



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102082910 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201010570460. X

CN 1893558 A, 2007. 01. 10, 全文.

(22) 申请日 2010. 11. 24

CN 101251702 A, 2008. 08. 27, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 冯薇

2009-273516 2009. 12. 01 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 熊谷史裕

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 李晓冬

(51) Int. Cl.

H04N 5/232 (2006. 01)

G03B 13/34 (2006. 01)

G03B 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101472073 A, 2009. 07. 01, 说明书第 4 页
第 5-23 行, 第 5 页倒数第 1 行 - 第 7 页第 10 行,
第 8 页倒数第 7 行 - 第 9 页第 15 行、附图 1.

US 2009_0160952 A1, 2009. 06. 25, 说明书第
19-23 段、附图 1.

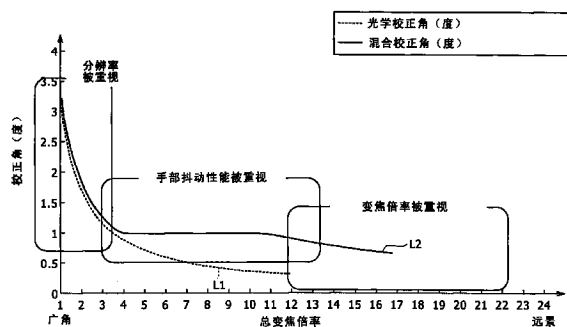
权利要求书3页 说明书12页 附图11页

(54) 发明名称

图像拍摄设备、图像拍摄方法

(57) 摘要

本发明涉及图像拍摄设备、图像拍摄方法以及图像拍摄程序。一种图像拍摄设备包括光学变焦透镜、用于驱动所述光学变焦透镜的致动器、成像装置、抖动检测部分、光学抖动校正控制部分、电子抖动校正控制部分以及光学变焦倍率变化速率调制部分。



1. 一种图像拍摄控制设备,包括:

检测装置,其用于检测在图像拍摄设备中产生的抖动的量,所述图像拍摄设备包括透镜和成像装置,所述成像装置用于将通过所述透镜而提供给所述成像装置的、作为对象的光学图像的光学图像转换为作为图像信号的电信号;

光学抖动校正控制装置,其用于进行控制,以通过使得被提供给所述成像装置的所述光学图像根据由所述检测装置检测到的抖动的量而移动,来执行光学抖动校正;

电子抖动校正控制装置,其用于进行控制,以通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子抖动余量的范围内根据由所述检测装置检测到的所述抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域,来执行电子抖动校正,其中所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示,所述剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域;以及

光学变焦倍率变化速率调制装置,其用于以与预先设计的所述电子抖动余量的变化相关联的方式来控制由所述光学变焦透镜产生的光学变焦倍率变化速率,

其中,所述图像拍摄控制设备将所述光学抖动校正与所述电子抖动校正相结合来实施混合抖动校正,

其中,所述光学变焦倍率变化速率调制装置:

通过将所述变焦倍率的变化速率(V)乘以减速调制量(J)而对所述变化速率(V)进行调制,其中,所述变焦倍率是由所述光学变焦透镜产生的作为预先确定的变焦倍率,所述减速调制量(J)是通过与由使用者执行的变焦操作相对应的变焦位置(x)、与预先设计的所述电子抖动余量的变化相联锁的电子变焦倍率(k)以及所述光学变焦透镜的焦点距离(E)而获得的;以及

通过将所述变化速率(V)的最大速率(V_{max})乘以所述减速调制量(J)来对所述最大变化速率(V_{max})进行调制。

2. 根据权利要求1所述的图像拍摄控制设备,其中,所述光学变焦倍率变化速率调制装置通过执行使用与由使用者执行的变焦操作相对应的所述变焦位置(x)、与预先设计的电子抖动余量的变化相联锁的所述电子变焦倍率(k)以及所述光学变焦透镜的焦点距离(E)的微分或差分操作,来顺序地计算所述减速调制量(J)。

3. 根据权利要求1所述的图像拍摄控制设备,其中,所述光学变焦倍率变化速率调制装置参照减速调制量表来获取所述减速调制量(J),所述减速调制量表把与由使用者执行的变焦操作相对应的所述变焦位置(x)、与预先设计的电子抖动余量的变化相联锁的所述电子变焦倍率(k)以及所述光学变焦透镜的焦点距离(E)的组合与预先计算的减速调制量(J)相关联。

4. 根据权利要求1所述的图像拍摄控制设备,其中,所述电子抖动余量被预先设计为:在所述变焦位置从广角端那一侧向远景端那一侧移动时,经过零尺寸的区间、尺寸逐渐增加的区间以及维持在最大尺寸的区间进行连续过渡而改变所述电子抖动余量的尺寸。

5. 一种图像拍摄设备,包括:

光学变焦透镜;

致动器,其用于驱动所述光学变焦透镜;

成像装置,其用于将通过所述光学变焦透镜而提供给所述成像装置的、作为对象的光学图像的光学图像转换为作为图像信号的电信号;

检测装置,其用于检测在所述图像拍摄设备中产生的手部抖动的量;

光学手部抖动校正控制装置,其用于通过使得提供给所述成像装置的所述光学图像根据由所述检测装置检测到的手部抖动的量而移动,来执行光学手部抖动校正;

电子手部抖动校正控制装置,其用于通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子手部抖动余量的范围内根据由所述检测装置检测到的所述手部抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域,来执行电子手部抖动校正,其中,所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示,所述剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域;以及

光学变焦倍率变化速率调制装置,其用于控制所述致动器,来以与预先设计的所述电子手部抖动余量的变化相关联的方式来调制由所述光学变焦透镜产生的变焦倍率的变化速率,

其中,所述图像拍摄设备将所述光学抖动校正与所述电子抖动校正相结合来实施混合抖动校正,

其中,所述光学变焦倍率变化速率调制装置:

通过将所述变焦倍率的变化速率(V)乘以减速调制量(J)而对所述变化速率(V)进行调制,其中,所述变焦倍率是由所述光学变焦透镜产生的作为预先确定的变焦倍率,所述减速调制量(J)是通过与由使用者执行的变焦操作相对应的变焦位置(x)、与预先设计的所述电子抖动余量的变化相联锁的电子变焦倍率(k)以及所述光学变焦透镜的焦点距离(E)而获得的;以及

通过将所述变化速率(V)的最大速率(V_{max})乘以所述减速调制量(J)来对所述最大变化速率(V_{max})进行调制。

6. 一种用于图像拍摄设备的图像拍摄方法,所述图像拍摄设备采用光学变焦透镜、用于驱动所述光学变焦透镜的致动器以及成像装置,所述成像装置用于将通过所述光学变焦透镜而提供给所述成像装置的、作为图像拍摄对象的光学图像的光学图像转换为作为图像信号的电信号,所述图像拍摄方法包括以下步骤:

检测在所述图像拍摄设备中产生的抖动的量;

通过使提供给所述成像装置的所述光学图像根据在所述检测步骤检测到的抖动的量而移动,来执行光学抖动校正;

通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子抖动余量的范围内根据由在所述检测步骤所检测到的所述抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域,来执行电子抖动校正,其中,所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示,所述剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域;以及

控制所述致动器,来以与预先设计的所述电子抖动余量的变化相关联的方式来调制由所述光学变焦透镜产生的变焦倍率的变化速率,

其中,所述光学抖动校正与所述电子抖动校正被结合以实施混合抖动校正,

其中,通过将所述变焦倍率的变化速率(V)乘以减速调制量(J)而对所述变化速率(V)进行调制,其中,所述变焦倍率是由所述光学变焦透镜产生的作为预先确定的变焦倍率,所述减速调制量(J)是通过与由使用者执行的变焦操作相对应的变焦位置(x)、与预先设计的所述电子抖动余量的变化相联锁的电子变焦倍率(k)以及所述光学变焦透镜的焦点距

离 (E) 而获得的 ; 以及

通过将所述变化速率 (V) 的最大速率 ($V_{\max}$) 乘以所述减速调制量 (J) 来对所述最大变化速率 ($V_{\max}$) 进行调制。

图像拍摄设备、图像拍摄方法

技术领域

[0001] 总的来说,本发明涉及图像拍摄设备、由图像拍摄设备采用的图像拍摄方法以及实施图像拍摄方法的图像拍摄程序。更具体地,本发明涉及设计为实施光学图像抖动(jiggle)校正和电子抖动校正的图像拍摄设备,涉及由该图像拍摄设备采用的图像拍摄方法以及涉及实施该图像拍摄方法的图像拍摄程序。

背景技术

[0002] 常规的数字摄像机和数字照相机可能具有抖动校正功能来校正由于作为图像采集人的使用者的手的抖动而导致的图像模糊。在以下的描述中,数字摄像机和数字照相机中的每一者也被简单称作相机。抖动校正功能可以被分为两个大类,即,进行光学抖动校正的功能和进行电子抖动校正的功能。对于更多信息,建议读者参照日本专利公开 No. 2004-88567。

[0003] 通过采用以下典型方法来实现光学抖动校正:使用平衡环(gimbal)机构来移动整组透镜的方法;在透镜组的端部提供光学偏移透镜的方法;使用 VAP(可变角度棱镜)的方法;或者同时使用光学偏移棱镜和 VAP 的方法。根据任何方法,经由透镜组照射到成像装置上的光线的光轴按照由陀螺仪传感器所感受到的抖动的量而发生偏移。通过以这种方式偏移光轴,可以消除抖动的影响。

[0004] 图像拍摄区域是从成像设备产生的图像的全部区域。通过不将图像拍摄区域用作所拍摄图像来实施电子抖动校正,以消除抖动的影响。替代地,通过将来自图像拍摄区的剪切区域作为所拍摄的图像,来实现的电子抖动校正。该剪切区域是图像拍摄区域的一部分。在电子抖动校正中,在剪切区域被用作所拍摄的图像之前,剪切区域按照陀螺仪传感器所检测到的抖动的量来在图像拍摄区域内移动。在下面的描述中,剪切区域可以在图像拍摄区域内移动的范围被称作电子抖动余量(surplus)。

发明内容

[0005] 图 1 是示出了电子抖动校正、光学抖动校正和混合抖动校正的特性的表格,其中混合抖动校正是电子抖动校正和光学抖动校正的结合。如图 1 的表格所示,相比于电子抖动校正,光学抖动校正基本上更好。然而,从尺寸和成本的观点来看,光学抖动校正更差的。此外,光学抖动校正具有下述缺点:当变焦处在远景端那一侧时,校正角度不可避免地变得更小。

[0006] 另一方面,在电子抖动校正的情况下,在变焦处在远景端那一侧时,即使图像劣化也可以确保电子抖动余量。尽管如此,因为电子抖动余量可以被确保,所以校正角度也可以确保为特定的程度。

[0007] 为解决上述问题,本发明的发明人已经提出了将光学抖动校正和电子抖动校正结合到混合抖动校正中的图像拍摄设备,以便即使变焦处在远景端那一侧时,也能相比于已知的光学抖动校正确保大的校正角度。

[0008] 根据本发明的实施例,提供了一种图像拍摄控制设备,包括:

[0009] 检测装置,其用于检测在图像拍摄设备中产生的抖动的量,其中图像拍摄设备包括透镜和成像装置,所述成像装置用于将通过所述光学透镜而提供给所述成像装置的、作为对象的光学图像的光学图像转换为作为图像信号的电信号;

[0010] 光学抖动校正控制装置,其用于进行控制,以通过使得被提供给所述成像装置的所述光学图像根据由所述检测装置检测到的抖动的量而移动,来执行光学抖动校正;

[0011] 电子抖动校正控制装置,其用于进行控制,以通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子抖动余量的范围内根据由所述检测装置检测到的所述抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域,来执行电子抖动校正,其中所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示,所述剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域;以及

[0012] 光学变焦倍率变化速率调制装置,其用于以与预先设计的所述电子抖动余量的变化相关联的方式来控制由所述光学变焦透镜产生的光学变焦倍率变化速率。

[0013] 根据本发明的另一个实施例,提供了一种图像拍摄设备,包括:

[0014] 光学变焦透镜;

[0015] 致动器,其用于驱动所述光学变焦透镜;

[0016] 成像装置,其用于将通过所述光学变焦透镜而提供给所述成像装置的、作为对象的光学图像的光学变焦图像转换为作为图像信号的电信号;

[0017] 检测装置,其用于检测在所述图像拍摄设备中产生的手部抖动的量;

[0018] 光学手部抖动校正控制装置,其用于通过使得提供给所述成像装置的所述光学图像根据由所述检测装置检测到的手部抖动的量而移动,来执行光学手部抖动校正;

[0019] 电子手部抖动校正控制装置,其用于通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子手部抖动余量的范围内根据由所述检测装置检测到的所述手部抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域,来执行电子手部抖动校正,其中,所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示,所述剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域;以及

[0020] 光学变焦倍率变化速率调制装置,其用于控制所述致动器,来以与预先设计的所述电子手部抖动余量的变化相关联的方式来调制由所述光学变焦透镜产生的变焦倍率的变化速率。

[0021] 根据本发明的另一个实施例,提供了一种用于图像拍摄设备的图像拍摄方法,所述图像拍摄设备采用光学变焦透镜、用于驱动所述光学变焦透镜的致动器以及成像装置,所述成像装置用于将通过所述光学变焦透镜提供给所述成像装置的、作为图像拍摄对象的光学图像的光学图像转换为作为图像信号的电信号,所述图像拍摄方法包括以下步骤:

[0022] 检测在所述图像拍摄设备中产生的抖动的量;

[0023] 通过使提供给所述成像装置的所述光学图像根据在所述检测步骤检测到的抖动的量而移动,来执行光学抖动校正;

[0024] 通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子抖动余量的范围内根据由在所述检测步骤所检测到的所述抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域,来执行电子抖动校正,其中,所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示,所述

剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域；以及

[0025] 控制所述致动器，来以与预先设计的所述电子抖动余量的变化相关联的方式来调制由所述光学变焦透镜产生的变焦倍率的变化速率。

[0026] 根据本发明的另一个实施例，提供了一种图像拍摄程序，由图像拍摄设备的计算机执行，作为用于控制所述图像拍摄设备的程序，所述图像拍摄设备采用光学变焦透镜、用于驱动所述光学变焦透镜的致动器以及成像装置，所述成像装置用于将通过所述光学变焦透镜而提供给所述成像装置的、作为图像拍摄对象的光学图像的光学图像转换为作为图像信号的电信号，其中，所述计算机执行所述图像拍摄程序，以执行包括以下步骤的处理：

[0027] 检测在所述图像拍摄设备中产生的抖动的量；

[0028] 通过使提供给所述成像装置的所述光学图像根据在所述检测步骤检测到的抖动的量而移动，来执行光学抖动校正；

[0029] 通过使得设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子抖动余量的范围内根据由在所述检测步骤所检测到的所述抖动的量而移动并且提取出所述图像的所述剪切区域，来执行电子抖动校正，其中所述图像由通过所述成像装置产生的所述图像信号表示，所述剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域；以及

[0030] 控制所述致动器，来以与预先设计的所述电子抖动余量的变化相关联的方式来调制由所述光学变焦透镜产生的变焦倍率的变化速率。

[0031] 根据本发明的实施例，首先，检测了在图像拍摄设备中产生的抖动的量。之后，通过使得提供给成像装置的光学图像按照所检测的抖动的量而移动，来执行的光学抖动校正。此外，通过将设置在图像上的剪切区域在预先确定的电子抖动余量的范围内按照所检测的抖动的量而移动并且提取出图像的剪切区域，来执行电子抖动校正，其中图像由通过成像装置产生的图像信号表示，该剪切区域作为具有预先确定的尺寸的剪切区域。此外，对用于驱动光学变焦透镜的制动器进行控制，来以与预先设计的电子抖动余量的变化相对应的方式来调制由光学变焦透镜产生的变焦倍率的变化速率。

[0032] 根据本发明的实施例，通过执行混合抖动校正，即使将变焦放置在远景端那一侧上，也可以相比于已知的光学抖动校正确保更大的校正角。

[0033] 根据本发明的实施例，可以使得变焦倍率平滑地变化而不使得使用者感觉到不舒服的感觉。

附图说明

[0034] 图 1 是示出了电子抖动校正、光学抖动校正和混合抖动校正的特性的表格；

[0035] 图 2 是示出了每个都表示总变焦倍率与校正角度之间的关系的曲线的图；

[0036] 图 3 是在电子抖动校正的电子抖动余量的描述中参照的多个解释图，其中，图 3A 是示出了具有小尺寸的剪切区域 12 和具有大尺寸的电子抖动余量的解释图；图 3B 是示出了具有大尺寸的剪切区域和具有小尺寸的电子抖动余量 11 的解释图；

[0037] 图 4 是示出了表示总变焦倍率与电子抖动余量之间的关系的曲线的图；

[0038] 图 5 是在电子变焦与剪切区域的尺寸之间的关系的描述中参照的说明图；

[0039] 图 6 是每个都表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线的多个说明图，其中，图 6A 是示出了曲线 L21 的图，其中曲线 L21 具有几乎恒定的

斜率以表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系；图 6B 是示出了曲线 L22 的图，其中曲线 L22 具有变化的斜率以表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系；图 6C 是示出了曲线 L23 的图，其中曲线 L23 具有凸起部的形状以表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系；

[0040] 图 7 是示出了以电子变焦倍率、光学变焦倍率以及混合变焦倍率表示的表示变焦位置与总变焦倍率的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线；

[0041] 图 8 是示出了曲线 L41 和曲线 L42 的图，其中曲线 L41 表示电子变焦倍率 k 与变焦位置之间的关系，曲线 L42 表示变焦倍率 k 的变化的过调制速率 V' 与变焦位置之间的关系；

[0042] 图 9 是示出了应用本发明的相机的典型构造的框图；

[0043] 图 10 是示出了用于设置抖动校正模式的典型屏幕的图；

[0044] 图 11 是在光学变焦倍率变化速率控制处理的解释中参照的流程图。

具体实施方式

[0045] 在以下的描述中，参考着附图具体地解释了本发明的优选实施例。在以下的描述中，每个优选实施例也被简单地称作实施例。注意，本发明的优选实施例的描述被划分为按照以下顺序排列的章节：

[0046] 1：发明概述

[0047] 2：实施例

[0048] <1. 发明概述>

[0049] 相机可以具有基于变焦透镜的光学变焦功能，和 / 或电子变焦功能。在至少具有光学变焦功能的相机中，本发明的实施例通过结合光学抖动校正和电子抖动校正而实施了混合抖动校正。如图 1 所示（图 1 是示出了电子抖动校正、光学抖动校正和混合抖动校正的特性的表格），光学抖动校正和电子抖动校正互相的弥补了对方的缺点，从而产生了即使变焦处在远景端那一侧也能够确保校正角为特定角度的混合抖动校正。

[0050] 在这种情况下，即使变焦处在远景端那一侧也能够确保校正角为特定角度意味着不一定要求在变焦的远景端的校正角和在变焦的广角端的校正角一样。在以下的描述中，广角端也简单说成广端。这就是说，在考虑握着相机拍摄图像的使用者的移动时，在很多情况下，如果使用者在使用者移动的同时拍摄图像，变焦被设置在广角端那一侧。另一方面，如果使用者通过将变焦设定到远景端那一侧来拍摄图像，使用者在很多情况下并没有移动。更不必说，如果使用者在使用者移动的同时拍摄图像，抖动的量增加。另一方面，如果使用者处于拍摄图像的静止状态下，抖动的量很小。因此，只需要通过将广角端那一侧上的用于抖动的校正角设置为使得校正角的值随着变焦的状态越接近广角端那一侧而被设置为越大的值，来对相机进行设计。此外，只需要通过将远景端那一侧上的用于抖动的校正角设置为比广角端那一侧的用于抖动的校正角更小的值，来对相机进行设计。

[0051] 图 2 的曲线图中的各条曲线表示总的变焦倍率 (zoom magnification) 与校正角度之间的关系。总变焦倍率是光学变焦和电子变焦的结合的倍率。图 2 的图中示出的曲线 L1 表示总变焦倍率与仅用于光学抖动校正的校正角之间的关系。曲线 L1 表明，总变焦倍率越接近广角端那一侧，光学校正的校正角越大，或者，总变焦倍率越接近远景端那一侧，光

学校正的校正角越小。

[0052] 注意,如曲线 L1 所示,接近 3 度的校正角值可以被用来跟上在由使用者在步行的同时进行的图像拍摄操作中产生的抖动效果的消除。更接近 1 度的校正角的值,可以被用来跟上在由使用者在静止状态下进行的图像拍摄操作中产生的抖动效果的消除,其中,在静止状态下,使用者可以随便地握着相机而不需要高度集中注意力来紧紧地抓着相机。进一步地接近 0.3 度的校正角值可以由在焦距被放在远景端那一侧时已经存在的光学抖动校正来确保。

[0053] 因此,在由本发明的实施例所提供的相机的情况下,为了确保在远景端那一侧上的更大的校正角,有必要通过使用混合抖动校正来实现按照图 2 中的曲线 L2 相似的特性而变化的校正角,其中,混合抖动校正是光学抖动校正和电子抖动校正的结合。

[0054] 正如曲线 L2 明显显示出的,曲线 L2 的形状被设计成在广角端一侧重视分辨率并且确保约为 3 度的校正角。之后,在变焦移动到远景端那一侧之前,重视抖动校正性能并且确保大约 1 度的校正角。最终,在远景端那一侧,重视变焦倍率并且确保校正角不小于 0.6 度。

[0055] 注意,在通过使用混合抖动校正来实现按照图 2 中的曲线 L2 的特性而变化的校正角中,可以如下所述地通过从由曲线 L2 表示的校正角的值中减去由曲线 L1 表示的校正角的值而得出电子抖动校正的校正角的值,其中,混合抖动校正是光学抖动校正和电子抖动校正的结合。对于在图 2 中的横轴上从 1 到大约 4 的变焦倍率来说,用于电子抖动校正的校正角的值被设置成 0。对于在同一图中的横轴上大约 4 到大约 11 的变焦倍率来说,用于电子抖动校正的校正角的值逐渐增大。对于在同一图中的横轴上大于大约 11 的变焦倍率来说,用于电子抖动的校正角的数值是固定的。

[0056] 将在下面解释电子抖动校正的校正量的设置。然而,在解释之前,再次简要描述电子抖动校正本身。

[0057] 图 3 是在电子抖动校正的电子抖动余量 11 的描述中参照的多个解释图。图 3A 和图 3B 的图中分别示出的 2 个连贯图像构成了其中产生了抖动的移动图像。如图 3A 和图 3B 的图中所示,在产生抖动时,连续的图像中的图像拍摄对象的位置不可避免地从前一次图像的图像拍摄对象的位置发生移动。为了校正这种位置移动问题,从图像拍摄区域 10 提取出剪切区域 12,以产生由于图像拍摄处理而获得并且通过电子抖动校正而校正的图像。图像拍摄区域 10 被先定位从成像装置输出的图像的整个区域。剪切区域 12 的位置已经在图像拍摄区域 10 上移动了与由陀螺仪传感器检测到的抖动的量相对应的距离。

[0058] 电子抖动余量 11 是这样的范围:在该范围中,剪切区域 12 的位置可以在图像拍摄区域 10 上移动。因此,电子抖动余量 11 的尺寸是用来确定电子抖动校正的校正量的参数。在以下描述中,电子抖动余量 11 的尺寸也被称作电子抖动余量尺寸。

[0059] 因此,在如上所述的设计处理中执行的电子抖动校正的校正量的判定是设计图 4 的图中示出的曲线 L11 的处理,其中图 4 是示出了总变焦倍率与电子抖动余量之间的关系图。从图 4 的图中示出的曲线 L11 明显可见,对于在图 4 的图的横轴上的从 1 到大约 4 的总变焦倍率来说,电子抖动余量尺寸被设置为 0。对于在图 4 的图的横轴上的大约 4 到大约 11 的总变焦倍率来说,电子抖动余量尺寸逐渐地增加。对于在图 4 的图的横轴上的大约 11 以上的总变焦倍率来说,电子抖动余量尺寸是固定的。因此,通过将曲线 L2 设计为如图

4 的、用于电子抖动校正的图中示出的曲线那样的形状,可以将总变焦倍率与用于混合抖动校正的校正角之间的关系设计为图 2 的图中示出的曲线 L2 的形状。

[0060] 注意,如通过图 3 的图中很明显的,电子抖动余量尺寸以与剪切区域 12 的尺寸变化的方式相反的方式变化。也就是说,如果剪切区域 12 的尺寸减小,那么可以使得电子抖动余量尺寸变大。另一方面,如果剪切区域 12 较大,必须使得电子剪切余量尺寸变小。同时,如图 5(其为在电子变焦与剪切区域的尺寸之间的关系的描述中参照的说明图)的图中所示,剪切区域 12 的尺寸 $N(\%)$ 也与电子变焦的倍率 k 联锁(interlock)。也就是说,以下公式保持正确:

$$[0061] \quad N = 100/k(\%)$$

[0062] 因此,为了按照图 4 的图中示出的曲线 L11 来改变电子抖动余量,变得有必要也以复杂方式来根据电子抖动余量的变化来改变电子变焦的倍率 k 。更具体地,通常有必要根据由下文中描述的图 7 中示出的曲线 L32 表示的关系来改变电子变焦的倍率 k 。然而,如果在远景端那一侧上与光学变焦结合或并行使用电子变焦的话,有必要使得总变焦倍率的变化平滑,以使得使用者不会在变焦时感到不舒适的感觉。

[0063] 如下所述地解释了总变焦倍率的变化。

[0064] 图 6 的多个示意图是每个都表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线。图 7 是示出了以电子变焦倍率、光学变焦倍率以及混合变焦倍率表示的变焦位置与总变焦倍率的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线。在图 6 的图中,纵轴表示焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 。另一方面,在图 7 的图中,纵轴表示总变焦倍率的对数值。在图 6 的图以及图 7 的图中,横轴表示变焦位置。变焦位置具有根据由使用者执行的操作而以固定变化率增加或减小的值。

[0065] 图 6A 的图中示出的曲线 L21 是表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的理想关系的曲线。曲线 L21 具有恒定的斜率,其中斜率是通过把焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 对变焦位置进行微分而获得的恒定微分值。通过变焦位置与焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的这种理想关系,可以使得观看由于图像拍摄处理而获得的图像的使用者感觉到总变焦倍率平滑地变化。

[0066] 图 6B 的图中示出的曲线 L22 也是表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线。曲线 L22 在从广角端那一侧上的变焦位置开始并且在中间变焦位置处终止的变焦位置范围内具有恒定的斜率。然而,在远景端那一侧上的变焦位置处,曲线 L22 的斜率增加,暗示了变焦倍率改变速率对于远景端那一侧上的变焦位置升高。即使由图 6B 的图中示出的曲线 L22 表示的关系不是由图 6A 的图中示出的曲线 L21 表示的理想关系,由图 6B 的图中示出的曲线 L22 所表示的变化也几乎不使得使用者感觉到不舒适。

[0067] 图 6C 的图中示出的曲线 L23 也是表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线。相比于曲线 L21 和 L22,曲线 L23 具有包括凸起部的形状。包括凸起部的形状表示变焦倍率改变速率曾经在从恒定改变速率状态加速并再次返回到原始的恒定改变速率状态的处理中增加。因为由图 6C 的图中示出的曲线 L23 表示的关系使得使用者感觉到不舒适,所以由曲线 L23 表示的变化不是期望的。

[0068] 然而,如果假定电子变焦倍率 k 根据图 7 的图中示出的曲线 L32 来变化,即,如果电子变焦余量根据图 4 的图中示出的曲线 L11 变化的话,根据图 7 的图中示出的曲线 L31

来以几乎恒定的变化速率对光学变焦进行驱动的操作将会不可避免地导致按照图 7 的图中示出的曲线 L33 变化的总变焦倍率。与图 6C 的图中示出的曲线 L23 一样,因为由图 7 的图中示出的曲线 L33 所表示的关系使得使用者感觉到不舒服,所以由曲线 L33 表示的变化不是期望的。

[0069] 因此有必要通过以高的精确度来对变化进行控制来调整在光学变焦侧上的倍率变化的速率,以将表示变焦位置与总变焦倍率的焦点距离 E 的对数值 $\log E$ 之间的关系的曲线的斜率设置为恒定的值。

[0070] [第一设计手法]

[0071] 更具体地,执行控制以使得 $\delta \log(E)/\delta x$ 和 $\delta \log(kE)/\delta x$ 恒定。这里,表达式 $\delta \log(E)/\delta x$ 是在通过将 E 乘以电子变焦倍率 k 来结合电子变焦倍率 k 而得到 kE 之前,仅光学变焦中的总变焦倍率的变化速率。另一方面,表达式 $\delta \log(kE)/\delta x$ 是在通过将 E 乘以电子变焦倍率 k 来结合电子变焦倍率 k 而得到 kE 之后,总变焦倍率的变化速率。用在以上表达式中的附图标记 E 表示总变焦倍率的焦点距离,附图标记 x 表示变焦位置并且附图标记 k 表示电子变焦倍率。

[0072] 根据如下所示的公式 (1) 来对在结合电子变焦倍率 k 而得到 kE 之前的、仅光学变焦中的总变焦倍率的变化速率的表达式 $\delta \log(E)/\delta x$ 进行调整:

$$[0073] \quad \delta \log(E)/\delta x = (\delta E/\delta x) \quad (1)$$

[0074] 另一方面,根据以下公式 (2) 来对在结合电子变焦倍率 k 而得到 kE 之后的总变焦倍率的变化速率的表达式 $\delta \log(kE)/\delta x$ 进行调整:

$$[0075] \quad \delta \log(kE)/\delta x = (\delta k/\delta x)/k + (\delta E/\delta x)/E \dots (2)$$

[0076] 因此,为了使得公式 (1) 的右侧上的表达式以及公式 (2) 的右侧上的表达式恒定,有必要通过将电子变焦倍率 k 的变化速率 V 以及变化率 V 的最大值 $V_{\max}$ 乘以根据以下公式 (3) 得到的减速调制量 J,来执行调制。公式 (1) 的右侧上的表达式表示在结合电子变焦倍率 k 之前的仅光学变焦中的总变焦倍率的变化率的经调整的速率。另一方面,公式 (2) 的右侧上的表达式表示在结合电子变焦倍率 k 之后总变焦倍率的变化率的经调整的速率。

$$[0077] \quad J = \{(\delta E/\delta x)/E\} / \{(\delta k/\delta x)/k + (\delta E/\delta x)/E\} \dots (3)$$

[0078] 由于如上所述执行的调制,电子变焦倍率 k 如曲线 L41 所示地增加,光学变焦倍率的变化率的调制后的速率 V 如图 8 的图中示出的曲线 L42 所示地减小。

[0079] 可以通过基于公式 (3) 执行的顺序计算来得到减速调制量 J。然而,应当注意,也可以通过参照减速调制量表来得到减速调制量 J,该表将预先计算的减速调制量 J 与变焦位置 x、电子变焦倍率 k 和焦点距离 E 的各种组合相关联。

[0080] 如果通过执行顺序的计算而找到了减速调制量 J,那么可以代替如由公式 (3) 表示的差分操作而执行不同的操作。

[0081] [第二设计手法]

[0082] 附带地,在第一设计手法中,假设光学变焦的焦点距离 E 以恒定速率变化。然而,如果光学变焦的焦点距离 E 不以恒定速率变化的话,可以根据如下所述的公式 (4) 来得到减速调制量 J:

$$[0083] \quad J = \{(\delta E/\delta x(x_{\text{def}}))/E(x_{\text{def}})\} / \{(\delta k/\delta x)/k + (\delta E/\delta x)/E\} \dots (4)$$

[0084] 用在公式 (4) 的右侧上的表达式中的标记 x_{def} 表示边界条件附近的改变速率, 在所述边界条件下, 光学变焦的焦点距离 E 以恒定速率改变。

[0085] [第三设计手法]

[0086] 附带地, 如果期望任意地设计电子变焦倍率 k 的变化的形状, 将下文给出的公式 (5) 用作计算电子变焦倍率 k 的基础。之后, 将作为由于基于公式 (5) 而进行的计算而得到的结果的电子变焦倍率 k 插入公式 (3) 的右侧的表达式中, 来作为用在表达式中的符号 k 的替代品。

[0087] $\{(\delta E / \delta x) / E\} / \{(\delta k / \delta x) / k + (\delta E / \delta x) / E\} = (\delta E_{\text{calc}} / \delta x) / E_{\text{calc}} \int \{((\delta E / \delta x) / E) / ((\delta E_{\text{calc}} / \delta x) / E_{\text{calc}})\} - (\delta E / \delta x) / E dx = \log(k) + C \dots (5)$

[0088] 如果可以如上所述地任意地设计电子变焦倍率 k 的变化的形状, 可以解决下文中描述的问题。

[0089] 例如, 为了使得聚焦透镜的速度跟上变焦时的最大变化速率, 存在需要进行处理以减小变焦的变化速率的情况。一般来说, 这被称作远景端降落 (tele-end drop)。在具有高倍率的变焦透镜中, 对于远景端那一侧上的变焦方向移动距离来说, 聚焦方向移动距离较长。因此, 远景端降落的发展趋势是很明显的。然而, 在变焦倍率变化速率具有更高的值时看到的现象与在变焦倍率变化速率具有更小的值时的看到的现象不同。此外, 因为焦点距离没有沿着对数轴线性地变化, 所以使用者多少能感觉到不期望的不舒服的感觉。为了解决这个问题, 设计了焦点距离曲线, 该曲线被控制在比最大变化速率时远景端降落的变化速率更低的变化速率。之后, 通过从这种焦点距离曲线设计电子变焦曲线, 可以避免远景端降落本身, 从而可以实现自然的变焦。

[0090] [第四设计手法]

[0091] 通过不仅调制电子变焦的变化速率 V , 还调制变化速率 V 的最大值 V_{max} , 可以解决通过控制最大值 V_{max} 而产生的各种问题。由于设计问题, 例如, 表示焦点距离的变化的曲线的形状可能表现出难以避免的各种变化。在这种情况下, 采用以下公式:

[0092] $(\delta k / \delta x) / k \propto (\delta E / \delta x) / E$

[0093] $\log(k) = A \exp(\log E) + B$

[0094] 也就是说, 采用以下公式:

[0095] $\log(k) = E(0)E^A$

[0096] 然而, 上述公式的右侧上的表达式包括焦点距离 E 的 A 次幂, 并且在光学广角端 ($x = 0$) 处, $k = 1$, 使得 $E(0)$ 可以被用作光学广角端的焦点距离。那么, 表示电子变焦倍率 k 的变化的曲线的形状被设计为接近这种状态的形状。

[0097] 如上所述, 通过将焦点距离 E 作为基准来设计表示电子变焦倍率 k 的变化的曲线的形状。因此, 可以尽可能的避免光学变焦的变化速率的调制。

[0098] 通过采用第一和第四设计手法中的任何一种, 或者采用第一和第四设计手法的结合, 可以执行平滑的控制, 并且同时实现电子抖动余量的自由设计。注意, 根据变焦透镜的性能, 存在不能执行根据第一设计手法的控制的一些情况。在这种情况下, 仅能够采用第四设计手法。

[0099] <2. 实施例>

[0100] [视频摄像机的典型构造]

[0101] 图 9 是示出了根据本发明的实施例的数字摄像机 100 的典型构造的框图。数字摄像机 100 具有通过使用变焦透镜而执行的光学变焦功能,并具有电子变焦功能。此外,数字摄像机 100 也具有将电子抖动校正功能与使用光学移动透镜的光学抖动校正功能结合的混合抖动校正功能。注意,本发明的实施例的以下描述省略了伴随图像的声音和音频的解释。

[0102] 如图 9 的框图所示,视频摄像机 100 采用了控制部分 101、操作部分 102、ROM 103、RAM 104 和陀螺仪传感器 118。控制部分 101、操作部分 102、ROM 103、RAM 104 和陀螺仪传感器 118 作为控制系统。此外,数字摄像机 100 包括电动机驱动器 105、光学移动透镜 106、用于驱动光学移动透镜 106 的光学移动透镜致动器 107、变焦透镜 108、用于驱动变焦透镜 108 的变焦透镜致动器 109、聚焦透镜 110 以及用于驱动聚焦透镜 110 的聚焦透镜致动器 111。电动机驱动器 105、光学移动透镜 106、光学移动透镜致动器 107、变焦透镜 108、变焦透镜致动器 109、聚焦透镜 110 以及聚焦透镜致动器 111 作为图像拍摄系统,该系统还包括时序发生器 112 和成像装置 113。

[0103] 在此之上,数字摄像机 100 也具有图像处理部分 114、取景器 115、信号记录部分 116 和监视器 117。图像处理部分 114、取景器 115、信号记录部分 116 和监视器 117 作为图像处理系统。

[0104] 控制部分 101 采用执行预先存储在 ROM 103 中的程序的 CPU,来控制包括在数字摄像机 100 中的上述部分。操作部分 102 具有各种按钮以及位于监视器 117 上的触摸板。操作部分 102 向控制部分 101 提供操作信号,其中操作信号都表示由使用者在操作部分 102 上执行的操作。ROM103 被用来预先存储以上列举的控制程序和各种信息,诸如减速调制量的表。RAM 104 被用来临时存储各种数据。陀螺仪传感器 118 是这样的部分:其用于检测产生在视频摄像机 100 中的抖动并且将表示抖动的量的检测信号告知控制部分 101。

[0105] 根据由控制部分 101 执行的控制,电动机驱动器 105 驱动光学移动透镜致动器 107、变焦透镜致动器 109 和聚焦透镜致动器 111。光学移动透镜 106 是由光学移动透镜致动器 107 驱动的透镜,以执行光学抖动校正。变焦透镜 108 是由变焦透镜致动器 109 驱动的透镜,以改变光学变焦倍率。聚焦透镜 110 是由聚焦透镜致动器 111 驱动的透镜,以改变焦点距离。时序发生器 112 是用于控制时序以获取成像装置 113 中的像素的部分。由诸如 CMOS(互补金属氧化物半导体)的材料或 CCD(电荷耦合器件)制成的成像装置 113 是这样的部分:其用于将由成像装置 113 从透镜组接收的光学图像转换为作为电子数据的图像信号并且用于将图像信号提供给图像处理部分 114。

[0106] 在图像拍摄时,图像处理部分 114 基于从成像装置 113 接收到的图像信号来产生用于取景器 115 的运动图像,将该运动图像提供给取景器 115 或监视器 117。此外,在记录时,图像处理部分 114 在从成像装置 113 接收的图像信号上执行编码处理,以产生作为编码处理的结果的经编码的视频信号并且将经编码的视频信号提供给信号记录部分 116。在此之上,在再现时,图像处理部分 114 在从信号记录部分 116 接收的经编码的视频信号上执行解码处理,以产生作为解码处理的结果的原始图像信号。之后,图像处理部分 114 基于原始图像信号产生用于监视器 117 的运动图像并且将该运动图像提供给取景器 115 或监视器 117。

[0107] 此外,在图像拍摄时和记录时,图像处理部分 114 将从成像装置 113 接收到的图像

信号的整个区域剪切掉预先确定的部分区域,以执行电子抖动校正或电子变焦。整个区域是图 3 的图中示出的图像拍摄区域 10,而部分区域是图 3 的图中示出的剪切区域 12。

[0108] 取景器 115 是用于在拍摄图像时对于取景器 115 显示运动图像并且在再现时对于监视器 117 显示运动图像的部分。在记录时,信号记录部分 116 将从图像处理部分 114 接收到的经编码的视频信号记录到在图 9 的框图中未示出的信号记录介质上。此外,在再现时,信号记录部分 116 从信号记录介质读取经编码的视频信号,并且将经编码的视频信号提供给图像处理部分 114。监视器 117 通常是液晶显示单元,其用于在图像拍摄时显示用于取景器 115 的运动图像并且在再现时显示用于监视器 117 的运动图像。此外,监视器 117 也显示被显示给使用者的各种设置屏幕。

[0109] 图 10 是示出了监视器 117 上的、作为用来设置抖动校正模式的屏幕 150 的典型屏幕的图。如图 10 所示,屏幕 150 示出了关闭按钮 151、标准按钮 152 以及激活按钮 153。在选择了关闭按钮 151 时,使得手部抖动校正功能无效。在选择了标准按钮 152 时,设置为标准抖动校正模式。在标准抖动校正模式中,光学抖动校正功能有效,但是电子抖动校正功能无效。在选择了激活按钮 153 时,设置混合抖动校正模式。在混合抖动校正模式中,光学抖动校正功能和电子抖动校正功能都有效。

[0110] 相比于标准抖动校正模式,混合抖动校正模式允许在远景端那一侧确保大的抖动校正角。因此,使用者可以在使用者活跃地移动的同时执行图像拍摄操作。然而,因为在电子抖动校正中从图像拍摄区域 10 中剪切掉剪切区域 12,所以可能存在剪切区域 12 的尺寸小于存储在信号存储介质中的运动图像的视角尺寸的情况。在这种情况下,执行处理以放大剪切区域 12 的图像。然而,由于通常执行对剪切区域 12 的图像进行放大的处理,所以图像的质量在一些情况下可能劣化。作为选择,如果剪切区域 12 的尺寸小于存储在信号存储介质中的运动图像的视角尺寸,有必要限制视角尺寸。

[0111] [操作说明]

[0112] 以下描述解释了光学变焦倍率变化速率控制处理。光学变焦倍率变化速率控制处理是在将数字摄像机 100 设置为混合抖动校正模式中时,控制由于驱动变焦透镜 108 而获得的光学变焦倍率的变化速率的处理。

[0113] 图 11 是在光学变焦倍率变化速率控制处理的解释中参照的流程图。

[0114] 如图 11 所示,流程图开始于步骤 S1,其中控制部分 101 基于由使用者对操作部分 102 进行操作而执行的变焦操作来获取变焦透镜 108 的当前变焦位置 x 。之后,在下一个步骤 S2 处,控制部分 101 从电动机驱动器 105 获取当前的变焦透镜 108 的焦点距离 E 。随后,在下一个步骤 S3 处,控制部分 101 获取当前的电子变焦倍率 k 。

[0115] 之后,在下一个步骤 S4 处,控制部分 101 根据公式 (3),通过使用变焦位置 x 、焦点距离 E 和电子变焦倍率 k 来计算减速调制量 J 。特别地,根据公式 (3),控制部分 101 通过使用分别在前一次执行由该流程图表示的光学变焦倍率变化速率控制处理的步骤 S1 到 S3 处获得的变焦位置、焦点距离 E 和电子变焦倍率 k 以及在当前执行由该流程图表示的光学变焦倍率变化速率控制处理的步骤 S1 到 S3 处获得的变焦位置、焦点距离 E 和电子变焦倍率 k ,来计算减速调制量 J 。

[0116] 可选择地,如果不根据公式 (3) 计算减速调制量 J ,控制部分 101 也可以通过执行等价的差分运算来计算减速调制量 J 。

[0117] 可选择地,控制部分 101 可以通过参照预先准备的减速调制量表而找到减速调制量 J ,其中减速调制量表作为将预先计算的减速调制量 J 与变焦位置 x 、电子变焦倍率 k 和焦点距离 E 的各种组合相关联表。

[0118] 之后,在下一个步骤 S5 处,控制部分 101 将减速调制量 J 乘以最大光学变焦倍率变化速率 $V_{\max}$,以如下式所述地调制最大光学变焦倍率变化速率 $V_{\max}$,其中最大光学变焦倍率变化速率 $V_{\max}$ 被预先确定,作为光学变焦倍率的变化速率的最大值(即,下文中所提到的光学变焦倍率变化速率 V 的最大值):

$$[0119] \quad V'_{\max} = JV_{\max}$$

[0120] 随后,在下一个步骤 S6 处,控制部分 101 将减速调制量 J 与光学变焦倍率变化速率 V 相乘,以如下所示地调制变焦放大变化速率 V ,其中光学变焦倍率变化速率 V 预先确定为光学变焦倍率的变化速率:

$$[0121] \quad V' = JV$$

[0122] 之后,控制部分 101 将已经在步骤 S5 和 S6 中分别执行的调制处理的结果而获得的最大光学变焦倍率变化速率 $V'_{\max}$ 和光学倍率变化速率 V' 提供给电动机驱动器 105。基于已经从控制部分 101 接收到的最大光学变焦倍率变化速率 $V'_{\max}$ 和光学倍率变化速率 V' ,电动机驱动器 105 驱动变焦透镜致动器 109 以移动变焦透镜 108,以便控制变焦倍率的变化率。之后,由流程图表示的光学变焦倍率变化速率控制处理返回到步骤 S1。在由该流程图标识的光学变焦倍率变化速率控制处理的流程返回步骤 S1 之前,当完成了对步骤 S6 处的处理的执行时,由该流程图表示的当前执行的光学变焦倍率变化速率控制处理结束。

[0123] 在由上述流程图表示的光学变焦倍率变化速率控制处理的执行中,之前解释的第一设计手法被应用到数字摄像机 100。然而应当注意,在由上述流程图表示的光学变焦倍率变化速率控制处理的执行中,之前解释的第二到第四设计手法中的任何一者也可以应用到数字摄像机 100。

[0124] [典型的修改例]

[0125] 附带地,存在在驱动变焦透镜 108 的操作中产生的大的驱动噪音。在光学变焦倍率的变化速率变得较高时,在一些情况下,共振声通过变焦透镜 108 和变焦透镜 108 的透镜筒产生并且由使用者听到。为了解决这种共振声,除了在使得变化速率以步进的方式变化的处理期间之外,变化速率是固定的,并且所述固定的变化速率受到调制。此外,贯穿整个变焦区域,固定的变化速率可以被限制为不使得共振声产生的变化速率。

[0126] 如果将非常低的变化速率选择作为固定变化速率,存在不仅变化速率调制的变焦方向上的分辨率的变化点显著、并且变焦的变化速率的变化点也显著的担心。然而,一般来说,这种变化点不是显著的。如果产生了这种问题,例如可以通过终止仅以非常低的变化速率进行的调制来解决该问题。

[0127] [结论]

[0128] 按照由本发明的实施例提供的数字视频摄像机,在实施混合抖动校正的同时,可以防止使用者由于整个图像内的图像拍摄对象图像的尺寸变化而感觉到不舒服的感觉。

[0129] 对于通常由本发明的实施例提供的数字相机来说,可以任意地设计曲线的形状,诸如如图 4 的图中所示的表示电子抖动余量的变化的曲线 L11。因此,对于结合电子变焦和光学变焦的混合变焦来说,也可以任意地设计组合。此外,也可以消除由远景端降落而引起

的不自然的图像变化并且将变焦倍率变化速率控制到高的变化速率。在此之上,也可以根据灵活的变化曲线将图像的放大 / 缩小的变化速率设计为变化速率。

[0130] 本申请含有涉及 2009 年 12 月 1 日递交给日本专利局的日本优先权专利申请 JP 2009-273516 中公开的主题,并且通过引用将其全部结合在这里。

[0131] 本领域的技术人员应当理解,可以根据设计需要和其他因素进行各种修改、结合、子结合和替换,只要它们在权利要求及其等价物的范围内。

	电子手部抖动校正	光学手部抖动校正	混合手部抖动校正
校正角	○	○（但是，在靠近校正角度极限的区域中性能劣化）	◎（即使在高倍率下，仍然可以容易地实施图像拍摄）
成本	◎	○	○
分辨率劣化	○（如果适当地设置，不会存在问题）	○（因为难以在高倍率下静态地浏览）	○（如果适当地设置，不会存在问题）
大幅度的运动模糊	△（难以校正）	○	○
慢的快门	×（不能校正）	○	○
高频振动	○	○（理论上很强，但是通常不产生）	○
远校正角和变焦倍率	△	×（小尺寸和低成本不能同时成立）	◎（如果适当地设置，不会存在问题）

图 1

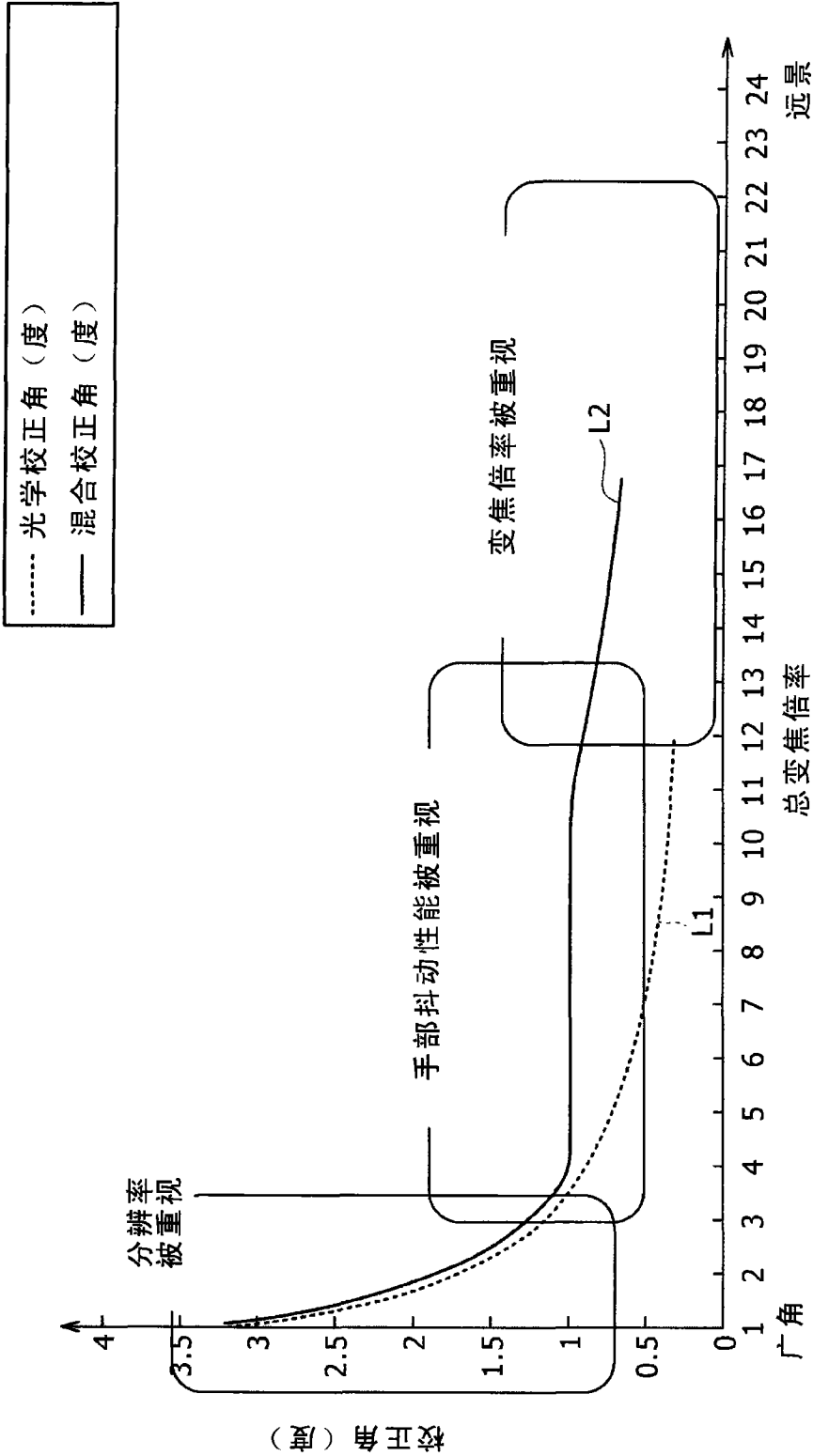


图 2

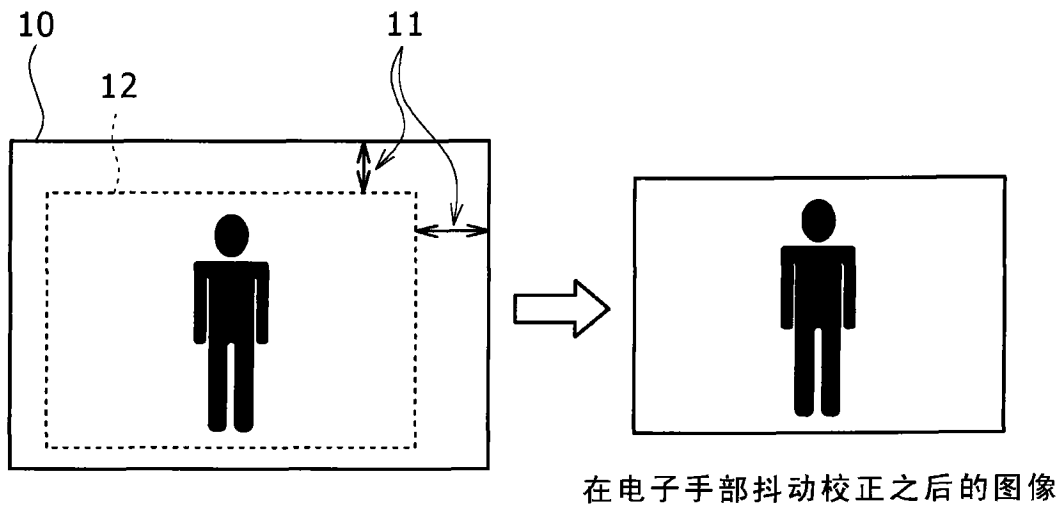


图 3A

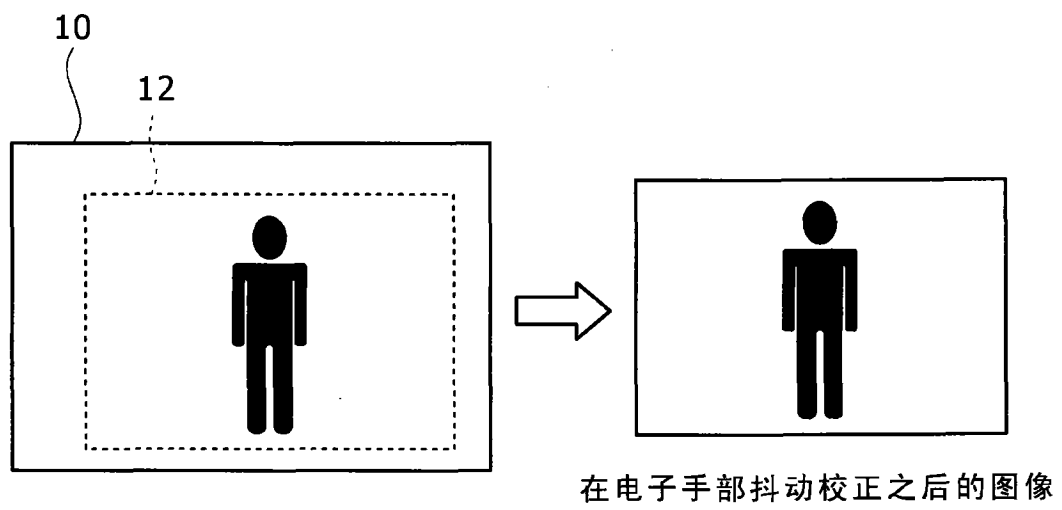


图 3B

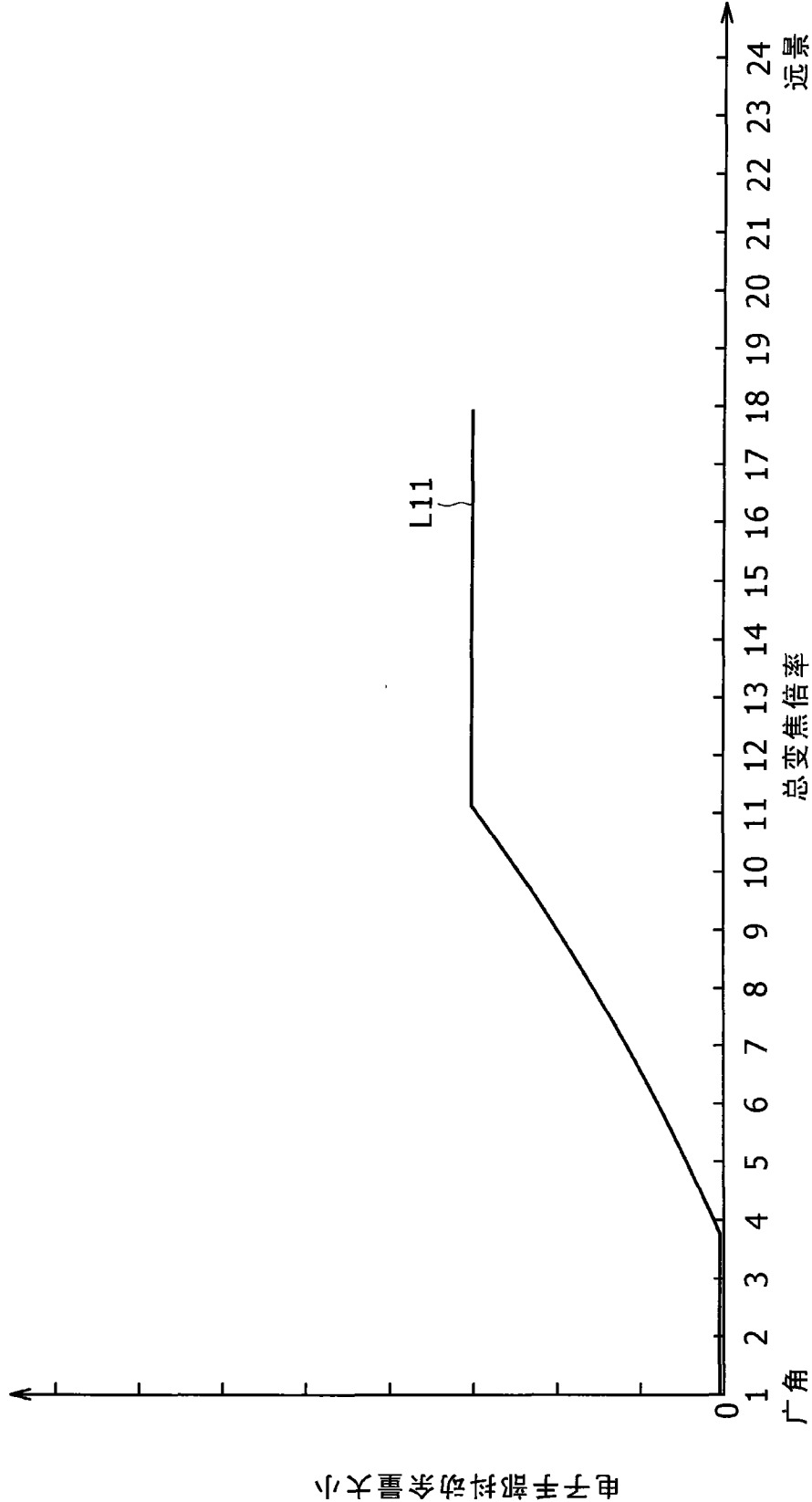


图 4

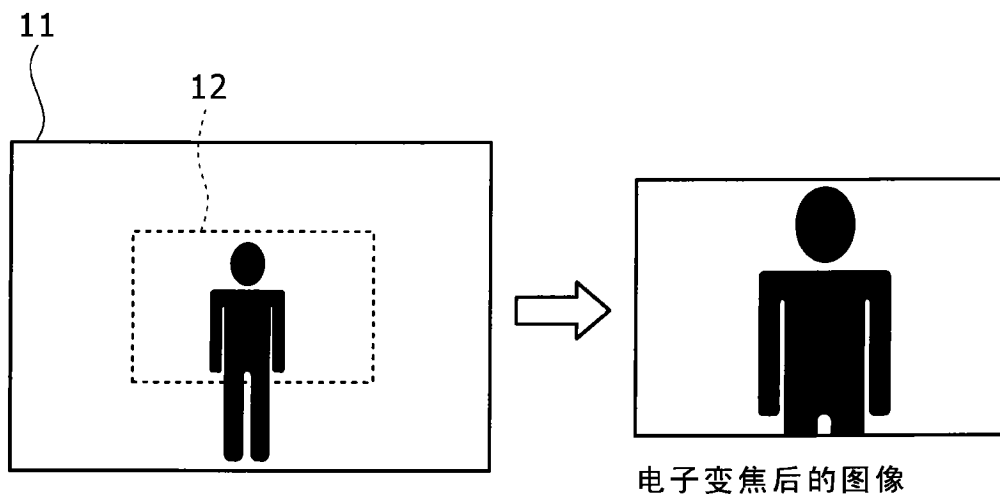
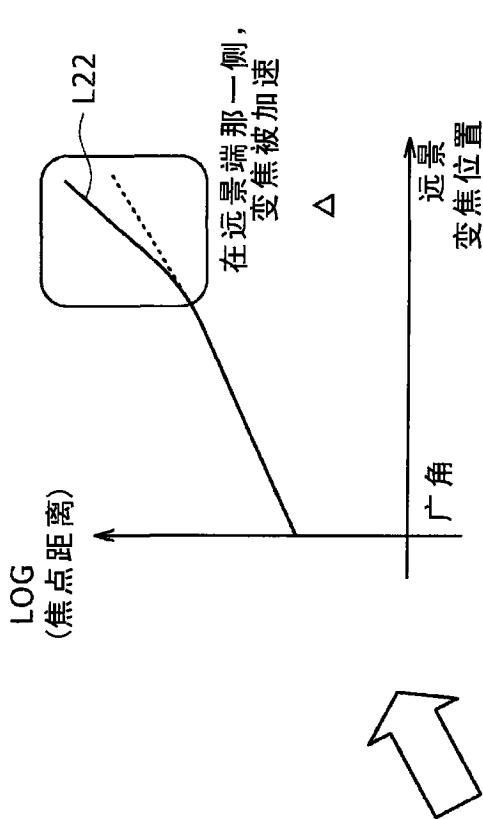


图 5



如果几乎是线性的，
则变焦以视觉上恒定的速度
在均匀的缩小率下进行

图6A

图6B

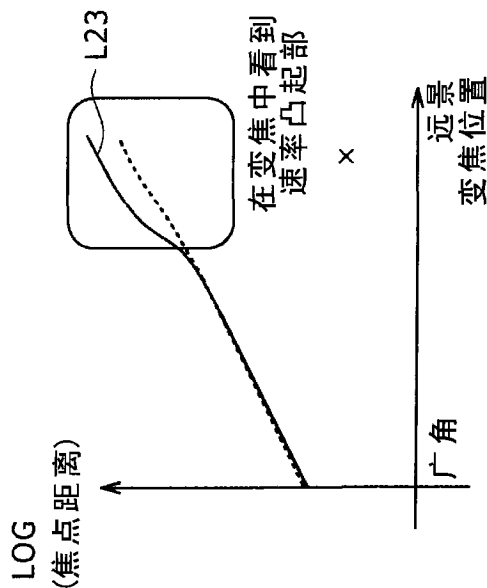
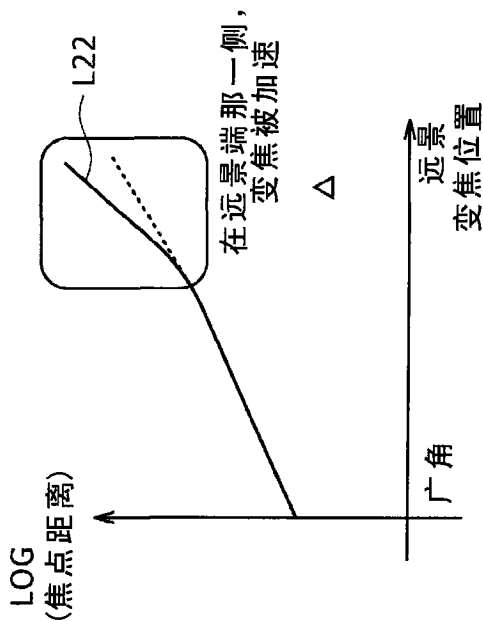


图6C

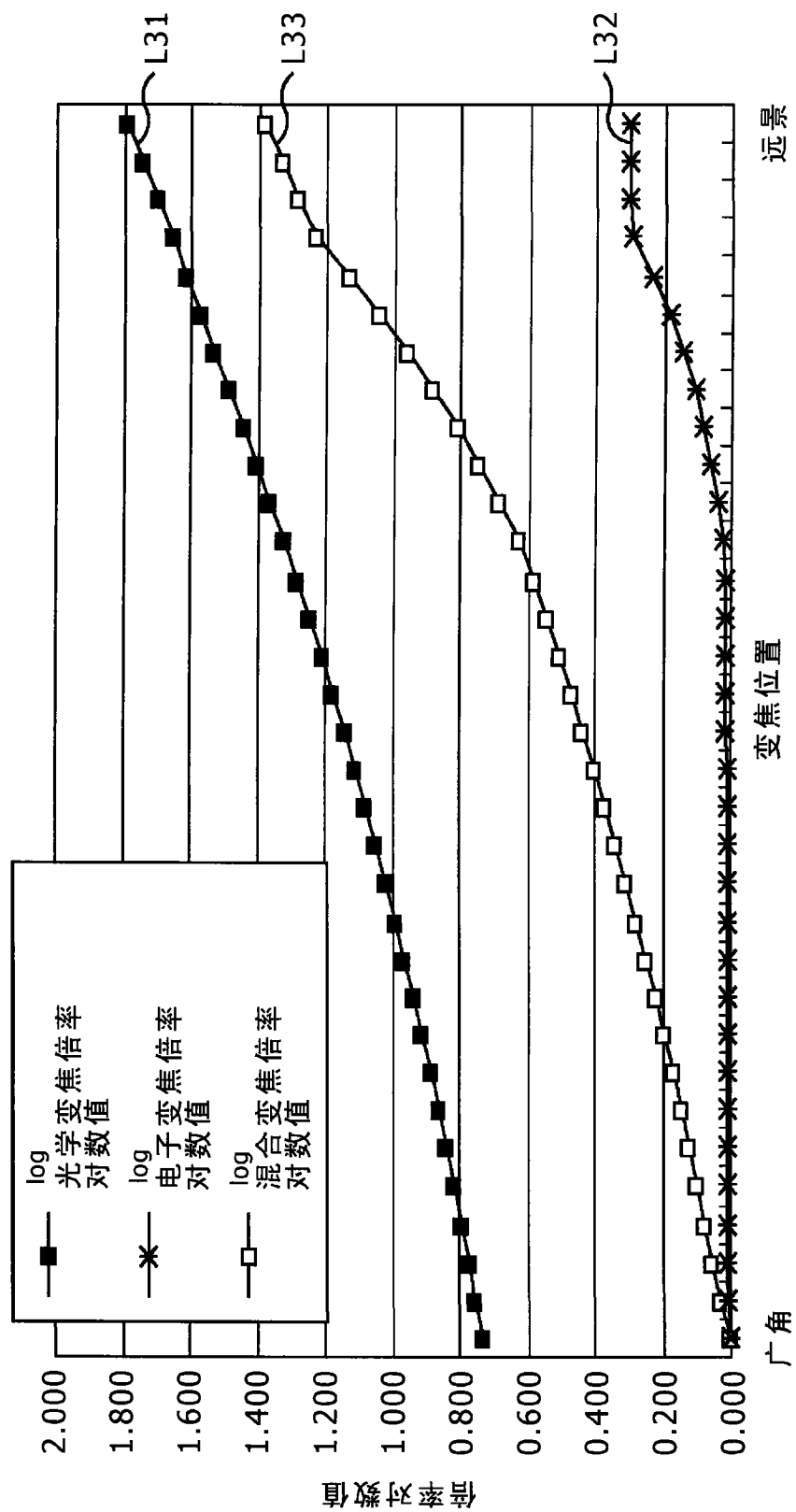


图 7

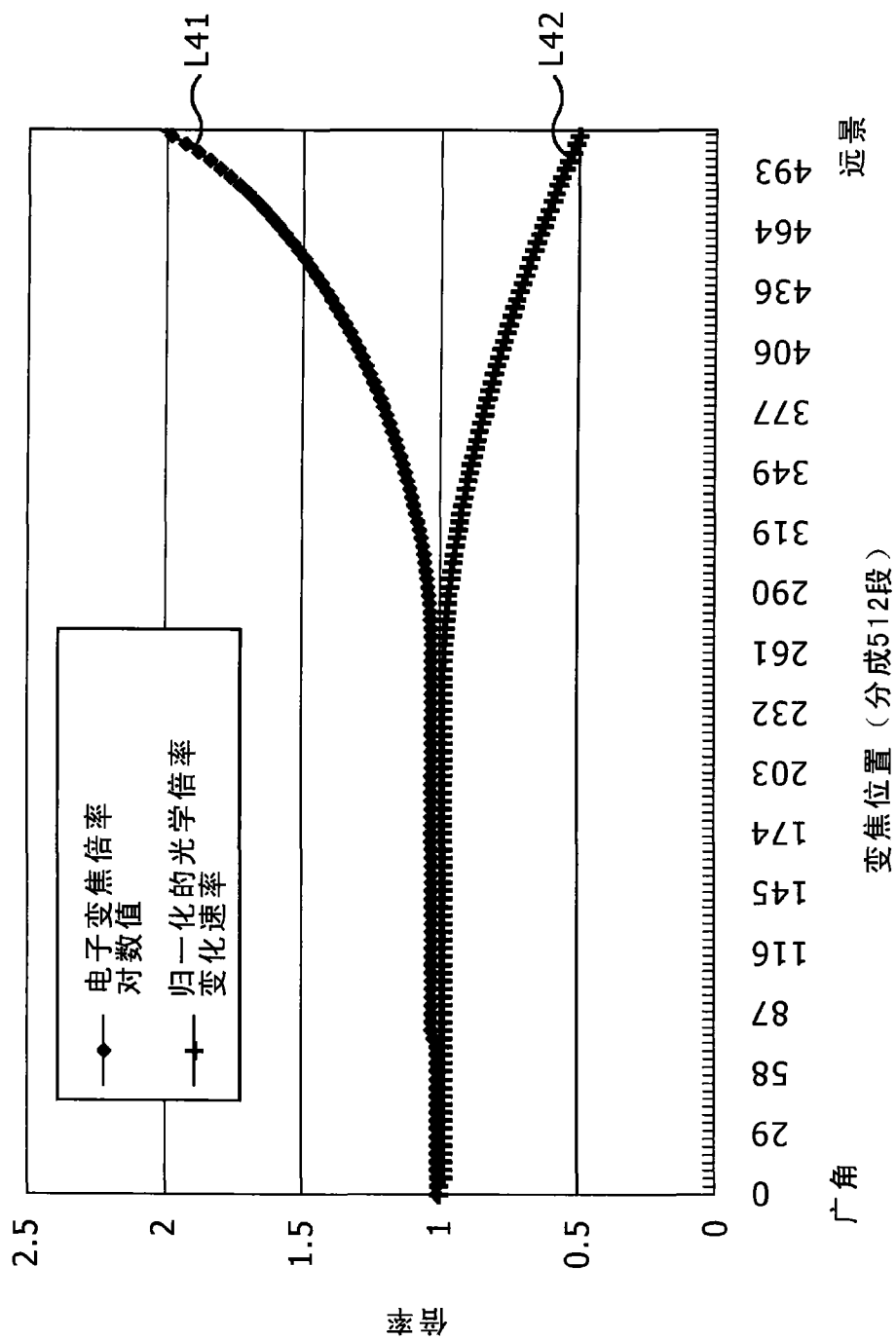


图 8

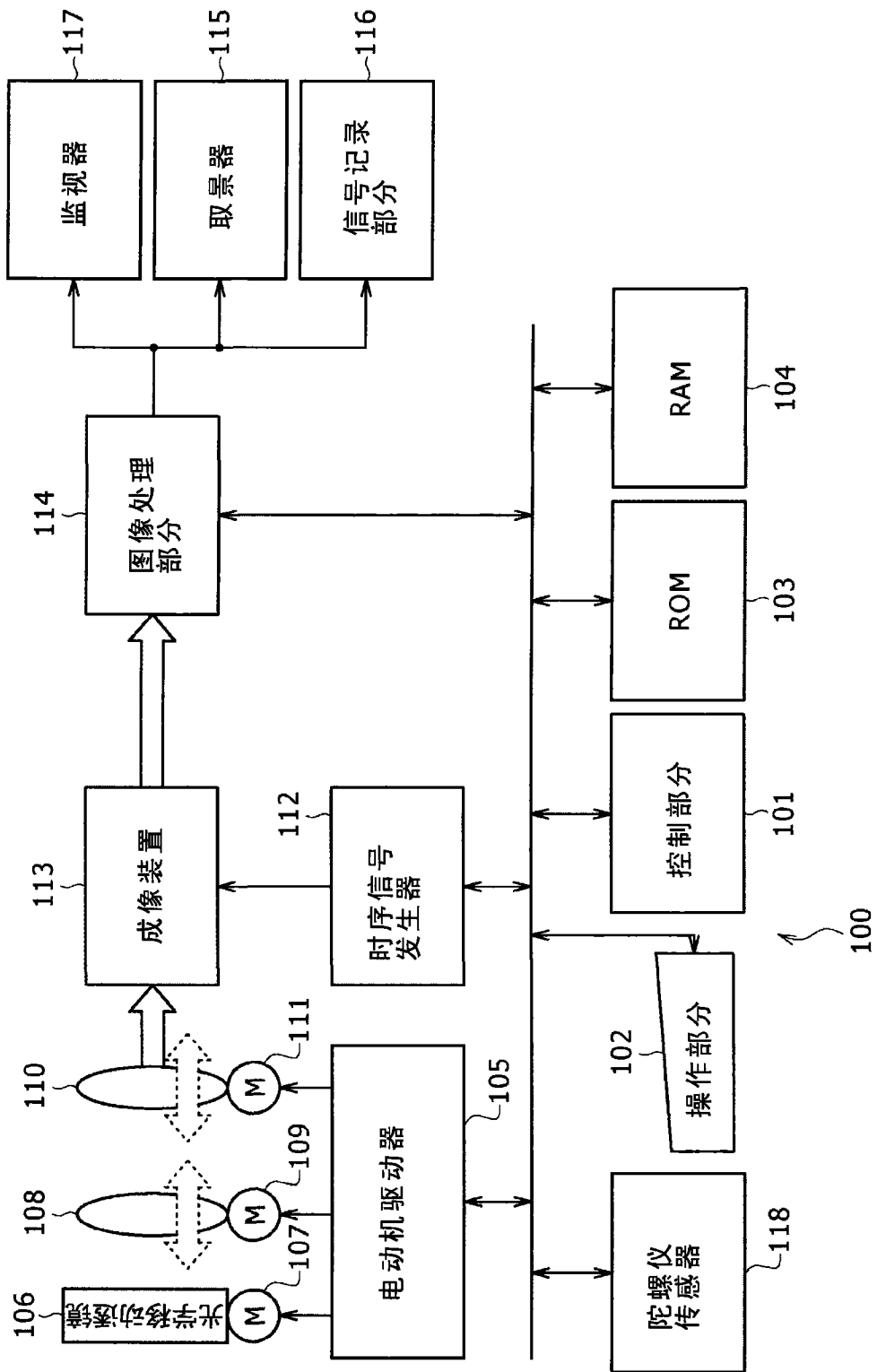


图 9

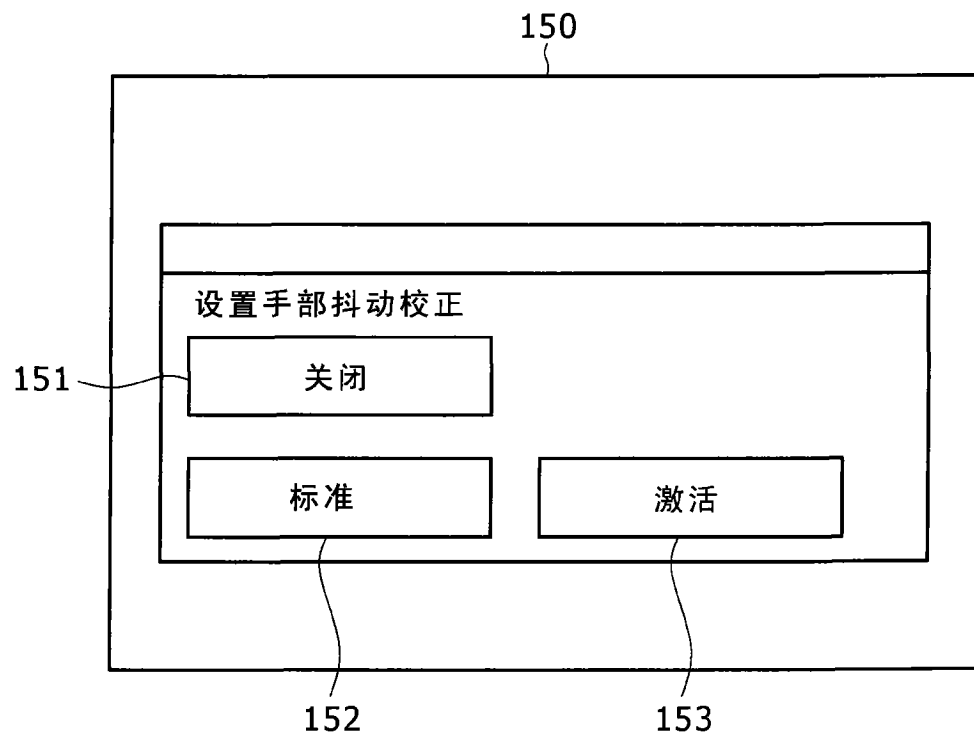


图 10

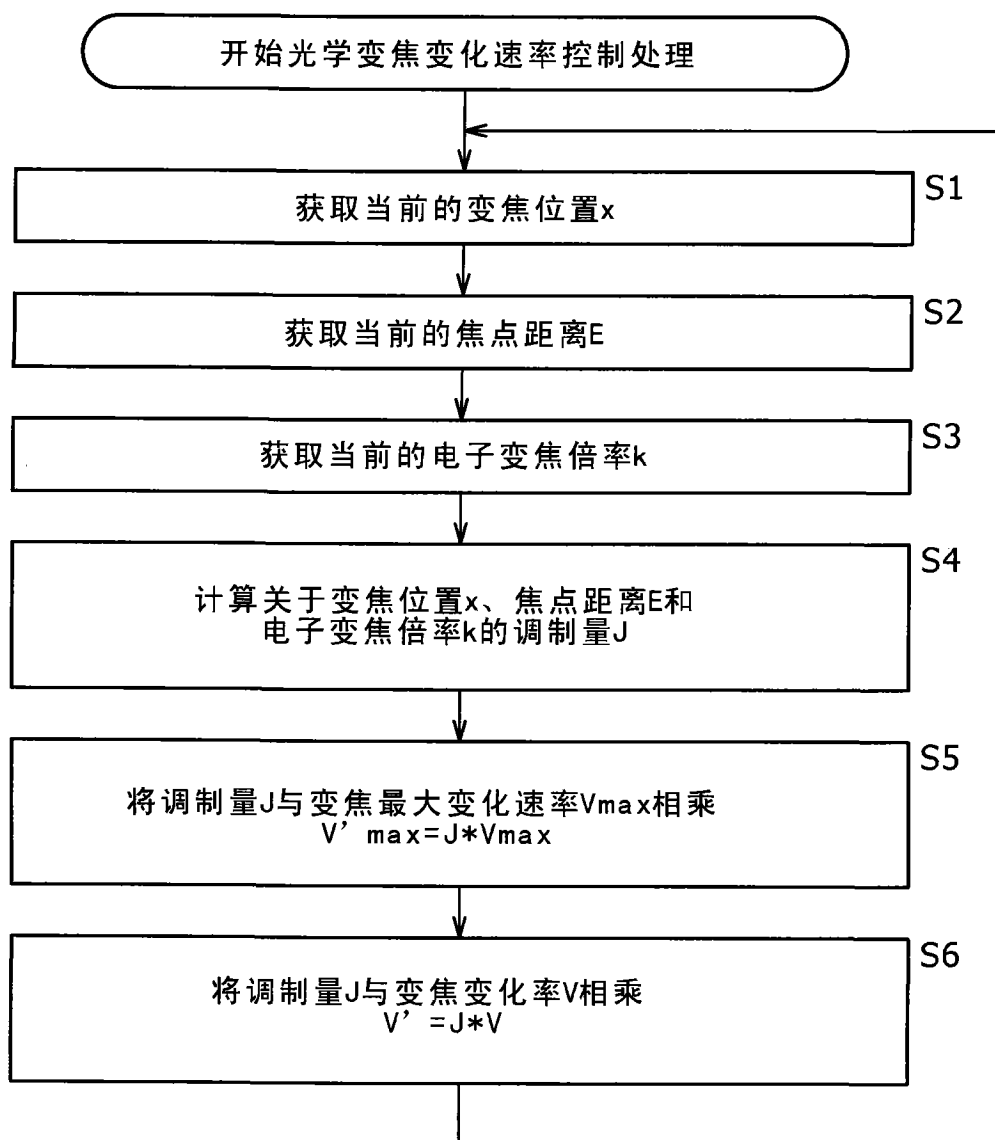


图 11