驱动快速复原镜、快门、光圈或透镜时可能发生的加速度输出的可能饱和而受限(即,如上所述,不使用饱和时间段中的加速度输出),但是该 ACC 能够高精度地检测平行振动。

[0383] 如以上参考图 11 所述,转动半径 L 是指从转动中心 1102p 到 ACC 101p 的距离。由于 ACC 101p 布置在摄像光学系统的主点处,因而该距离相当于从转动中心 1102p 到摄像光学系统的主点的距离。

[0384] 由于摄像光学系统的主点的位移,可能发生平行振动。因此,通过将转动半径 L 乘以通过积分陀螺仪 4807p 的输出计算出的角度输出,可以计算出摄像光学系统的主点的位移。因此,本典型实施例可以计算出平行振动校正目标值。

[0385] 同时,尽管以上没有说明,但是透镜在光轴上的位置实际上由于聚焦于被摄体的操作而改变。由于透镜位置在光轴上的改变,摄像光学系统的主点可能从 ACC 101p 的安装位置移位。因此,为了计算摄像光学系统的主点的位移,根据摄像光学系统的主点和 ACC 101p 的安装位置之间的位移,校正转动半径 L。

[0386] 图 36 和 37 均示出在上述情况下振动的照相机的状态。在图 36 和 37 所示的例子中,镜头和被摄体 3601 之间的距离不同于镜头和被摄体 3701 之间的距离。

[0387] 参考图 36,当拍摄者想要拍摄被摄体 3601 时,在驱动摄像光学系统并将其调整至聚焦位置时,整个摄像光学系统的主点 A 3602 存在于与 ACC 101p 在光轴上的位置相同的位置处。因此,镜头 CPU 4808 根据 ACC 101p 的输出和陀螺仪 4807p 的输出计算转动半径 L 1101p。此外,镜头 CPU 4808 通过使用转动半径 L 1101p 和陀螺仪 4807p 的输出,利用表达式(4)右边第二项的计算来计算平行振动量 3603。

[0388] 参考图 37,与被摄体 3601(图 36)相比,被摄体 3701 距离镜头更远。当驱动摄像光学系统并将其调整至聚焦位置时,整个摄像光学系统的主点 B 3702 从 ACC 101p 的安装位置移位了位移量 3704。因此,在这种情况下,如果基于 ACC 101p 的输出和陀螺仪 4807p 的输出计算转动半径 L 1101p,则不能计算出图 37 的镜头主点处的平行振动量 3703。

[0389] 在这点上,镜头 CPU 4808 通过从基于 ACC 101p 的输出和陀螺仪 4807p 的输出计算出的转动半径 L 1101p 中减去位移量 3704,来计算修正后的转动半径 3705。此外,镜头 CPU 4808 基于修正后的转动半径 L 3705 和陀螺仪 4807p 的输出,通过使用表达式(4)右边

第二项的计算,来计算镜头主点 B 3702 处的平行振动量 3703。因此,镜头 CPU 4808 根据被摄体距离校正转动半径 L。

[0390] 为了计算拍摄镜头的主点处的平行振动,需要将 ACC 101p 布置在主点处。因此,即使拍摄镜头的主点由于调焦操作而改变,如果 ACC 101p 的安装位置可以改变,则不需要执行上述校正处理。

[0391] 在这点上,例如,如果将 ACC 101p 安装在在调焦期间要向被摄体侧移动的镜头上,则可以使得主点的移动量和 ACC 的移动量彼此相同。然而,在这种情况下,摄像光学系统的结构可能变得复杂。另外,整个镜头单元的尺寸可能变大。

[0392] 在这点上,通过执行参考图 37 所述的校正,当将 ACC 101p 固定安装在照相机上时,可以计算出可能改变的主点处的平行振动量。可以通过利用调焦编码器检测调焦透镜的位置、基于该检测结果计算摄像光学系统的主点、并且利用 ACC 101p 的安装位置计算位移,来执行该校正。

[0393] 输出校正单元 309 (图 3) 通过将增益已调整的角度输出乘以转动半径 L 和摄像倍率,来计算平行振动校正目标值。另外,输出校正单元 309 还以上述方式校正转动半径 L。

[0394] 图 38 是示出根据本典型实施例的输出校正单元 309 的示例性内部结构的框图。参考图 38,摄像倍率计算单元 309b 基于包括在变焦和调焦信息 302 中的来自镜头编码器的关于镜头变焦位置和镜头调焦位置的信息,计算摄像倍率。

[0395] 同时,位移计算单元 309d 基于变焦和调焦信息 302,计算摄像光学系统的主点和 ACC 的安装位置之间的位移。基于来自位移计算单元 309d 的输出,通过使用转动半径校正单元 309c,在输出校正单元 309 内校正由比较单元 308 计算出的转动半径 L 的信息。因此,代替从 ACC 101p 的安装位置到转动中心的转动半径 L,而将转动半径 L 校正成当前时刻从摄像光学系统的主点到转动中心的转动半径 L。

[0396] 镜头 CPU 4808 将增益调整单元 311 的输出乘以校正后的转动半径 L 和摄像倍率,以计算平行振动校正目标值。在执行步骤 S3213 (图 32) 中的处理时,校正转动半径 L。

[0397] 在步骤 S3213,输出校正单元 309a 通过从 ACC 101p 的安装位置和拍摄条件下的摄像光学系统的主点之间的距离中减去从 ACC 101p 的安装位置到转动中心的转动半径 L 的平均值,来计算从摄像光学系统的主点到转动中心的校正后的转动半径 L。在步骤 S3214,镜头 CPU 4808 判断计算出的校正后的转动半径 L 是否正确。在步骤 S3216,镜头 CPU 4808 使用校正后的转动半径 L 来校正平行振动。

[0398] 利用图 38 所示的结构,可以自由确定 ACC 101p 的安装位置,并且可以将 ACC 101p 安装在与摄像光学系统的主点附近的位置不同的位置处。另外,利用上述结构,即使摄像光学系统的主点发生改变,本典型实施例也可以执行简单校正来校正振动。

[0399] 此外,具有上述结构的本典型实施例可以通过使用比用于校正振动的带窄的、用于比较陀螺仪和 ACC 的输出的频带,抑制或至少减少来自叠加在 ACC 上的重力误差的影响和来自照相机偏移的影响。因此,本典型实施例可以实现具有高移动性和可操作性的小型化图像稳定系统,该系统在利用照相机或摄像机的微距拍摄的情况下稳定工作,并且能够高精度地校正平行振动。

[0400] 下面说明本发明的第二典型实施例。在上述第一典型实施例中,针对各频率,通过增益调整单元 311 调整用于校正平行振动的陀螺仪的输出(积分角度输出)的增益,以抑

制转动半径 L 如图 20 所示那样与振动频率相关而发生的变化的影响。

[0401] 在这点上,转动半径 L 不是在所有情况下都如图 20 所示那样总依赖于频率。例如,如果拍摄者在蹲着时保持照相机,或者如果拍摄者在固定其肘部(例如,固定在桌子上)时执行拍摄,则转动半径 L 的增益不是如图 20 所示那样随着频率变低而增大(转动半径 L 不变长)。

[0402] 如果在这种情况下使用增益调整单元 311,则低频的平行振动被过校正。结果,在这种情况下,振动量在该频带中可能增大。

[0403] 在这点上,在本典型实施例中,对于各频率检测转动半径 L 的变化,并且镜头 CPU 4808 根据检测结果判断是否要使用增益调整单元 311。

[0404] 图 39 是示出根据本典型实施例的单镜头反光照相机中所包括的图像稳定控制设备的示例性结构的框图。该照相机的外观与图 1 和 2 所示的类似。

[0405] 除根据第一典型实施例的图像稳定控制设备(图 3)的结构以外,根据本典型实施例的图像稳定控制设备还包括陀螺仪 4807p 的 BPF 单元、ACC 101p 的 BPF 单元和用于判断针对各频率是否调整转动半径 L 的单元,以识别各频率的转动半径 L 的变化趋势。另外,根据本典型实施例的图像稳定控制设备包括输入切换单元。该输入切换单元用于在判断针对各频率是否要调整转动半径 L 之后,控制对各频率的转动半径 L 的调整的执行。

[0406] 参考图 39,与陀螺仪 BPF 单元 306(图 3)一样,陀螺仪 BPF 1 单元 3901 是用于提取 5Hz 频率下的角速度输出的滤波器。与 ACC BPF 单元 307(图 3)一样,ACC BPF 1 单元 3902 是用于提取 5Hz 频率下的速度输出的滤波器。

[0407] 比较单元 3905 基于该角速度输出和速度输出,计算 5Hz 下的转动半径 L。陀螺仪 BPF 2 单元 3903 是用于提取 1Hz 下的角速度输出的滤波器。ACC BPF 2 单元 3904 是用于提取 1Hz 下的速度输出的滤波器。

[0408] 比较单元 3906 基于该角速度输出和速度输出,计算 1Hz 下的转动半径 L。调整可用性判断单元 3907 对比较单元 3905 和比较单元 3906 的输出进行比较。

[0409] 如以上在第一典型实施例中所述,通常,高频的转动半径 L 小于低频的转动半径 L。因此,如果作为比较单元 3905 的输出的 5Hz 下的转动半径 L 小于作为比较单元 3906 的输出的 1Hz 下的转动半径 L,则调整可用性判断单元 3907 判断为照相机处于以上第一典型实施例中所述的状态。

[0410] 在这种情况下,调整可用性判断单元 3907 将该结果输出至输入切换单元 3908。输入切换单元 3908 将增益调整单元 311 的输出输出至输出校正单元 309。以上述方式,调整可用性判断单元 3907 生成与逐频率改变的转动半径 L 相当的平行振动校正目标值。

[0411] 如果作为比较单元 3906 的输出的 1Hz 下的转动半径 L 和作为比较单元 3905 的输出的 5Hz 下的转动半径 L 相同,或者如果 5Hz 下的转动半径 L 大于 1Hz 下的转动半径 L,则调整可用性判断单元 3907 判断为照相机处于与以上第一典型实施例中所述的状态不同的状态。

[0412] 调整可用性判断单元 3907 将该结果输出至输入切换单元 3908。输入切换单元 3908 将 HPF 积分滤波器 301 的输出输出至输出校正单元 309。更具体地,调整可用性判断单元 3907 生成绕开增益调整单元 311 的平行振动校正目标值。

[0413] 如以上参考图 22 所述,HPF 积分滤波器 310 的输出具有与普通 HPF 积分滤波器 301

的特性不同的特性,以校正增益调整单元 311 的特性。因此,本典型实施例不使用 HPF 积分滤波器 310 的输出。利用上述结构,本典型实施例可以根据拍摄者的拍摄状况,最佳地校正平行振动。

[0414] 在第一典型实施例中,镜头 CPU 4808 通过使用在开始拍摄之前计算出的转动半径 L 的平均值,计算平行振动校正目标值。然而,在这点上,如果在观察被摄体的时间长的情况下,用于计算转动半径 L 的时间段也长,则在紧挨着开始拍摄之前的时刻的振动状态可能变得不同于开始被摄体观察时的振动状态。

[0415] 在这点上,例如,转动半径 L 的大小本身可能由于保持照相机的方式的改变而改变。另外,在紧挨着开始拍摄之前的时刻频率和转动半径 L 之间的关系可能变得不同于开始被摄体观察时它们之间的关系。

[0416] 考虑到这些情况,如果代替使用在紧挨着拍摄之前的时刻计算出的转动半径 L 的平均值,而针对各预定时间段更新转动半径 L 的平均值,这是有用的。

[0417] 在图 27 所示的例子中,镜头 CPU 4808 将速度输出 V 2717 ~ 2723 分别与各自在预定期间检测到的角速度输出 ω 2710 ~ 2716 进行比较。此外,镜头 CPU 4808 通过计算各时间段的角速度输出 ω 和速度输出 V ,计算转动半径 L 。

[0418] 在图 28 所示的例子中,镜头 CPU 4808 将速度峰值输出 V 2807 ~ 2809 分别与各自在预定期间检测到的角速度峰值输出 ω 2804 ~ 2806 进行比较。此外,镜头 CPU 4808 通过计算各时间段的角速度输出 ω 和速度输出 V ,计算转动半径 L 。另外,在第一典型实施例中,镜头 CPU 4808 在步骤 S3213(图 32) 计算转动半径 L 的平均值,并且使用该平均值以校正拍摄期间可能发生的平行振动。

[0419] 在本典型实施例中,镜头 CPU 4808 使用移动平均法作为用于计算转动半径 L 的平均值的方法。本典型实施例依次更新该平均值。

[0420] 图 40 是示出根据上述结构的操作的例子时序图。在图 40 所示的例子中,在水平轴上示出经过的时间,而在垂直轴上示出时序。

[0421] 参考图 40,在拍摄者以时序 4001 半按下释放按钮 4804a 之后(开关 $S1$ 处于“接通”状态),则镜头 CPU 4808 以时序 4003 开始检测转动半径 L 。转动半径 $L01 \sim L22$ 各自表示要针对各时间段计算的转动半径 L 。

[0422] 在第一典型实施例中,镜头 CPU 4808 通过平均在拍摄者以时序 4002 完全按下释放按钮 4804a(开关 $S2$ 处于“接通”状态)之前的时间段期间所检测到的所有转动半径 $L01 \sim L19$,来计算用于校正平行振动的转动半径 L 。在这点上,本典型实施例针对各预定时间段更新转动半径 L 。

[0423] 如图 40 所示,当计算出转动半径 $L01 \sim L10$ 时,则镜头 CPU4808 计算转动半径 $L01 \sim L10$ 的平均转动半径 $L 0110$ 。然后,每当计算出转动半径 L 时,镜头 CPU 4808 就计算转动半径 L 的移动平均。因此,本典型实施例更新用于校正平行振动的转动半径。

[0424] 在图 40 所示的例子中,当计算出转动半径 $L19$ 时,开始拍摄。因此,在计算出转动半径 $L19$ 时,镜头 CPU 4808 通过使用移动平均值 $L 1019$ 来校正平行振动。更具体地,镜头 CPU 4808 继续更新转动半径 L 的移动平均值。当开始拍摄时,镜头 CPU4808 通过使用最新的移动平均值来校正平行振动。

[0425] 如以上参考图 39 所述,关于转动半径 $L 1019$,镜头 CPU 4808 计算两种类型的转动

半径 L, 即, 5Hz 下的转动半径 L 和 1Hz 下的转动半径 L。镜头 CPU 4808 根据比较结果判断针对各频率是否调整转动半径 L。

[0426] 通过上述方式更新转动半径 L, 本典型实施例可以通过使用适合于当前拍摄条件的转动半径 L, 高精度地校正平行振动。如果采用以上参考图 29 所述的使用面积的方法, 则采用下面的结构是有用的。更具体地, 在这种情况下, 镜头 CPU 4808 通过图 40 所示的移动平均法, 继续更新针对各期间计算出的转动半径 L。当开始拍摄时, 镜头 CPU 4808 通过使用最新的移动平均值来校正平行振动。

[0427] 如果通过使用移动平均法计算转动半径 L, 则用于进行平均的时间段变得短于第一典型实施例中的时间段。因此, 如果在源自照相机或透镜的驱动的振动期间没有计算转动半径 L, 则在由于照相机或透镜的驱动而引起的振动已经发生之后立即开始拍摄时, 不能适当地校正该振动。

[0428] 在这点上, 在本典型实施例中, 当驱动 AF 用透镜时, 计算转动半径 L。然而, 如以上在第一典型实施例中所述, 如果由于源自驱动的振动而导致 ACC 101p 或 ACC 101y 的输出饱和, 则不能准确地计算转动半径 L。

[0429] 在本典型实施例中, 将 ACC 101p 的灵敏度降低到不发生饱和的水平。然后, 镜头 CPU 4808 在这种状态下检测振动加速度, 并且将所检测到的振动加速度与角速度输出进行比较。

[0430] 然而, 如果降低加速度灵敏度, 则加速度检测输出可能劣化。在这点上, 本典型实施例仅在发生源自驱动的振动时降低 ACC 101p 的灵敏度。

[0431] 在本典型实施例中, 在正常工作状态下, 可以高精度地检测振动加速度。镜头 CPU 4808 仅在发生源自驱动的振动的短时间段期间降低角速度灵敏度。因此, 尽管驱动振动发生时间段期间的振动加速度的检测精度可能下降时, 但是可以利用驱动振动前后的转动半径 L 的移动平均来降低精度的下降。

[0432] 图 41 是示出图 39 所示的结构中用于控制 ACC 101p 的灵敏度的附加块的框图。在图 41 所示的例子中, ACC 101p 包括机械部分 101pc, 该机械部分 101pc 包括微电子机械系统 (MEMS)、第一级放大器 101pd 和处理电路 101pe。

[0433] 当从增益改变判断单元 4101 输入信号时, 第一级放大器 101pd 的增益是可变的。通过窗口比较器 4103 将 ACC 101p 的输出输入至 HPF 积分滤波器 305。通过增益校正单元 4104 将 HPF 积分滤波器 305 的输出输入至 ACC BPF 1 单元 3902 和 ACC BPF 2 单元 3904。

[0434] 还将窗口比较器 4103 的输出输入至增益改变判断单元 4101。当 ACC 101p 的输出超出第一范围的水平时, 窗口比较器 4103 输出增益减小信号。在接收到增益减小信号之后, 增益改变判断单元 4101 减小第一级放大器 101pd 的增益。将第一范围设置成 ACC 的输出饱和水平的约 80% 的水平。

[0435] 如果 ACC 的输出在预定时间长度 (例如, 0.1 秒) 内处于第二范围的水平中, 则窗口比较器 4103 输出增益恢复信号。在接收到增益恢复信号之后, 增益改变判断单元 4101 使第一级放大器 101pd 的增益恢复成它的原始值。由于在改变增益之后第一级放大器 101pd 的增益被减小为三分之一, 并且由此, 镜头 CPU 4808 在这种状态下使用与第一范围的水平相同的水平, 因而将第二范围设置成第一范围的三分之一的水平。

[0436] 将来自调整可用性判断单元 3907 的转动半径 L 计算未完成信号输入至增益恢复

禁止单元 4102。在该期间,增益恢复禁止单元 4102 向增益改变判断单元 4101 输出增益恢复禁止信号。

[0437] 因此,在比较单元 3905 和 3906 计算转动半径 L 的时间段期间,不将第一级放大器 101pd 的增益恢复成它的原始值,以防止当在转动半径 L 的计算期间改变第一级放大器 101pd 的增益时可能发生的转动半径 L 的检测精度的可能下降。

[0438] 如果第一级放大器 101pd 的增益小,则增益校正单元 4104 将增益恢复成原始值。在本典型实施例中,将增益校正单元 4104 设置在 HPF 积分滤波器 305 的后续。

[0439] 当发生源自驱动的振动时,在 ACC 101p 的输出上叠加高频噪声。因此,在这种情况下,ACC 101p 的输出可能饱和。然而,由于通过积分 ACC 输出来计算 HPF 积分滤波器 305 的输出,因而可以充分衰减高频信号。

[0440] 因此,即使增大设置在 HPF 积分滤波器 305 下游的各单元的输出增益,该输出也不饱和。更具体地,本典型实施例通过减小第一级放大器 101pd 的增益以防止 ACC 101p 的输出饱和,并且由此在积分 ACC 101p 的输出之后校正该增益,来校正由于第一级放大器 101pd 的增益改变而发生的转动半径 L 的误差。

[0441] 图 42 以 ACC 的输出波形示出根据本典型实施例的上述结构。在图 42 所示的例子中,在水平轴上示出经过的时间,而在垂直轴上示出 ACC 输出。

[0442] 参考图 42,波形 4201 和 4203 表示当第一级放大器 101pd 的增益正常时的 ACC 101p(在期间 4204 和 4206) 的输出。波形 4202 表示当将第一级放大器 101pd 的增益减小为三分之一时的 ACC101p(在期间 4205) 的输出。

[0443] 在图 42 所示的例子中,关于波形 4201,当输入以箭头 4209 表示的冲击时,该冲击的输出超过了判断水平(第一范围)4207。因此,窗口比较器 4103 输出增益减小信号,以减小第一级放大器 101pd 的增益,并获得波形 4202。

[0444] 当输入以箭头 4210 表示的另一冲击时,波形 4202 没有超过判断水平(第二范围)4208。此时,已将第一级放大器 101pd 的增益减小为三分之一。因此,镜头 CPU 4808 将作为第二范围的判断水平设置成相当于第一范围判断水平的三分之一的水平,以在相同水平执行判断。

[0445] 如上所述,在波形 4202 落在第二范围判断水平 4208 内后经过了预定时间段(确认时间 4211)之后,镜头 CPU 4808 执行用于将第一级放大器 101pd 的增益恢复成它的原始值的控制。

[0446] 然而,关于确认时间段 4211,考虑计时预定时间段(例如,0.1 秒)以及用于计算转动半径 L 的时间段之间的分隔。更具体地,如果从预定时间段(例如,0.1 秒)起经过 0.04 秒之后,获取转动半径 L 的计算结果,则确认时间段 4211 为 0.14 秒。镜头 CPU4808 在将第一级放大器 101pd 的增益恢复成它的原始值之后计算下一转动半径 L。

[0447] 图 43 是示出用于改变(切换)ACC 101p 的增益和第一级放大器 101pd 的增益的示例性操作的流程图。当启动 ACC 时,该流程开始,并且作为循环重复执行该流程,直到停止 ACC 的操作为止。

[0448] 参考图 43,在步骤 S4301,窗口比较器 4103 判断 ACC 输出是否超出第一范围 4207。如果判断为 ACC 输出超出了第一范围 4207(步骤 S4301 为“是”),则处理进入步骤 S4302。另一方面,如果判断为 ACC 输出没有超出第一范围 4207(步骤 S4301 为“否”),则镜头 CPU

4808 重复步骤 S4301 中的处理,并且进行等待,直到 ACC 输出变成超出第一范围 4207 为止。

[0449] 在步骤 S4302,增益改变判断单元 4101 将第一级放大器 101pd 的增益减小成当前水平的三分之一。此外,增益校正单元 4104 通过将加速度输出增大三倍来校正该增益。

[0450] 在步骤 S4303,窗口比较器 4103 判断 ACC 输出是否已恢复成第二范围判断水平 4208 内的水平。如果判断为 ACC 输出已恢复成第二范围判断水平 4208 内的水平(步骤 S4303 为“是”),则处理进入步骤 S4304。另一方面,如果判断为 ACC 输出没有恢复成第二范围判断水平 4208 内的水平(步骤 S4303 为“否”),则处理重复步骤 S4303 中的处理,以等待直到第一级放大器 101pd 的增益恢复成第二范围判断水平 4208 内的水平为止。

[0451] 在步骤 S4304,镜头 CPU 4808 等待预定时间长度(例如,0.1 秒)。在步骤 S4305,镜头 CPU 4808 等待,直到完成当前时间段中的转动半径 L 的计算为止。

[0452] 在步骤 S4306,增益改变判断单元 4101 将第一级放大器 101pd 的增益恢复成它的原始值。此外,增益校正单元 4104 将积分后的加速度输出恢复成一倍。然后,处理返回到步骤 S4301。

[0453] 如上所述,镜头 CPU 4808 在 ACC 101p 的输出变成饱和之前就减小增益。因此,本典型实施例避免了 ACC 101p 的饱和,并且利用积分后的加速度输出校正增益的不足。因此,可以防止校正值的饱和。

[0454] 图 44 是示出根据本发明第二典型实施例的主要组件的示例性操作的流程图。图 44 的流程图中的处理大体上与第一典型实施例中的图 32 中所示的处理相同。

[0455] 图 44 的流程图中的处理在下面的点上不同于图 32 所示的处理。更具体地,在本典型实施例中,镜头 CPU 4808 计算计算出的转动半径的移动平均,以及代替在步骤 S3206 和 S3228 中执行转动半径 L 的计算,而是在步骤 S4401 和 S4403 中检测转动半径。另外,在本典型实施例中,省略步骤 S3230 中的暂停检测转动半径。这是因为,在减小了 ACC 101p 的第一级放大器 101pd 的增益之后,不会发生由于源自调焦用透镜的驱动的振动而可能另外发生的 ACC 输出的饱和,因此在该时间段期间可以计算转动半径 L。

[0456] 图 45 是根据本典型实施例的时序图。图 45 所示的时序图大体上与第一典型实施例的图 30 所示的时序图相同。除在图 45 所示的示例性时序图中代替转动半径检测时序 3009 而设置转动半径检测时序 4501 以外,图 45 所示的时序图大体上与图 30 所示的时序图相同。

[0457] 在转动半径检测时序 4501,镜头 CPU 4808 基于来自陀螺仪和 ACC 的输出,计算转动半径。“Hi”状态表示计算转动半径,而“Lo”状态表示暂停转动半径的计算。转动半径检测时序 4501 与转动半径检测时序 3009 的不同在于:在本典型实施例中,即使在时刻 $t_3 \sim t_5$ 的时间段期间,镜头 CPU 4808 也计算转动半径 L。

[0458] 返回图 44,图 44 的流程图所示的处理在下面的点上不同于图 32 所示的处理。更具体地,在本典型实施例中,代替在步骤 S3213 中暂停转动半径的检测并平均转动半径,而在步骤 S4402,镜头 CPU 4808 暂停转动半径的检测,并且使用最新更新后的转动半径来校正平行振动。其它处理与以上图 32 中所述的相同。因此,这里不再重复对其的说明。

[0459] 从图 44 所示的流程可以看出,与镜头 CPU 4808 在第一典型实施例中的动作一样,在驱动快门、快速复原镜或光圈的同时,镜头 CPU 4808 暂停转动半径 L 的检测。这里注意,在用于驱动快门、快速复原镜或光圈的时间段中,可以执行转动半径 L 的检测。

[0460] 然而,如果在上述时间段期间继续进行转动半径 L 的检测,则照相机受到由于驱动而发生的十分大的振动。在这种情况下,减小 ACC 101p 的第一级放大器 101pd 的增益,以防止由于驱动振动而可能发生的 ACC 输出的饱和。因此,在这种情况下,ACC 输出可能由于大的增益减小而变得不稳定。因此,上述时间段期间计算出的转动半径的检测精度变得极低。因此,镜头 CPU4808 暂停转动半径 L 的检测。

[0461] 如以上参考图 38 所述,镜头 CPU 4808 基于与 ACC 101p 的安装位置有关的信息和摄像光学系统的主点的位移,校正转动半径 L。然而,如果将 ACC 101p 布置在与设置最大摄像倍率时的摄像光学系统的主点相同的位置处,并且如果当前摄像倍率低于最大摄像倍率,则可以减小或抑制源自平行振动的影响。

[0462] 因此,在这种情况下,可以无需校正转动半径 L 而以充分高的精度校正平行振动。因此,可以简化整个系统。

[0463] 在图 46 所示的例子中,将 ACC 101p 布置在与摄像倍率为拍摄镜头能力范围内最高的状态(最接近被摄体距离位置 4601)下的摄像光学系统的主点 A 4602 相同的位置处。因此,基于 ACC101p 的输出和陀螺仪 4807p 的输出计算出的转动半径 L 1101p 等于从转动中心到摄像光学系统的主点的转动半径。因此,可以利用该结构高精度地校正平行振动。摄像光学系统的主点 A4602 处的振动量 4603 等于 ACC 101p 的安装位置处的振动量 4603。

[0464] 图 47 示出被摄体 4701 远离摄像光学系统的情况。在这种情况下,在聚焦于被摄体 4701 时的摄像光学系统的主点 B 4702 从 ACC 101p 的安装位置 4602 发生移位。

[0465] 摄像光学系统的主点 B 4702 处的振动量 4703 不同于 ACC101p 的安装位置处的振动量 4603。然而,在这种情况下,摄像倍率低。因此,源自可能导致图像劣化的平行振动的影响小。因此,可以在不严格设置转动半径 L 的情况下,以可容忍的高精度校正平行振动。

[0466] 将 ACC 101p 布置在与摄像光学系统的摄像倍率变成最大时镜头的主点相同的位置处是有意义的。如果可以将 ACC 101p 布置在与镜头的主点相同的位置处,则与上述第一典型实施例中的计算相比,本典型实施例中的计算可以更加简化。

[0467] 如上所述,本典型实施例检测各频率下的转动半径 L 的变化,并且根据检测结果判断是否使用增益调整单元 311。如果校正值(转动半径 L)不依赖于频率,则本典型实施例不使用增益调整单元 311。因此,本典型实施例防止了平行振动检测精度的下降。

[0468] 根据本发明的上述典型实施例,可以实现具有高可移动性并且能够在微距拍摄期间稳定工作的小型化图像稳定控制设备。另外,本发明的上述典型实施例可以实现对由于平行振动而可能发生的图像抖动的高精度校正。

[0469] 在本发明的第一和第二典型实施例中,通过包括在数字单镜头反光照相机或数字小型照相机中的示例性图像稳定控制设备来校正平行振动。然而,由于可以在具有高性能的小型化系统中实现根据本发明的典型实施例的图像稳定控制设备,因而本发明不局限于此。例如,在利用摄像机拍摄静止图像时,或者在利用监视照相机、网络照相机或移动电话拍摄静止图像时,可以实现本发明。

[0470] 尽管参考典型实施例说明了本发明,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,以包含所有修改、等同结构和功能。

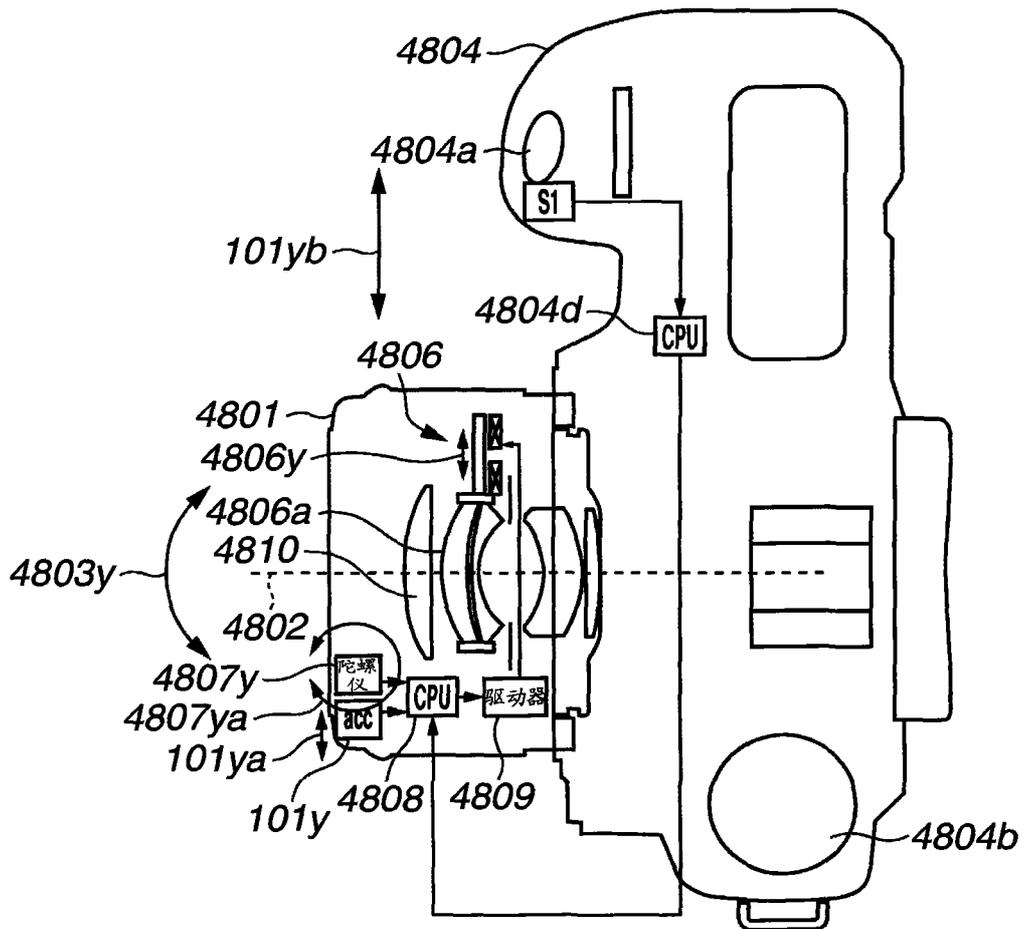


图 1

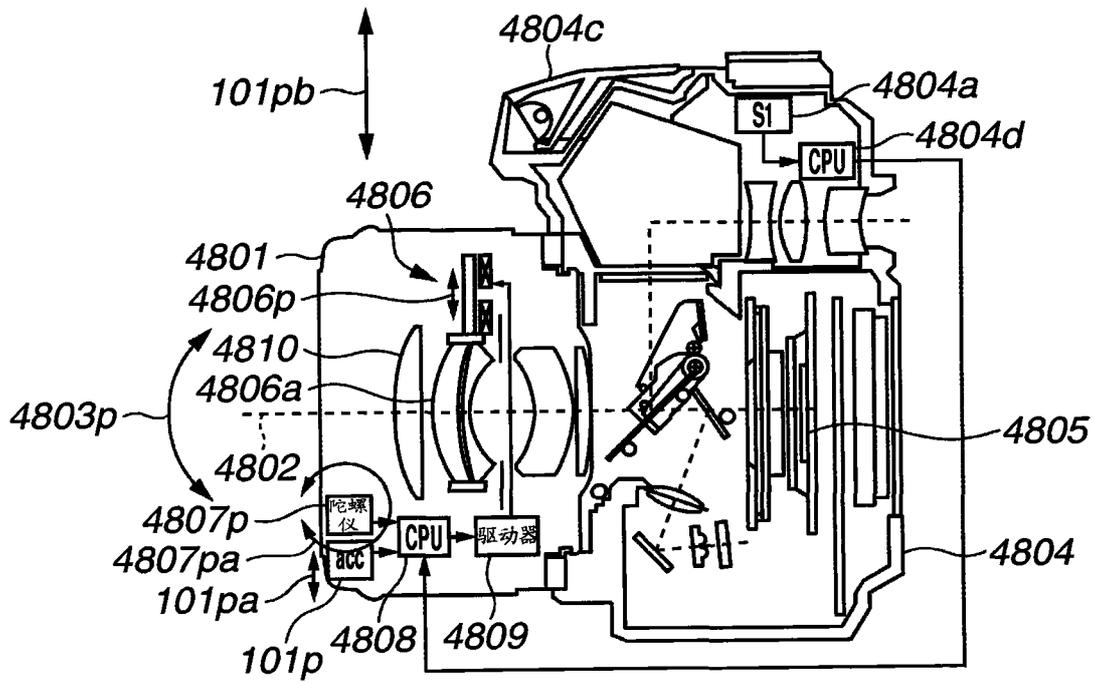


图 2

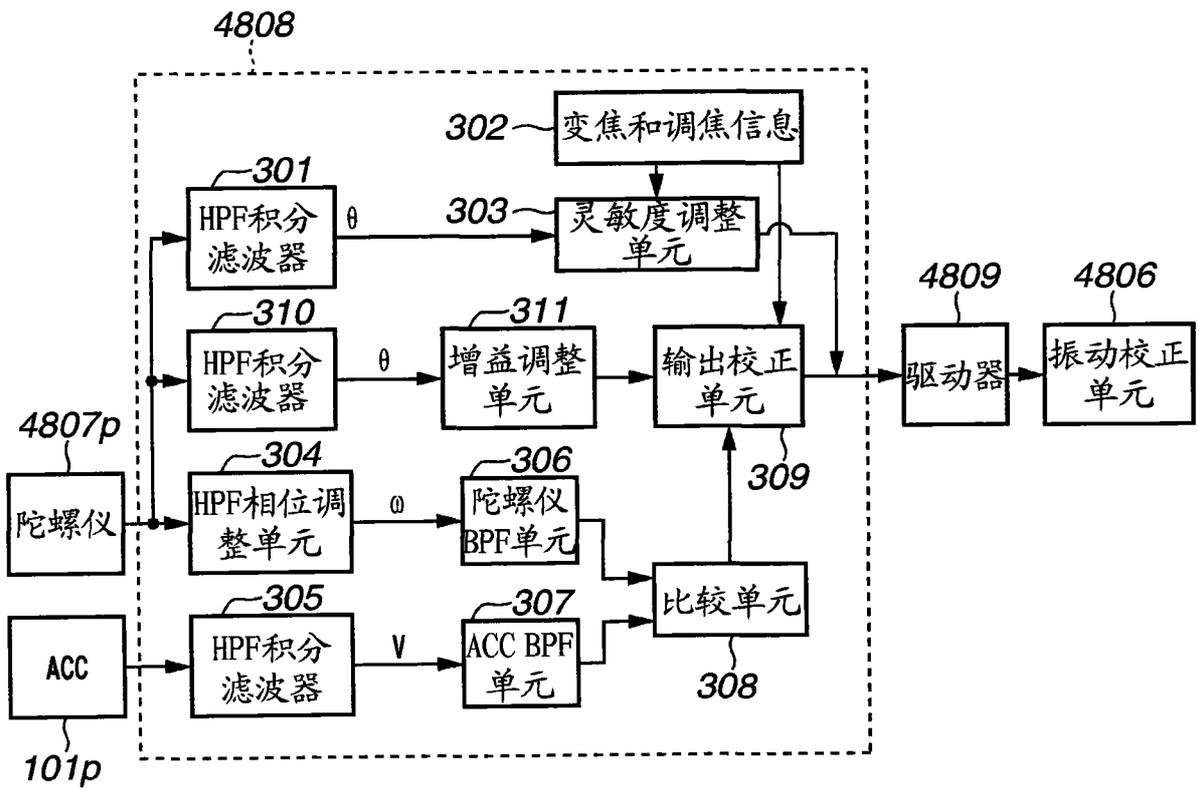


图 3

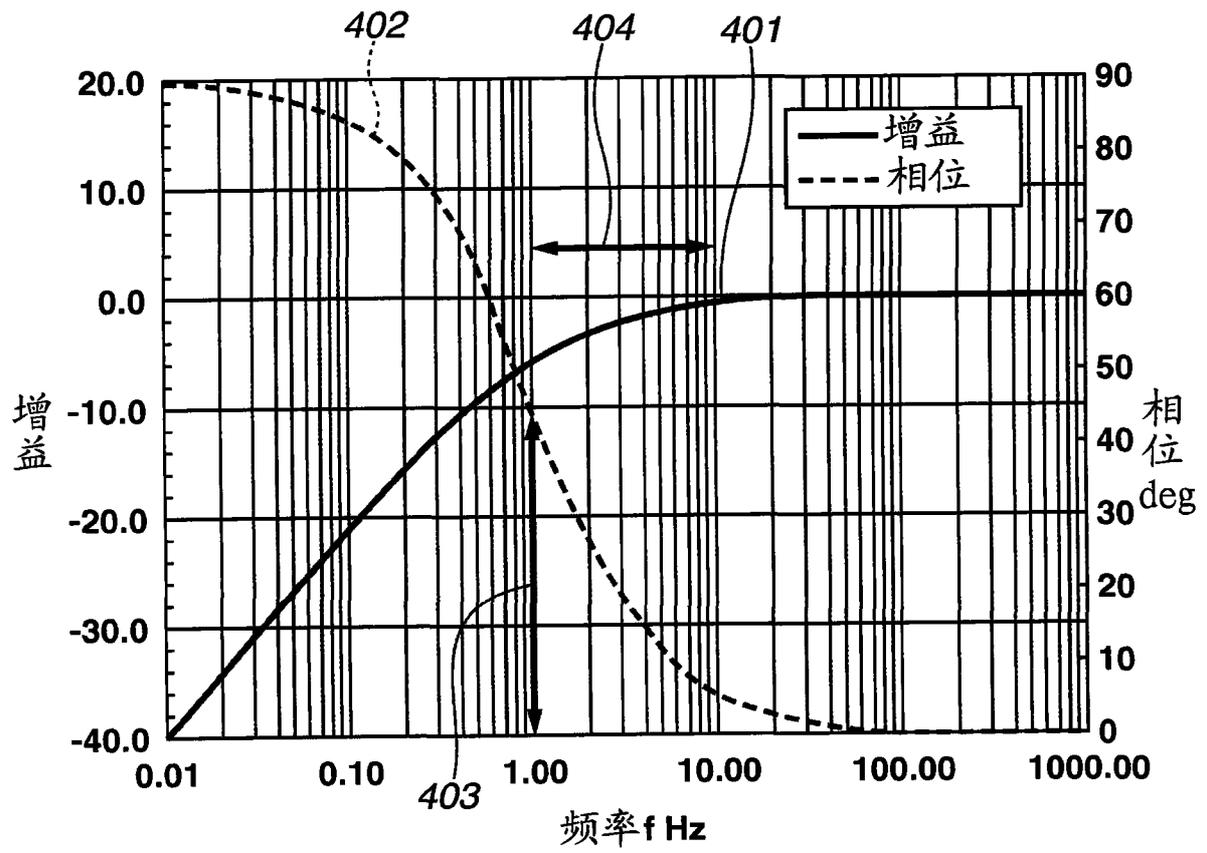


图 4

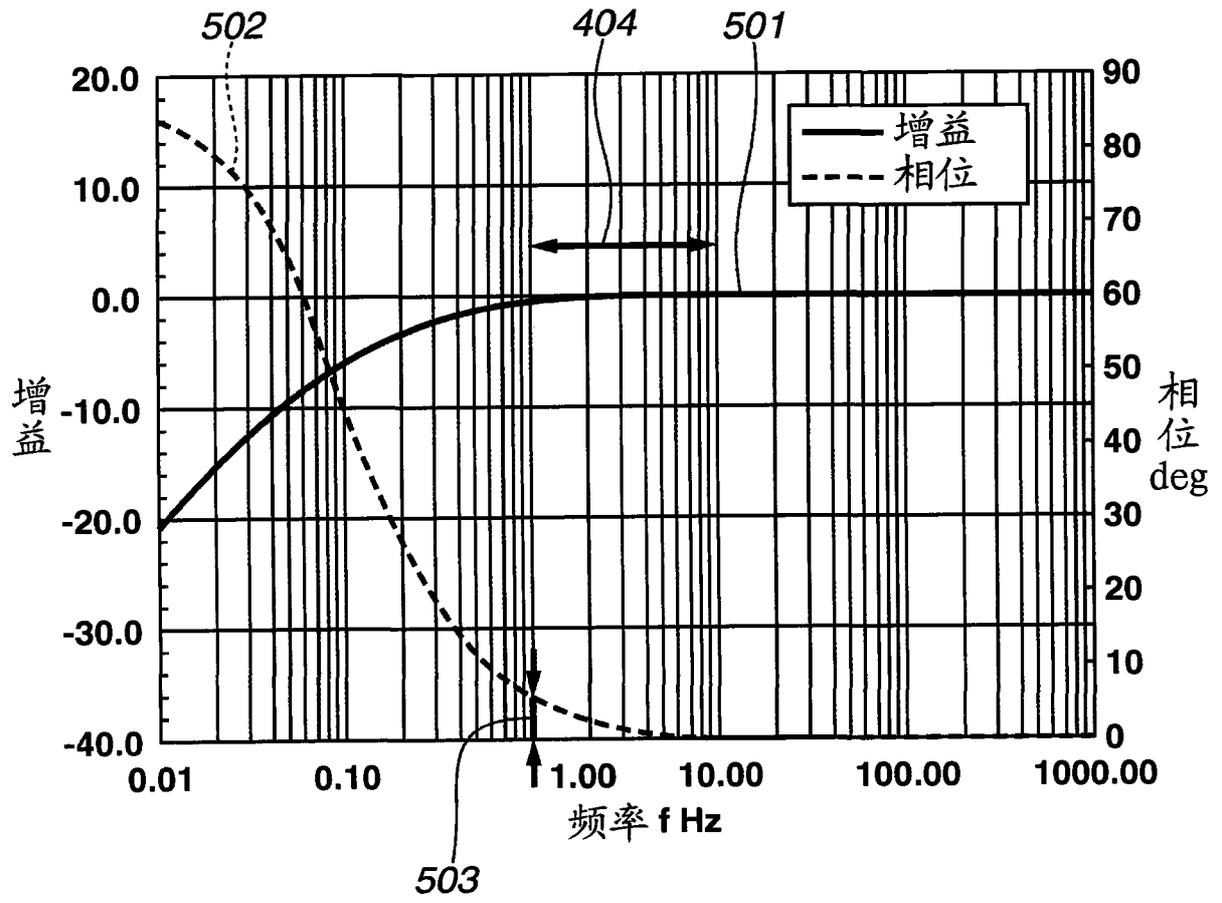


图 5

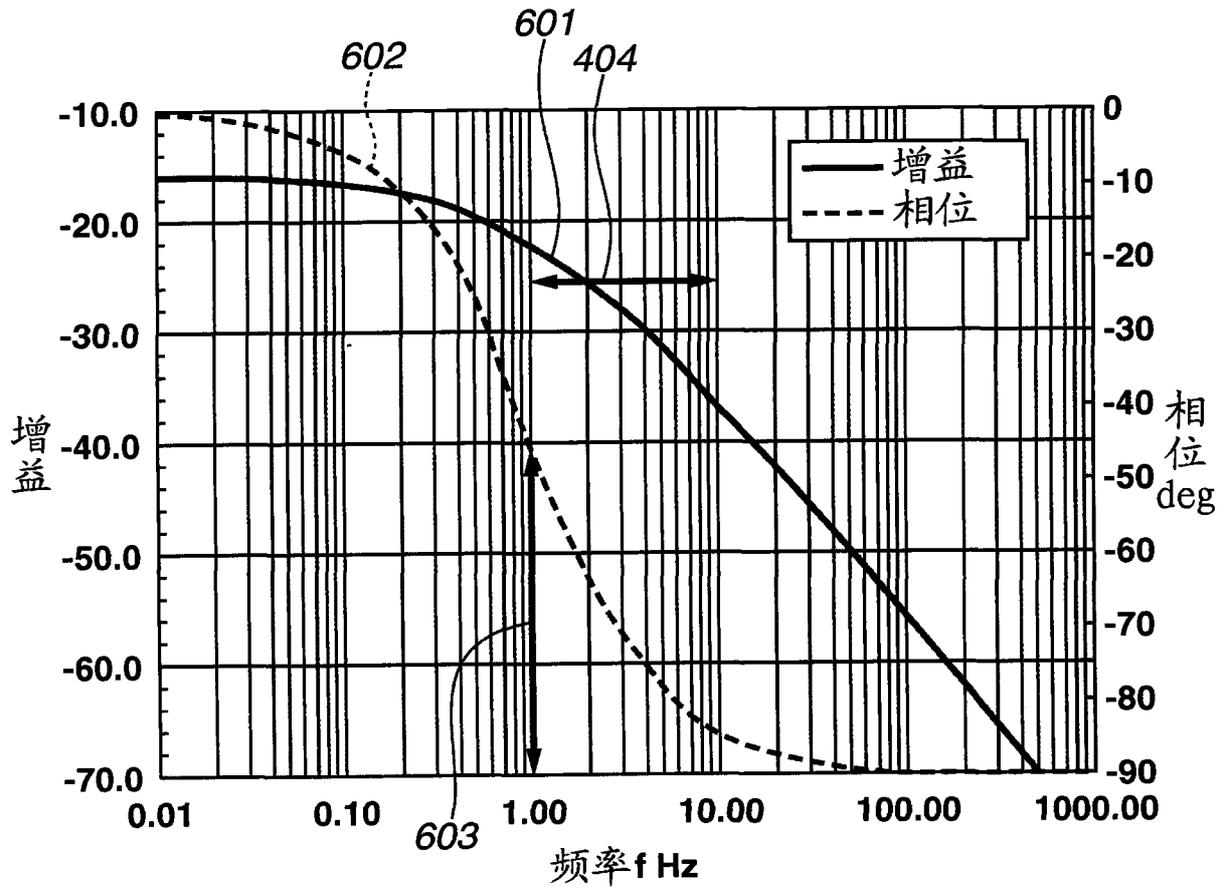


图 6

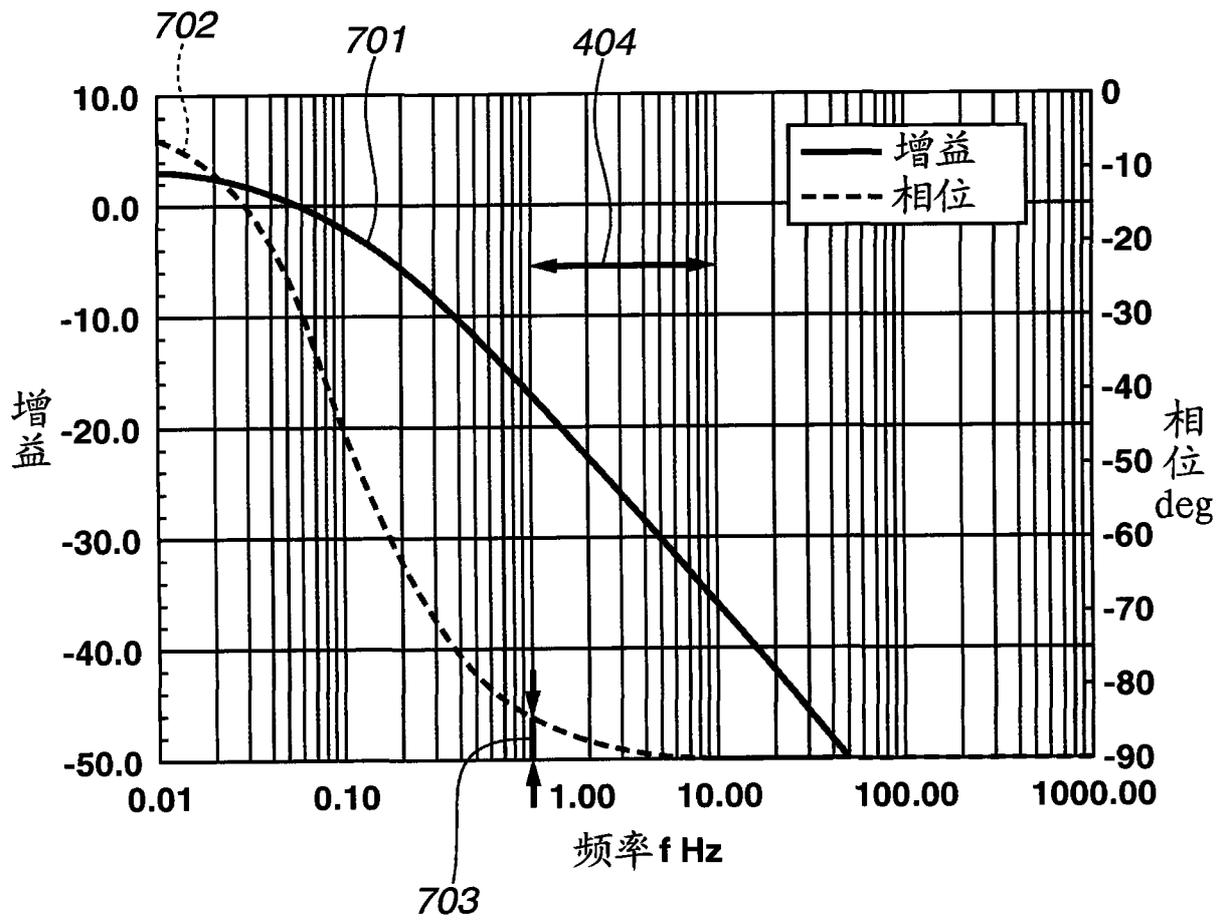


图 7

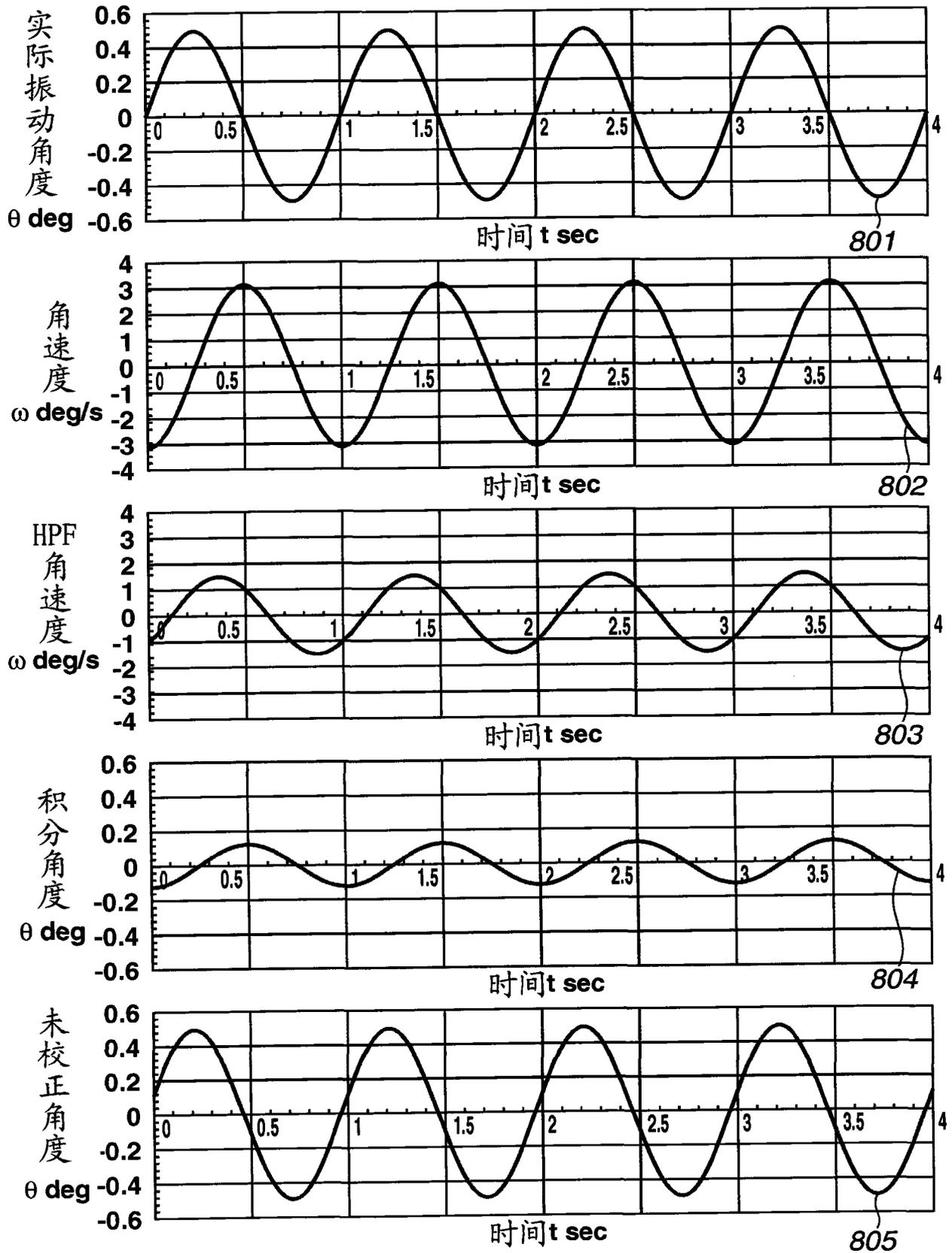


图 8

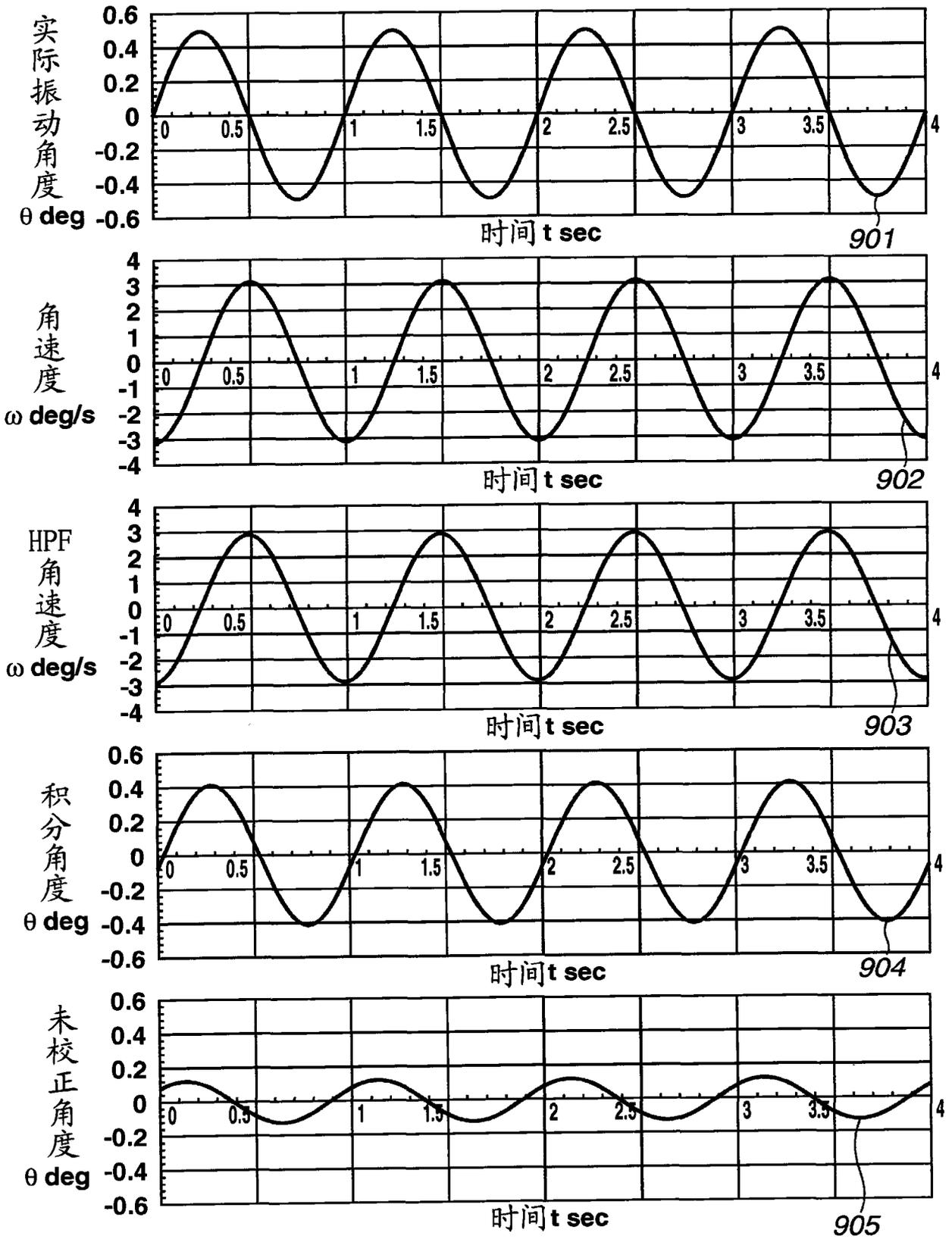


图 9

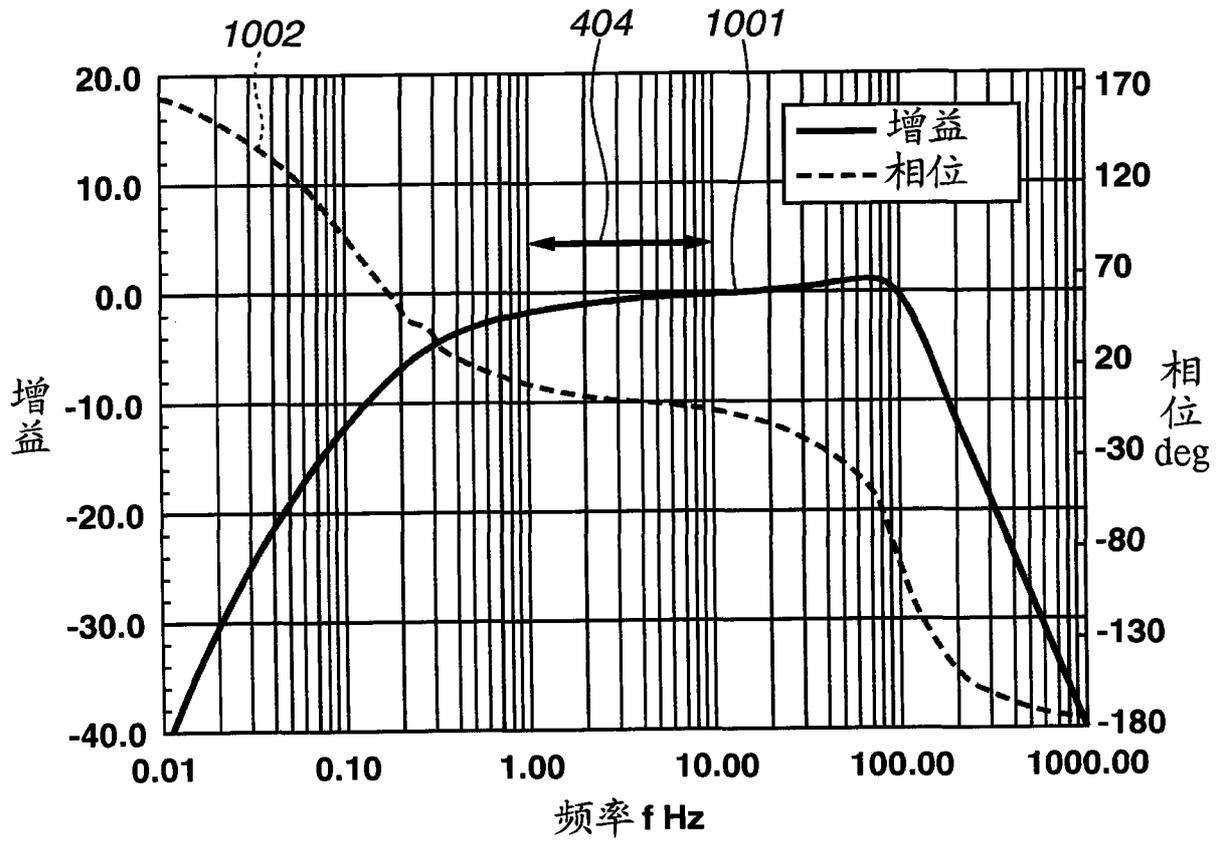


图 10

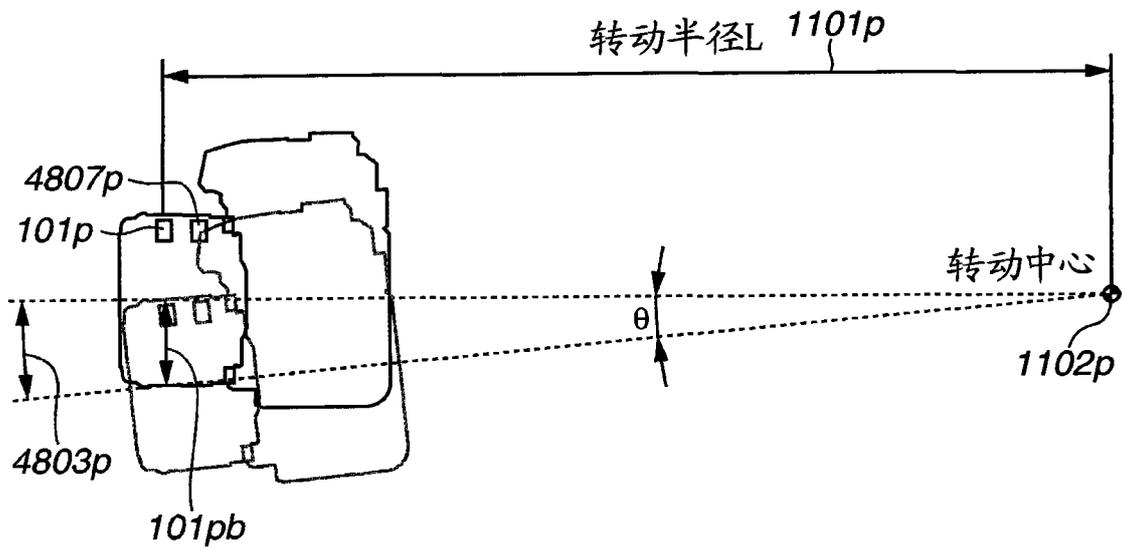


图 11

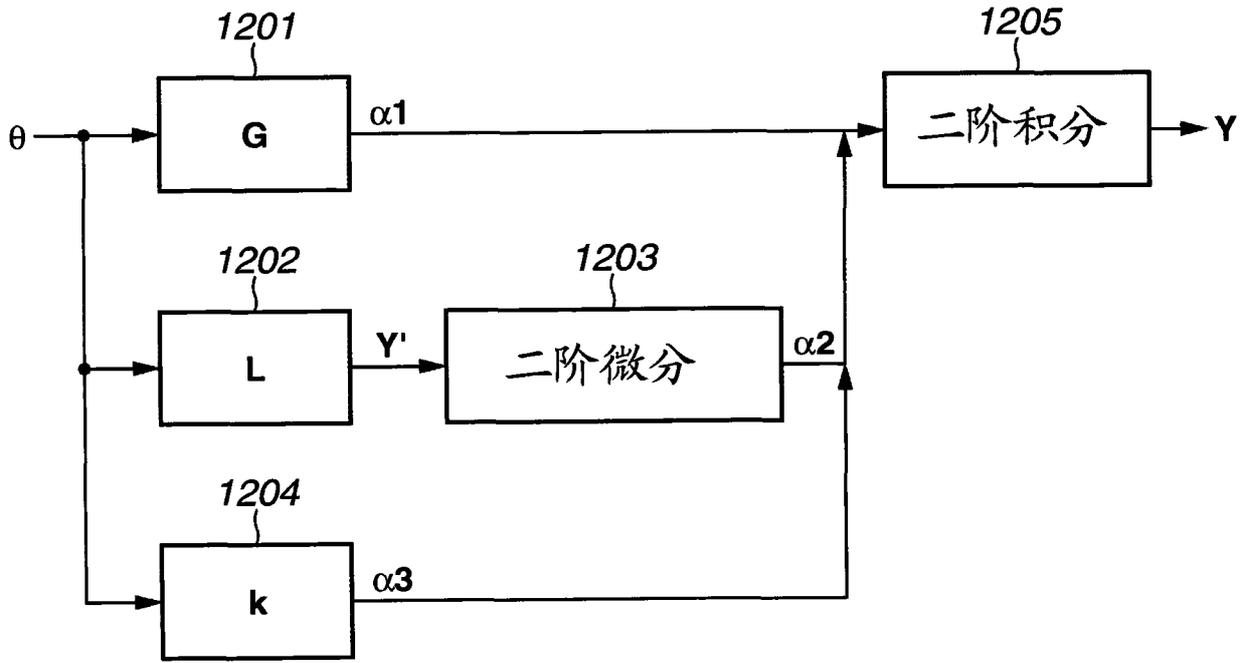


图 12

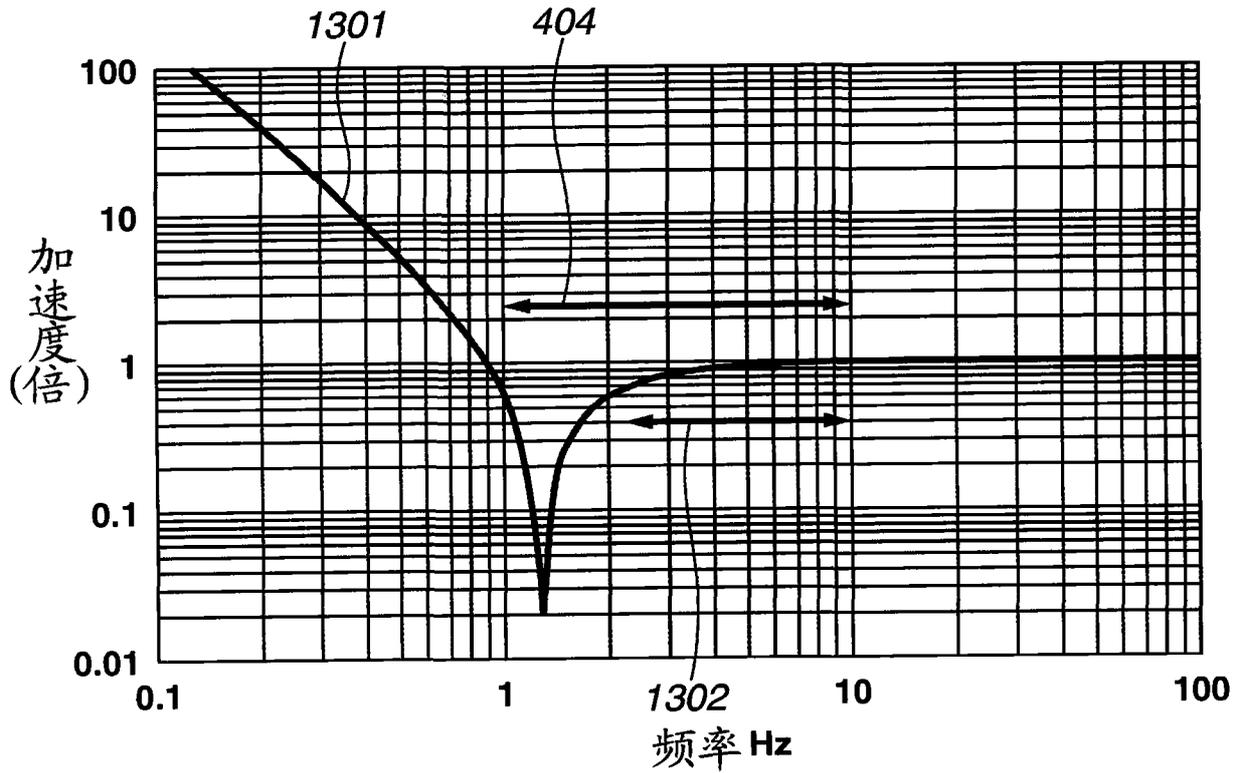


图 13

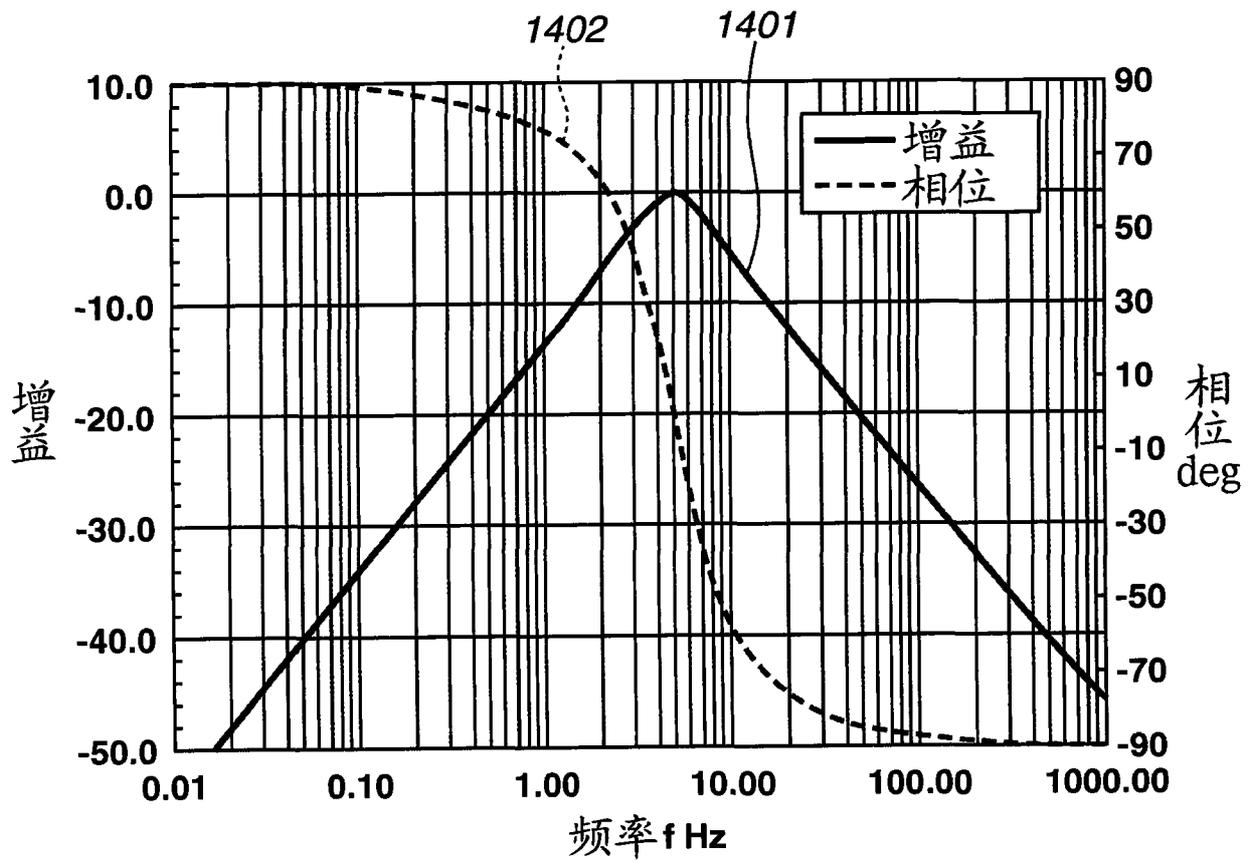


图 14

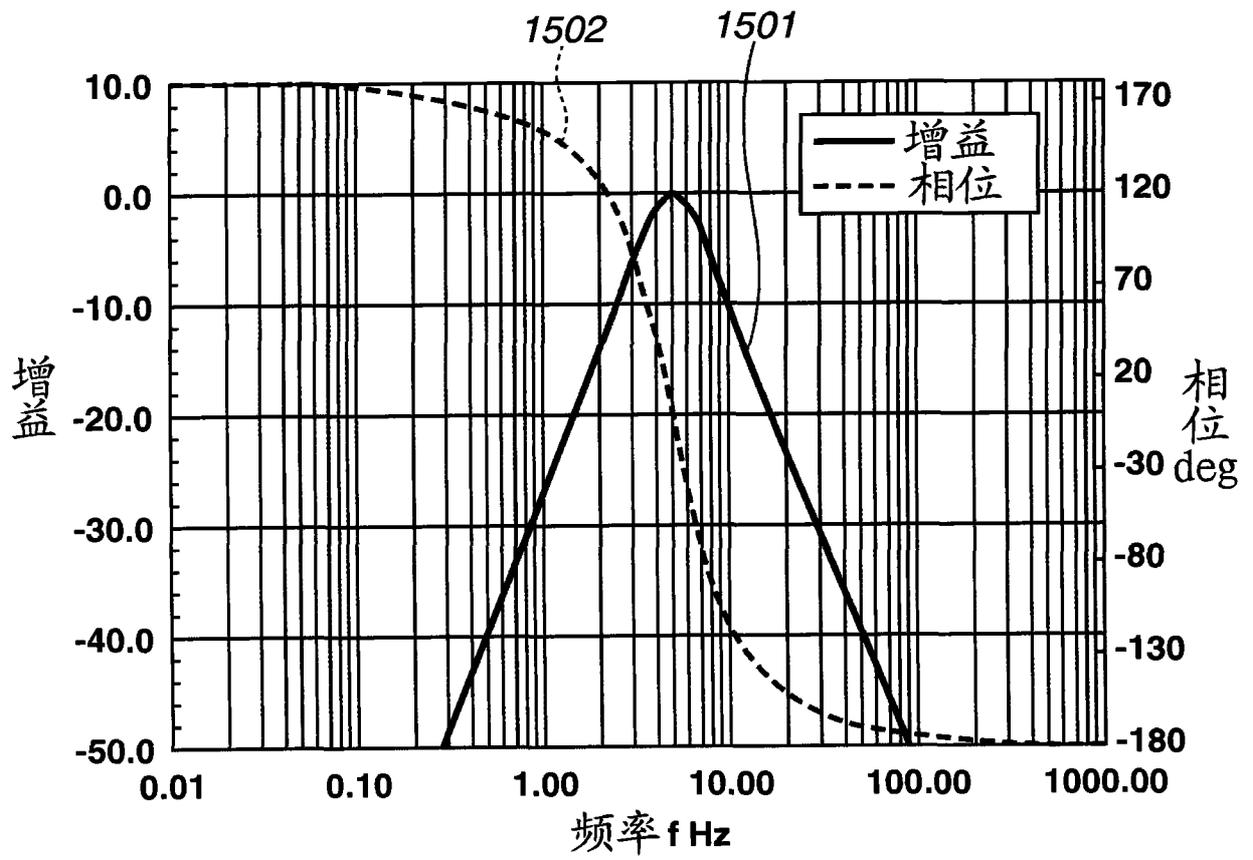


图 15

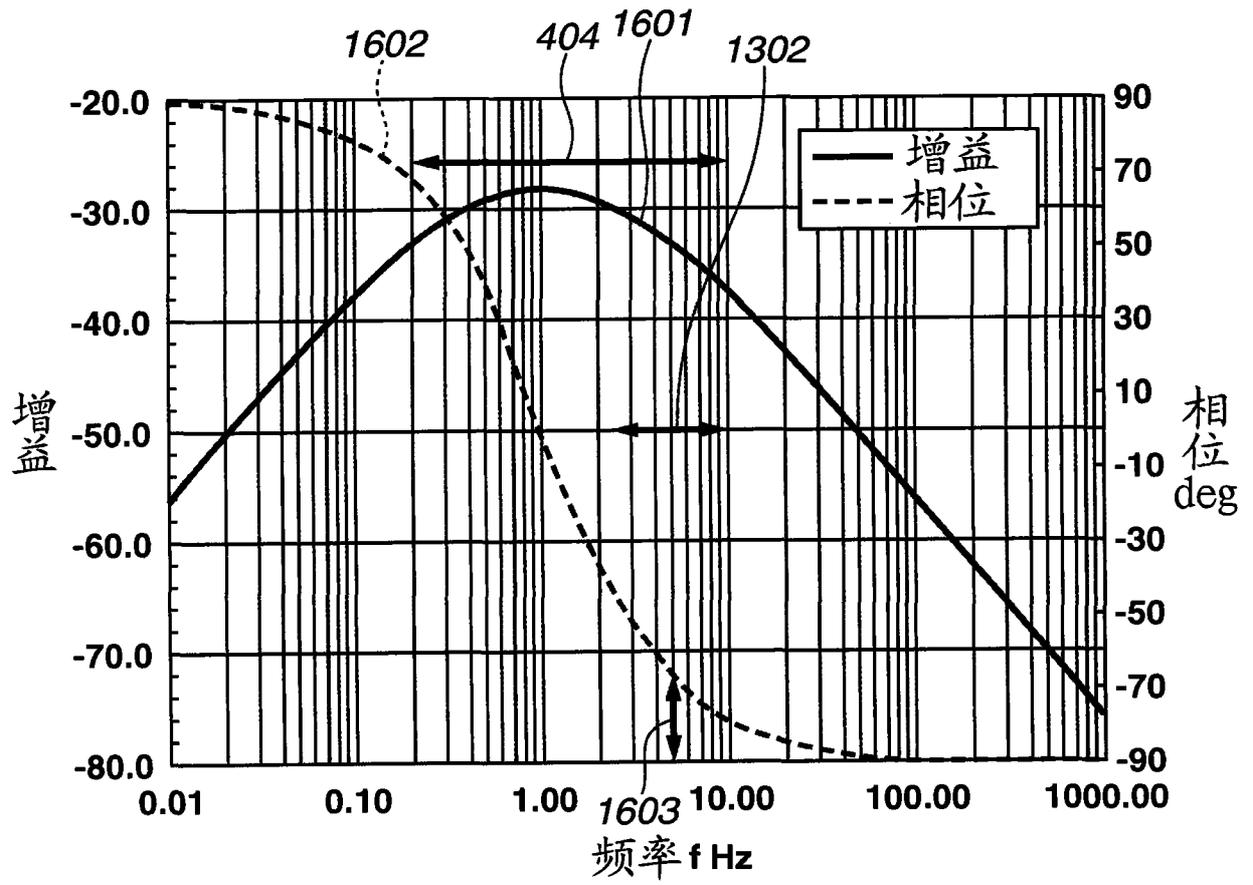


图 16

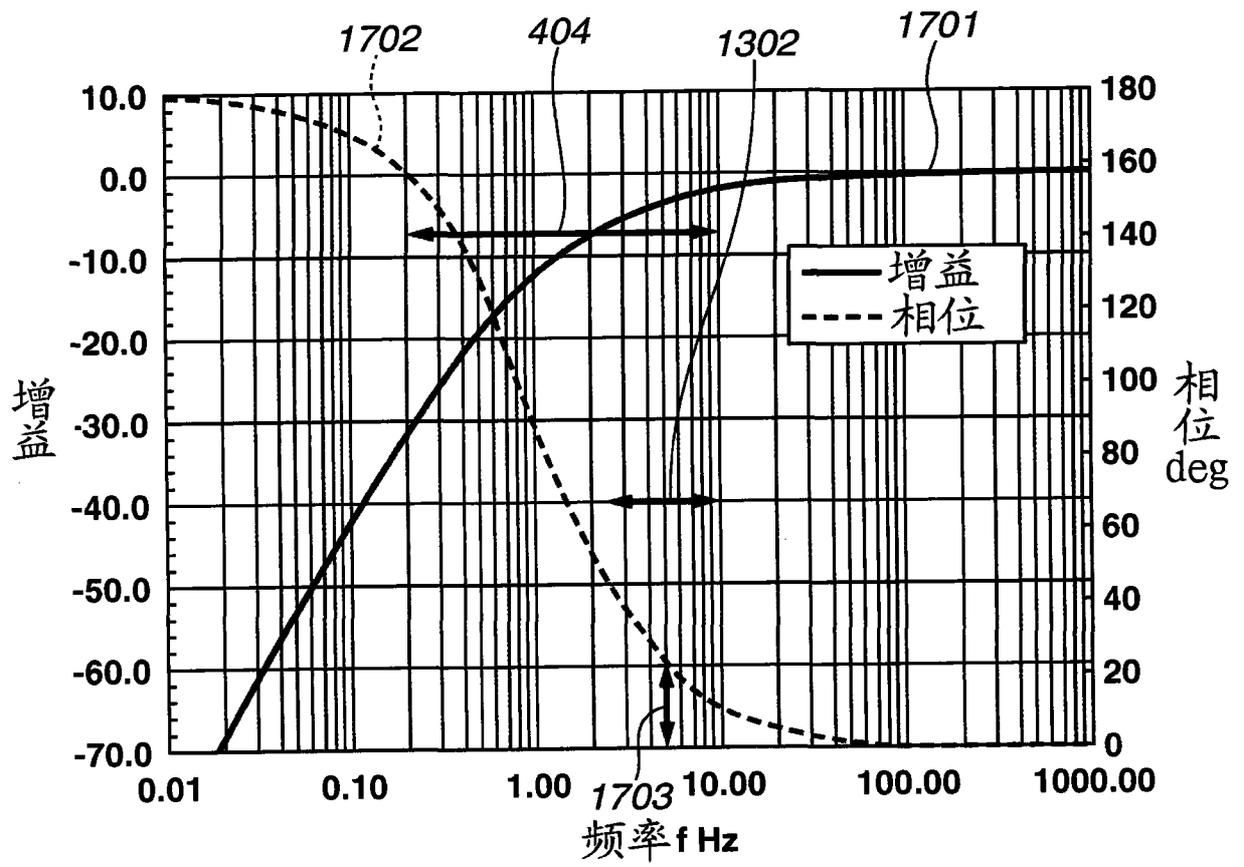


图 17

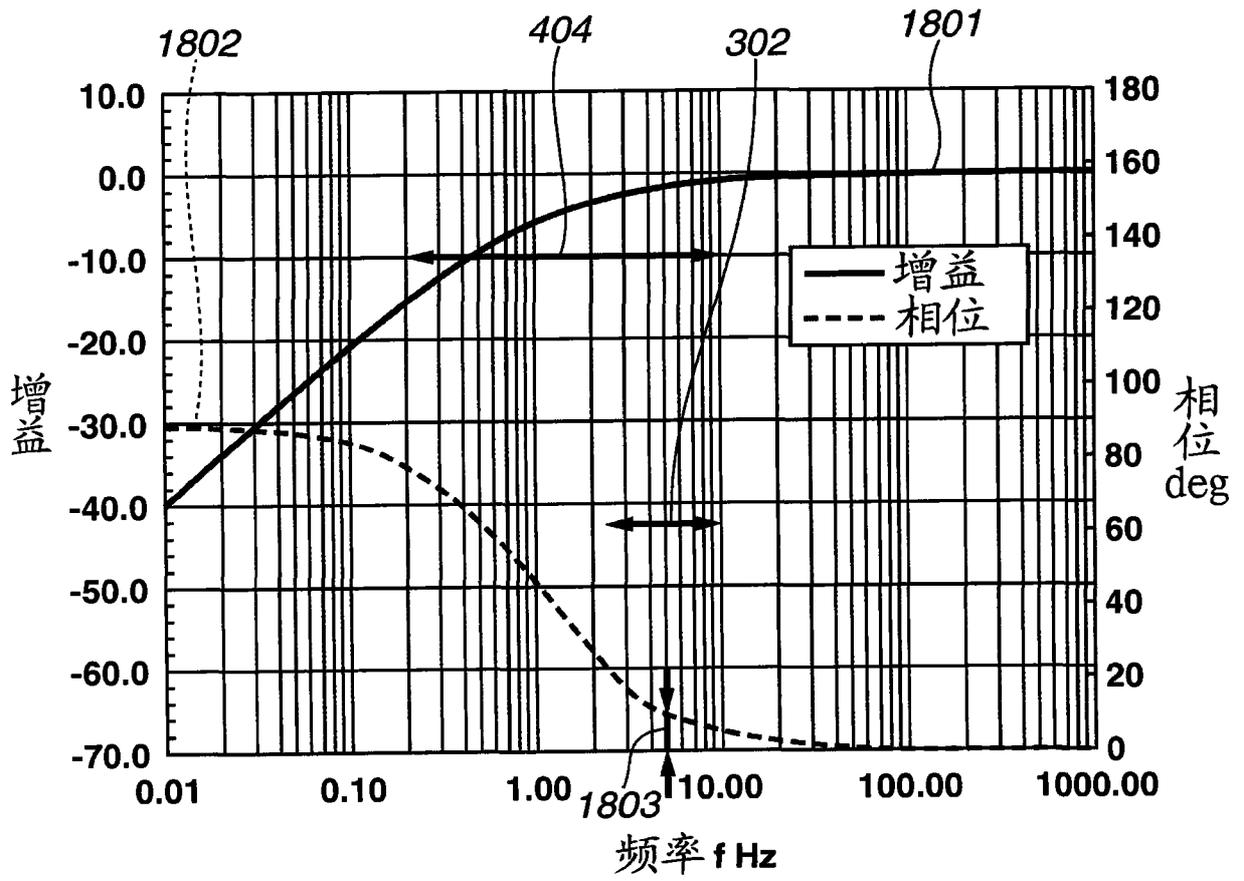


图 18

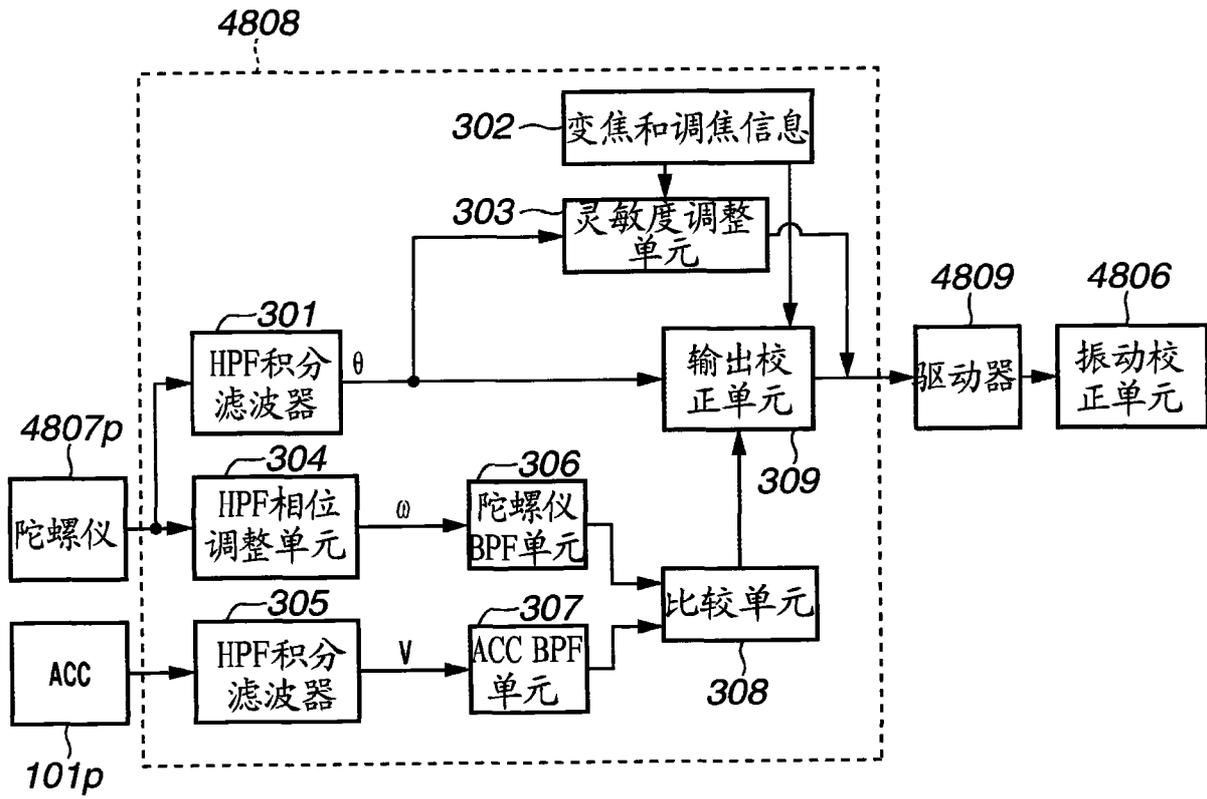


图 19

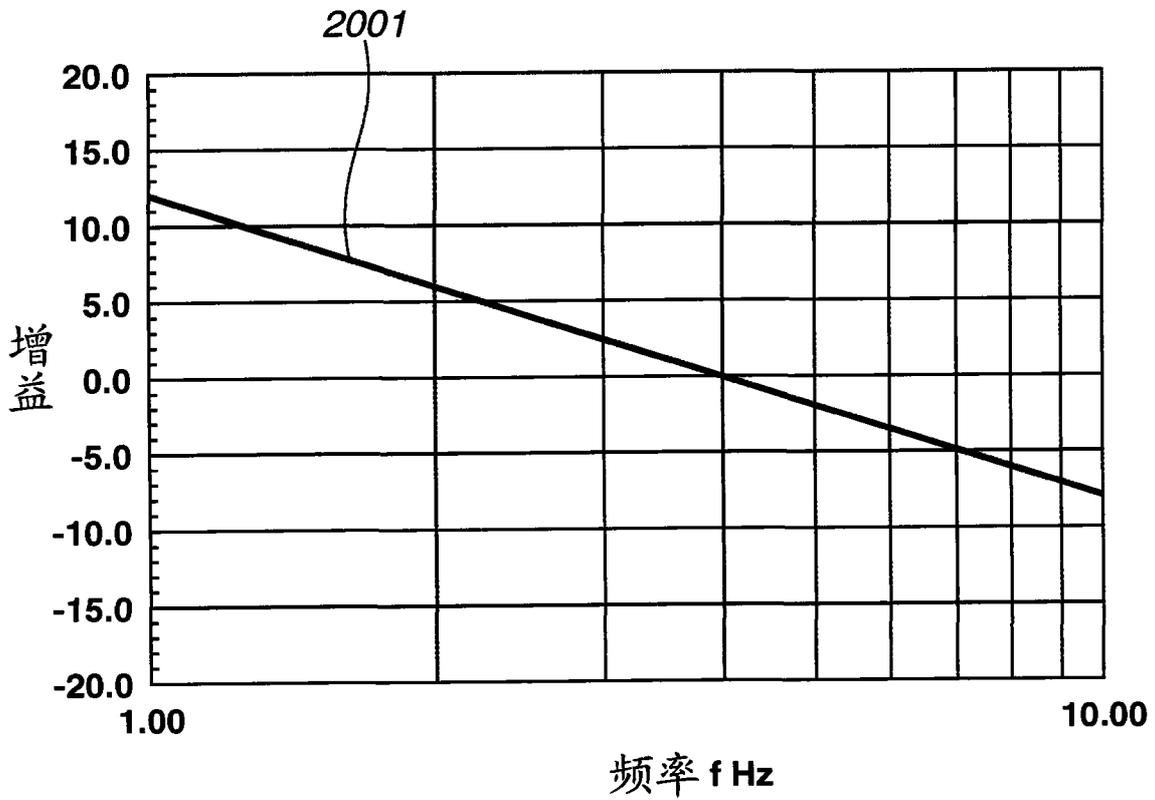


图 20

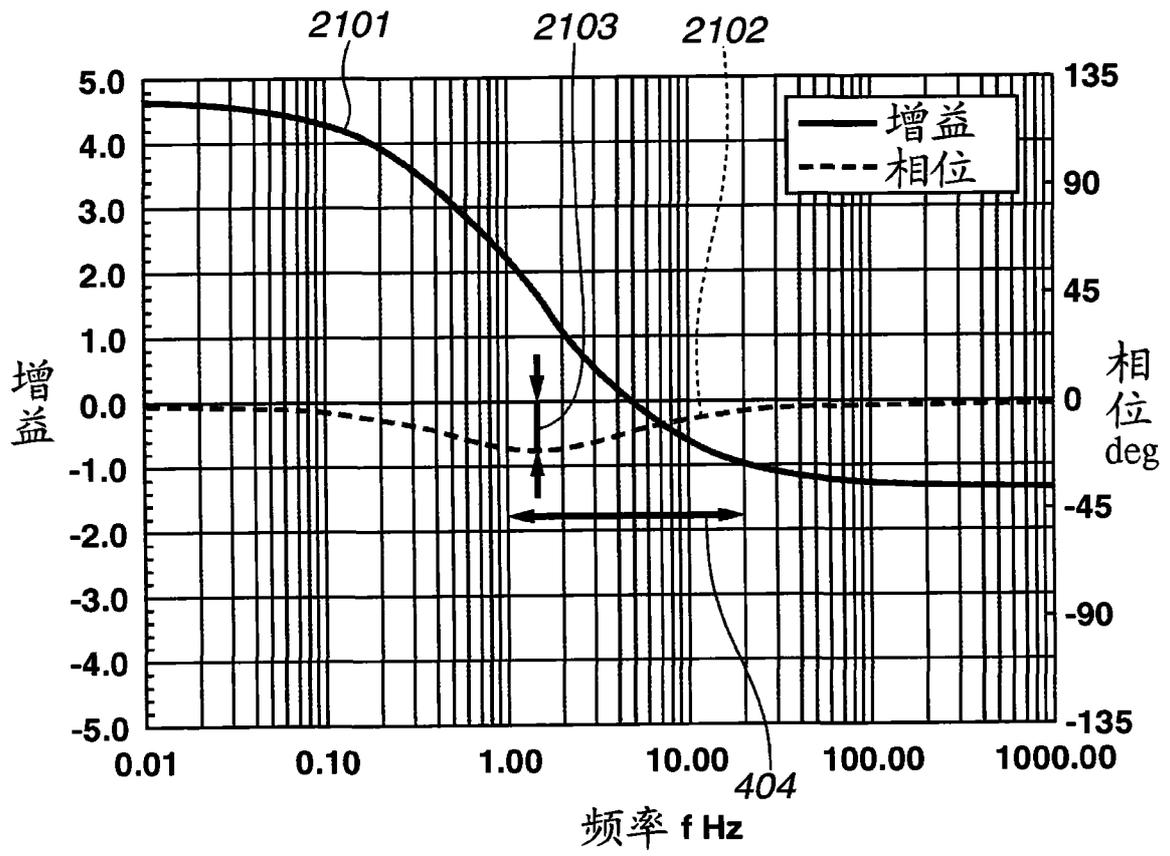


图 21

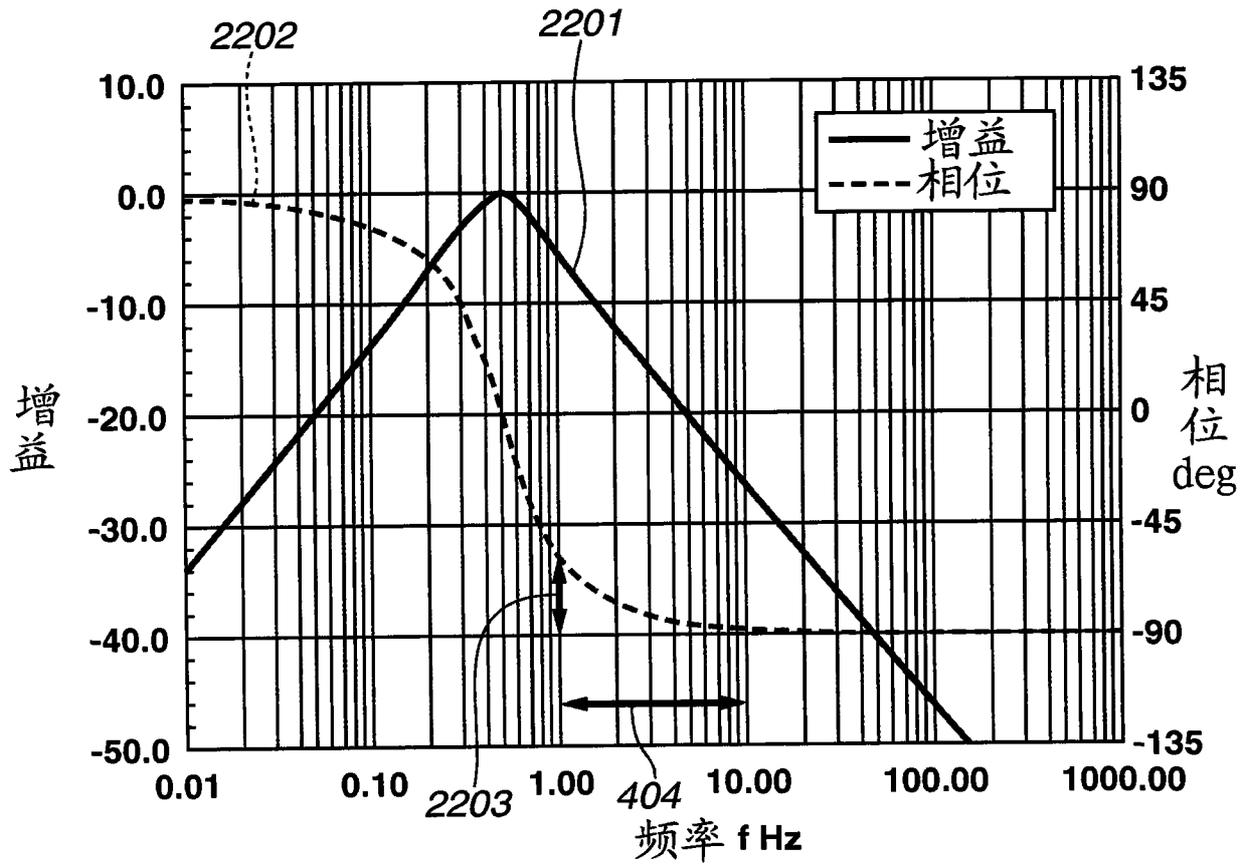


图 22

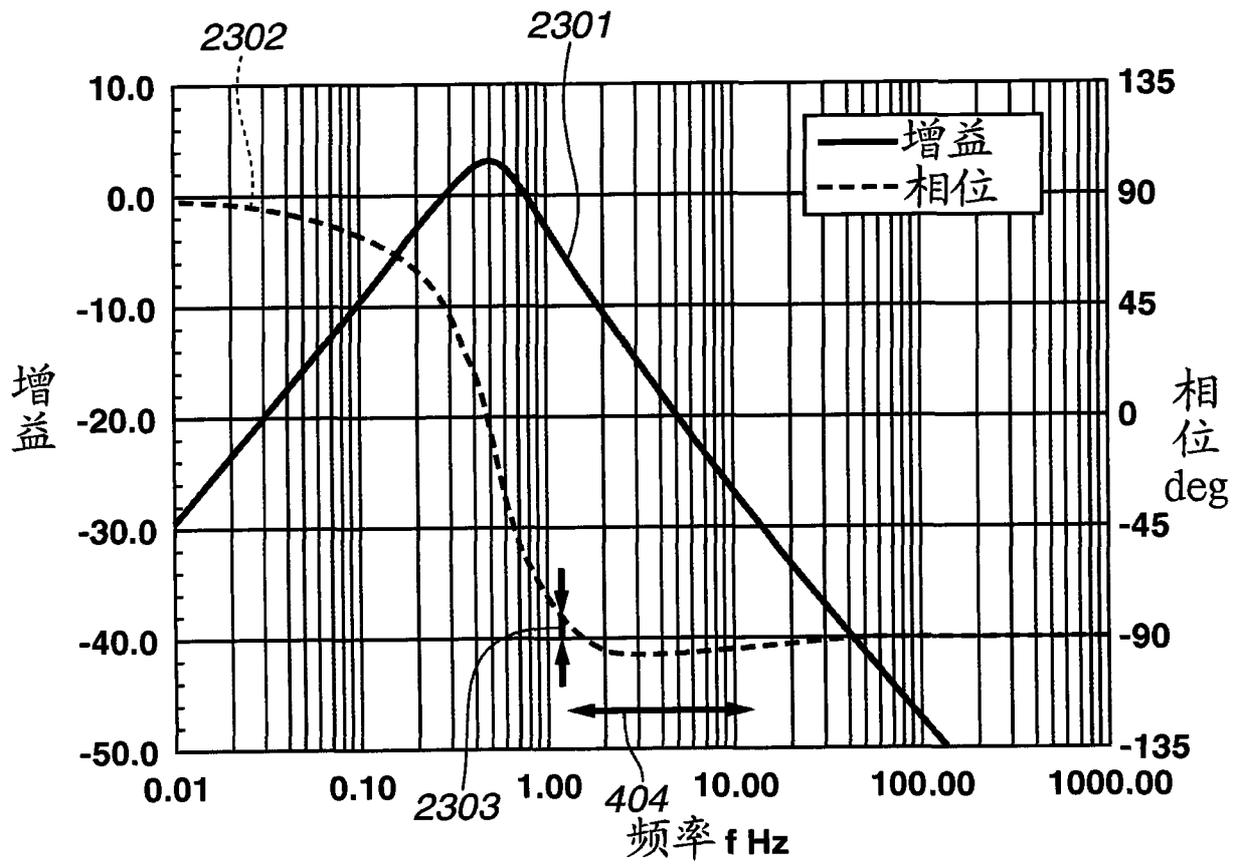


图 23

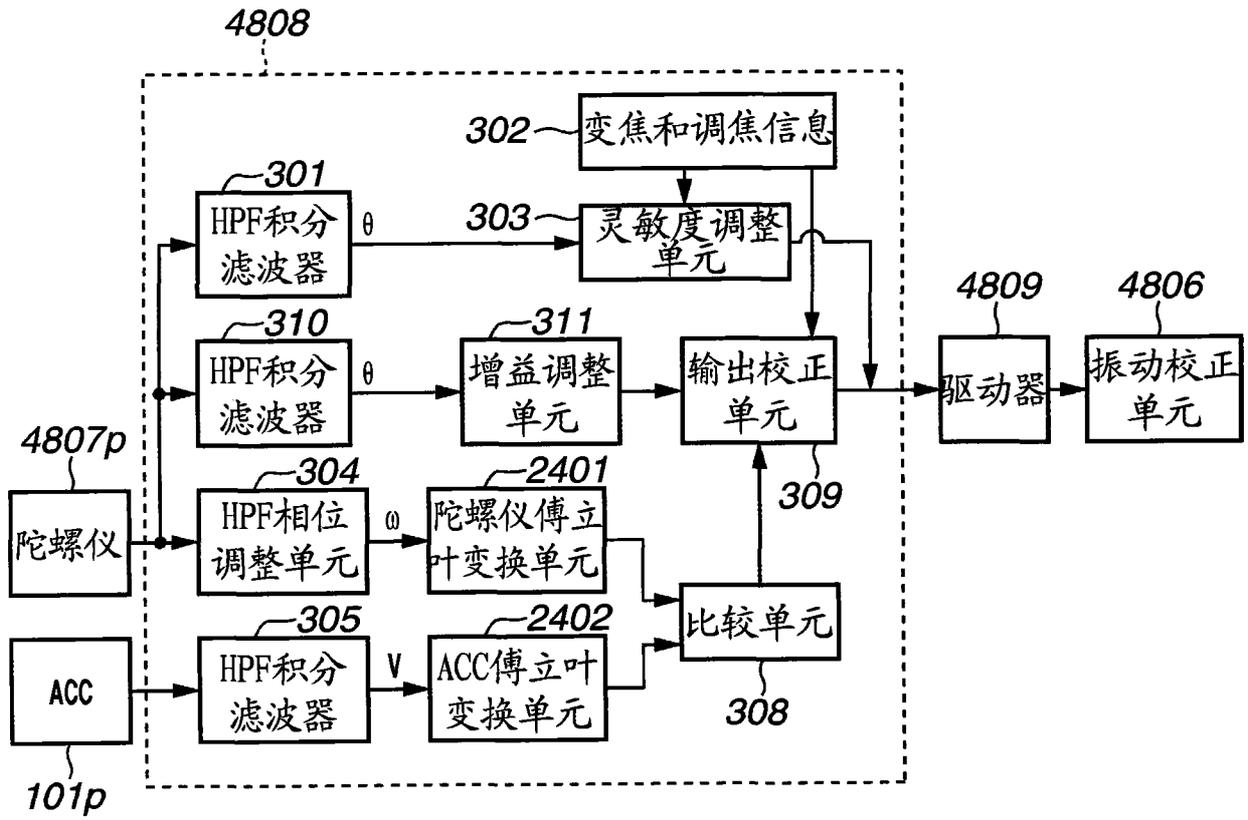


图 24

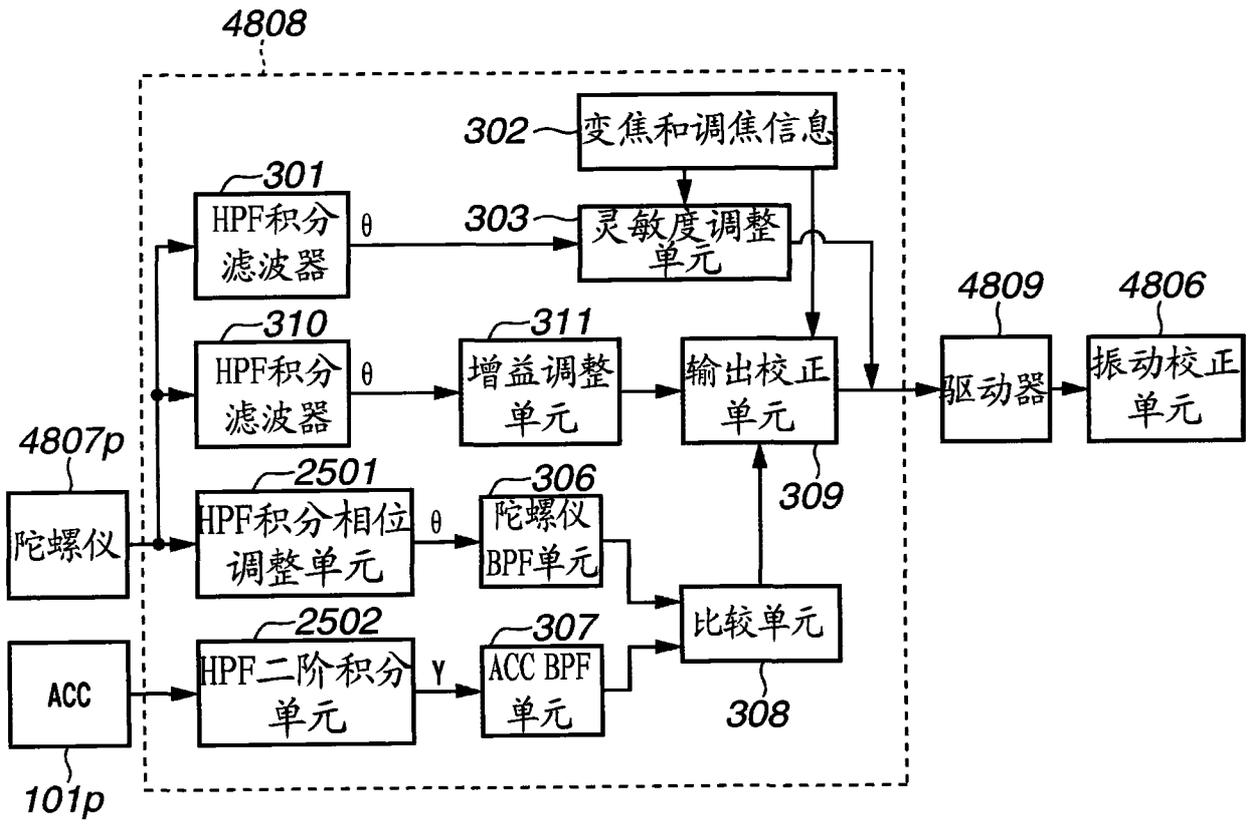


图 25

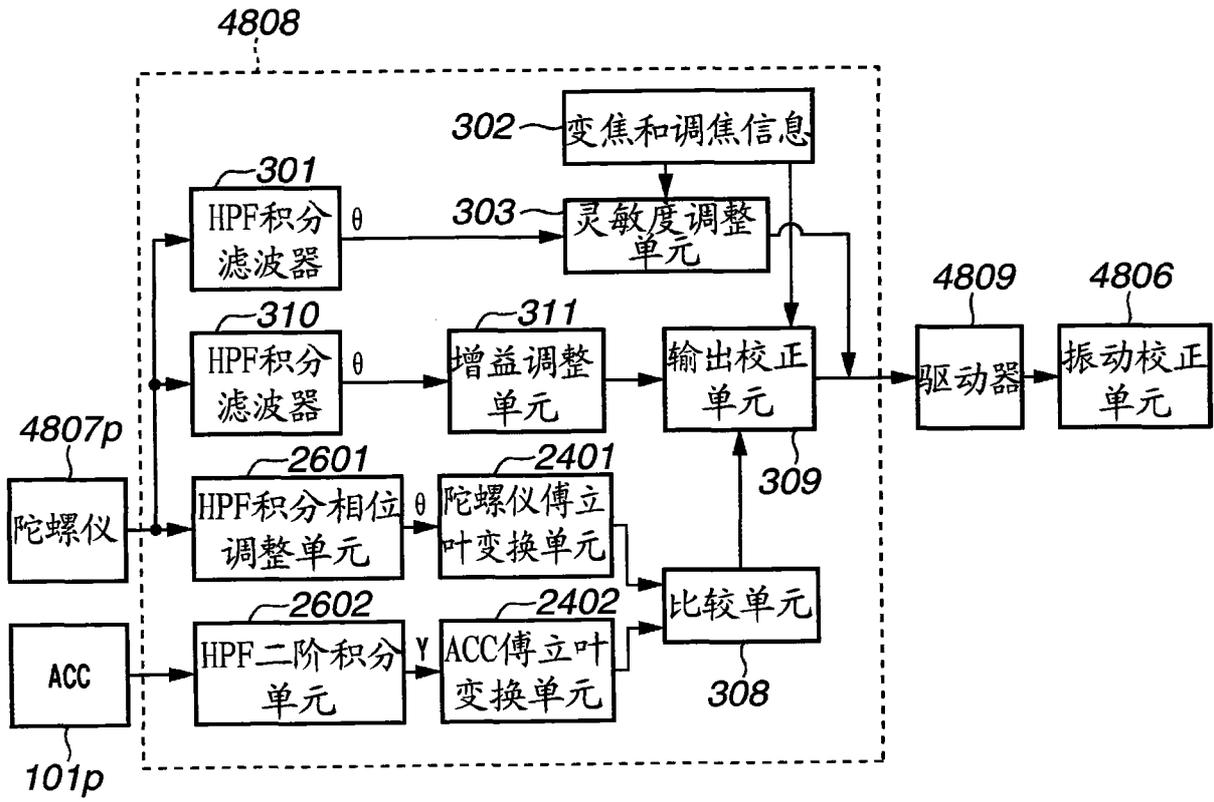


图 26

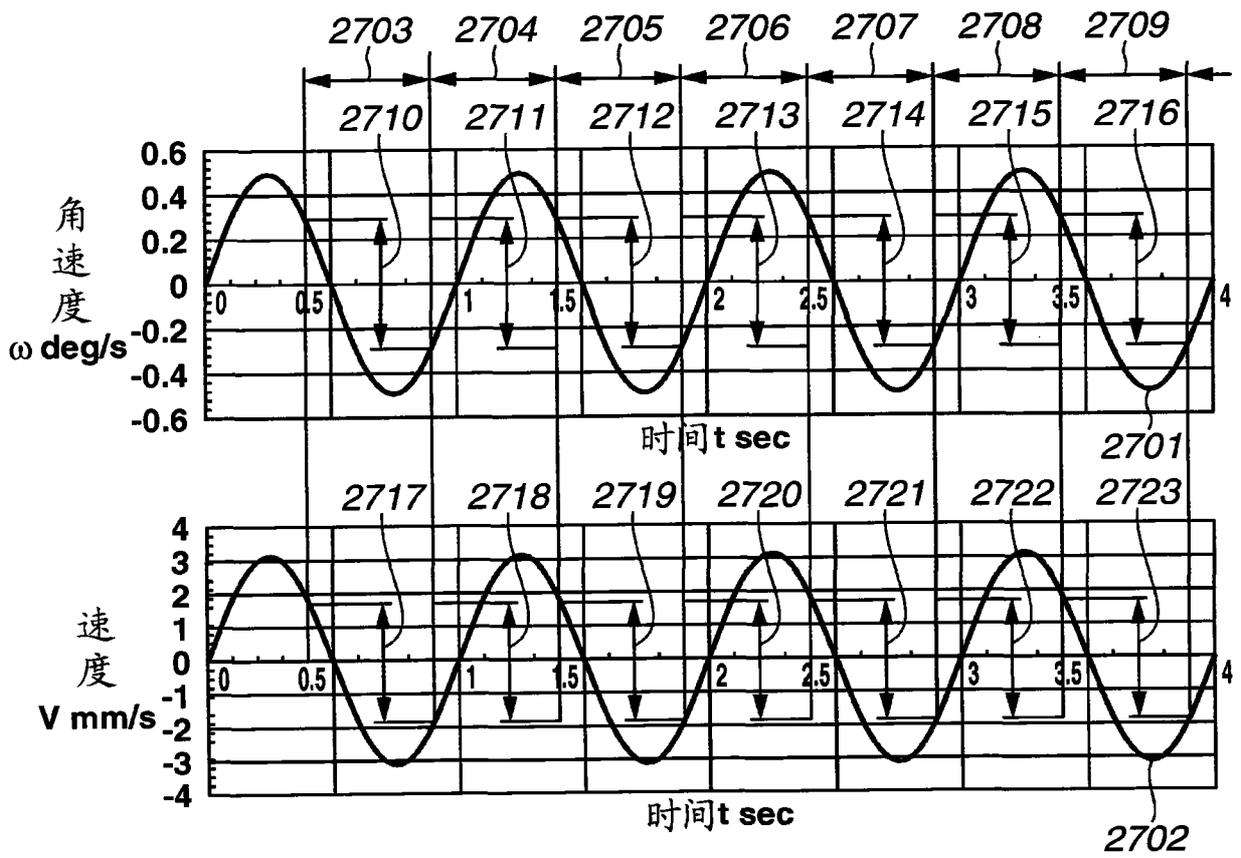


图 27

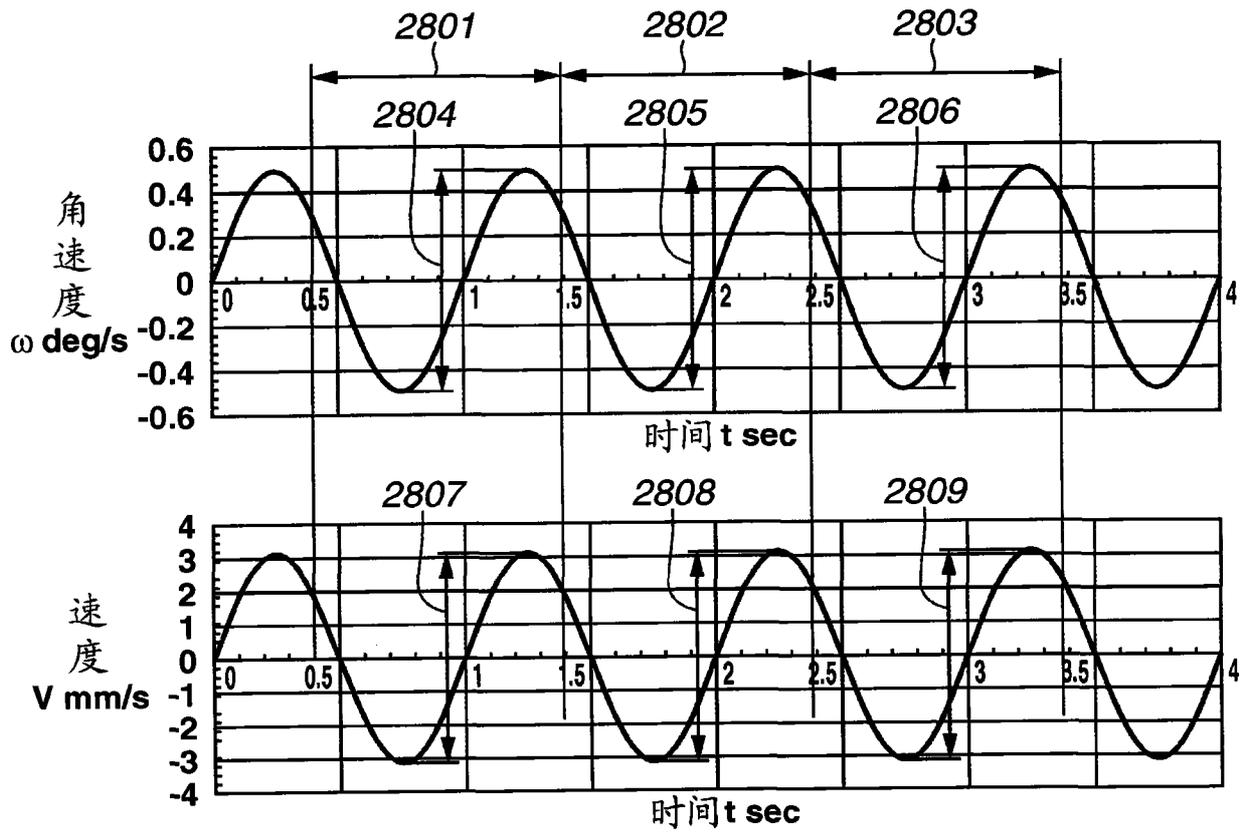


图 28

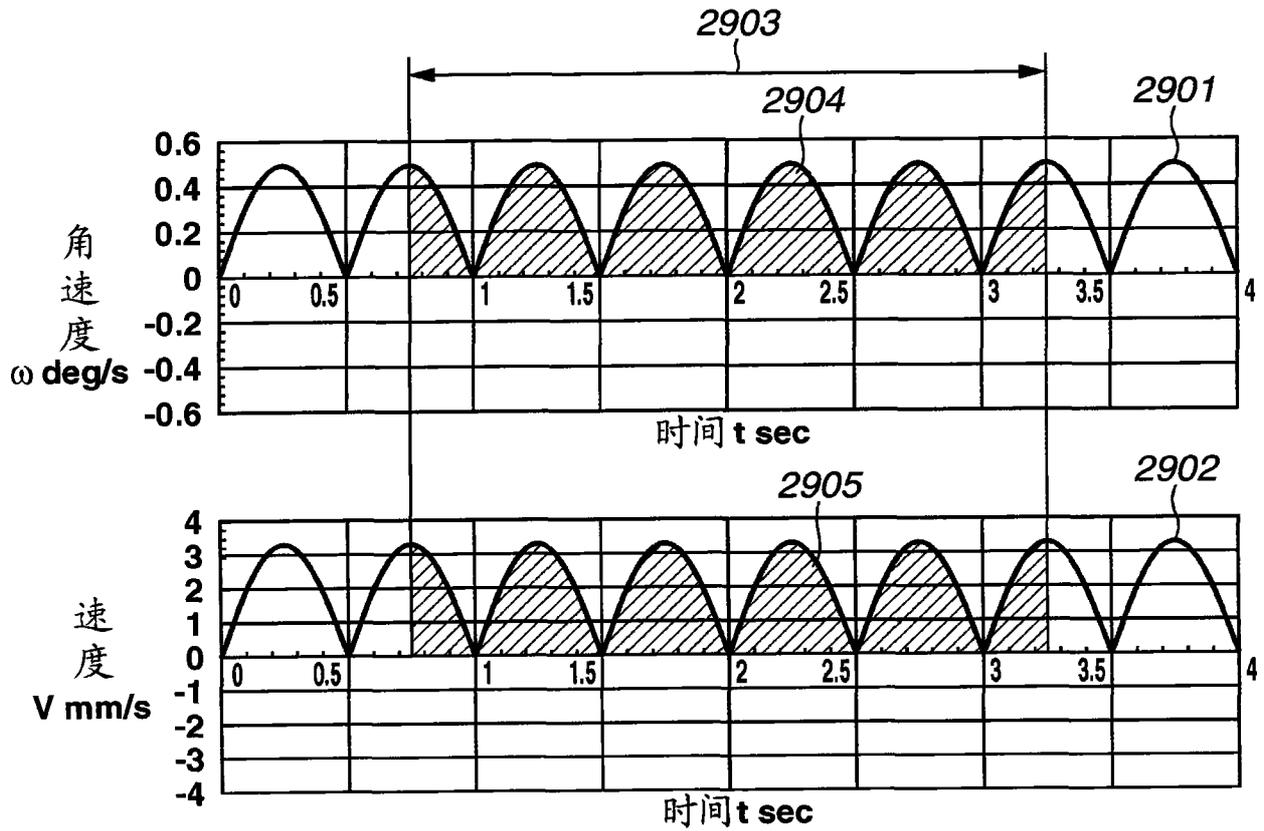


图 29

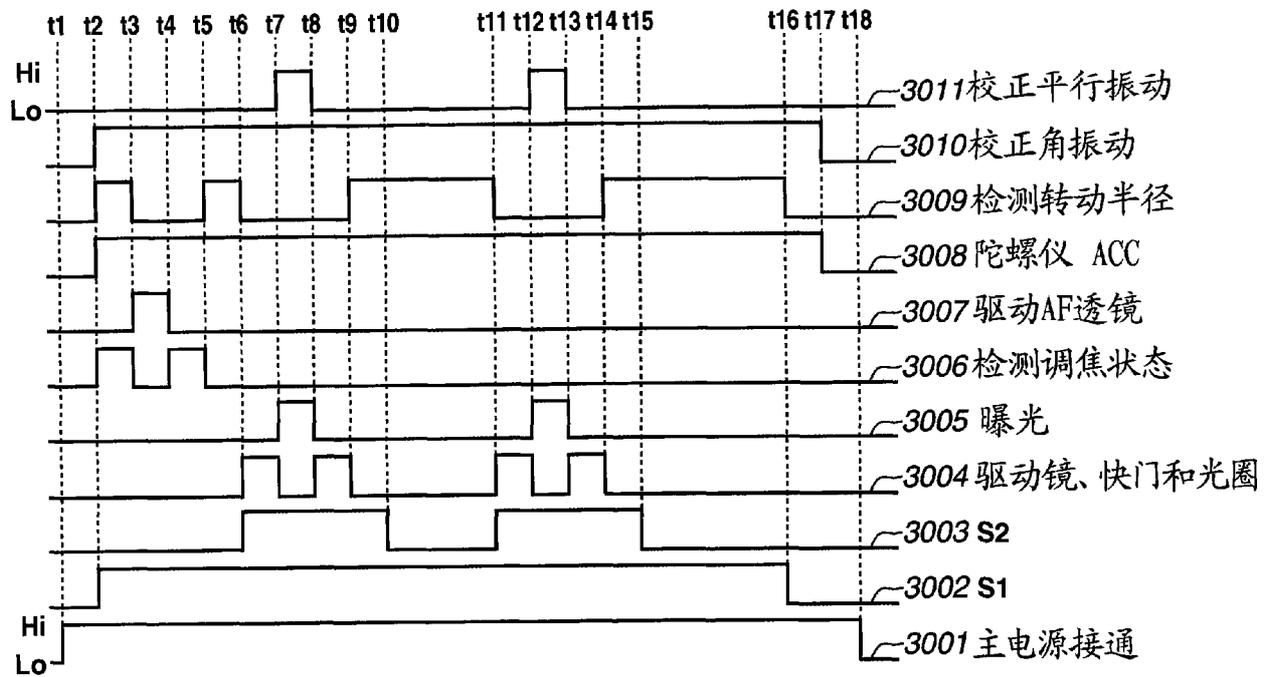


图 30

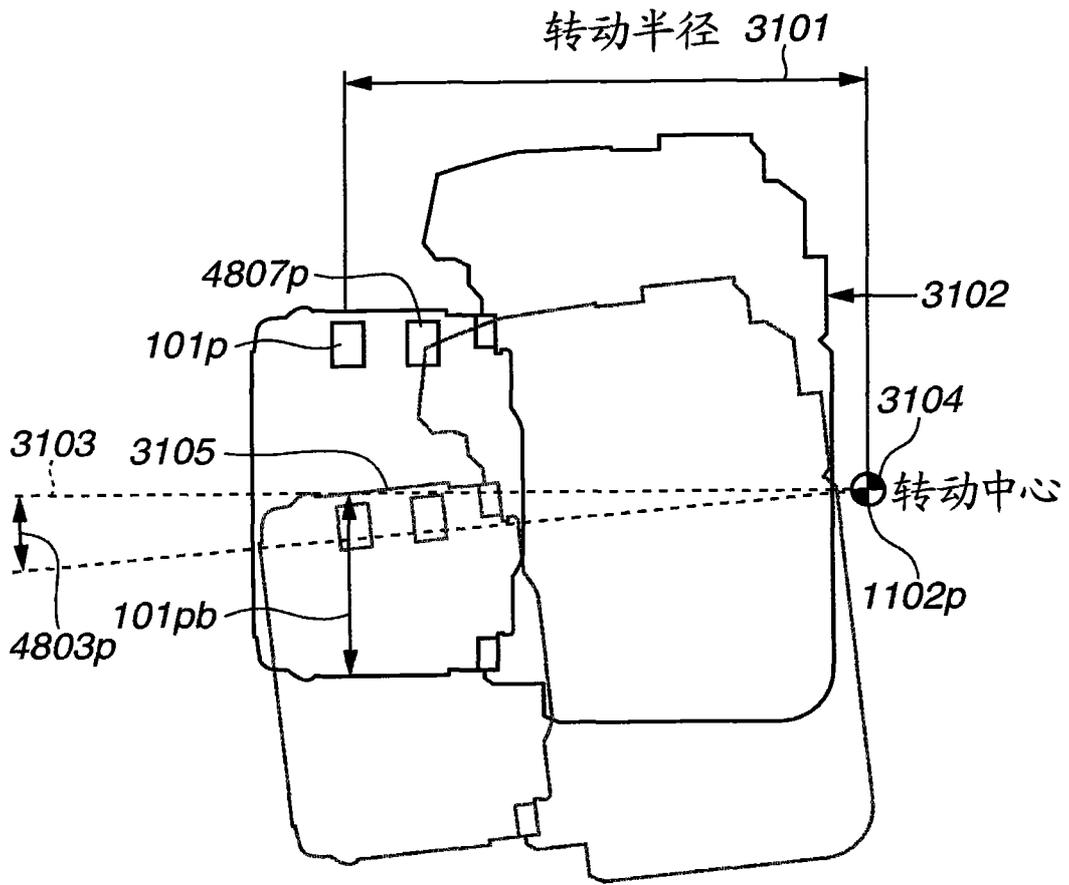


图 31

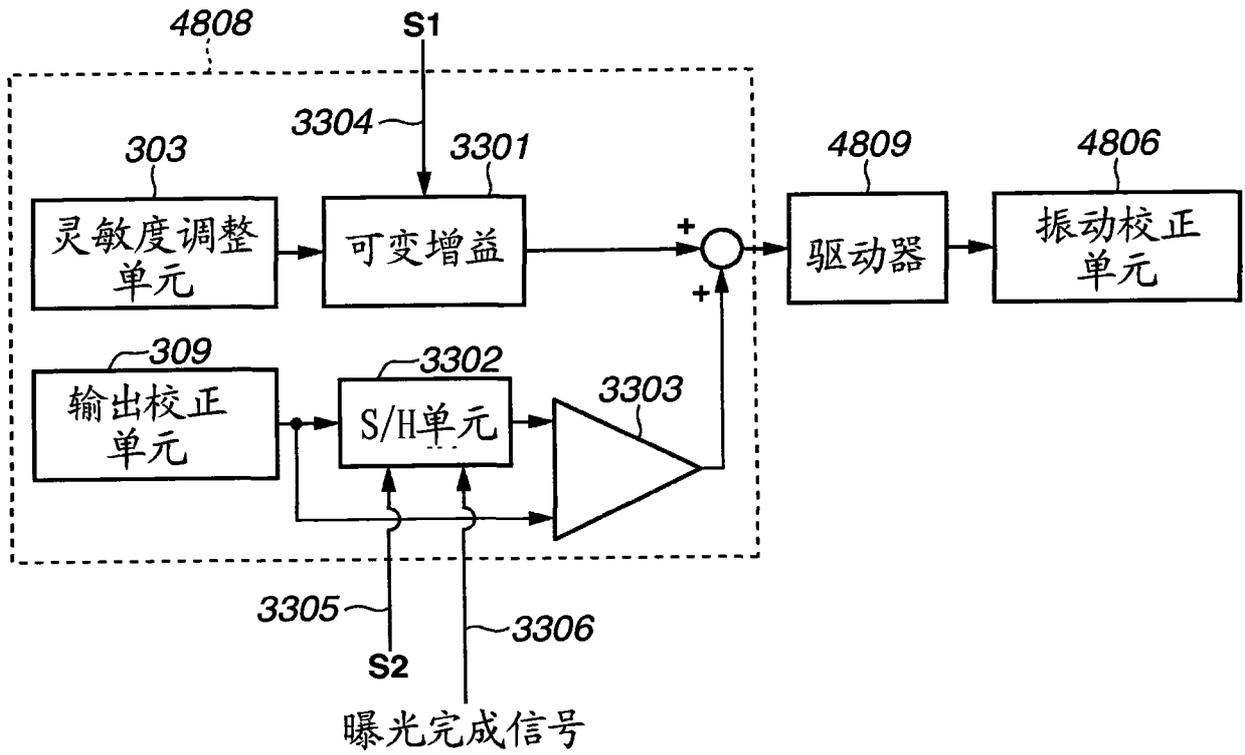


图 33

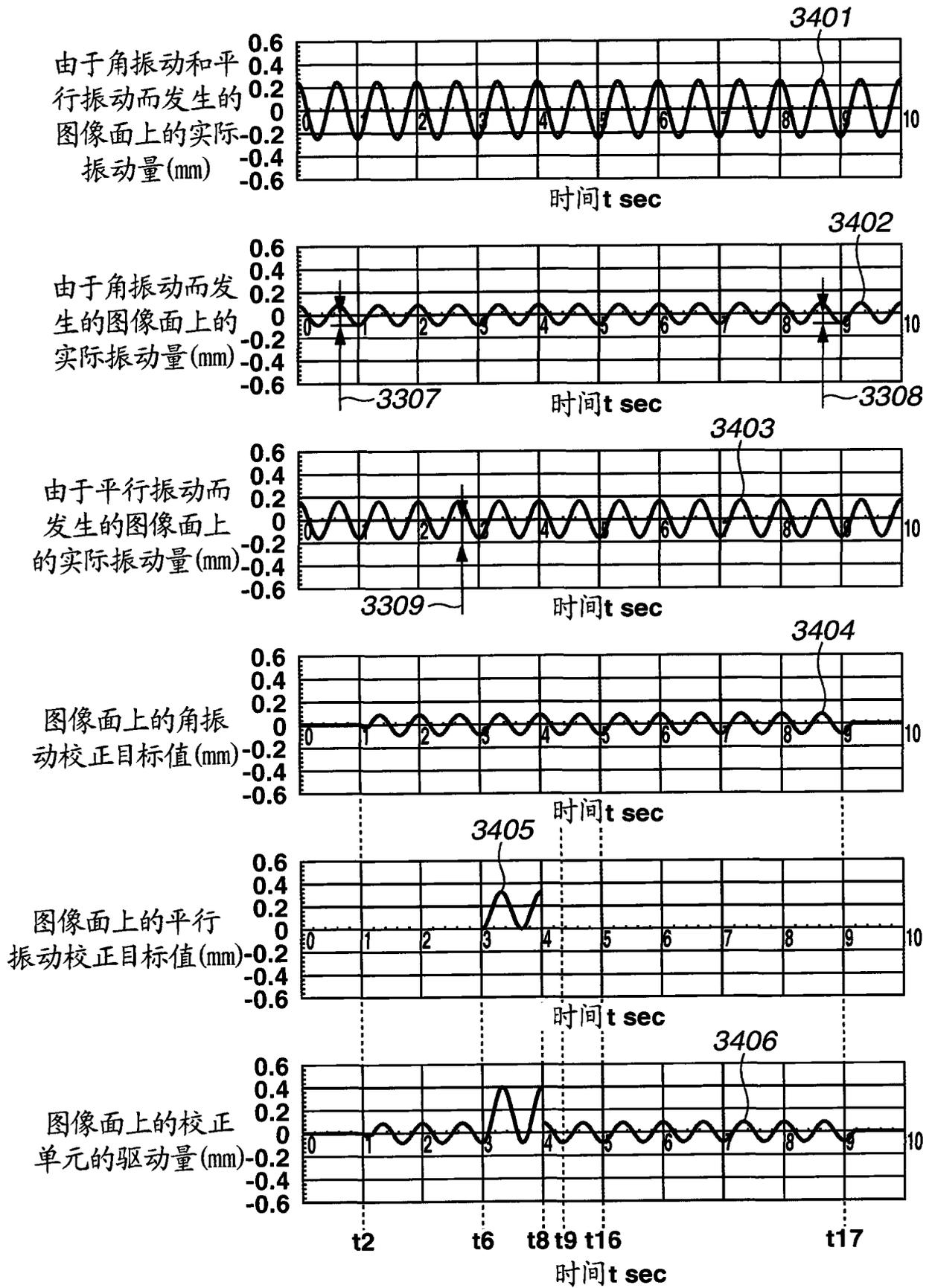


图 34

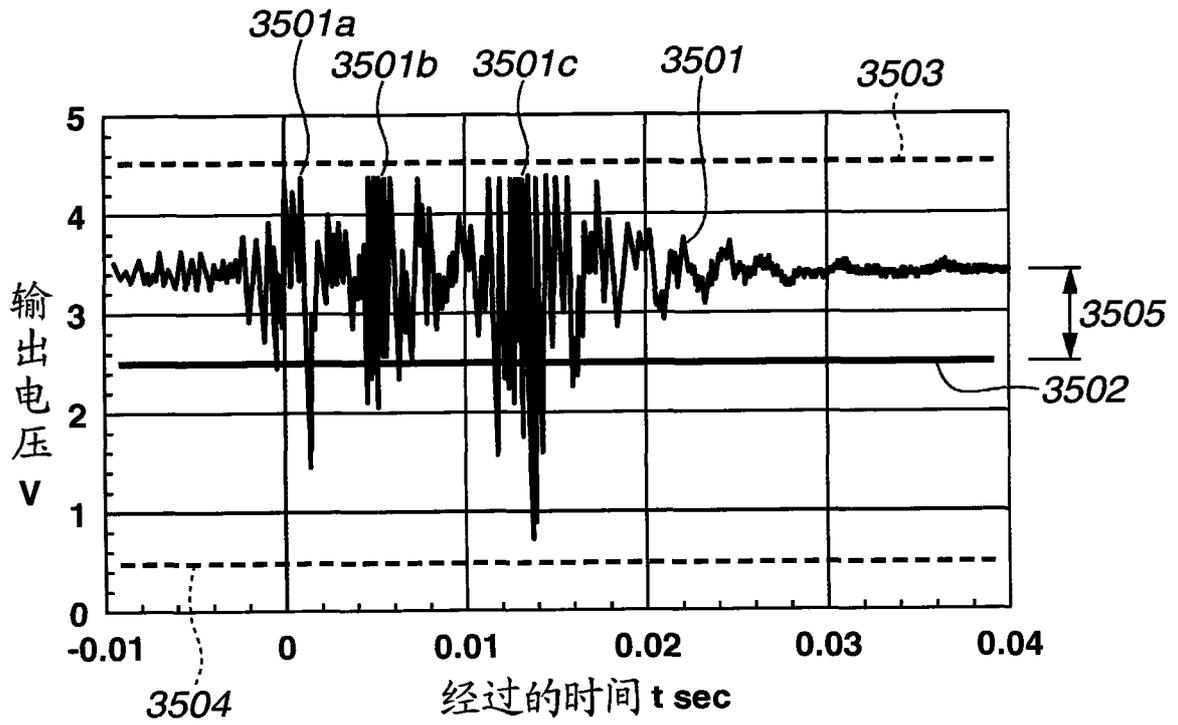


图 35

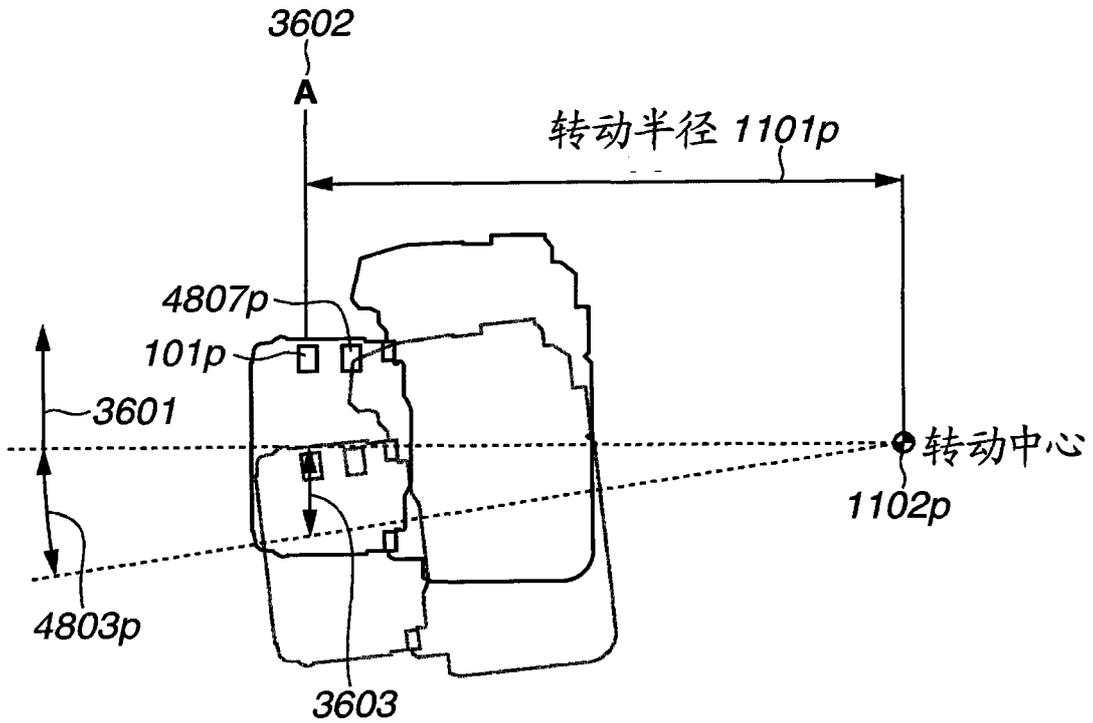


图 36

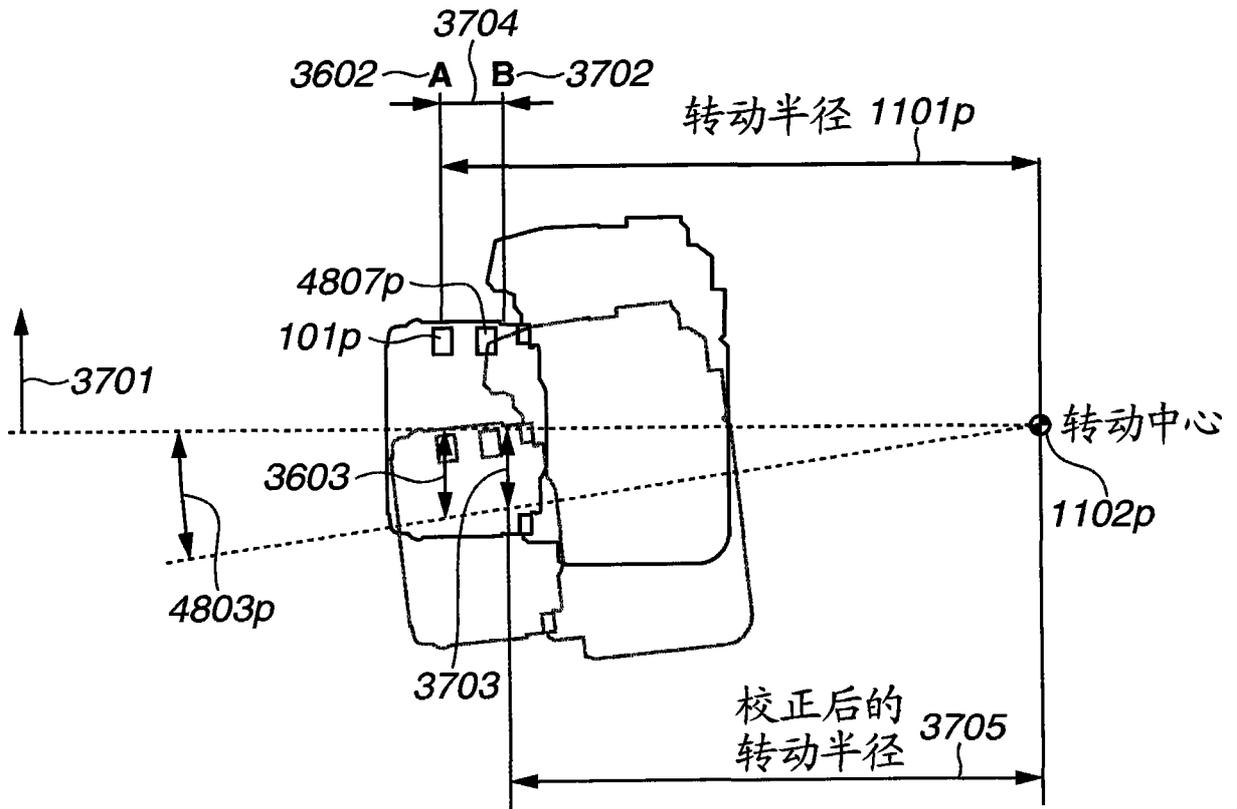


图 37

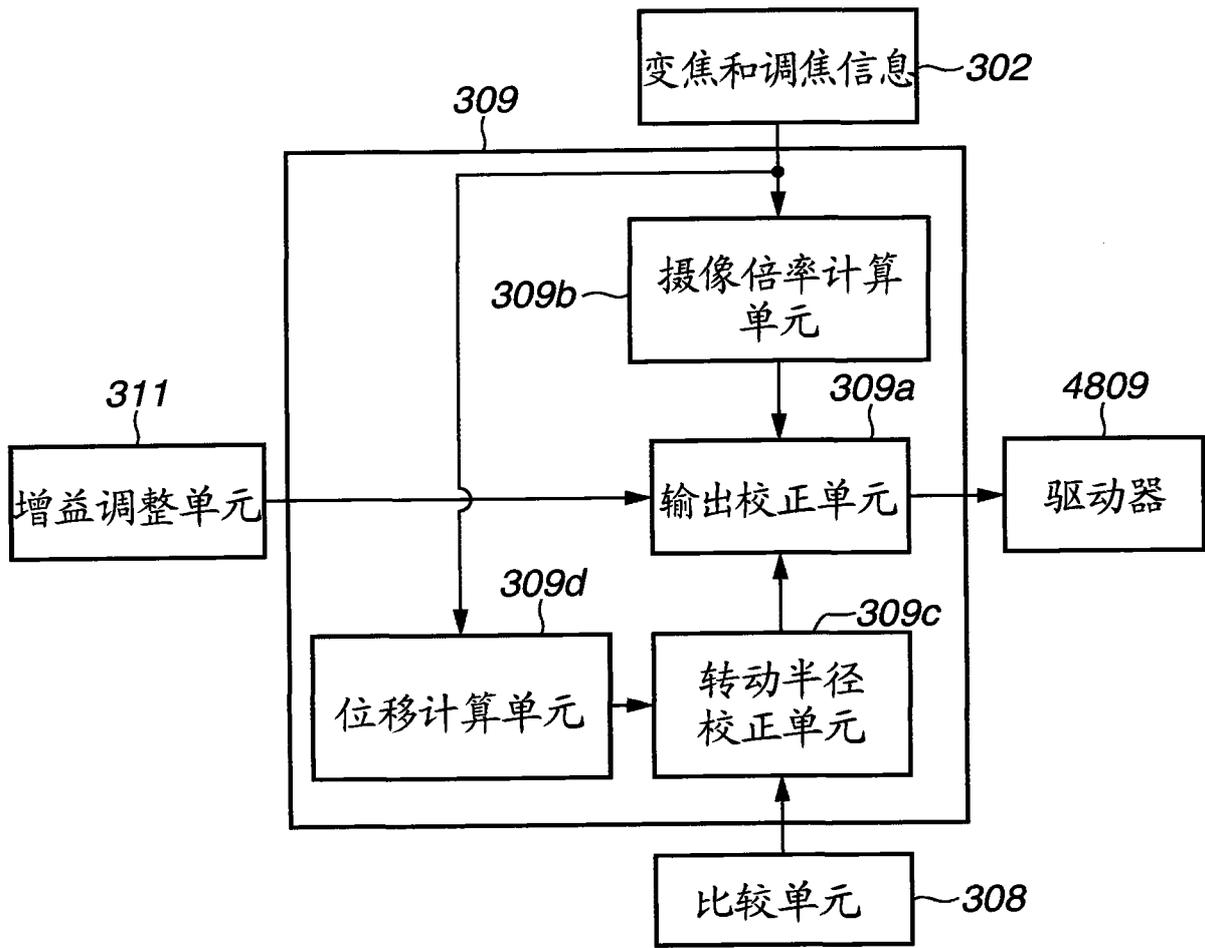


图 38

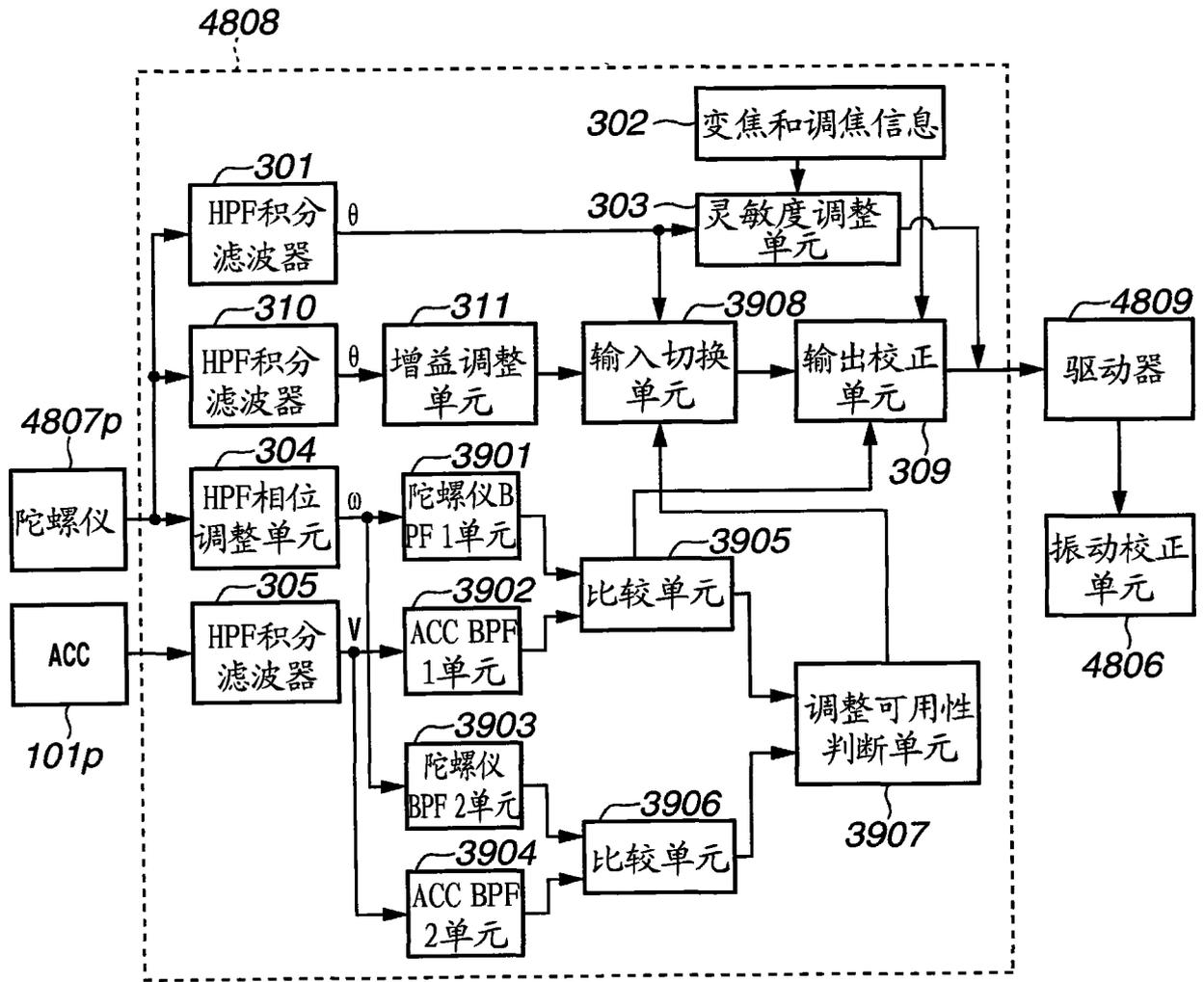


图 39

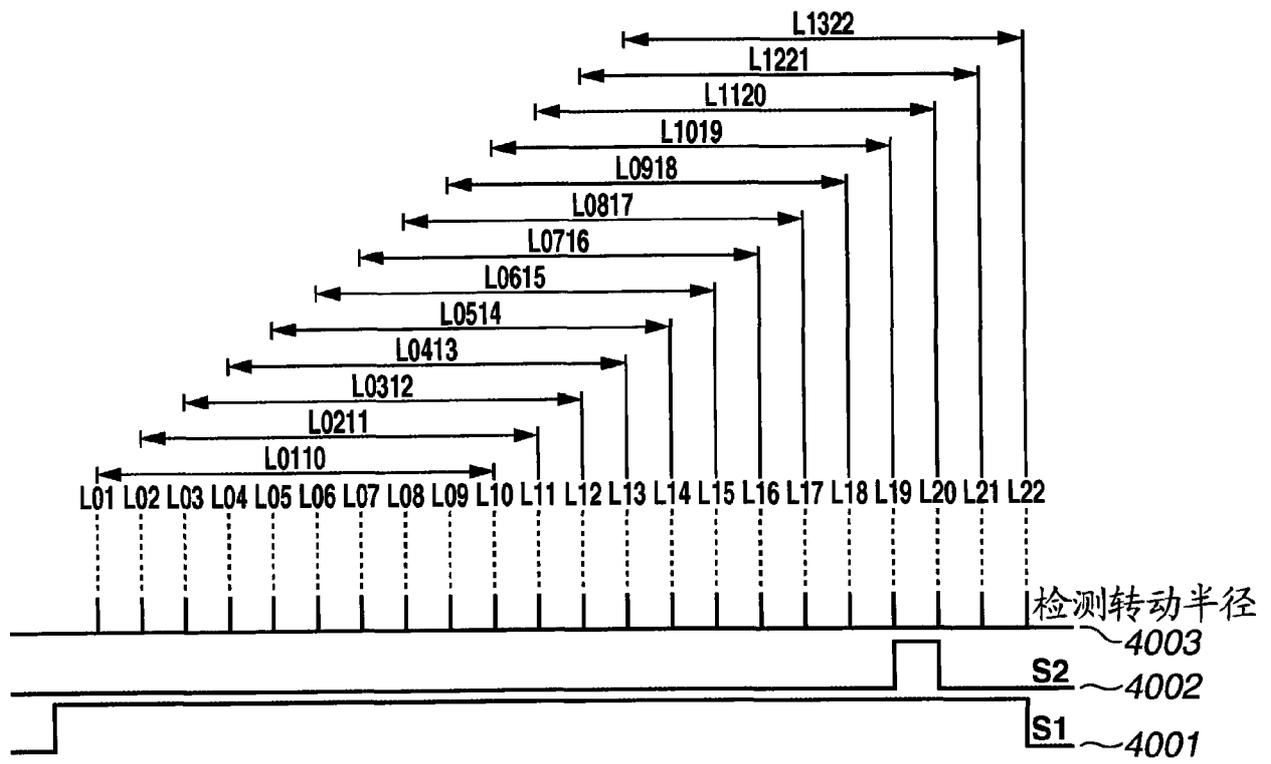


图 40

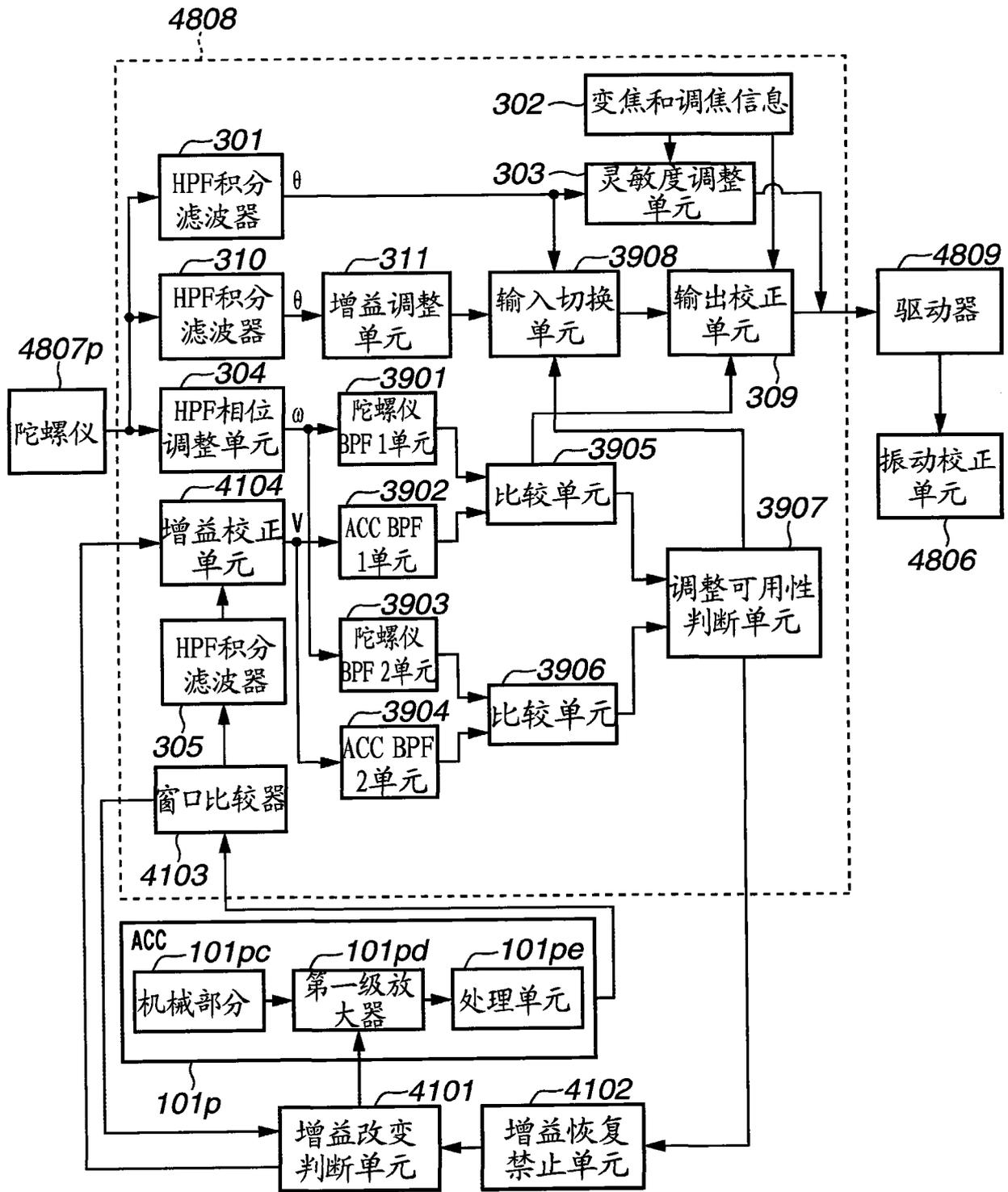


图 41

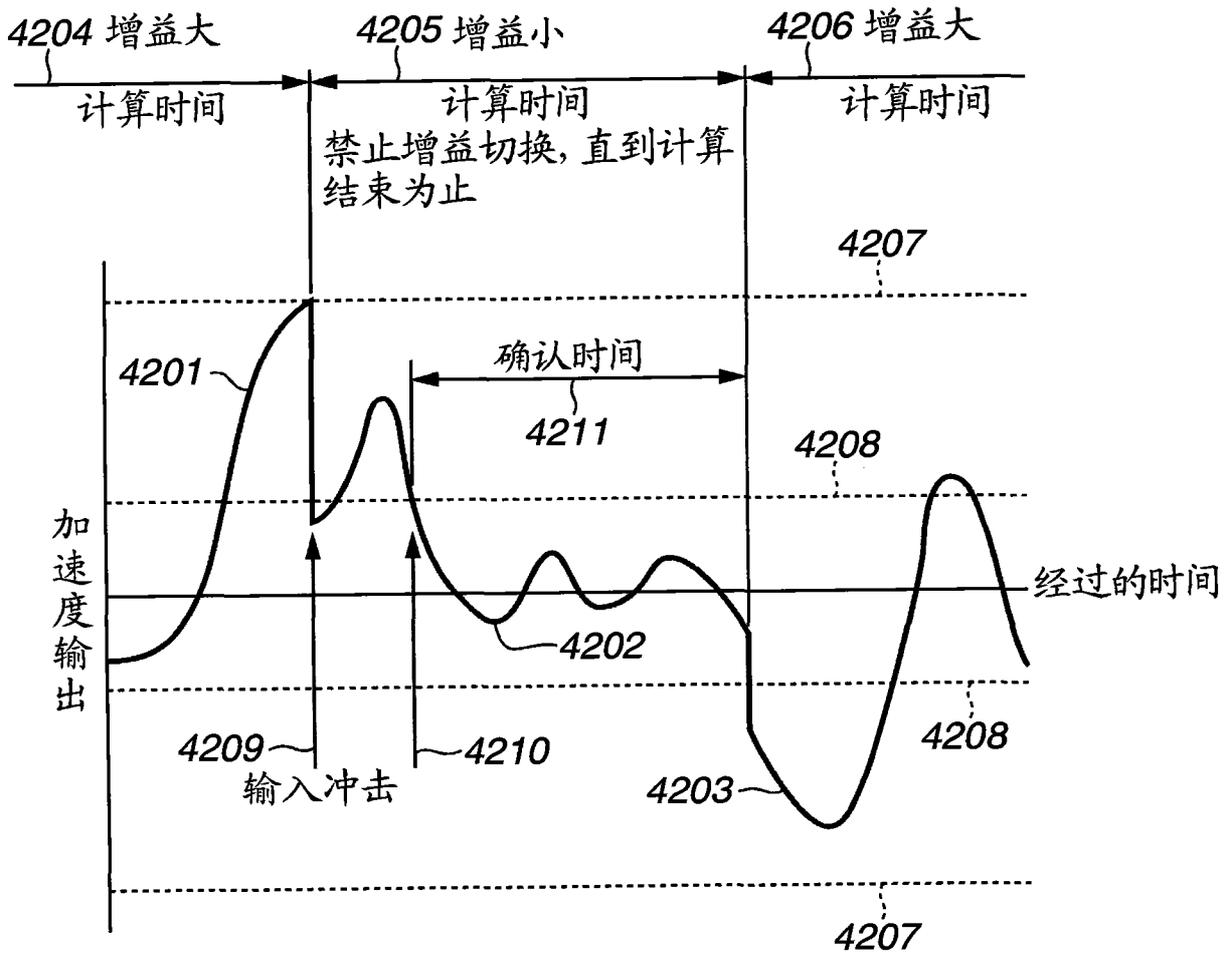


图 42

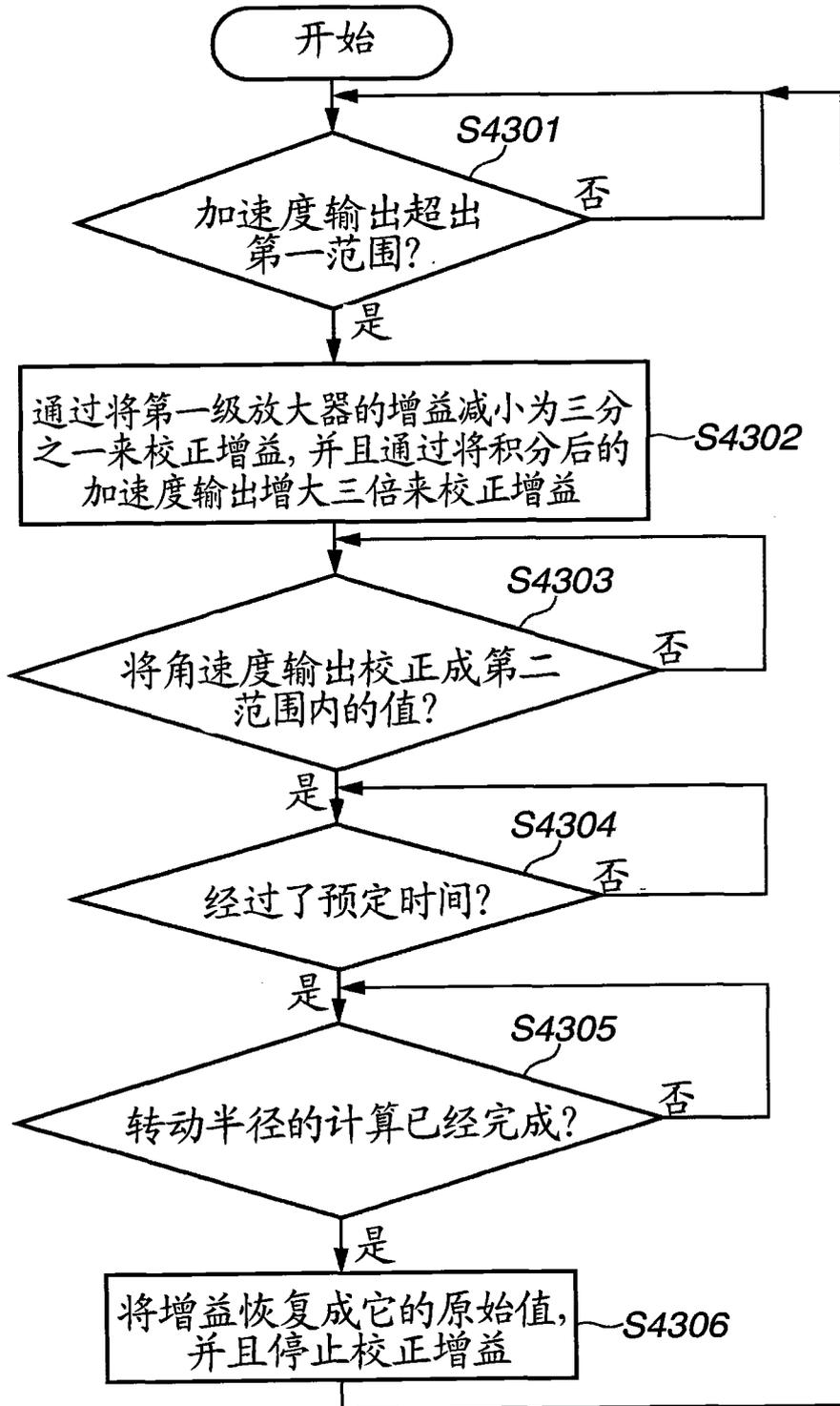


图 43

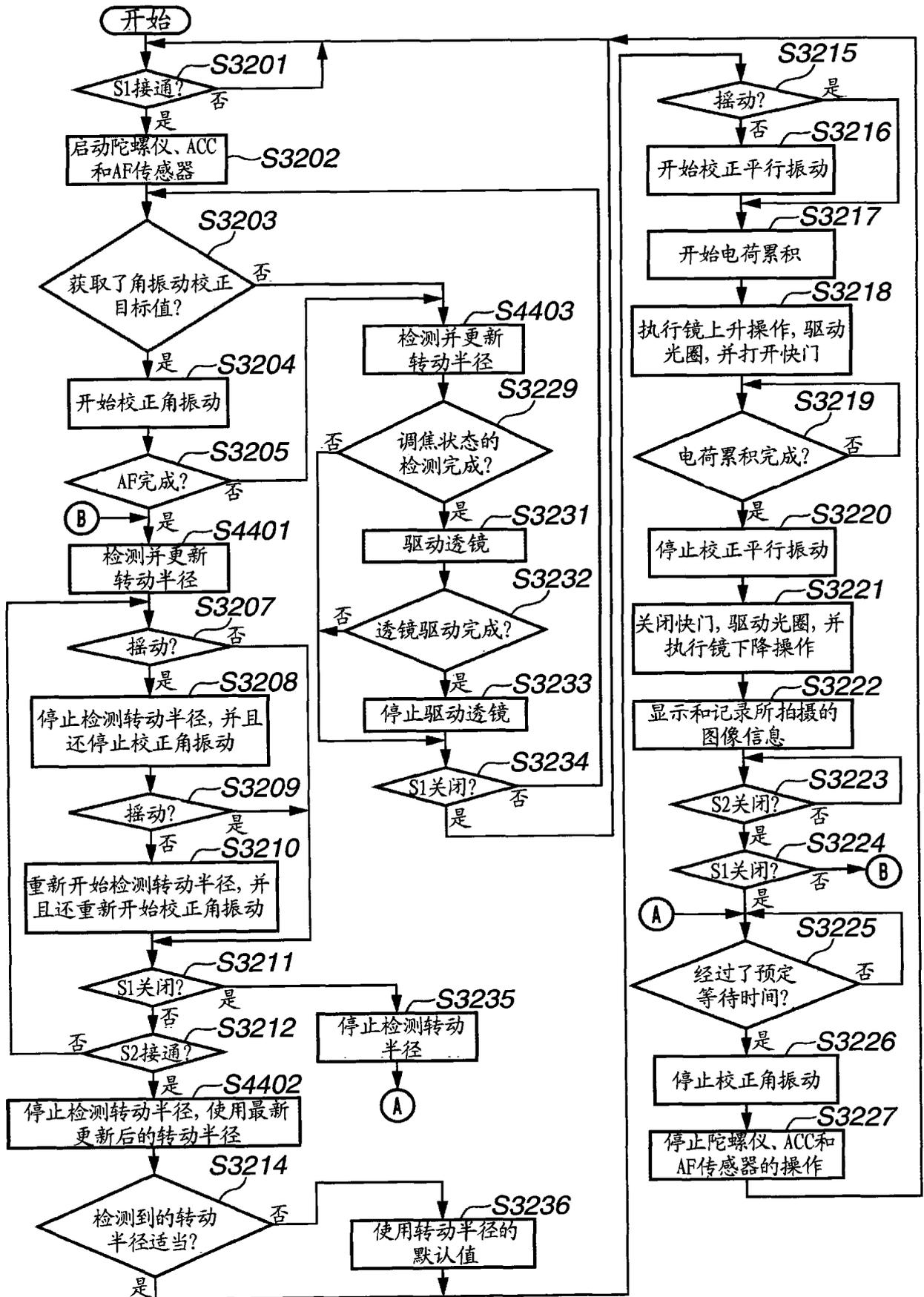


图 44

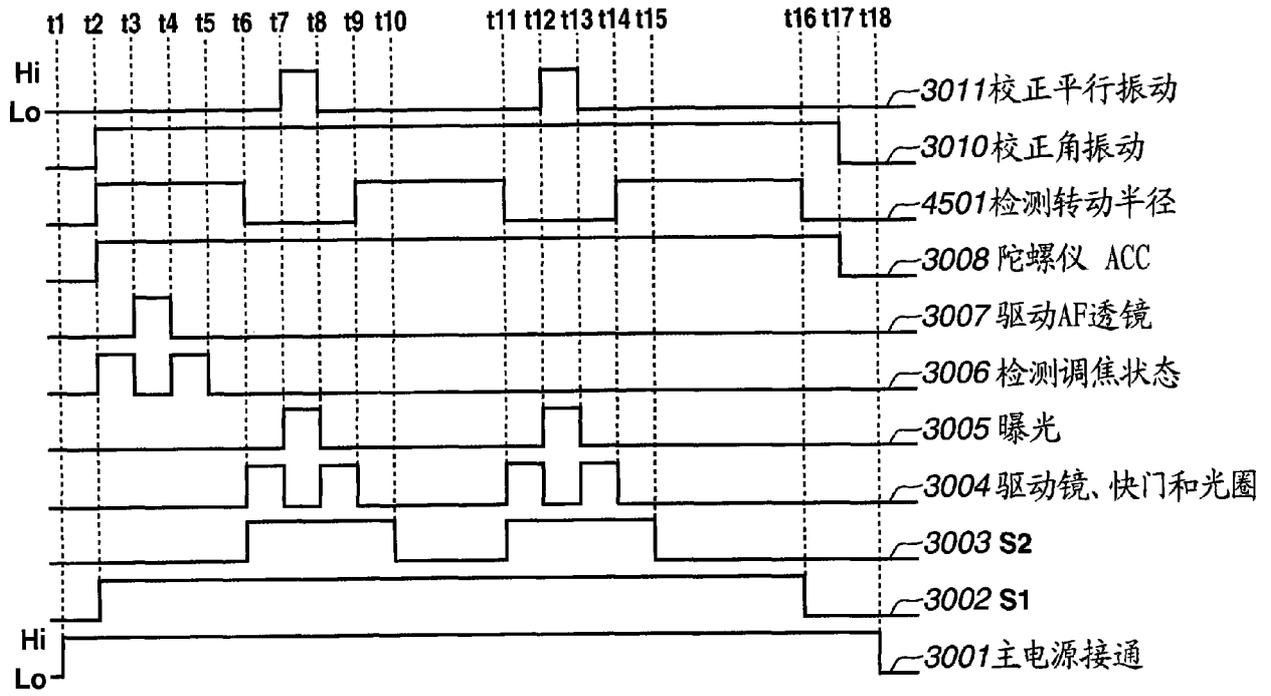


图 45

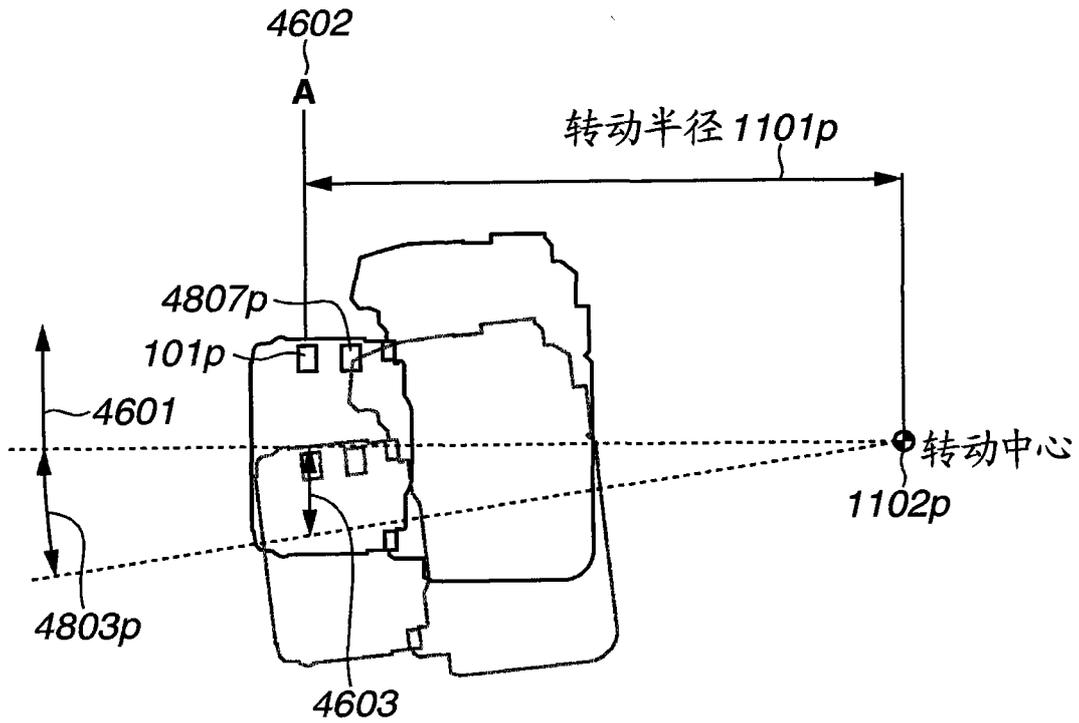


图 46

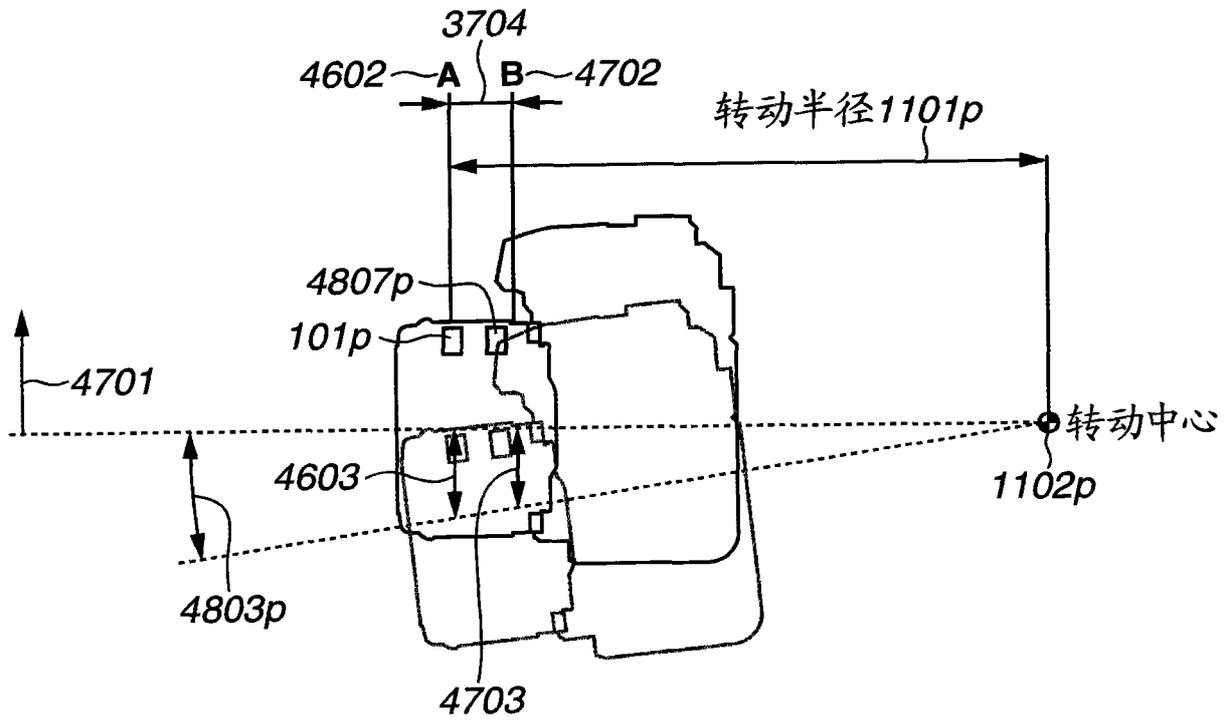


图 47