



(45) 授权公告日 2010.05.05

权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 16 页

1. 一种透镜控制装置,用于控制进行移动以变焦的第一透镜单元(102)和进行移动以聚焦的第二透镜单元(105),所述透镜控制装置包括:

AF 信号处理电路(109),用于产生代表物像的高频分量的水平的 AF 评估信号;

AF 控制单元(117),用于输出一个信号来驱动第二透镜单元(105),以使所述 AF 评估信号最大化;

物距探测器(127),用于探测到要聚焦的物的距离作为物距;

凸轮数据存储单元(120),用于存储对应于多个物距的多个对焦轨迹作为透镜凸轮数据;

距离信息处理器(128),用于从存储在凸轮数据存储单元(120)中的透镜凸轮数据中确定与探测出的物距相对应的对焦轨迹,并参照所确定的对焦轨迹,基于第一透镜单元(102)的位置信息来计算第二透镜单元(105)要移动到的目标位置;和

计算机变焦单元(119),用于利用来自 AF 信号处理电路(109)的 AF 评估信号来控制第二透镜单元(105)的驱动条件,使得第二透镜单元(105)逼近所述目标位置。

2. 如权利要求1所述的透镜控制装置,其中,存储在所述凸轮数据存储单元(120)中的数据包括:针对要聚焦的物的多个距离,第一透镜单元和第二透镜单元之间的位置关系。

3. 如权利要求1所述的透镜控制装置,其中,所述计算机变焦单元(119)根据表示包括所述第一透镜单元和所述第二透镜单元的光学系统的聚焦状态的聚焦信息控制所述第二透镜单元的运动,所述聚焦信息是从所述光学系统形成的光学图像的光电转换信号获得的。

4. 如权利要求3所述的透镜控制装置,其中,所述计算机变焦单元(119)在变焦期间根据所述聚焦信息改变第二透镜单元的驱动条件,使得第二透镜单元移动到所述物处于对焦状态的位置。

5. 如权利要求4所述的透镜控制装置,其中,当所述第一透镜单元的运动速度大于或等于预定速度时,所述计算机变焦单元(119)限制所述第二透镜单元的驱动条件的变化。

6. 如权利要求4所述的透镜控制装置,其中,当图像信号的记录时间等于或大于预定时间时,所述计算机变焦单元(119)限制所述第二透镜单元的驱动条件的变化。

7. 如权利要求4所述的透镜控制装置,其中,当图像信号的亮度级小于或等于预定亮度级时,所述计算机变焦单元(119)限制所述第二透镜单元的驱动条件的变化。

8. 如权利要求4所述的透镜控制装置,其中,当图像信号的记录模式是预定模式时,所述计算机变焦单元(119)限制所述第二透镜单元的驱动条件的变化。

9. 如权利要求4所述的透镜控制装置,其中,当所述光学系统的焦距是预定焦距时,所述计算机变焦单元(119)限制所述第二透镜单元的驱动条件的变化。

10. 一种控制进行移动以变焦的第一透镜单元(102)和进行移动以聚焦的第二透镜单元(105)的方法,包括下列步骤:

产生代表物像的高频分量的水平的 AF 评估信号;

输出一个信号来驱动第二透镜单元(105),以使所述 AF 评估信号最大化;

探测到要聚焦的物的距离作为物距;

存储对应于多个物距的多个对焦轨迹作为透镜凸轮数据;

参照所存储的透镜凸轮数据来确定与探测出的物距相对应的对焦轨迹,并参照所确定

的对焦轨迹,基于第一透镜单元(102)的位置信息来计算第二透镜单元(105)要移动到的目标位置;以及

利用所产生的AF评估信号来控制第二透镜单元(105)的驱动条件,使得第二透镜单元(105)逼近所述目标位置。

成像设备

技术领域

[0001] 本发明涉及接收光的成像设备。

背景技术

[0002] 现在要求具有内置透镜的摄像机变得更小,并能够记录离摄像机尽可能近的物的像。因此,取代机械式地移动用凸轮相互关联起来的修正透镜 (correcting lens) 和变倍透镜 (variator lens),广泛使用一种所谓的内聚焦系统 (inner focus system)。在这种系统中,根据预先存储在微计算机中、表示修正透镜的轨迹的透镜凸轮数据来移动所述修正透镜,并使用该修正透镜来进行聚焦。

[0003] 图 10 是已知的内聚焦透镜系统的结构的示意图。参见该附图,该系统包括一个固定前透镜 901、一个用于变焦的变焦透镜 (zoomlens) (也称为变倍透镜 (variator lens)) 902 (第一透镜单元)、一个光圈 903、一个固定透镜 904、一个聚焦透镜 905 (第二透镜单元) 和成像平面 906,该聚焦透镜用作具有调焦功能和修正由于变焦导致的像平面的移动的功能 (所谓的补偿功能) 的修正透镜。

[0004] 在图 10 所示的透镜系统中,聚焦透镜 905 既有补偿功能又有调焦功能。因此,即使在焦距恒定时,用于聚焦到成像平面 906 上的聚焦透镜的位置也随着物距而变化。图 11 的曲线图是用于将物的像聚焦到成像平面上的聚焦透镜 905 的位置与用于不同物距的焦距的关系曲线。当进行变焦时,从图 11 所示的多个轨迹中选择一个对应于物距的轨迹,沿着该选定的轨迹移动所述聚焦透镜 905。从而在变焦过程中保持聚焦状态。

[0005] 在使用前透镜进行聚焦的透镜系统中,提供了独立于变焦透镜的聚焦透镜,变焦透镜和聚焦透镜机械连接到一个凸轮环。因此,当通过手动旋转凸轮环来改变焦距时,凸轮环能够可靠地移动透镜,不管凸轮环的旋转有多快。由于变焦透镜和聚焦透镜沿着光轴移动,同时沿着形成在凸轮环上的凸轮滑动,只要聚焦透镜在焦点对准位置,就不会发生由于变焦导致图像模糊的情况。

[0006] 相比较而言,在上述内聚焦透镜系统中,预先存储了示于图 11 的轨迹的信息或者与之对应的信息 (表示所述轨迹或者将透镜位置作为参数的函数的信息),并基于聚焦透镜和变焦透镜的位置沿着从所述多个轨迹中选择的轨迹移动所述聚焦透镜来进行变焦。

[0007] 从图 11 清楚可见,当在从远摄到广角的方向移动变焦透镜时,使用上述轨迹跟踪方法可以保持聚焦状态,因为轨迹是向广角端收敛的。但是,在从广角到远摄的方向移动变焦透镜时,如果聚焦透镜在所述多个轨迹会聚的位置,则不能确定聚焦透镜要跟踪的轨迹,因此无法用上述轨迹跟踪方法来保持聚焦状态。

[0008] 因此,日本专利 No. 2795439 公开了一种控制方法,其中,在移动变焦透镜以进行变焦时,基于表示聚焦状态的信息,在使图像散焦的方向,然后在调节焦点的方向,反复移动聚焦透镜 (换句话说,改变运动速度)。另外,在日本专利 No. 2795439 (图 3 和圈 4) 中还公开了提高选择要跟踪的轨迹的精度度的方法。根据该方法,通过根据物距、焦距和视场深度改变跟踪速度的变化量,改变锐度信号的变化周期。

[0009] 在上述用于变焦操作的控制方法中,使用来自成像设备的视频信号用 TV-AF 方法进行焦点检测。因此,通常与垂直同步信号同步进行处理。

[0010] 另一方面,从图 11 清楚可见,当使用内聚焦透镜系统进行变焦时,对于在几十厘米到无穷远范围内的物距,要由聚焦透镜跟踪的凸轮轨迹在广角端基本上在同一点。因此,当使用 TV-AF 方法时,不能精确地选择要被跟踪的凸轮轨迹,除非将变焦透镜移动到接近远摄端的区域。

[0011] 在 TV-AF 中,获得 AV 评估值的信号探测周期等于垂直同步信号的周期。因此当变焦速度增加时,确定要被跟踪的轨迹的精度下降。因此,尽管近来改进了用于聚焦和变焦的致动器,使之更小,并且已经开发了便宜的超高速致动器,但是在结合使用内聚焦透镜系统和 TV-AF 方法时,不能充分利用这样的致动器的潜力,因此限制了变焦速度。尽管在待机模式下调节视角时可以用超高速致动器进行高速变焦,但是在记录模式下,为了防止图像模糊,必须降低变焦速度。

[0012] 另外,当进行长时间曝光(记录),比如所谓的慢速快门时,AF 评估值的检测周期变为等于曝光时间,即使在变焦速度不大时,跟踪精度也会降低。因此,当正在确定轨迹时,可能发生图像模糊,并且,如果同时进行变焦和摇摄,就需要很长的时间来修正图像的模糊。结果,降低了成像性能。

[0013] 另外,当物的对比度低,或者由于低照度而导致信噪比(S/N)低时,在变焦操作中,不能用 TV-AF 方法精确检测精确的 AF 评估值。因此,在这些情况下,轨迹跟踪性能也降低了。

发明内容

[0014] 本发明的一个目的是提供一种透镜控制装置、一种光学设备和一种透镜控制方法,使用它们,即使在变焦速度很高时,也可以不管摄影场景和摄影技巧如何都能进行高质量的变焦,同时可靠地保持聚焦状态。

[0015] 为了达到上述目的,根据本发明,提供了一种透镜控制装置,用于控制进行移动以变焦的第一透镜单元和进行移动以聚焦的第二透镜单元,包括:AF 信号处理电路,用于产生代表物像的高频分量的水平的 AF 评估信号;AF 控制单元,用于输出一个信号来驱动第二透镜单元,以使所述 AF 评估信号最大化;物距探测器,用于探测到要聚焦的物的距离作为物距;凸轮数据存储器,用于存储对应于多个物距的多个对焦轨迹作为透镜凸轮数据;距离信息处理器,用于从存储在凸轮数据存储器中的透镜凸轮数据中确定与探测出的物距相对应的对焦轨迹,并参照所确定的对焦轨迹,基于第一透镜单元的位置信息来计算第二透镜单元要移动到的目标位置;和计算机变焦单元,用于利用来自 AF 信号处理电路的 AF 评估信号来控制第二透镜单元的驱动条件,使得第二透镜单元逼近目标位置。

[0016] 从下面参照附图对优选实施例的说明中可以明了本发明的其它目的、特征和优点。

附图说明

[0017] 图 1 的框图图示了根据本发明第一实施例的摄像机的结构;

[0018] 图 2 的流程图表示了第一实施例的摄像机的操作;

- [0019] 图 3 的流程图图示了根据第二实施例的摄像机的操作；
- [0020] 图 4 是第二实施例的摄像机的操作的另一个流程图；
- [0021] 图 5 的流程图图示了本发明的技术前提；
- [0022] 图 6 是另一个图示本发明的技术前提的流程图；
- [0023] 图 7 是另一个图示本发明的技术前提的流程图；
- [0024] 图 8 是另一个图示本发明的技术前提的流程图；
- [0025] 图 9 是另一个图示本发明的技术前提的流程图；
- [0026] 图 10 的示意图图示了已知的拍摄光学系统的结构；
- [0027] 图 11 的曲线图图示了对于不同物距的对焦轨迹 (in-focus trajectory)；
- [0028] 图 12 的曲线图用于解释对焦轨迹；
- [0029] 图 13 的曲线图用于解释对变焦透镜的运动方向进行内插的方法；
- [0030] 图 14 的曲线图图示了对焦轨迹的数据表的一个例子；
- [0031] 图 15A 和 15B 的曲线图图示了本发明的技术前提；
- [0032] 图 16 的曲线图图示了本发明的技术前提；
- [0033] 图 17 的示意图用于解释距离的三点法测量。
- [0034] 图 18 的曲线图用于解释使用相位差检测方法进行距离测量。

具体实施方式

[0035] 下面参照附图描述本发明的实施例。

[0036] 技术前提

[0037] 在描述本发明的实施例之前,先描述本发明的技术前提。

[0038] 图 12 的曲线图用于解释聚焦透镜的轨迹跟踪方法的一个例子。在图 12 中, $Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_6$ 是变焦透镜的位置。另外, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_6$ 和 $b_0, b_1, b_2, \dots, b_6$ 是对于不同的物距聚焦透镜的位置,这些位置被预先存储在微计算机 (未图示) 中。每一组聚焦透镜位置 ($a_0, a_1, a_2, \dots, a_6$ 和 $b_0, b_1, b_2, \dots, b_6$) 限定了要由聚焦透镜跟踪的代表性物距的对焦轨迹 (代表性轨迹)。

[0039] 另外, $p_0, p_1, p_2, \dots, p_6$ 是对焦轨迹上基于所述两个代表性轨迹计算的、要由聚焦透镜实际跟踪的对焦轨迹上的位置。该对焦轨迹上的位置 $p_0, p_1, p_2, \dots, p_6$ 计算如下:

$$p_{(n+1)} = |p_{(n)} - a_{(n)}| / |b_{(n)} - a_{(n)}| \times |b_{(n+1)} - a_{(n+1)}| + a_{(n+1)} \quad \dots (1)$$

[0041] 根据公式 (1),当聚焦透镜在图 12 中的 p_0 时,首先确定一个 b_0 分割直线 $b_0 - a_0$ 的内比,然后确定 p_1 作为按照该内比分割直线 $b_1 - a_1$ 的点。从位移 $p_1 - p_0$ 以及变焦透镜从 Z_0 移动到 Z_1 所需的时间计算为了保持聚焦状态聚焦透镜所需的运动速度。

[0042] 接下来考虑这样一种情况:变焦透镜停止的位置不限于预先存储的代表性轨迹数据所限定的变焦区域之间的边界上的位置。图 13 的曲线图用于解释对变焦透镜的运动方向进行内插的方法。在该图中,抽出了图 12 的一部分,变焦透镜的位置是任意的。

[0043] 在图 13 中,纵轴表示聚焦透镜的位置,横轴表示变焦透镜的位置。假设:当变焦透镜的位置为 $Z_0, Z_1, \dots, Z_{x-1}, Z_x, \dots, Z_n$ 时,对于不同的物距,存储在微计算机中的代表性轨迹上的相应聚焦透镜位置为 $a_0, a_1, \dots, a_{k-1}, a_k, \dots, a_n$ 和 $b_0, b_1, \dots, b_{k-1}, b_k, \dots, b_n$ 。

[0044] 当变焦透镜在 Z_x (该位置不在任何变焦区域之间的边界上) 时,聚焦透镜在 p_x, a_x

和 b_x 计算如下：

$$[0045] \quad a_x = a_k - (Z_k - Z_x) \times (a_k - a_{k-1}) / (Z_k - Z_{k-1}) \quad \dots (2)$$

$$[0046] \quad b_x = b_k - (Z_k - Z_x) \times (b_k - b_{k-1}) / (Z_k - Z_{k-1}) \quad \dots (3)$$

[0047] 这样,用从当前变焦透镜位置和其两侧的两个边界位置(图 13 中的 Z_k 和 Z_{k-1})获得的内比以及预先存储的四个代表性轨迹数据项(图 13 中的 a_k 、 a_{k-1} 、 b_k 和 b_{k-1})计算 a_x 和 b_x 。更具体地, a_x 和 b_k 被确定为按照上述内比分别分割直线 $a_{k-1}-a_k$ 和 $b_{k-1}-b_k$ 的点。

[0048] 然后,利用上述四个代表性轨迹数据项从公式 (1) 计算 p_k 和 p_{k-1} ,分别作为按照从 a_x 、 p_x 和 b_x 获得的内比分割直线 b_k-a_k 和 $b_{k-1}-a_{k-1}$ 的点。

[0049] 当从广角向远摄变焦时,从变焦透镜从 Z_x 移动到 Z_k 所需的时间以及当前聚焦透镜位置 p_x 和聚焦透镜必须移到的目标位置 p_k 之间的距离来确定聚焦透镜为保持聚焦状态所需的运动速度。

[0050] 当从远摄向广角变焦时,从变焦透镜从 Z_x 移动到 Z_{k-1} 所需的时间以及当前聚焦透镜位置 p_x 和聚焦透镜必须移到的目标位置 p_{k-1} 之间的距离来确定聚焦透镜为保持聚焦状态所需的运动速度。

[0051] 预先存储在微计算机中的对焦轨迹信息的数据表的一个例子示于图 14 中。示于图 14 的该数据表包括聚焦透镜位置数据 $A(n, v)$,它随变焦透镜位置和物距而变化。列参数 n 表示物距,行参数 v 表示变焦透镜位置(焦距)。在该数据表中, $n = 0$ 对应于无穷大物距,随着 n 增加,物距向微距端减小。当 $n = m$ 时,物距是 1cm。

[0052] 另外, $v = 0$ 对应于广角端,随着 v 增加,焦距增加。当 $v = s$ 时,变焦透镜在远摄端。因此,数据表中的每一列限定单个代表性轨迹。

[0053] 接下来,描述用于解决上述问题的轨迹跟踪方法。该问题是指,在从广角到远摄的变焦操作中,不能精确地确定要由聚焦透镜跟踪的轨迹。

[0054] 在图 15A 和 15B 中,横轴表示变焦透镜的位置。另外,在图 15A 中,纵轴表示从图像信号用 TV-AF 方法获得的 AF 评估信号。该 AF 评估信号表示图像信号中高频分量的水平(level)(锐度信号),纵轴表示聚焦透镜的位置。在图 15B 中,附图标记 1304 表示所要的轨迹(目标位置的集合),当对位于预定距离的物聚焦时,在变焦期间聚焦透镜要沿着该轨迹移动。

[0055] 当变焦透镜位于比 1306 所指的位置(Z_{14})更接近广角端的区域,并且聚焦透镜向微距端移动时,用于对焦轨迹跟踪的标准运动速度的符号被定义为正。另外,当变焦透镜位于比该位置 1306 更接近远摄端的区域,并且聚焦透镜向无穷远端移动时,用于对焦轨迹跟踪的标准运动速度的符号被定义为负。如果在保持聚焦状态的同时沿着理想的轨迹 1304 移动聚焦透镜,则 AF 评估信号的水平被保持在图 15A 中 1301 所指的水平。一般,如果保持聚焦状态,在变焦时,AF 评估信号水平基本上保持恒定。

[0056] 在图 15B 中,在变焦期间跟踪所要的轨迹 1304 的聚焦透镜的标准运动速度被定义为 V_{f0} 。如果聚焦透镜的实际运动速度被定义为 V_f ,并且在变焦期间在标准运动速度 V_{f0} 上下变化,则实际轨迹的形状就象之字线,如 1305 所指(以下称为之字运动)。

[0057] 在这种情况下,AF 评估信号水平在最大值和最小值之间变化,如图 15A 中的 1303 所示。在理想轨迹 1304 和实际的之字轨迹 1305 相交处(也就是, $Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_{16}$ 中具有偶数号的位置),AF 评估信号水平 1303 达到最大水平 1301。另外,在实际轨迹 1305 的运

动方向矢量发生变化的位置（也就是 $Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_{16}$ 中具有奇数号的位置），AF 评估信号水平 1303 达到最小水平 1302。

[0058] 因此，如果考虑预先将 AF 评估信号水平 1303 的最小水平 1302 设置到 TH1（也就是，如果通过设置下限 TH1 来限定 AF 评估信号水平为确保聚焦状态而可允许的范围），并且每当 AF 评估信号水平 1303 减小到 TH1 时就切换轨迹 1305 的运动方向矢量的情况，则每当切换运动方向矢量时，就使聚焦透镜逼近理想轨迹 1304。更具体地，每当图像模糊到 AF 评估信号的最大水平 1301 和最小水平 1302 (TH1) 之间的差对应的程度时，就控制聚焦透镜的驱动调节（驱动方向和驱动速度），以减小模糊，从而能够在抑制模糊程度的同时执行变焦。

[0059] 因此，当从广角向远摄变焦时（其中，对于不同的物距，对焦轨迹从图 11 所示的会聚状态发散），聚焦透镜的运动速度 V_f 相对于标准运动速度 V_{f0} （使用从公式 (1) 获得的 $p_{(n+1)}$ 计算）发生变化，以便根据 AF 评估信号水平切换运动方向矢量，如轨迹 1305 所示。因此，即使对于此时的物距来说标准运动速度 V_{f0} 不是最优的，也可以进行对焦轨迹的重新确定（再生成），同时防止 AF 评估信号水平降到最小水平 1302 (TH1) 以下，将模糊抑制在特定量以内。另外，通过适当地设置最小水平 TH1，可以进行变焦而使图像模糊感知不到。

[0060] 通过在标准运动速度上加上一个正修正速度 V_{f+} 和一个负修正速度 V_{f-} 来计算聚焦透镜的运动速度 V_f ：

$$[0061] \quad V_f = V_{f0} + V_{f+} \quad \dots (4)$$

$$[0062] \quad V_f = V_{f0} + V_{f-} \quad \dots (5)$$

[0063] 在上述变焦方法中，为了消除选择要跟踪的轨迹时的偏差，这样确定修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} ，使得由公式 (4) 和 (5) 获得的运动速度 V_f 的两个方向矢量之间的角度被标准运动速度 V_{f0} 的方向矢量均分。

[0064] 在上述变焦控制中，使用来自成像器件的图像信号执行焦点探测。因此，控制过程一般是与垂直同步信号同步进行的。

[0065] 图 9 是在微计算机中进行的变焦控制过程的流程图。当该过程在步骤（在图中略为 S) 701 开始时，在步骤 702 执行初始化。在该步骤中，初始化微计算机中的随机存取存储器 (RAM) 和各种端口。

[0066] 在步骤 703，检测摄像机中的操作单元的状态。微计算机接收关于由用户操作的变焦开关单元 (zoom switch unit) 的信息，并在显示器上显示变焦操作的信息，比如变焦透镜的位置，以告知用户正在进行变焦。在步骤 704，进行 AF 过程。更具体地说，据 AF 评估信号的变化来进行自动对焦调节。

[0067] 在步骤 705，进行变焦过程。在该过程中，进行在变焦期间保持聚焦状态的补偿操作。更具体地，计算聚焦透镜为了跟踪图 12 所示的轨迹所需的标准驱动方向和标准驱动速度。

[0068] 在步骤 706，从步骤 704 和步骤 705 的处理例程计算的结果中，选择在 AF 和变焦期间变焦透镜和聚焦透镜要被驱动的驱动方向和驱动速度。然后，在远摄端和广角端之间的一个范围中驱动变焦透镜，在微距端和无穷远端之间的一个范围中驱动聚焦透镜。所述两个范围是由软件提供的，以防止透镜撞击机械端部。

[0069] 在步骤 707，根据步骤 706 确定的用于变焦和聚焦的驱动方向信息和驱动速度信

息,向马达驱动器输出控制信号,从而控制透镜的驱动和停止。在步骤 707 完成后,过程返回到步骤 703。

[0070] 与垂直同步信号同步地执行图 9 所示的步骤。因此,在步骤 703,过程等待下一个循环开始,直到输入下一个垂直同步信号。

[0071] 图 5 和图 6 图示了每一个垂直同步周期由微计算机执行一次的过程的控制流,该过程对应于图 9 的步骤 705 执行的过程。图 5 和图 6 在圈起的数字处相连。

[0072] 下面描述图 5 到图 8。在图 5 的步骤 400,根据变焦开关单元的操作信息设置变焦马达用于平滑变焦的驱动速度 Z_{sp} 。

[0073] 在步骤 401,根据变焦透镜和聚焦透镜的当前位置确定(估计)被拍摄的物体的距离(物距),在存储区比如 RAM 中存储三个轨迹参数 α 、 β 和 γ (用于获得目标位置信息的数据),作为物距信息。在该步骤,执行图 7 所示的过程。为了简单起见,对图 7 的过程的说明基于这样的假设:聚焦状态是在当前透镜位置获得的。

[0074] 在图 7 的步骤 501,从用图 14 的数据表中的系数 s 分割广角端和远摄端之间的区域获得的变焦区域中,选择一个包括当前变焦透镜位置 Z_x 的变焦区域 v 。下面参照图 8 描述确定该变焦区域的方法。

[0075] 首先,在步骤 601 将变焦区域参数 v 清零。然后,在步骤 602,如下计算变焦区域 v 的边界上的变焦透镜位置 $Z_{(v)}$:

[0076] $Z_{(v)} = (\text{远摄位置} - \text{广角位置}) \times v/s + \text{广角位置} \quad \dots (6)$

[0077] 在公式 (6) 中, $Z_{(v)}$ 对应于图 12 所示的变焦透镜位置 $Z_0, Z_1, Z_2, \dots$ 。

[0078] 在步骤 603,判断在步骤 602 获得的 $Z_{(v)}$ 是否等于当前变焦透镜位置 Z_x 。如果结果为“是”,则判定变焦透镜位置 Z_x 在变焦区域 v 的边界上,在步骤 607 将边界标记设置为 1。

[0079] 如果在步骤 603 中结果为“否”,则在步骤 604 判断是否满足 $Z_x < Z_{(v)}$ 。如果步骤 604 中的结果为“是”,则意味着 Z_x 位于 $Z_{(v-1)}$ 和 $Z_{(v)}$ 之间,在步骤 606 将边界标记设为 0。如果在步骤 604 结果为“否”,则在步骤 605 将变焦区域参数 v 增一,过程返回步骤 602。

[0080] 重复执行上述步骤,从而当图 8 的过程结束时,确定当前变焦透镜位置 Z_x 位于图 14 的数据表中的第 k 个变焦区域 ($v = k$)。另外,还判断 Z_x 是否在该变焦区域的边界上。

[0081] 这样,再次参见图 7,在步骤 501 用图 8 的过程确定当前变焦区域。然后,确定图 14 的数据表中的聚焦透镜位置。

[0082] 首先,在步骤 502 将物距参数 n 清零。然后,在步骤 503,判断当前变焦透镜位置是否在变焦区域的边界上。如果边界标记被置为 0,则当前变焦透镜位置不在边界上,过程前进到步骤 505。

[0083] 在步骤 505,将 $Z_{(v)}$ 设置为 Z_k , $Z_{(v-1)}$ 设置为 Z_{k-1} 。接下来,在步骤 506,读出四个表数据项 $A(n, v-1)$ 、 $A(n, v)$ 、 $A(n+1, v-1)$ 和 $A(n+1, v)$ 。然后,在步骤 507,从公式 (2) 和 (3) 计算 a_x 和 b_x 。

[0084] 如果在步骤 503 确定边界标记被置为 1,则过程前进到步骤 504,读出对于物距 n 和变焦透镜位置(在这种情况下是 v)的对焦位置(in-focus position) $A(n, v)$,以及对于物距 $n+1$ 和变焦透镜位置的对焦位置 $A(n+1, v)$,分别存储为 a_x 和 b_x 。

[0085] 在步骤 508,判断当前聚焦透镜位置 p_x 是否大于或等于 a_x 。如果 p_x 大于或等于 a_x ,则在步骤 509 判断当前聚焦透镜位置 p_x 是否大于或等于 b_x 。如果 p_x 小于 b_x ,则意味着聚焦

透镜位置 p_x 在对应于物距 n 和 $n+1$ 的位置之间,在步骤 513 到 515 存储相应的轨迹参数。更具体地,在步骤 513 设置 $\alpha = p_x - a_x$,在步骤 514 设置 $\beta = b_x - a_x$,在步骤 515 设置 $\gamma = n$ 。

[0086] 当步骤 508 的结果是“否”时,聚焦透镜位置 p_x 在无穷远端。在这种情况下,在步骤 512 设置 $\alpha = 0$ 。然后,过程前进到步骤 514,存储对于无穷远的轨迹参数。

[0087] 如果步骤 509 中的结果是“是”,则意味着聚焦透镜位置 p_x 更接近微距端。在这种情况下,在步骤 510 将物距参数 n 增一,在图 1 所示数据表中被参考的凸轮轨迹数据向接近微距端的方向移动一列。然后,在下一个循环中使用增加后的物距参数,用以获得与聚焦透镜位置 p_x 相比较的值。然后,在步骤 511,判断物距参数 n 是否大于微距端的轨迹号 m ,也就是,判断在步骤 510 设置的物距是否比微距端更接近无穷远。如果物距比对应于微距端的物距 m 更接近无穷远,则过程返回步骤 503。如果步骤 511 中结果为“否”,则意味着聚焦透镜位置 p_x 在微距端。在这种情况下,过程前进到步骤 512,存储用于微距端的轨迹参数。

[0088] 再次参考图 5 和图 6,在步骤 401 存储用于从示于图 11 的轨迹中选择与当前变焦透镜位置和当前聚焦透镜位置对应的轨迹的轨迹参数。

[0089] 然后,在步骤 402,计算在单个垂直同步信号周期之后变焦透镜达到的位置 $Z_{x'}$ (变焦透镜从当前位置移到的位置)。如果在步骤 400 确定的变焦速度为 Z_{sp} (pps),则该垂直同步周期之后的变焦透镜位置 $Z_{x'}$ 按如下方式计算:

$$[0090] \quad Z_{x'} = Z_x \pm Z_{sp} / \text{垂直同步频率} \quad \dots (7)$$

[0091] 这里,pps 是步进马达的转速的单位,表示每秒的步数 (1 步 = 1 个脉冲)。另外,对于公式 (7) 中的符号,+ 表示变焦透镜向远摄端的运动方向,- 表示变焦透镜向广角端的运动方向。

[0092] 下面,在步骤 403 确定包括 $Z_{x'}$ 的变焦区域 v' 。在步骤 403,通过分别用 $Z_{x'}$ 和 v' 替换图 15 中的 Z_x 和 v 来执行类似于图 8 的过程。

[0093] 接下来,在步骤 404,判断该垂直同步周期之后的变焦透镜位置 $Z_{x'}$ 是否在变焦区域的边界上。如果边界标记 = 0,则变焦透镜位置 $Z_{x'}$ 不在边界上,过程前进到步骤 405。

[0094] 在步骤 405,将 $Z_{(v')}$ 设为 Z_k ,将 $Z_{(v' - 1)}$ 设为 Z_{k-1} 。接下来,在步骤 406,由示于图 7 的过程确定对应于物距 γ 的四个表数据项 $A(\gamma, v' - 1)$, $A(\gamma, v')$, $A(\gamma + 1, v' - 1)$, $A(\gamma + 1, v')$,并将其读出。然后,在步骤 407,从公式 (2) 和 (3) 计算 $a_{x'}$ 和 $b_{x'}$ 。如果步骤 404 的结果是“是”,则过程前进到步骤 408,读出物距 γ 和变焦区域 v' 对应的对焦位置 $A(\gamma, v')$,以及物距 $\gamma + 1$ 以及变焦区域 v' 对应的对焦位置 $A(\gamma + 1, v')$,并分别存储为 $a_{x'}$ 和 $b_{x'}$ 。

[0095] 然后,在步骤 409,计算当变焦透镜到达位置 $Z_{x'}$ 时聚焦透镜要移动到的对焦位置 (目标位置) $p_{x'}$ 。利用公式 1 计算垂直同步周期之后聚焦透镜要运动到的目标位置 $p_{x'}$,如下:

$$[0096] \quad p_{x'} = (b_{x'} - a_{x'}) \times \alpha / \beta + a_{x'} \quad \dots (8)$$

[0097] 因此,获得目标位置和当前聚焦透镜位置之间的差 ΔF ,如下:

$$[0098] \quad \Delta F = (b_{x'} - a_{x'}) \times \alpha / \beta + a_{x'} - p_x$$

[0099] 接下来,在步骤 410,计算聚焦透镜的标准运动速度 V_{f0} 。通过用变焦透镜移动相应的距离所需的时间去除聚焦透镜的位移 ΔF 来计算 V_{f0} 。

[0100] 接下来,描述计算用于图 15A 和 15B 所示的聚焦透镜的运动速度修正 (之字运动)

的修正速度的方法。

[0101] 在步骤 411, 初始化各个参数, 并对随后的步骤中使用的反转标记 (reversal flag) 清零。在步骤 412, 从在步骤 410 获得的标准运动速度 V_{f0} 计算在之字运动中使用的修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 。

[0102] 如下所述计算修正参数 δ 和修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 。图 16 的示意图用于解释从修正参数 δ 计算修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 的方法。在图 16 中, 横轴表示变焦透镜位置, 纵轴表示聚焦透镜位置。要被跟踪的轨迹用 1304 表示。

[0103] 变焦透镜位置改变 x 时聚焦透镜位置改变 y 的聚焦速度 (这意味着聚焦透镜达到目标位置) 被定义为 1403 所指的标准速度 V_{f0} 。另外, 当变焦透镜位置改变 x 时聚焦透镜位置改变从 y 偏移 n 和 m 的距离的聚焦速度被分别定义为修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 。用于将聚焦透镜驱动到比位移 y 更接近微距端的速度方向矢量, 也就是, 标准速度 V_{f0} 和正修正速度 V_{f+} 的和的方向矢量, 被表示为 1401。另外, 用于将聚焦透镜驱动到比位移 y 更接近无穷远端的速度方向矢量, 也就是, 标准速度 V_{f0} 和负修正速度 V_{f-} 的和的方向矢量, 被表示为 1402。 n 和 m 的值这样确定, 使得方向矢量 1401 和标准速度 V_{f0} 的方向矢量 1403 之间的角度, 以及方向矢量 1401 和标准速度 V_{f0} 的方向矢量 1403 之间的角度, 被设置为相同的角度 δ 。

[0104] 首先, 确定 m 和 n 。从图 6, 满足下述公式:

$$[0105] \quad \tan \theta = y/x, \tan(\theta - \delta) = (y-m)/x, \text{ 并且 } \tan(\theta + \delta) = (y+n)/x \quad \dots (9)$$

$$[0106] \quad \tan(\theta \pm \delta) = (\tan \theta \pm \tan \delta) / (1 \pm (-1) \times \tan \theta \times \tan \delta) \quad \dots (10)$$

[0107] 因此, 从公式 (9) 和 (10) 计算得到 n 和 m , 如下:

$$[0108] \quad m = (x^2 + y^2) / (x/k + y) \quad \dots (11)$$

$$[0109] \quad n = (x^2 + y^2) / (x/k - y) \quad \dots (12)$$

[0110] 其中 $\tan \delta = k$

[0111] 修正角 δ 是一个从视场深度、焦距等确定的参数。因此, 相对于聚焦透镜的位置, 随聚焦透镜的驱动状态而变化的 AF 评估信号水平的变化周期保持恒定, 降低了不正确地确定要由聚焦透镜跟踪的对焦轨迹的可能性。

[0112] 公式 (11) 和 (12) 的计算是通过从必不可少地包括在微计算机中的存储器读出表示 δ 和 k 之间的关系的数据库而进行的。

[0113] 当变焦透镜位置每单位时间改变 x 时, 变焦速度 Z_{sp} 、聚焦标准速度 V_{f0} 以及修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 如下式确定:

$$[0114] \quad Z_{sp} = x, V_{f0} = y, V_{f+} = n \text{ 并且 } V_{f-} = m$$

[0115] 因此, 从公式 (11) 和 (12) 计算得到修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} (负速度)。

[0116] 在步骤 413, 根据在图 9 的步骤 703 获得的表示边界开关单元的操作状态的信息判断是否进行变焦。当进行变焦时, 过程前进到步骤 416。当不进行变焦时, 过程前进到步骤 414, 将 TH1 设置为从当前 AF 评估信号水平减去预定常数 μ 而获得的值。如上参照图 15A 所述, TH1 是用作切换修正方向矢量的标准 (之字运动的切换标准) 的 AF 评估信号水平。TH1 是就在变焦开始之前确定的, 该值对应于图 15A 中的最小值 1302。

[0117] 然后, 在步骤 415, 将修正标记清零, 结束过程。修正标记表示在轨迹跟踪中是应用正修正 (修正标记 = 1) 还是应用负修正 (修正标记 = 0)。

[0118] 如果在步骤 413 判定进行变焦, 则在步骤 416 判断变焦方向是否是从广角端到远

摄端。如果变焦方向是从远摄端到广角端,则在步骤 419 设置 $V_{f+} = 0$ 和 $V_{f-} = 0$,过程前进到步骤 420。

[0119] 如果变焦方向是从广角端到远摄端,则在步骤 417 判断当前 AF 评估信号水平是否小于 TH1。如果当前 AF 评估信号水平等于大于 TH1,则过程前进到步骤 420。如果当前 AF 评估信号水平小于 TH1,这意味着当前 AF 评估信号水平降低到低于图 15A 所示的最小水平 TH1 (1302),则在步骤 418 将反转标记设置为 1,以切换修正方向。

[0120] 在步骤 420,判断反转标记是否被设置为 1。如果反转标记被设置为 1,则判断在步骤 421 修正标记是否被设置为 1。如果在步骤 421 修正标记没有被设置为 1,则在步骤 424 将修正标记改为 1 (正修正),从公式 (4) 将聚焦透镜的运动速度 V_f 设置为 $V_{f0} + V_{f+}$ ($V_{f+} \geq 0$)。

[0121] 如果在步骤 421 修正标记被设置为 1,则在步骤 423 将修正标记改为 0 (负修正),从公式 (5) 将聚焦透镜的运动速度 V_f 设置为 $V_{f0} + V_{f-}$ ($V_{f-} \leq 0$)。

[0122] 如果在步骤 420 反转标记没有被设置为 1,则判断在步骤 422 修正标记是否被设置为 1。如果修正标记被设置为 1,则过程前进到步骤 424,如果修正标记没有被设置为 1,则过程前进到步骤 423。

[0123] 在此过程之后,依据图 9 的步骤 706 的操作模式确定聚焦透镜和变焦透镜的驱动方向和驱动速度。在变焦模式下,依据在步骤 423 或者 424 确定的聚焦透镜的运动速度 V_f 是正还是负来将聚焦透镜的驱动方向设置为朝向微距端的方向或者朝向无穷远端的方向。这样,在执行聚焦透镜的之字运动的同时重新确定要被跟踪的轨迹。

[0124] 前面已经描述了本发明的技术前提,下面将描述本发明的实施例,主要是其与前述技术前提的区别。

[0125] 第一实施例

[0126] 图 1 图示了用作成像设备 (光学设备) 的摄像机的结构,该成像设备包括一个根据本发明第一实施例的透镜控制装置。在第一实施例中,本发明应用于具有内置拍摄透镜的成像设备。但是,本发明也可以应用于包括摄像机的成像系统的可互换透镜系统 (光学设备) 以及连接到摄像机的可互换透镜系统。在这种情况下,包括在透镜系统中的微计算机响应于从摄像机传送的信号执行如下所述的变焦操作。除了摄像机之外,本发明还可以应用于各种成像设备,比如数字照相机。

[0127] 参照图 1,一种拍摄光学系统从物的方向按下述顺序包括固定前透镜单元 101、沿着光轴运动以进行变焦的变焦透镜单元 102 (第一透镜单元)、光圈 103、固定透镜单元 104 以及也沿着光轴运动的聚焦透镜单元 105 (第二透镜单元),该聚焦透镜单元具有聚焦调节功能和修正由于变焦导致的像平面的位移的功能。该拍摄光学系统是一个后焦点光学系统 (rear-focus optical system),包括从物的方向按下述顺序排列的分别具有正、负、正、负屈光力的四个透镜单元 (在图中从左边开始)。尽管图示的透镜单元中似乎每一个透镜单元只包括一个透镜,但事实上每一个透镜单元既可以包括单个透镜,也可以包括多个透镜。

[0128] 附图标记 106 表示成像器件,比如电荷耦合器件 (CCD) 和互补金属氧化物半导体 (CMOS) 传感器。来自物的光穿过该拍摄光学系统,在成像器件 106 上形成图像。该成像器件 106 对形成在其上面的物的图像进行光电转换,输出图像信号。图像信号由一个自动增益控制 (AGC) 放大器 107 放大到最佳水平,并被输入到一个摄像机信号处理电路 108 中。该摄像机信号处理电路 108 将输入的图像信号转换为标准电视信号,然后将标准电视信号输

出到一个放大器 110。该放大器 110 将该电视信号放大到最佳水平,然后将放大后的电视信号输出到磁记录 / 再现设备 111,在这里,信号被记录到磁记录介质比如磁带上。记录介质也可以是半导体存储器、光盘等。

[0129] 被放大器 110 放大的电视信号也可以被传输到液晶显示器 (LCD) 电路 114,在 LCD115 上显示与该电视信号对应的图像。LCD 也显示消息,用于告知用户拍摄模式、拍摄状态、警告消息等。更具体地,摄像机微计算机 116 控制一个字符发生器 113,以将来自字符发生器 113 的输出与传输到 LCD 显示电路 114 的电视信号混合起来,从而将消息叠加到显示的图像上。

[0130] 输入到摄像机信号处理电路 108 的图像信号也可以用内部存储器压缩,被记录到静止图像记录介质 112 比如卡介质上。

[0131] 输入到摄像机信号处理电路 108 的图像信号也被输入到一个 AF 信号处理电路 109,该电路用作聚焦信息发生器。由该 AF 信号处理电路 109 产生 AF 评估信号 (聚焦信息, focus information),并由摄像机微处理器读出作为数据。

[0132] 另外,该摄像机微计算机 116 检查变焦开关 130 和 AF 开关 131 的状态,检测照相开关 134 的状态。

[0133] 当照相开关 134 被半按时,启动 AF 模式下的聚焦操作,焦点被锁定在聚焦状态。当照相开关 134 被全按下时,无论聚焦状态如何焦点都被锁定,图像被摄入摄像机信号处理电路 108 中的存储器 (未图示) 中。然后,将获得的图像记录到磁带或者静止图像 (静像) 记录介质 112 上。

[0134] 另外,根据模式开关 113 的状态,摄像机微计算机 116 判断拍摄模式是被设置在运动图像拍摄模式还是被设置在静止图像拍摄模式,并使用摄像机信号处理电路 108 控制磁记录 / 再现设备 111 和静像记录介质 112。更具体地,摄像机微计算机 116 提供适合于记录介质的电视信号,或者,当模式开关 133 被设置在回放模式时,回放记录在磁记录 / 再现设备 111 或者静像记录介质 112 中的电视信号。

[0135] 当 AF 开关 131 被关闭并操作变焦开关 130 时,被包括在摄像机微计算机 116 中的计算机变焦单元 (控制器) 119 根据存储在计算机变焦单元 119 中的程序向变焦马达驱动器 122 传送一个信号,使得,根据变焦开关 130 被操作的方向,变焦马达驱动器 122 用变焦马达 121 在远摄端方向或者广角端方向驱动所述变焦透镜单元 102。另外,计算机变焦单元 119 访问预先存储在凸轮数据存储器 120 中的透镜凸轮数据 (对于图示于图 11 中的多个物距的代表性轨迹数据,或者轨迹参数数据),并根据透镜凸轮数据控制聚焦马达驱动器 126,使得聚焦马达驱动器 126 用聚焦马达 125 来驱动聚焦透镜单元 106,以修正由于变焦导致的像平面的位移。

[0136] 当 AF 开关 131 被打开,并且操作变焦开关 130 时,摄像机微计算机 116 中的一个 AF 控制单元 117 执行变焦操作,同时保持聚焦状态。因此,不仅基于存储在凸轮数据单元 120 中的透镜凸轮数据,而且基于从 AF 信号处理电路 109 传输来的 AF 评估信号以及从物距探测器电路 127 获得的到物 (被聚焦的目标) 的距离信息,计算机变焦单元 119 根据内部程序驱动变焦透镜单元 102 和聚焦透镜单元 105。

[0137] 来自物距探测器电路 127 的输出信号由包括在摄像机微计算机 116 中的物距信息处理器 128 加以处理,并被输出到计算机变焦单元 119,作为物距信息。

[0138] 当 AF 开关 131 被打开并且不操作变焦开关 130 时, AF 控制单元 117 输出一个信号到聚焦马达驱动器 126, 使得聚焦马达驱动器 126 用聚焦马达 125 驱动聚焦透镜 105, 以使从 AF 信号处理电路 109 传输来的 AF 评估信号最大化。这样, 就实现了自动聚焦调节。

[0139] 所述物距探测器电路 127 使用主动式传感器来用三点测量法测量到物的距离, 并输出测量结果作为距离信息。在这种情况下, 所述主动式传感器可以是在小型摄像机中普遍使用的红外传感器。

[0140] 尽管在本实施例中用三点测量法来进行距离的探测, 但是用于探测距离的方法不限于此。例如, 也可以用 TTL 相位差探测方法来探测距离。在这种情况下, 用一个分光装置比如半棱镜或者办反射镜分割来自拍摄透镜的出射光瞳的光, 将分光装置获得的光分量通过副反射镜 (submirror) 和成像透镜引导到至少两个线传感器 (line sensor)。然后, 基于输出之间的相关性, 探测来自线传感器的输出之间的偏移方向和偏移量, 并基于探测结果确定到物的距离。

[0141] 下面结合图 17 和 18 说明使用三点测量法和相位差探测法进行距离计算的原理。图 17 图示了物 201、第一光路的成像透镜 202、第一光路的线传感器 203、第二光路的成像透镜 204、第二光路的线传感器 205。两个线传感器 203 和 204 相互分开一个基准长度 B。来自物 201 的光的沿第一光路传播的分量通过成像透镜 202, 在线传感器 203 上形成一个图像, 来自物的光的沿第二光路传播的另一个分量通过成像透镜 204 在线传感器 205 上形成一个图像。图 18 图示了从线传感器 203 和 205 (沿第一光路和第二光路传播的光分量在上面分别形成物的像) 输出的信号的例子。由于两个线传感器 (line sensor) 相互分开所述基准长度 B, 从图 17 可以理解, 所述物像信号相互偏移 X 像素。通过计算它们相互偏移时两个信号之间的相关性, 并确定对应于获得最大相关性的偏移量的像素数来确定 X。使用 X、基准长度 B 和成像透镜 202 和 204 的焦距 f 从三点测量的原理可以计算得到物的距离 L: $L = B \times f / X$ 。

[0142] 或者, 也可以使用超声波传感器, 测量超声波的传播速度, 来探测物的距离。

[0143] 从物距探测器电路 127 获得的距离信息被传送到距离信息处理器 128。距离信息处理器 128 执行如下所述的三种处理。

[0144] 1. 在第一处理中, 从示于图 11 的轨迹中选择对应于变焦透镜单元 102 和聚焦透镜单元 105 的当前位置的凸轮轨迹, 并确定对应于所选择的凸轮轨迹的物距。通过例如类似于图 5 的步骤 401 的过程使用当前透镜单元位置计算凸轮轨迹, 作为轨迹参数 α 、 β 和 γ 限定的假想凸轮轨迹 (imaginary cam trajectory), 并按照内比 α / β 分割对应于图 14 的表中的 γ 和 $\gamma + 1$ 列的凸轮轨迹之间的区域。然后, 以米为单位确定对应于该凸轮轨迹的物距。所述轨迹参数 α 、 β 和 γ 和所述物距使用一个预定的关联表相互转换, 相应输出到主要的物的实际距离。

[0145] 2. 在第二处理中, 使用上述关联表对物距探测器电路 127 获得的实际物距进行逆转换, 确定图 11 中由轨迹参数 α 、 β 和 γ 限定的凸轮轨迹。使用关联表的逆转换的执行不使用图 11 中凸轮轨迹会聚的广角端周围的区域中的数据, 使用轨迹相互分离的远摄端周围的区域中的数据以获得高分辨率的轨迹参数。

[0146] 3. 在第三处理中, 计算在第一和第二处理中获得的物距之间的差, 以及该差的方向。

[0147] 在上述第一、第二和第三处理中,所述物距探测器电路 127 探测到的距离所对应的凸轮轨迹数据在所述第二处理中被确定。

[0148] 所述摄像机微计算机 116 还执行曝光控制。更具体地,摄像机微计算机 116 参考摄像机信号处理电路 108 所产生的电视信号的亮度水平,使用光圈驱动器 124 驱动 IG 仪 (IG meter) 来控制光圈 103 的孔径,以使亮度水平足以进行曝光。由光圈编码器 129 探测光圈 103 的孔径,并反馈到用于控制光圈 103 的控制系统。当仅仅使用光圈 103 不能进行充分的曝光控制时,使用定时发生器 (TG) 132 在从高速快门到所谓的慢速快门 (长时间曝光) 的范围内控制成像器件的曝光时间。另外,在例如由于低照度而不能进行充分曝光的情况下,使用放大器 107 控制电视信号的增益。

[0149] 用户操作菜单切换单元 135 来手动设置适合拍摄条件的拍摄模式,并切换摄像机的功能。

[0150] 下面结合图 2 描述在变焦操作中使用的算法。在本实施例中,包括在摄像机微计算机 116 中的计算机变焦单元 119 执行如下所述的处理,包括上述处理流程 (程序)。

[0151] 在本实施例的变焦操作中,基于由物距探测器电路 127 获得的距离信息,产生要由聚焦透镜单元 105 跟踪的对焦轨迹 (变焦跟踪曲线) 上的位置,也就是目标位置,的信息。示于图 2 的处理流对应于这样的例子:在执行变焦时使用所获得的物距信息来确定变焦跟踪曲线。使用在该例子中的方法有利于超高速变焦等情况,在超高速变焦以及类似情况下,AF 评估值的检测周期长,如果仅仅使用 TV-AF 参考信号则不能以充分的精度确定变焦跟踪曲线。

[0152] 在本实施例中,图 2 所示的过程对应于在图 9 的步骤 705 中执行的处理。类似于图 5 和图 6 所示的步骤用相同的附图标记表示,并省略了其说明。

[0153] 首先,在步骤 400 确定变焦操作的变焦速度。在步骤 201,距离信息处理器 128 使用来自物距探测器电路 127 的输出信号进行凸轮轨迹确定处理。在该处理中,从预先存储在凸轮数据存储单元 120 中作为透镜凸轮数据的多个对焦轨迹 (见图 11) 中,选择对应于当前物距,也就是到主要物 (要聚焦的目标) 的距离,的对焦轨迹。更具体地,使用关联表来对实际距离进行逆变换,来确定轨迹参数 α 、 β 和 γ 。

[0154] 也可以不执行上述逆变换,而使用另外的如下所述的表数据来获得物距和要选择的对焦轨迹之间的相关性。例如,可以准备这样的表数据:表示出在代表性物距的轨迹曲线具有恒定形状的范围,距离变化和轨迹参数之间的相关性。这样,可以从距离信息来确定轨迹参数 (也就是要被选择的对焦轨迹)。对于形状变化的凸轮曲线所对应的物距,准备多个针对各自的相关性的查询表。这样,对于所有物距,都能确定轨迹参数。对于焦距,在存储在存储器中作为数据的如图 11 所示的离散凸轮轨迹信息中,使用轨迹参数的分辨率高的长焦距区域确定轨迹参数 α 、 β 和 γ 。因此,即使当前透镜位置在图 11 的广角端 (凸轮轨迹在这里会聚) 附近时,基于探测到的距离信息,也能在图 11 的远摄端 (凸轮轨迹在这里发散) 附近的一个点获得轨迹参数。这样,基于当前透镜位置在广角端附近时的轨迹参数,通过计算 (内插),可以确定要被跟踪的凸轮轨迹。然后,在用这种方式获得轨迹参数后,在下述的步骤中产生由聚焦透镜单元 105 跟踪的轨迹上的位置的信息 (目标位置信息)。

[0155] 在步骤 402,计算在单个垂直同步周期 (1V) 之后变焦透镜到达的位置 Z_x (变焦透

镜从当前位置移到的位置)。如果在步骤 400 确定的变焦速度是 Z_{sp} (pps), 则在该垂直同步周期之后的变焦透镜位置 $Z_{x'}$ 的计算如下:

$$[0156] \quad Z_{x'} = Z_x \pm Z_{sp} / \text{垂直同步频率} \quad \dots (7)$$

[0157] 这里, pps 是步进马达的转速的单位, 表示每秒的步数 (1 步 = 1 个脉冲)。另外, 对于公式 (7) 中的符号, + 表示变焦透镜向远摄端的运动方向, - 表示变焦透镜向广角端的运动方向。

[0158] 下面, 在步骤 403 确定包括 $Z_{x'}$ 的变焦区域 v' 。在步骤 403, 通过分别用 $Z_{x'}$ 和 v' 替换图 8 中的 Z_x 和 v 来执行类似于图 8 的过程。

[0159] 接下来, 在步骤 404, 判断该垂直同步周期之后的变焦透镜位置 $Z_{x'}$ 是否在变焦区域的边界上。如果边界标记 = 0, 则变焦透镜位置 $Z_{x'}$ 不在边界上, 过程前进到步骤 405。在步骤 405, 将 $Z_{(v' - 1)}$ 设为 Z_k , 将 $Z_{(v' - 1)}$ 设为 Z_{k-1} 。

[0160] 接下来, 在步骤 406, 由示于图 7 的过程确定对应于物距 γ 的四个表数据项 $A(\gamma, v' - 1)$, $A(\gamma, v')$, $A(\gamma + 1, v' - 1)$, $A(\gamma + 1, v')$, 并将其读出。然后, 在步骤 407, 从公式 (2) 和 (3) 计算 $a_{x'}$ 和 $b_{x'}$ 。如果步骤 404 的结果是“是”, 则过程前进到步骤 408, 读出物距 γ 和变焦区域 v' 对应的聚焦透镜单元 105 的对焦位置 $A(\gamma, v')$, 以及物距 $\gamma + 1$ 以及变焦区域 v' 对应的对焦位置 $A(\gamma + 1, v')$, 并分别存储为 $a_{x'}$ 和 $b_{x'}$ 。

[0161] 然后, 在步骤 409, 计算当变焦透镜到达位置 $Z_{x'}$ 时聚焦透镜要移动到的对焦位置 (目标位置) $p_{x'}$ 。利用公式 (1) 计算垂直同步周期之后聚焦透镜单元 105 要运动到的目标位置 $p_{x'}$, 如下:

$$[0162] \quad p_{x'} = (b_{x'} - a_{x'}) \times \alpha / \beta + a_{x'} \quad \dots (8)$$

[0163] 因此, 获得目标位置和当前聚焦透镜位置之间的差 ΔF , 如下:

$$[0164] \quad \Delta F = (b_{x'} - a_{x'}) \times \alpha / \beta + a_{x'} - p_{x'}$$

[0165] 接下来, 在步骤 410, 计算聚焦透镜的标准运动速度 V_{f0} 。通过用变焦透镜单元 102 移动相应的距离所需的时间去除聚焦透镜的位移 ΔF 来计算 V_{f0} 。

[0166] 然后, 过程前进到图 9 的步骤 706。如果执行变焦操作, 则通过以下方式进行补偿操作: 在聚焦速度的方向 (朝向微距端的方向为正, 朝向无穷远端的方向为负), 以步骤 410 所确定的聚焦速度, 移动聚焦透镜 105。

[0167] 由于上述处理, 即使在进行超高速变焦时 (其中, 相对于变焦透镜单元 102, 用 TV-AF 的信号探测周期不能保证聚焦透镜单元 105 的轨迹跟踪性能), 或者在由于摄像技巧等因素在变焦期间导致主要物的距离变化时, 也能可靠地进行聚焦透镜单元 105 的轨迹跟踪, 抑制图像的模糊。在本实施例中, 对于每一个垂直同步周期, 重复下述处理以执行凸轮曲线跟踪: 计算垂直同步周期之后的变焦透镜位置, 以及计算当变焦透镜单元到达变焦透镜位置时聚焦透镜单元要移动到的对焦位置 (目标位置)。但是, 在本实施例的流程图中, 所述周期不限于垂直同步周期, 要计算的目标位置也可以是任何预定时间之后的位置。另外, 尽管在上面描述了是按垂直同步周期从物距探测器电路 127 获得距离信息, 但是本发明不限于此。

[0168] 另外, 透镜单元目标位置的计算周期不一定与物距的探测周期相同。但是, 在下述情况下 —— 也就是如果在变焦操作器件由于摄像技巧等因素导致主要物改变, 因而距离信息改变, 则必须立即改变被跟踪的凸轮轨迹 —— 最好满足下列表达式:

[0169] 物距探测周期（秒） $\leq$ 目标位置计算周期（秒）

[0170] 在本发明中，每一次在物距探测周期探测到距离信息时，摄像机微计算机 116 从图 11 的无数个凸轮轨迹（包括没有绘制在图中但是存在于图中各曲线之间的曲线）中选择一个要跟踪的凸轮轨迹，作为从广角端延续到远摄端的曲线。曲线上的目标位置（点）的计算周期可以依据以下因素优化确定：是否要尽可能精细地跟踪该曲线，是否要在不导致不可接受的图像模糊的前提下通过将曲线一定程度上近似为直线来降低微计算机的负荷和微计算机处理能力。这样，按照确定的计算周期，计算与曲线上的点相应的变焦透镜单元 102 的位置和聚焦透镜单元 105 的对焦位置（目标位置）。

[0171] 第二实施例

[0172] 图 3 是用于解释根据本发明第二实施例的摄像机的操作的流程图。在上述第一实施例中，仅仅基于来自物距探测器电路 127 的输出信号来确定要由聚焦透镜单元 105 跟踪的轨迹（计算目标位置）。与之相比，在本实施例中，使用距离信息确定一个参考对焦轨迹，并使用 TV-AF 信号（AF 评估信号）用之字运动（驱动条件切换）确认对焦位置，从而改进轨迹跟踪性能。

[0173] 另外，在 TV-AF 信号的探测精度退化的拍摄场景下，检查拍摄条件，限制使用 TV-AF 信号修正轨迹跟踪的过程，以防止出现意外的图像模糊。

[0174] 在本实施例中，示于图 3 和图 4 的过程对应于在图 9 的步骤 705 执行的之字形过程。类似于图 2 或者图 5 和图 6 的步骤用相同的附图标记表示，并省略了其说明。

[0175] 步骤 400 和步骤 402 到 410 类似于图 2 所示的第一实施例。

[0176] 步骤 300 类似于图 2 的步骤 201，距离信息处理器 128 使用来自物距探测器电路 127 的输出信号执行凸轮轨迹确定处理。在步骤 201，仅仅基于来自物距探测器电路 127 的信息来确定凸轮轨迹参数。相比较而言，在步骤 300，如果使用 TV-AF 信号由凸轮轨迹修正处理获得精确的距离信息，则加上来自物距探测器电路 127 的距离信息的差，以便精确地计算凸轮轨迹参数。更具体地，距离信息处理器 129 执行上述第一到第三处理，基于这些处理的结果确定更为精确的物距。然后，将被确定的物距转换为轨迹参数。用在第一和第三处理中的透镜单元位置不是在之字运动过程中的当前透镜单元位置，而是在步骤 307 中的当前透镜单元位置，这将在下面说明。另外，在步骤 307 执行确定距离差及其方向的第三处理。在步骤 300，取决于距离差的方向，通过加上或者减去在步骤 307 确定的距离差来修正来自物距探测器电路 127 的距离信息，并计算修正后的距离信息的轨迹参数 α 、 β 和 γ 。

[0177] 在步骤 301，判断是否执行变焦速度大于预定速度的超高速变焦。如果进行超高速变焦，则类似于第一实施例，过程前进到图 9 的步骤 706。如果不进行超高速变焦，则过程前进到步骤 302，检查菜单切换单元 135 选择的模式以判断用户是否选择了不使用 TV-AF 的拍摄模式。

[0178] 例如，当选择用于拍摄快速运动的物体的运动模式时，即使在不进行超高速变焦时，主要物的距离也在时刻不停地变化。因此，仅仅基于变焦期间的物距信息确定要跟踪的轨迹（计算目标位置），以抑制图像模糊，消除 TV-AF 的缺点。在这种情况下，结束该过程而不使用 AF 评估信号重新确定要被跟踪的轨迹（也就是之字运动），这将在下面描述。

[0179] 另外，同样，当控制定时发生器 132 使得慢速快门被选择并且 AF 评估值的探测周期长时（步骤 303），当仅仅基于物距信息而不参考 AF 评估信号来确定要跟踪的轨迹时，获

得更好的跟踪性能。因此,过程前进到图 9 的步骤 706 而不执行下面的步骤。类似地,同样,当由于低照度而使 AF 评估值的 S/N 比低时(当 AGC 放大器 107 被设置为最大(MAX)时),或者当由于黑暗而使物的对比度低,并且在聚焦状态获得的 AF 评估值与图像未对焦时获得的值差别不大时(步骤 304),过程前进到图 9 的步骤 706,出于类似的原因不执行下面的步骤。

[0180] 在步骤 411,初始化各参数。另外,将在下面的步骤使用的反转标记清零。

[0181] 在步骤 412,从在步骤 410 获得的聚焦标准运动速度 V_{f0} 计算用于之字运动的修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 。修正参数 δ 和修正速度 V_{f+} 和 V_{f-} 的计算使用上面结合图 16 所讨论的技术前提中所描述的方法。

[0182] 在步骤 413,基于在图 9 的步骤 703 获得的表示边界开关 130 的操作状态的信息来判断是否执行变焦。当进行变焦时,过程前进到步骤 414,将 TH1 设置为通过从当前 AV 评估信号水平减去预定的常数 μ 获得的值。TH1 是用作切换聚焦标准运动速度 V_{f0} 的修正方向矢量的标准(之字运动的切换标准)的 AF 评估信号水平。然后,在步骤 415 将修正标记清零,过程结束。

[0183] 如果在步骤 413 判断进行变焦,则在步骤 416 判断变焦方向是否是从广角端到远摄端。如果变焦方向是从远摄端到广角端,则将 V_{f+} 和 V_{f-} 均设为 0,过程前进到步骤 420,从而实际上不执行之字运动。如果在步骤 416 判定变焦方向是从广角端到远摄端,则在步骤 305 判断当前变焦透镜位置与预定焦距相比是否更靠近广角端。

[0184] 如果变焦透镜位置与预定焦距相比更靠近广角端,则图 11 所示的轨迹之间的间距小,对于从几十厘米到无穷远范围内的物距来说,获得的聚焦状态基本上在相同的聚焦透镜位置。因此,使用 TV-AF 的之字运动有导致图像模糊的危险,因此在步骤 419 通过将 V_{f+} 和 V_{f-} 设置为 0 来限制之字运动。

[0185] 如果变焦透镜位置与预定焦距相比更靠近远摄端,则判断是否进行之字运动。首先,在步骤 417 判断当前 AF 评估信号水平是否小于 TH1。如果当前 AF 评估信号水平等于大于 TH1,则过程前进到步骤 306。在之字运动期间,在某些点,AF 评估信号达到图 15 所示的峰值 1301。因此,在步骤 306 判断是否检测到峰值 1301,如果检测到峰值则前进到步骤 307。在步骤 307,距离信息处理器 128 确定对应于当前透镜单元位置的物距信息,并从距离探测器电路 127 获得的当前距离信息计算差以及差的方向。每当检测到峰时,就更新之字运动确定的物距,所述距离差及其方向也同时被更新。对于每一个垂直同步周期,在步骤 307 更新的所述重新确定的凸轮轨迹(物距)、距离差和距离差的方向被用来修正由所述物距探测器电路 127 获得的物距。更具体地,取决于所述距离差的方向,通过加上或者减去所述距离差来修正所述物距探测器电路 127 获得的物距,基于在步骤 300 修正的距离,计算要被跟踪的凸轮轨迹的轨迹参数。当步骤 307 完成时,或者当在步骤 306 没有检测到峰值时,过程前进到步骤 420,不切换之字运动的修正方向而继续操作。

[0186] 如果在步骤 417 中 AF 评估信号水平小于 TH1,则在步骤 418 中将反转标记设为 1,在执行之字运动的同时重新确定(再生成)要跟踪的对焦轨迹(步骤 420 到 424)。

[0187] 由于上述处理,当拍摄条件使得不能用 TV-AF 执行精确的变焦跟踪时,例如,当进行超高速变焦时,当 AF 评估信号的 S/N 比低时,当物的对比度不够时,或者当要拍摄的物快速运动时,则不使用 TV-AF 执行聚焦透镜单元 105 的轨迹跟踪。

[0188] 在其它拍摄条件下,使用物距信息确定基准对焦轨迹(目标位置),并使用 AF 评估信号控制所述聚焦透镜单元 105,使得它逼近真实的对焦位置(换句话说,修正轨迹或者目标位置)。因此,物距探测器电路 127 不是必须具有高探测精度。因此,可以降低物距探测器电路的大小和成本。另外,当使用距离信息的对焦轨迹确定操作及其使用 TV-AF 的修正的组合随着光学系统的焦距而改变时,防止了意外的图像模糊。

[0189] 如上所述,根据上述实施例,即使在获得 TV-AF 的 AF 评估值的信号探测周期等于垂直同步信号周期时,也可以进行超高速变焦而不降低确定要跟踪的轨迹的精确性。因此,可以充分地利用最近开发的用作聚焦和变焦致动器的小型、便宜的超高速致动器的潜力。换句话说,即使在致动器的驱动速度升到极限时,也能在保持聚焦状态的同时进行变焦。因此,不需要从在待机状态调节视角时设置的变焦速度改变记录模式下的变焦速度。

[0190] 另外,通过上述实施例,可以解决这样的问题:当进行长时间曝光(比如所谓的慢速快门)时,AF 评估值的探测周期变得等于曝光时间,相应地,仅仅使用 AF 评估值的轨迹跟踪性能下降。尤其是,当在确定对焦轨迹时,不会发生图像模糊的情况。另外,当同时进行变焦和摇摄时,可以在短时间内修正图像模糊。

[0191] 另外,即使在 AF 评估信号的 S/N 比低的拍摄条件下(就象物的对比度低或者照度低的情况),也可以进行变焦操作,同时可靠地保持聚焦状态。

[0192] 另外,在预定的拍摄模式下,例如,在用于拍摄快速运动的物体的拍摄模式下,仅仅基于物距的信息进行变焦。因此,与仅仅使用 TV-AF 的情况相比,大大改善了物体跟踪性能。

[0193] 另外,当使用物距信息确定要跟踪的轨迹,在使用 AF 评估信号确认对焦轨迹的同时重新确定真实的对焦轨迹(目标位置)时,距离探测器所要求的探测精度降低了。因此,可以减小距离探测器和成像设备的尺度和成本。

[0194] 另外,当变焦透镜位置靠近对焦轨迹会聚的广角端时,对于从几十厘米到无穷远范围内的物距,在基本上相同的聚焦透镜位置获得聚焦状态。因此,即使在距离探测精度低的情况下,仅仅使用来自距离探测器的信息也能获得很高的轨迹跟踪性能。因此,当依据光学系统的焦距限制基于 AF 评估信号重新确定对焦轨迹时,就防止了使用 TV-AF 重新确定的对焦轨迹不正确时导致的图像模糊。

[0195] 其它实施例

[0196] 本发明可以应用于由多个设备(例如主计算机、接口、读取器、打印机)构成的系统,或者应用于由单个装置(例如复印机、传真机)构成的设备。

[0197] 另外,本发明还可以通过下述方式来实现:向计算机系统或者设备(例如个人计算机)提供存储用于执行上述过程的程序代码的存储介质,由该计算机系统或者设备的 CPU 或者 MPU 从所述存储介质读出所述程序代码,然后执行所述程序。

[0198] 在这种情况下,从所述存储介质读出的程序代码实现上述各实施例的功能,存储所述程序代码的存储介质构成发明。

[0199] 另外,所述存储介质,比如软盘、硬盘、光盘、磁光盘、CD-ROM、CD-R、磁带、非易失性存储卡和 ROM,可以用于提供所述程序代码。

[0200] 另外,除了通过执行由计算机读出的程序代码实现上述各实施例的功能之外,本发明还包括这样的情况:在计算机上工作的 OS(操作系统)或者类似系统根据所述程序代

码的指定执行部分或者全部过程,以实现上述各实施例的功能。

[0201] 另外,本发明还包括这样的情况:在将从所述存储介质读出的程序代码写入到被插入到计算机中的功能扩展卡中,或者写入到在连接到计算机的功能扩展单元中设置的存储器中之后,包含在该功能扩展卡或者单元中的 CPU 或者类似设备根据所述程序代码的指定执行部分或者全部过程,从而实现所述各实施例的功能。

[0202] 在本发明应用于上述存储介质的情况下,所述存储介质存储对应于上述各实施例的流程图的程序代码。

[0203] 本发明不限于上述各实施例,在本发明的实质范围内,可以做出各种变化和修改。因此,为了告知公众本发明的范围,撰写了所附的权利要求书。

[0204] 尽管对本发明的描述是针对目前认为优选的实施例进行的,但是应当理解,本发明不限于所公开的实施例。相反,本发明应覆盖所附权利要求的实质范围所包括的各种变化和等同方案。所附权利要求的范围应作最宽泛的解释,以覆盖所有这样的修改和等同结构和功能。

[0205] 本申请基于 2003 年 9 月 2 日递交的日本专利申请 No. 2003-310790 要求优先权,该申请在此引为参考。

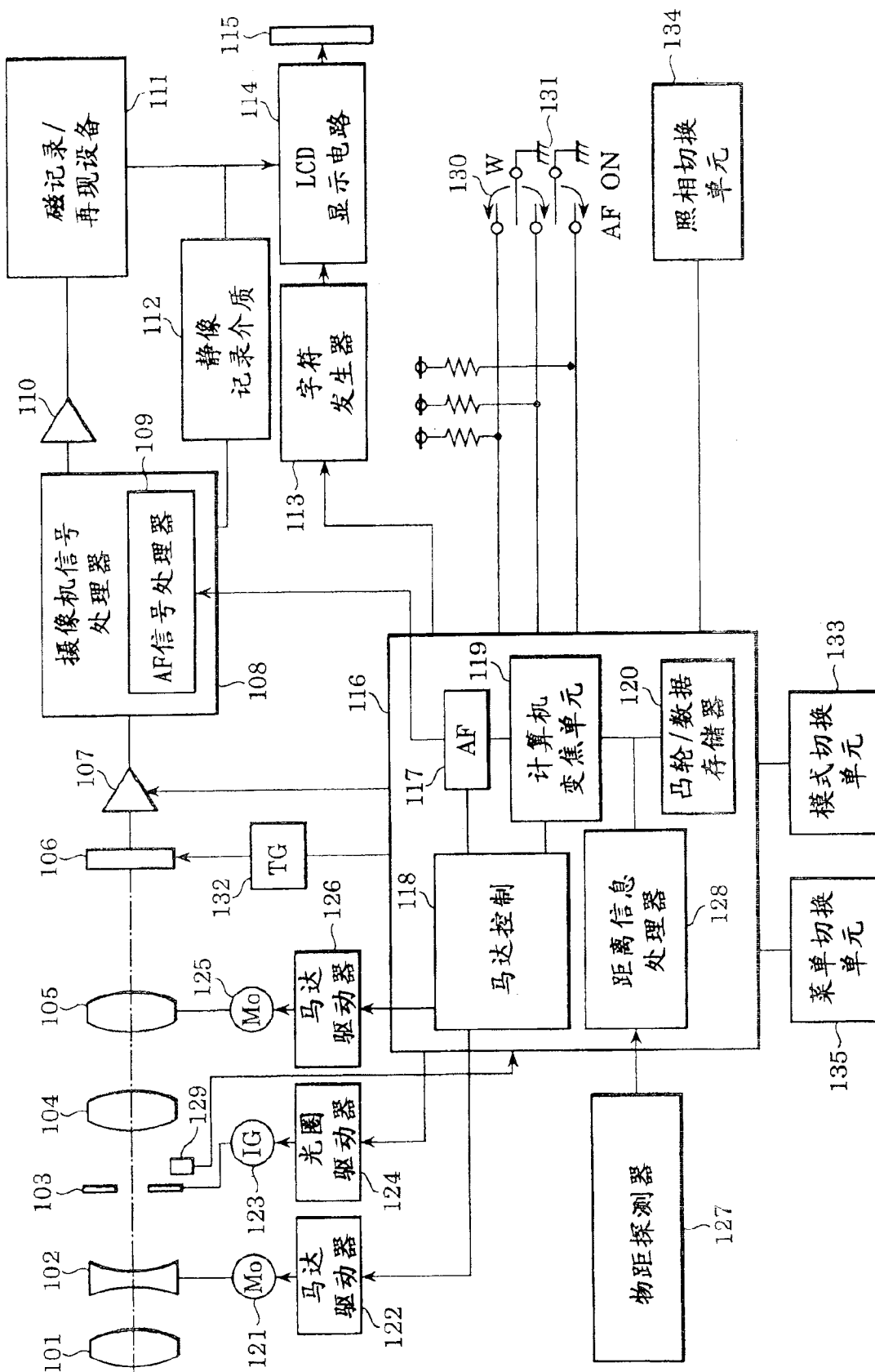


图 1

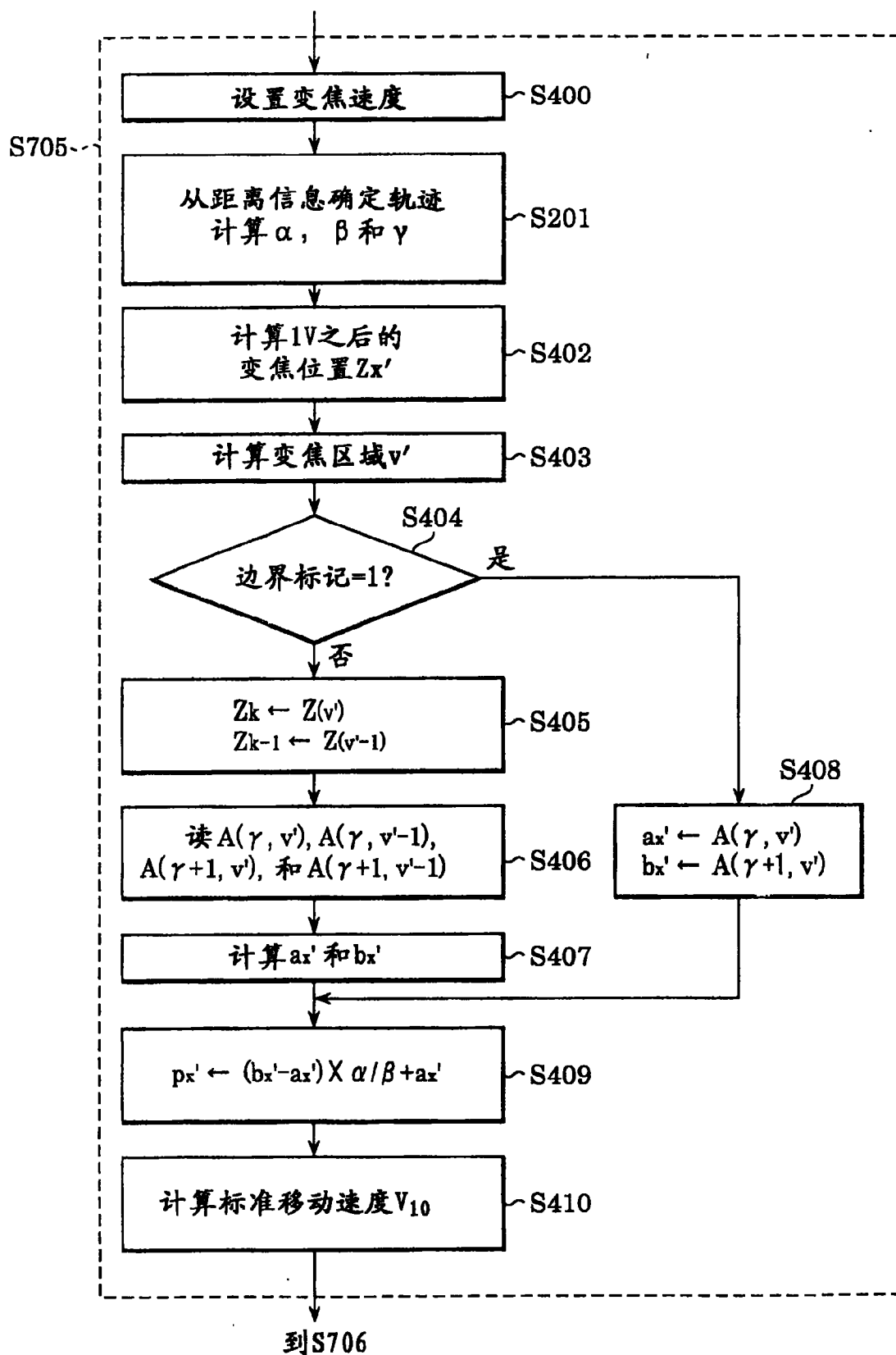


图 2

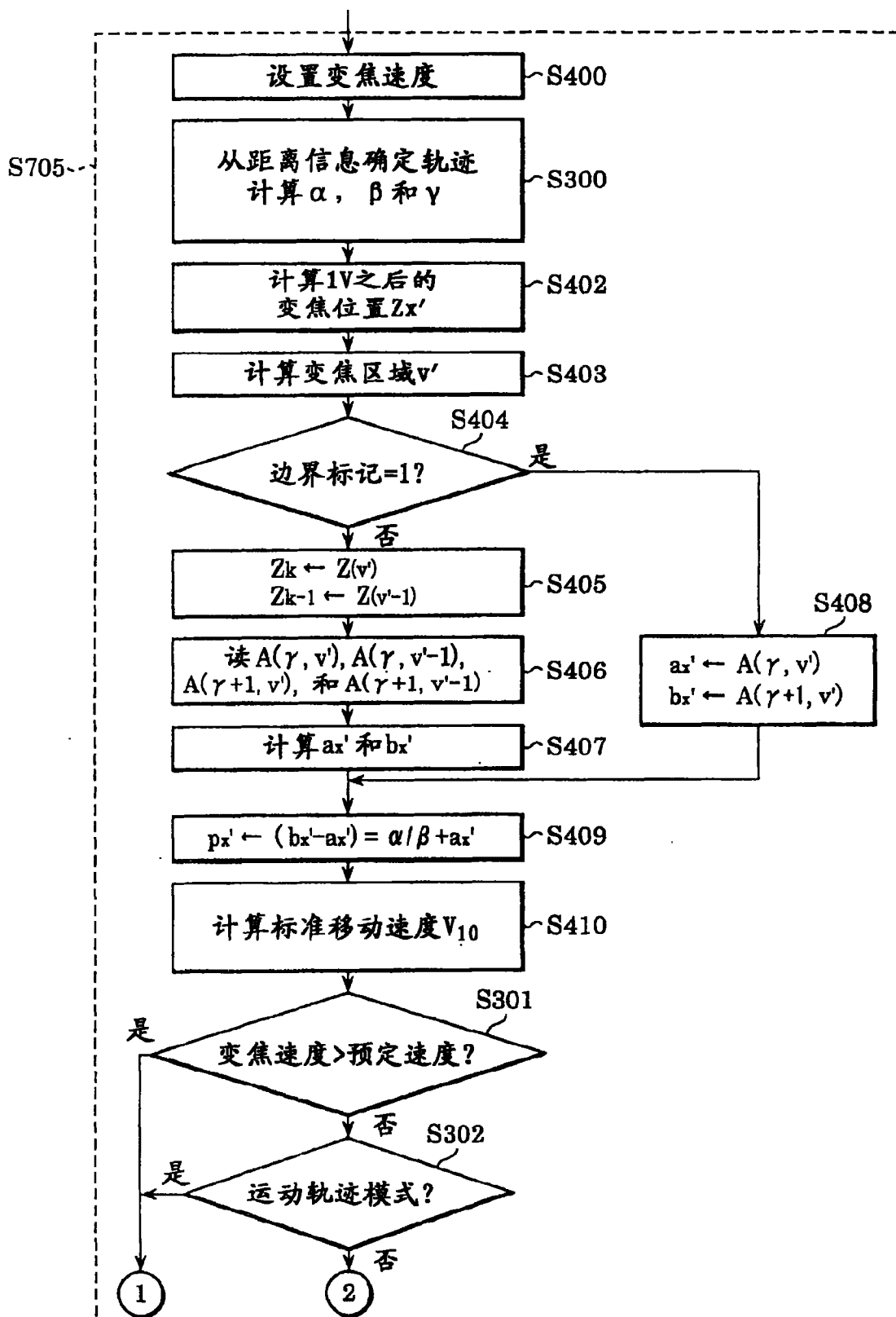


图 3

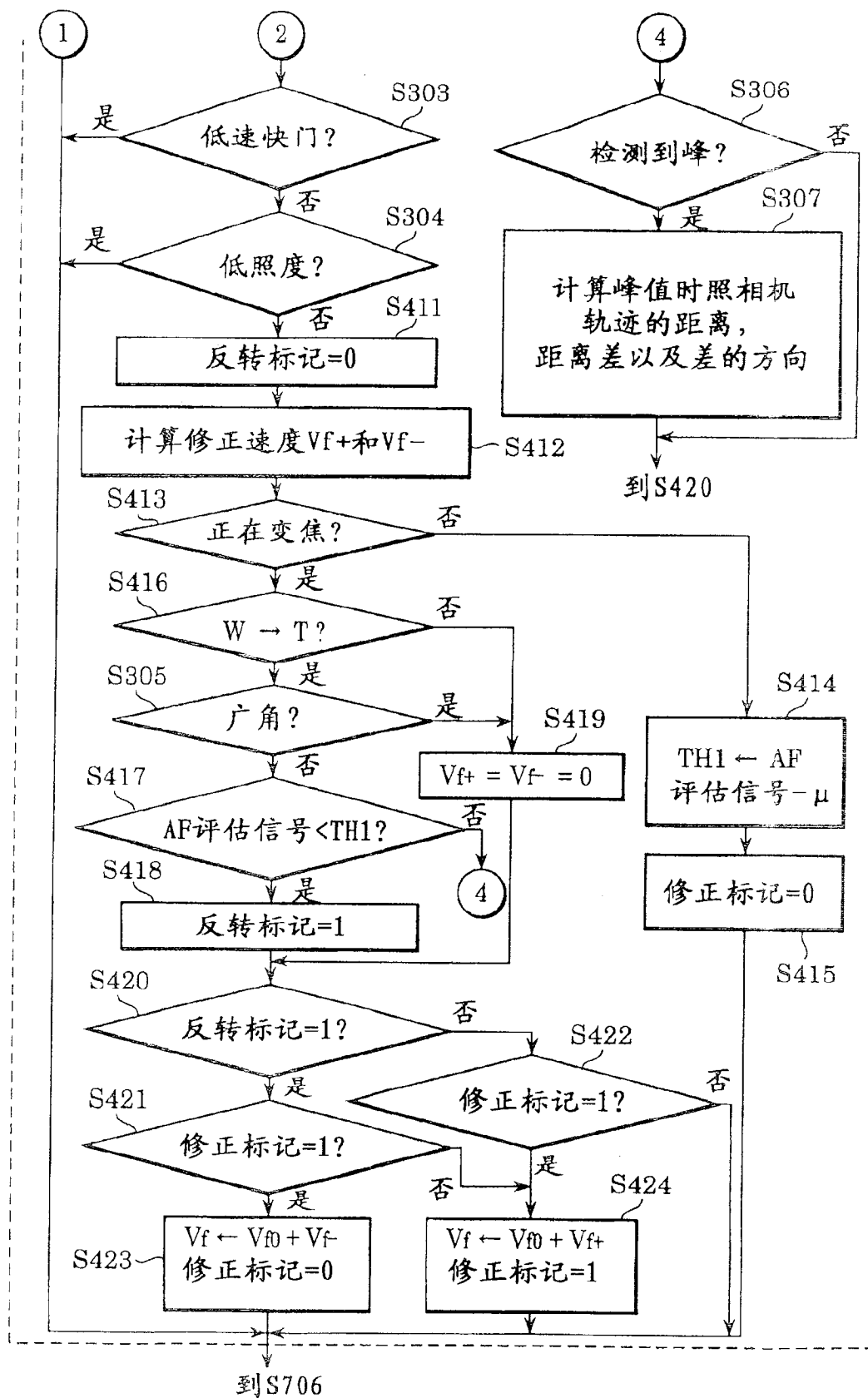


图 4

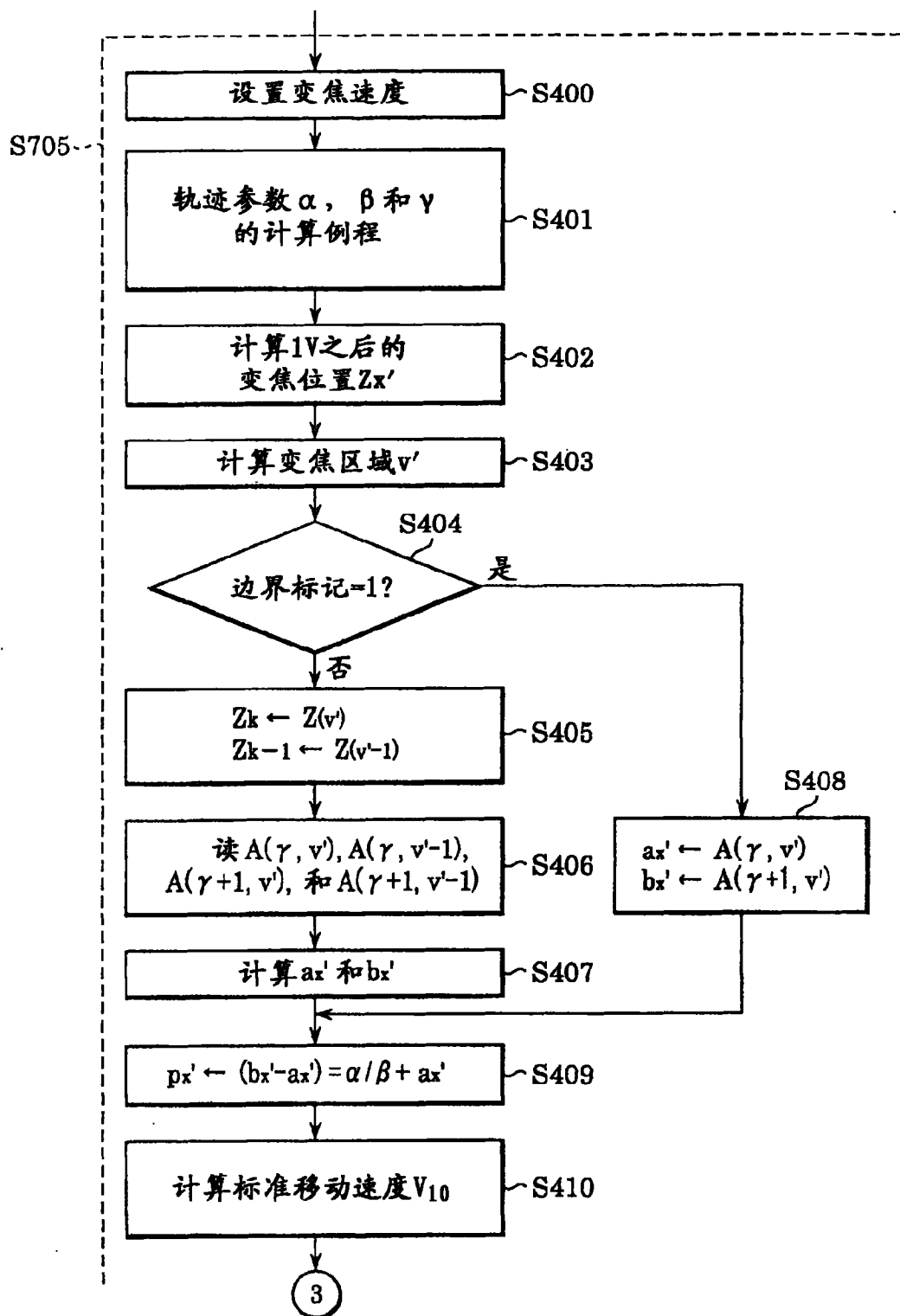


图 5

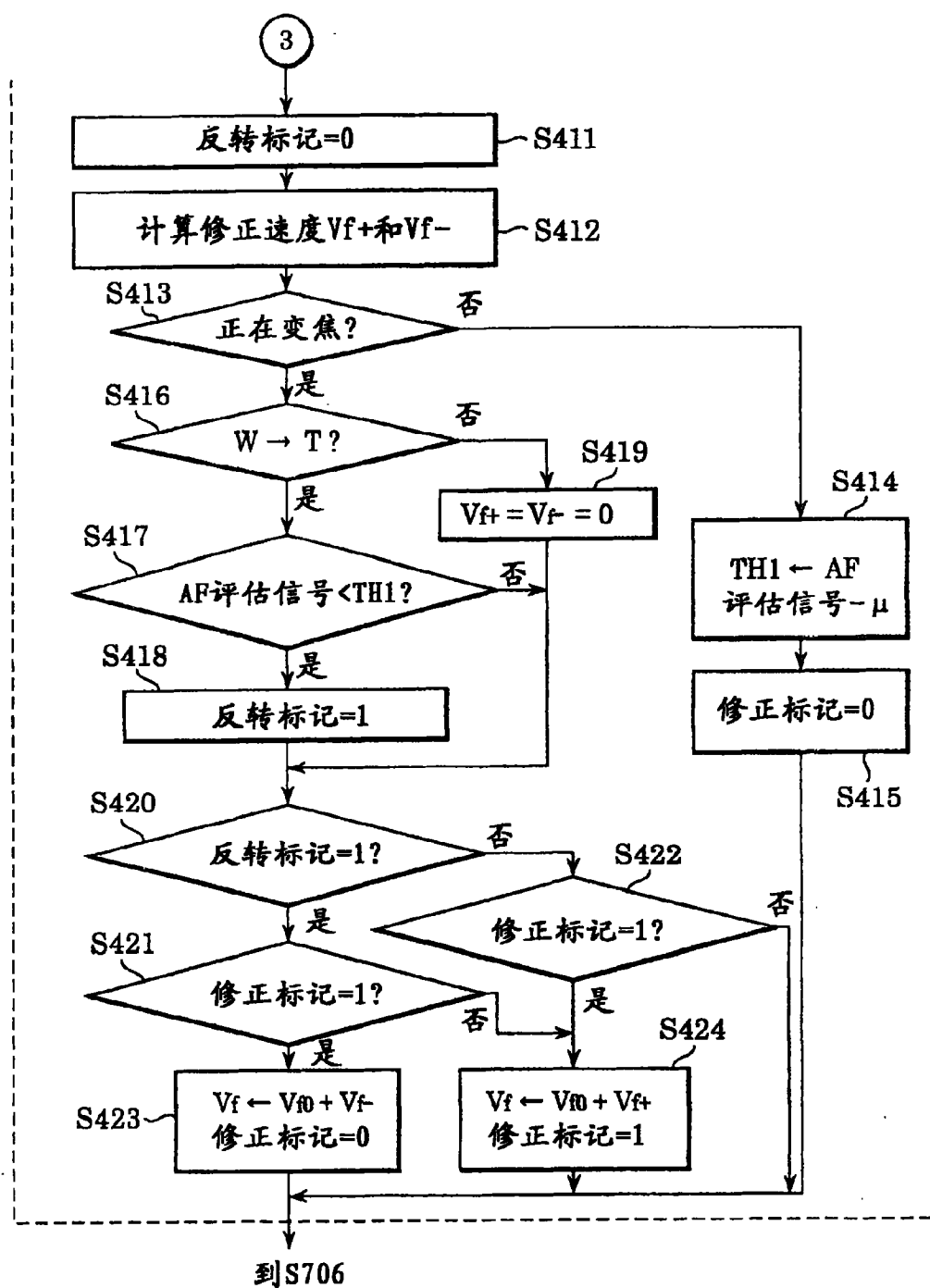


图 6

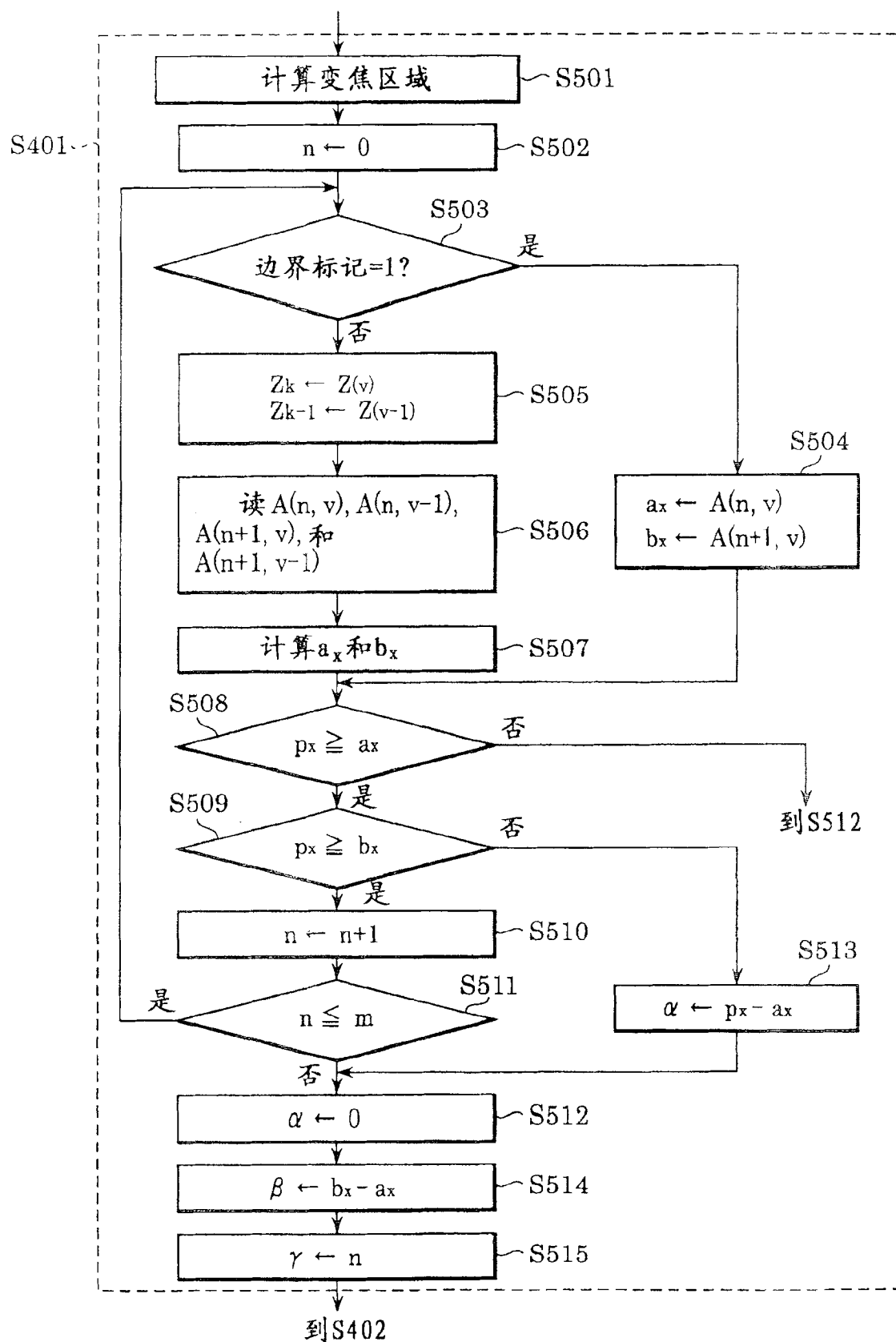


图 7

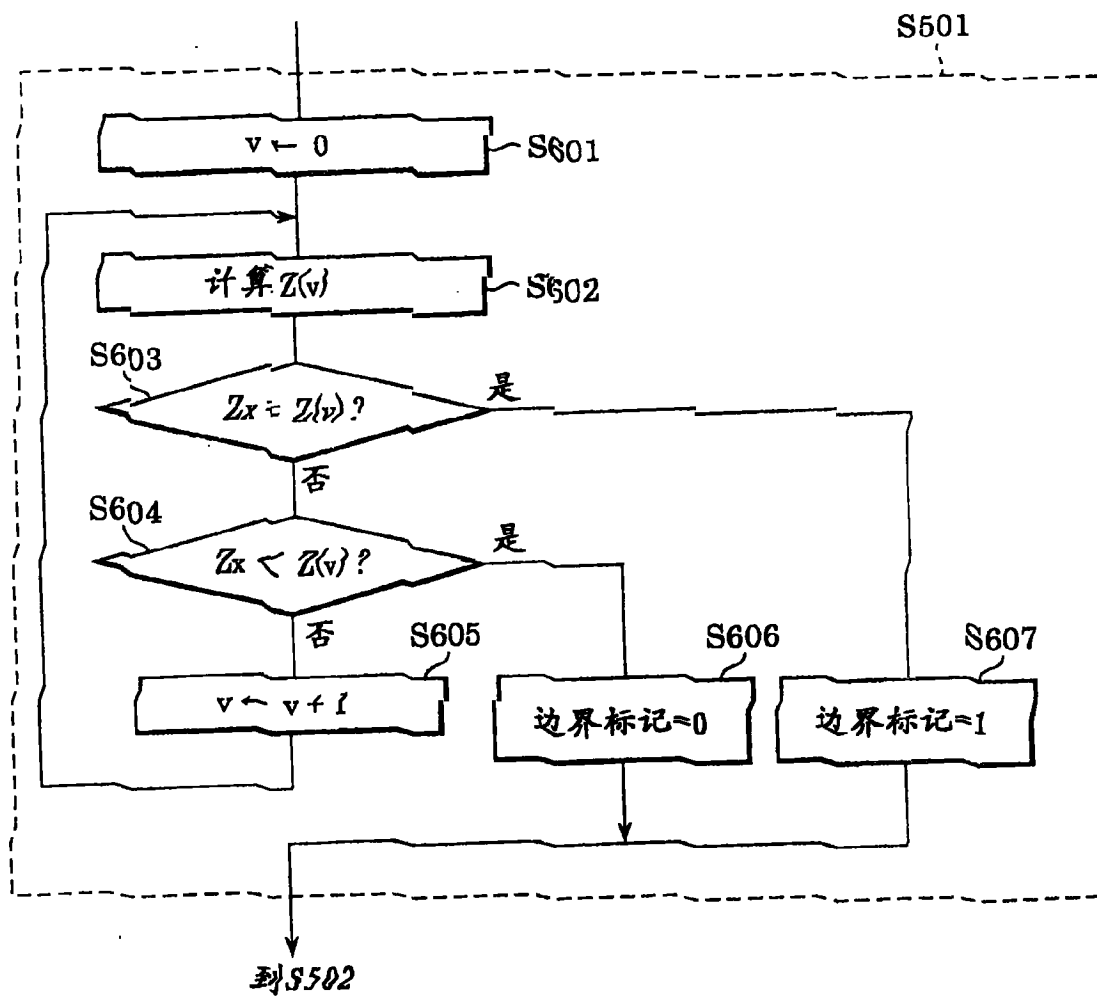


图 8

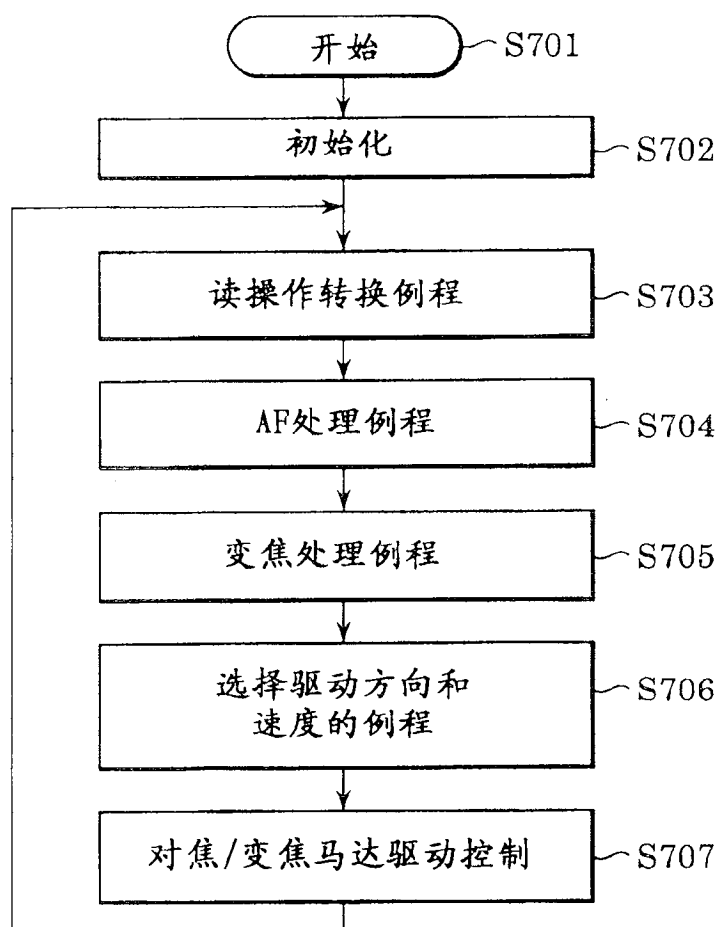


图 9

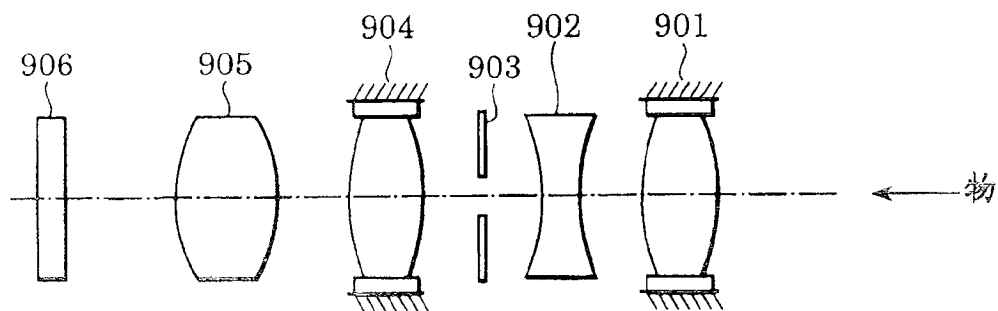


图 10

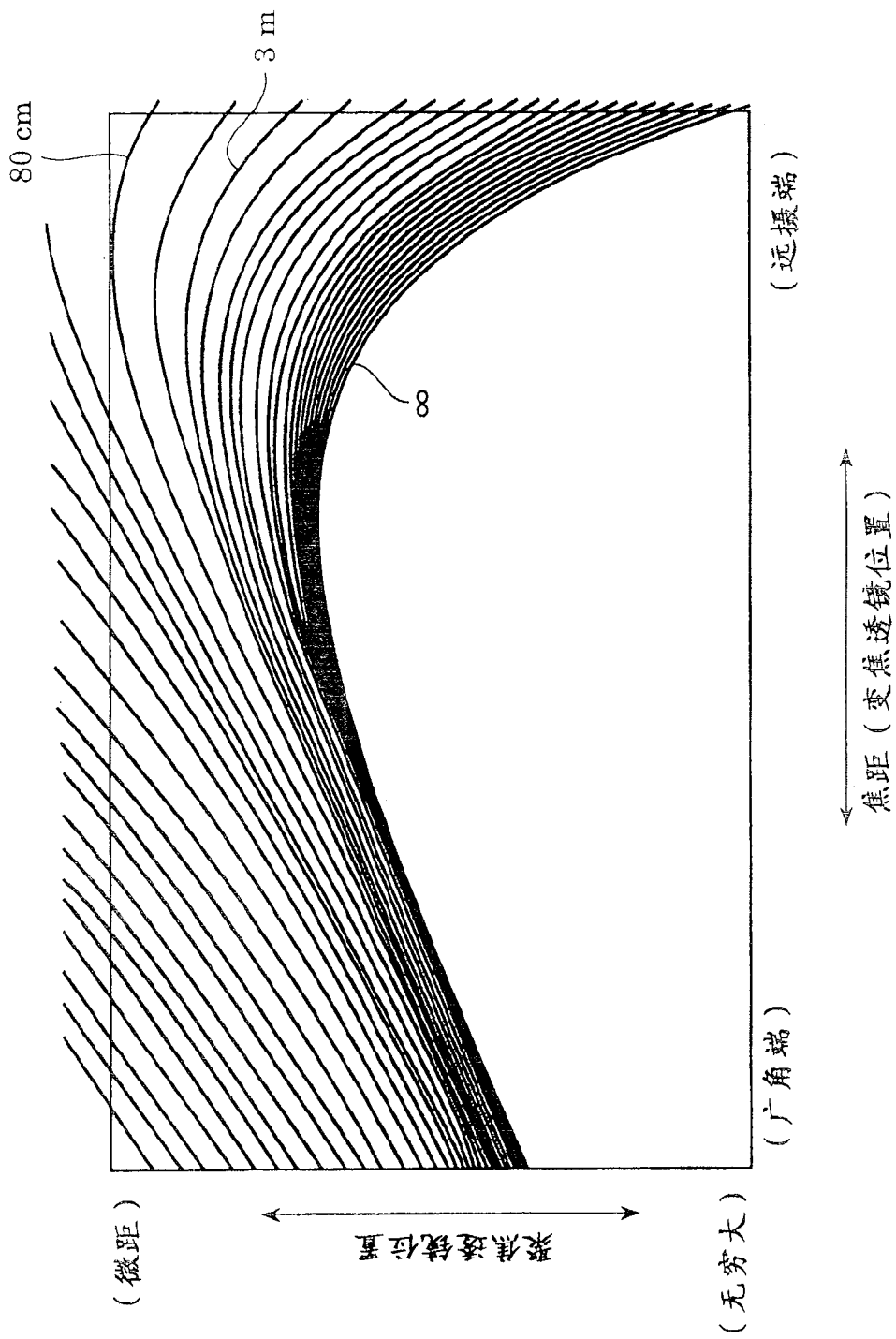


图 11

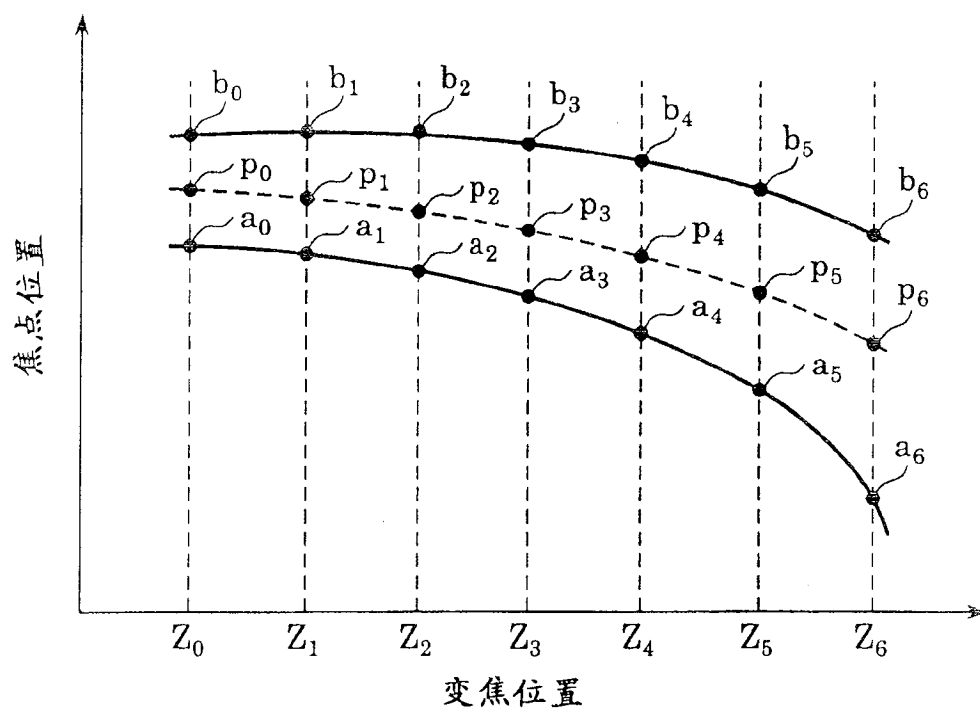
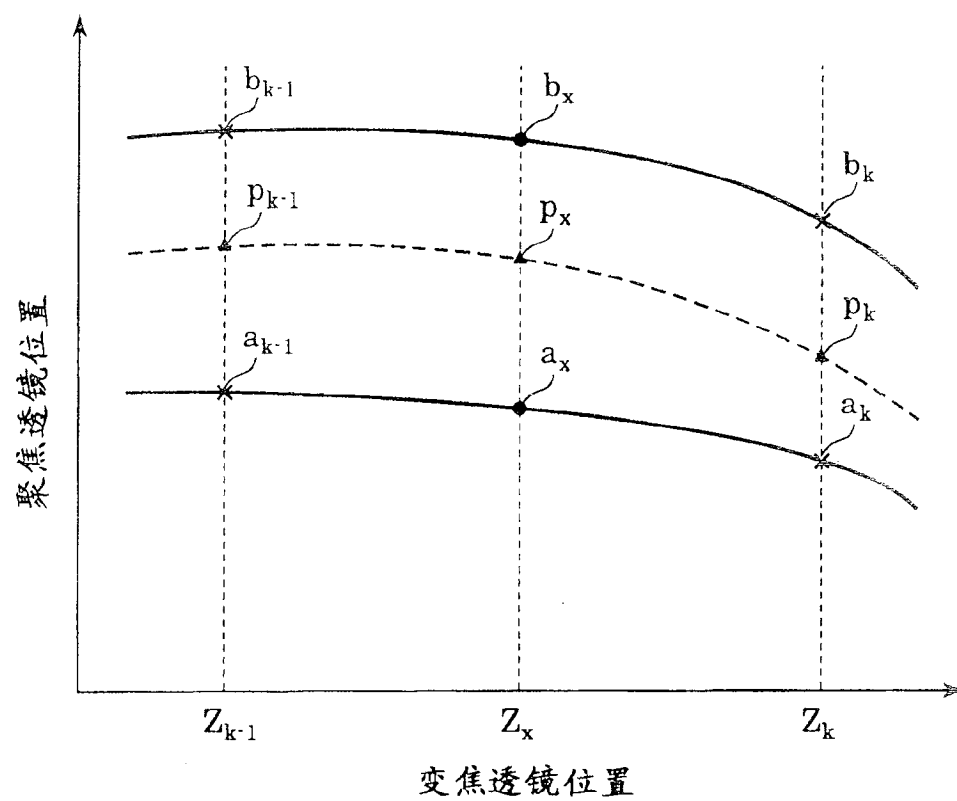


图 12



$$a_x = a_k - \frac{(Z_k - Z_{k-1})(a_k - a_{k-1})}{(Z_k - Z_{k-1})}$$

$$b_x = b_k - \frac{(Z_k - Z_{k-1})(b_k - b_{k-1})}{(Z_k - Z_{k-1})}$$

图 13

$\infty \longleftarrow$ 焦点位置 $\longrightarrow$ 微距

		n							
		0	1	2	3	---	k	---	m
变焦位置 ↑ W ↓ T	0	A_{00}	A_{10}	A_{20}	A_{30}	---	A_{k0}	---	A_{m0}
	1	A_{01}	A_{11}	A_{21}	A_{31}	---	A_{k1}	---	A_{m1}
	2	A_{02}	A_{12}	A_{22}	A_{32}	---	A_{k2}	---	A_{m2}
	3	A_{03}	A_{13}	A_{23}	A_{33}	---	A_{k3}	---	A_{m3}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	---	⋮	---	⋮
	k	A_{0k}	A_{1k}	A_{2k}	A_{3k}	---	A_{kk}	---	A_{mk}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	---	⋮	---	⋮
	s	A_{0s}	A_{1s}	A_{2s}	A_{3s}	---	A_{ks}	---	A_{ms}

图 14

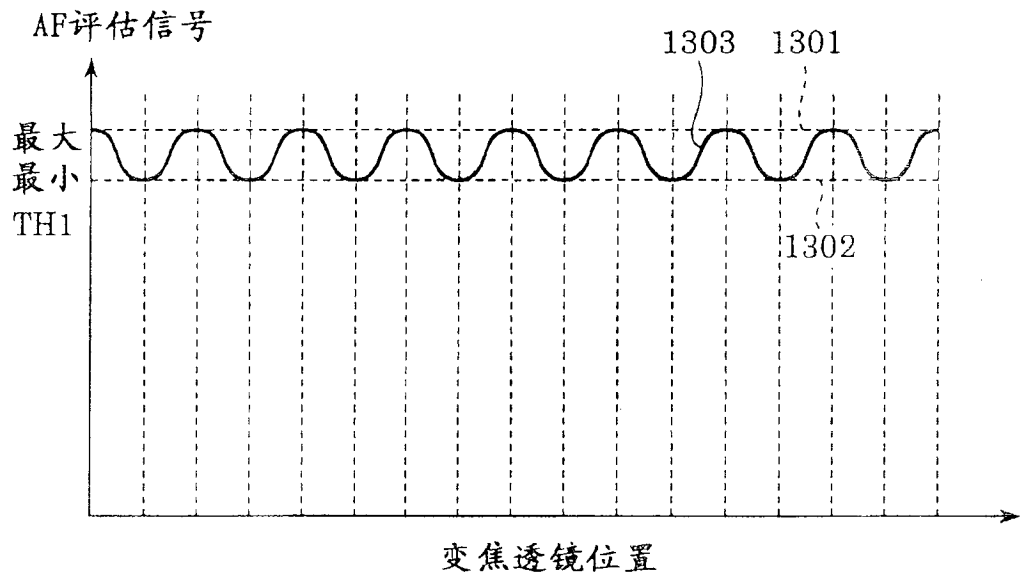


图 15A

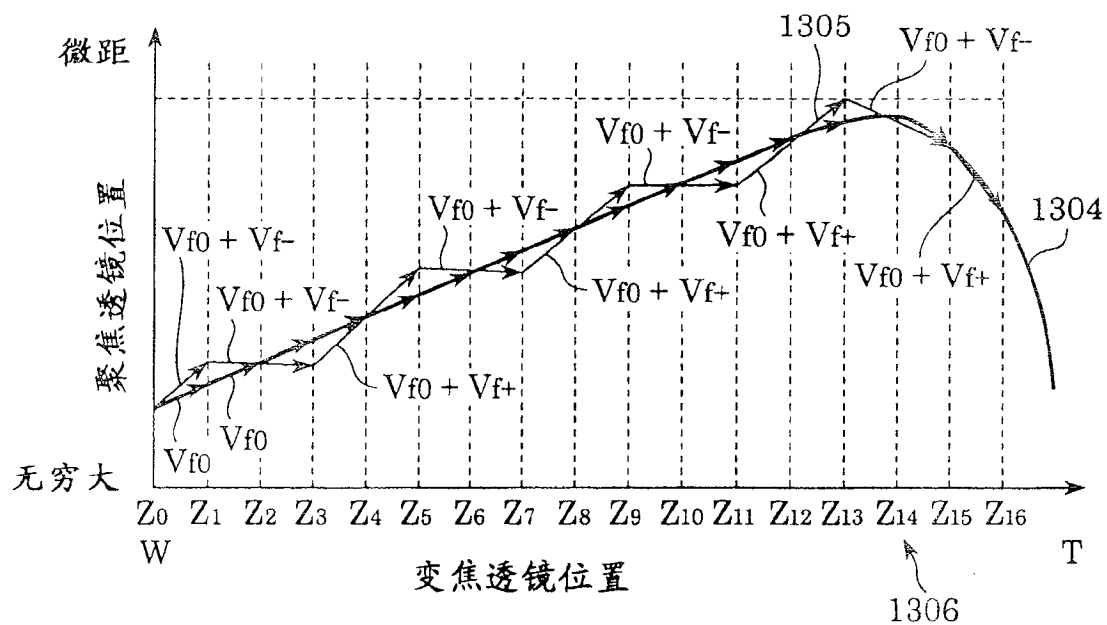


图 15B

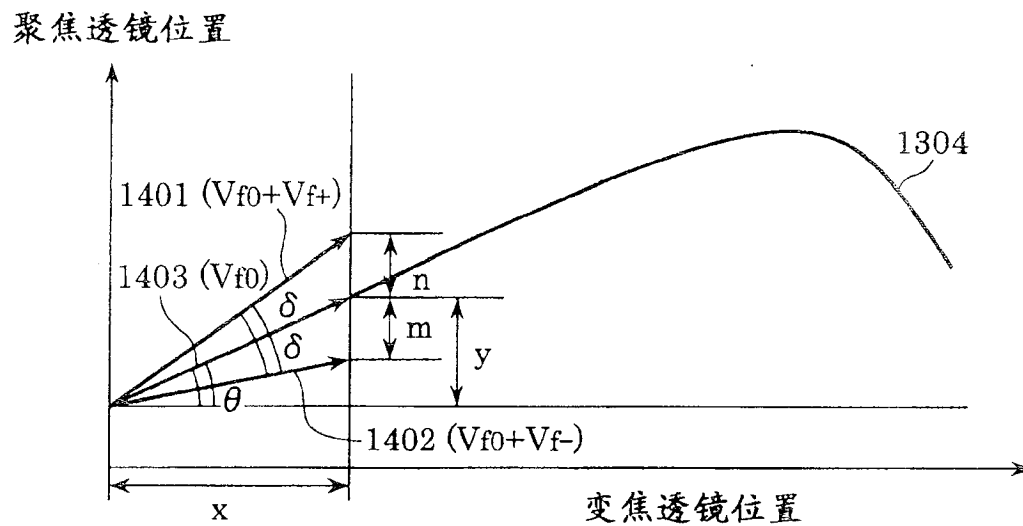
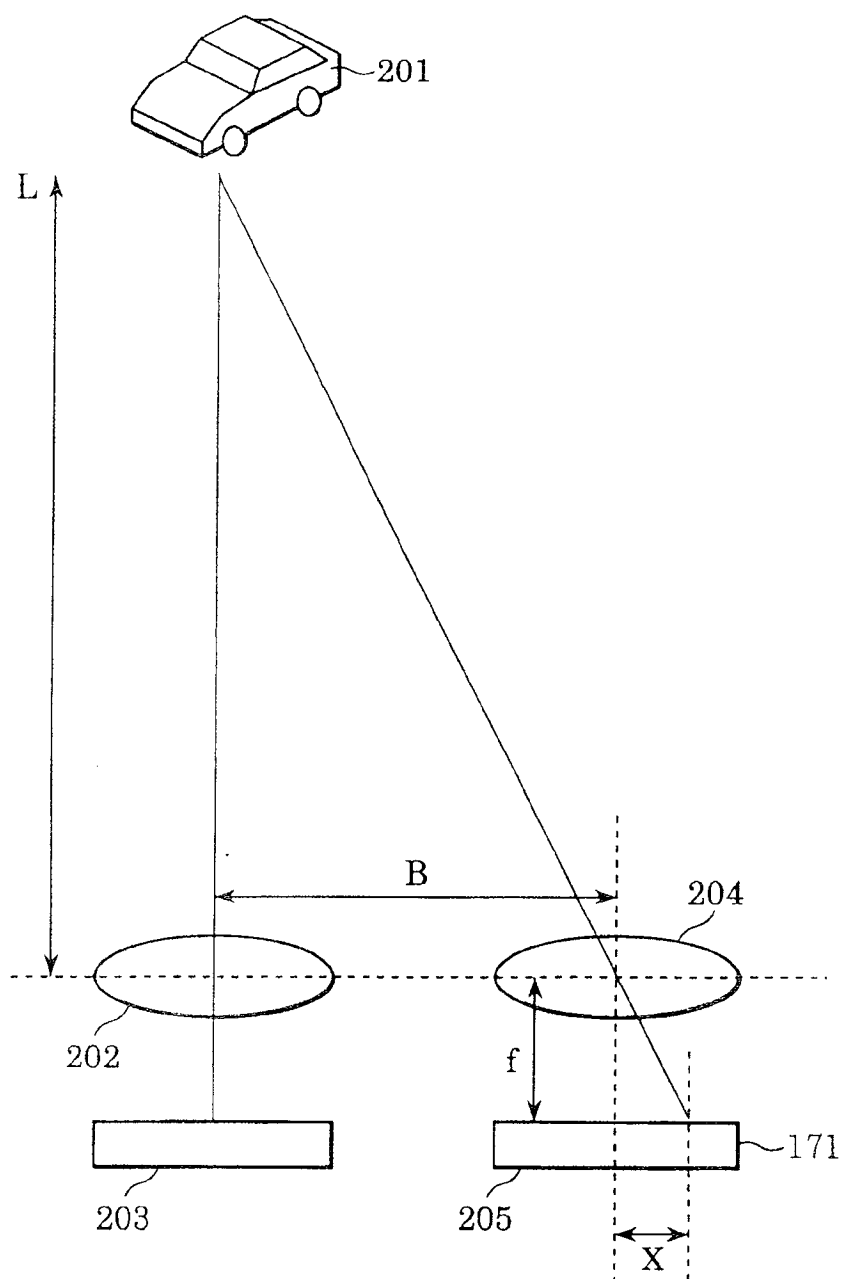


图 16



$$\text{物距 } L = \frac{B \cdot f}{X}$$

图 17

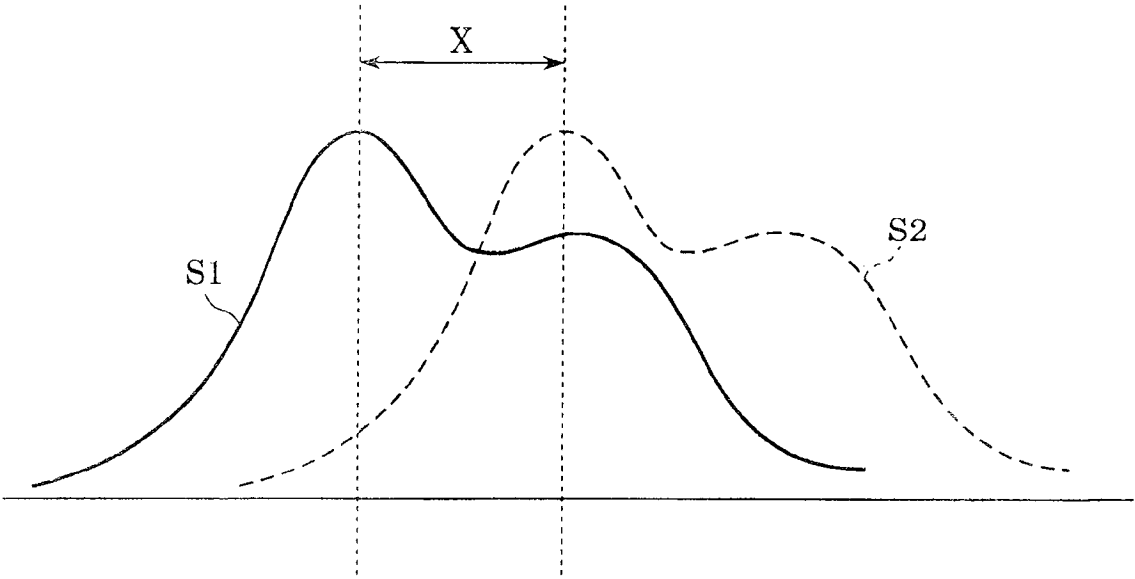


图 18