



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102713714 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201180006251. 5

G02B 7/36(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 01. 18

G03B 13/36(2006. 01)

H04N 5/232(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-012093 2010. 01. 22 JP

(56) 对比文件

JP 昭 63-262611 A, 1988. 10. 28,

JP 2004117295 A, 2004. 04. 15,

JP H10213843 A, 1998. 08. 11,

JP 2007264299 A, 2007. 10. 11,

CN 101241222 A, 2008. 08. 13,

US 005597999 A, 1997. 01. 28,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 07. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/051152 2011. 01. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/090181 EN 2011. 07. 28

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 矶部真吾

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 魏小微

审查员 王晶晶

(51) Int. Cl.

G02B 7/28(2006. 01)

G02B 7/34(2006. 01)

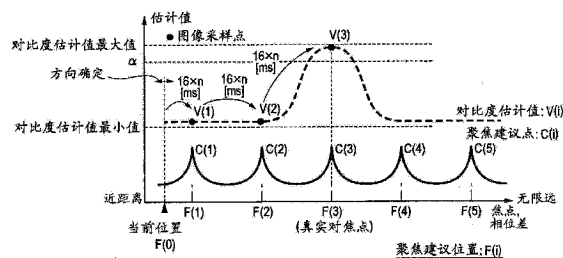
权利要求书2页 说明书14页 附图23页

(54) 发明名称

自动聚焦装置

(57) 摘要

一种自动聚焦装置,包括:用于聚焦单元的位置检测单元、用于所述聚焦单元的驱动单元、使用相位差方法的焦点检测单元、用于拾取对象的图像的对比度获取单元、以及基于对比度的聚焦确定单元、基于由焦点检测单元获得的聚焦信息的用于对象的周期性图案确定单元、用于驱动聚焦单元的目标位置设置单元、以及聚焦方向确定单元,当对象具有周期性图案时,所述装置确定对焦点的方向,在对焦点的确定出的方向上设置目标位置,朝向目标位置驱动聚焦单元,并且通过使用聚焦确定单元确定是否实现了对焦状态。



1. 一种自动聚焦装置,包括:

图像拾取光学系统,包括聚焦透镜单元;

聚焦驱动单元,被配置为驱动聚焦透镜单元;

聚焦位置检测单元,用于检测所述聚焦透镜单元的位置;

焦点检测单元,被配置为输出通过对光学图像进行光电转换而获得的图像信号,其中根据该图像信号能够获得根据自动聚焦装置的聚焦状态的相位差信息并且多个聚焦建议位置被基于所述相位差信息来推导;

图像拾取单元,用于使用已经穿过图像拾取光学系统的光束来拾取对象的图像,所述图像拾取光学系统包括聚焦透镜单元;

对比度获取单元,用于使用由所述图像拾取单元获得的图像拾取信号来获取对比度估计值;

聚焦确定单元,用于基于对比度估计值来确定是否实现了对焦状态;

周期性图案确定单元,用于基于由所述焦点检测单元提供的聚焦信息来确定所述对象是否具有周期性图案;

目标位置设置单元,用于基于所述多个聚焦建议位置和从对比度获取单元的输出来设置把所述聚焦透镜单元驱动到的目标位置;

聚焦方向确定单元,用于确定聚焦方向;以及

其中,当所述周期性图案确定单元确定所述对象具有周期性图案时,所述聚焦方向确定单元确定所述聚焦方向,所述目标位置设置单元把所述聚焦透镜单元的目标位置设置到多个聚焦建议位置中的在所述聚焦方向上位于比当前聚焦透镜单元的位置更远并且最接近当前聚焦透镜单元的一个聚焦建议位置,所述聚焦驱动单元把所述聚焦透镜单元朝向所述目标位置驱动,并且所述聚焦确定单元确定是否实现了对焦状态。

2. 如权利要求 1 所述的自动聚焦装置,其中,所述聚焦确定单元通过对基于在聚焦透镜单元的位置在目标位置时从图像拾取单元输出的拾取信号的对比度估计值与预定阈值进行比较来确定是否实现了对焦状态。

3. 如权利要求 2 所述的自动聚焦装置,其中,所述聚焦确定单元通过比较基于在聚焦透镜单元的位置在目标位置时从图像拾取单元输出的拾取信号的对比度估计值与基于在聚焦透镜单元的位置在聚焦建议位置的邻近区中时从图像拾取单元输出的拾取信号的对比度估计值来确定是否实现了对焦状态。

4. 如权利要求 1 所述的自动聚焦装置,其中,当所述聚焦透镜单元的位置位于比所述聚焦透镜单元的可移动范围中的中间点更靠近无限远侧时,所述聚焦方向确定单元把驱动方向设置为朝向近距离侧的方向,以及,当所述聚焦透镜单元的位置位于比所述可移动范围中的中间点更靠近近距离侧时,所述聚焦方向确定单元把驱动方向设置为朝向无限远侧的方向。

5. 如权利要求 1 所述的自动聚焦装置,其中,当所述聚焦透镜单元的位置位于比多个聚焦建议位置更靠近无限远侧时,所述聚焦方向确定单元把驱动方向设置为朝向近距离侧的方向,以及,当所述聚焦透镜单元的位置位于比多个聚焦建议位置更靠近近距离侧时,所述聚焦方向确定单元把驱动方向设置为朝向无限远侧的方向。

6. 如权利要求 1 所述的自动聚焦装置,其中,所述聚焦方向确定单元通过使用基于在

聚焦透镜单元位于不同位置时从图像拾取单元输出的多个图像拾取信号的多个对比度估计值来设置驱动方向。

自动聚焦装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于拾取对象的图像的自动聚焦装置。

背景技术

[0002] 传统地,作为图像拾取装置(诸如相机和摄像机等)中的自动聚焦(AF)技术,已经进行各种建议。例如,建议了使用通过透镜(TTL)方法的相位差自动聚焦,其中,在成像光学系统中的光学路径中提供分离单元,并且使用分离的光束来检测聚焦状态以执行自动聚焦控制。此外,还建议了使用非 TTL 方法的外部测距自动聚焦,其中,使用既不进入也不穿过成像光学系统的光束。此外,建议了一种使用所谓的爬山方法的图像自动聚焦,其中,从图像拾取元件输出的图像信号用于计算聚焦估计值。此外,建议了一种混合自动聚焦系统,其中,图像自动聚焦与相位差自动聚焦或外部测距自动聚焦组合。

[0003] 在使用例如相位差自动聚焦的 TTL 方法或例如外部测距自动聚焦的非 TTL 方法的聚焦检测装置中,通过使用从聚焦检测装置输出的图像信号执行相关计算来确定相位差。在此情况下,使用两个图像之间的一致性程度作为相关估计值来确定真实聚焦点。通常,基于相位差(相关估计值通过该相位差取得极值和最大值)来确定相对于聚焦建议点的失焦(defocus)量。然而,在从聚焦检测装置获得的数据具有周期性图案的情况下,当执行聚焦检测计算时计算出具有基本上相同相关估计值的多个聚焦建议点。因此,难以获得真实聚焦目标位置。

[0004] 专利文献 1 建议了一种方法,其中,当检测到具有周期性图案的对象时,假设从相位差传感器输出的数据的对比度值取得最大值的点为真实聚焦点,并且在各个聚焦建议点中搜索真实聚焦点。此外,在专利文献 2、3 和 4 的混合自动聚焦系统中的每一个中,建议了一种涉及通过针对具有周期性图案的对象仅使用图像自动聚焦来搜索对比度取得最大值的聚焦点的方法。

[0005] 引文列表

[0006] 专利文献

[0007] PTL1: 日本专利申请公开 No. S63-262611

[0008] PTL2: 日本专利申请公开 No. 2006-301150

[0009] PTL3: 日本专利申请公开 No. 2007-264299

[0010] PTL4: 日本专利申请公开 No. 2009-063921

发明内容

[0011] 技术问题

[0012] 然而,专利文献 1、2、3 和 4 中建议的方法中的每一个是涉及通过使用采用对比度估计值的所谓爬山方法来搜索最终聚焦点的方法,因此难以快速地实现对焦(in-focus)条件。此外,在通过仅使用对比度估计值来搜索聚焦点的方法的情况下,当聚焦调整单元在搜索期间高速操作时,光轴方向上的对比度估计值的采样间隔增加,从而可能略过真实聚焦

点。因此,在尤其用于运动图像的拍摄的情况下,很可能的是,拾取运动图像的人可能对在对实现对焦状态之前拾取的图像感到不适。

[0013] 鉴于上述情况,本发明的目的是要解决上述问题,并且提供一种通过对具有周期性图案的对象正确地执行自动聚焦控制而具有优异可用性的自动聚焦装置。

[0014] 问题的解决方案

[0015] 为了达到上述目的,根据本发明,提供一种自动聚焦装置,包括:图像拾取光学系统,包括聚焦透镜单元;聚焦位置检测单元,用于检测聚焦透镜单元的位置;聚焦驱动单元,用于驱动聚焦透镜单元;图像拾取单元,用于使用已经穿过图像拾取光学系统的光束来拾取对象的图像;焦点检测单元,用于使用来自对象的光束通过相位差方法来检测聚焦信息;对比度获取单元,用于使用由图像拾取单元获得的图像拾取信号来获取对比度估计值;聚焦确定单元,用于基于对比度估计值而确定是否实现了对焦状态;周期性图案确定单元,用于基于由焦点检测单元提供的聚焦信息而确定对象是否具有周期性图案;目标位置设置单元,用于设置聚焦透镜单元的目标位置;以及聚焦方向确定单元,用于确定对焦点的方向,其中,当周期性图案确定单元确定对象具有周期性图案时,聚焦方向确定单元确定对焦点的方向,目标位置设置单元在对焦点的方向上设置聚焦透镜单元的目标位置,聚焦驱动单元把聚焦透镜单元朝向目标位置驱动,并且聚焦确定单元确定是否实现了对焦状态。

[0016] 本发明的有益效果

[0017] 根据本发明,可以通过适当地设置自动聚焦操作来获得对于具有周期性图案的对象具有优异可用性的自动聚焦的效果。

附图说明

[0018] [图 1] 图 1 是本发明的第一实施例中的系统的结构视图。

[0019] [图 2A] 图 2A 是第一实施例中的自动聚焦传感器的结构视图。

[0020] [图 2B] 图 2B 是示出第一实施例中的拍摄图像的示例的视图。

[0021] [图 3] 图 3 是第一实施例中的处理的流程图 1。

[0022] [图 4] 图 4 是示出第一实施例中的相位差传感器的输出值的示例的视图。

[0023] [图 5] 图 5 是示出第一实施例中的相关估计值的示例的视图。

[0024] [图 6] 图 6 是第一实施例中的处理的流程图 2。

[0025] [图 7] 图 7 是第一实施例中的处理的流程图 3。

[0026] [图 8] 图 8 是第一实施例中的处理的流程图 4。

[0027] [图 9] 图 9 是示出第一实施例中的聚焦建议点的示例的视图。

[0028] [图 10] 图 10 是第一实施例中的处理的流程图 5。

[0029] [图 11] 图 11 是示出第一实施例中的聚焦建议点和对比度估计值的示例的视图。

[0030] [图 12] 图 12 是示出第一实施例中的聚焦的改变的视图。

[0031] [图 13] 图 13 是本发明的第二实施例中的处理的流程图 1。

[0032] [图 14] 图 14 是第二实施例中的处理的流程图 2。

[0033] [图 15] 图 15 是示出第二实施例中的聚焦建议点和对比度估计值的示例的视图。

[0034] [图 16] 图 16 是示出第二实施例中的聚焦的改变的视图。

[0035] [图 17] 图 17 是本发明的第三实施例中的处理的流程图 1。

- [0036] [图 18] 图 18 是第三实施例中的处理的流程图 2。
- [0037] [图 19] 图 19 是示出第三实施例中的聚焦建议点和对比度估计值的示例的视图。
- [0038] [图 20] 图 20 是示出第三实施例中的聚焦的改变的视图。
- [0039] [图 21] 图 21 是本发明的第四实施例中的处理的流程图 1。
- [0040] [图 22] 图 22 是第四实施例中的处理的流程图 2。
- [0041] [图 23A] 图 23A 是示出第四实施例中的对比度估计值的示例的视图。
- [0042] [图 23B] 图 23B 是示出第四实施例中的对比度估计值的示例的视图。
- [0043] [图 23C] 图 23C 是示出第四实施例中的对比度估计值的示例的视图。
- [0044] [图 24] 图 24 是示出第四实施例中的聚焦建议点和对比度估计值的示例的视图。
- [0045] [图 25] 图 25 是示出第四实施例中的聚焦的改变的视图。

具体实施方式

[0046] 以下基于附图详细描述本发明的实施例。

[0047] 第一实施例

[0048] 图 1 示出本发明的第一实施例中的自动聚焦装置 100 的结构。

[0049] 自动聚焦装置 100 包括构成图像拾取光学系统的聚焦透镜单元 111 以及连接到聚焦透镜单元 111 的作为聚焦驱动单元的聚焦电机 112。聚焦电机 112 由聚焦驱动器 113 驱动,以在光轴方向上移动聚焦透镜单元 111。聚焦透镜单元 111 的位置由聚焦位置检测单元 114 检测。

[0050] 在聚焦透镜单元 111 的像平面侧上,布置半镜 (half-mirror) 121。已经进入图像拾取光学系统的光束穿过聚焦透镜单元 111,并且被划分为穿过半镜 121 的光束和由半镜 121 反射的光束。已经穿过半镜 121 的光束进入图像拾取元件 140。图像拾取元件 140 是电荷存储型图像传感器,并且由 CMOS 传感器或 CCD 传感器构成。在半镜 121 上反射的光束进入在与图像拾取元件 140 共轭 (conjugate) 的位置处布置的焦点检测单元 122。

[0051] 焦点检测单元 122 包括多对次级成像透镜(未示出)以及作为相位差传感器的自动聚焦传感器(未示出)。在自动聚焦传感器中提供多个区域传感器。已经穿过半镜 121 的光束被划分为两部分,并且通过多对次级成像透镜中的每一对而在多个区域传感器的每一个上形成一对对象图像(下文中被称为两个图像)。多个区域传感器中的每一个对这两个图像进行光电转换,并且输出两个图像信号。根据这两个图像信号,可以获得根据自动聚焦装置 100 的聚焦状态的相位差。

[0052] 当自动聚焦装置 100 对于在特定距离处的特定对象处于对焦时,与两个图像之间的间隔相对应的相位差指示特定值。当自动聚焦装置 100 的聚焦相对于对象在更接近像平面的一侧上实现时(即在所谓的前焦点的情况下),相位差小于该特定值。另一方面,当聚焦相对于对象在更远离像平面的一侧上实现时(即在所谓的后焦点的情况下),相位差大于该特定值。以此方式,焦点检测单元 122 具有检测由进入自动聚焦装置 100 的光形成的对象图像之间的相位差的功能。

[0053] CPU 130 包括相位差焦点计算单元 131、对比度焦点计算单元(对比度获取单元) 132、失焦量计算单元 133 和透镜控制单元 134。从焦点检测单元 122 输出的两个图像信号输入到相位差焦点计算单元 131。此外,图像处理单元 141 把从图像拾取元件 140 输出的图

像拾取信号转换为图像信号,该图像信号被输入到对比度焦点计算单元 132。在该实施例中,在假设图像信号的更新时段是 16 毫秒的情况下给出描述。

[0054] 相位差焦点计算单元 131 对从焦点检测单元 122 输出的两个图像信号执行相关计算,以计算这些图像信号之间的相位差。两个图像之间的一致性程度被用作相关估计值。相关估计值取得极值时所用的相位差被设置为聚焦建议点。此外,在各个聚焦建议点当中,在相关估计值取得最大值处的点被设置为最有希望的聚焦建议点。

[0055] 对比度焦点计算单元 132 获得从图像处理单元 141 输出的图像信号,并且从图像信号中提取高频分量。随后,对比度焦点计算单元 132 根据高频分量生成表示对象图像的对比度状态的对比度估计值。从图像处理单元 141 输出的图像信号周期性地更新。对比度焦点计算单元 132 与图像信号的更新时段同步地生成对比度估计值。然后,对比度焦点计算单元 132 确定在对比度估计值取得最大值处的点是聚焦点。

[0056] 失焦量计算单元 133 基于相位差焦点计算单元 131 和对比度焦点计算单元 132 的计算结果来计算聚焦透镜单元 111 的失焦量。

[0057] 因此,使用焦点检测单元 122 中提供的相位差传感器来计算多个失焦量。计算出的失焦量被输入到透镜控制单元 134。透镜控制单元 134 使用聚焦位置检测单元 114 来获得聚焦透镜单元 111 的位置。随后,透镜控制单元 134 根据由失焦量计算单元 133(目标位置设置单元)计算出的失焦量来将聚焦透镜单元 111 驱动到目标位置。此时,透镜控制单元 134 经由聚焦驱动器 113 驱动聚焦电机 112 来移动聚焦透镜单元 111,以使得聚焦透镜单元 111 在光轴方向上移动到计算出的目标位置。以此方式,执行自动聚焦。

[0058] 在此,图 2A 示出图像拍摄屏幕中的聚焦检测区域的示例。图 2A 示出各个聚焦检测区域 501 至 527。图 2A 示出其中总共包括 21 个聚焦检测区域的示例,分别在拍照范围的上部、中部和下部的每一个中横向布置所设置的七个聚焦检测区域。从左侧起按顺序在上部中提供聚焦检测区域 501 至 507,从左侧起按顺序在中部中提供聚焦检测区域 511 至 517,以及从左侧起按顺序在下部中提供聚焦检测区域 521 至 527。

[0059] 失焦量计算单元 133 存储并保留其中可以拍摄图像的图像拍摄范围(图像获取屏幕)中预设的多个聚焦检测区域的位置(坐标)以及聚焦检测区域的形状(大小)。通过改变设置,可以改变聚焦检测区域的位置、其大小等。在该实施例中,假设通过使用图 1 的开关 201 来选择聚焦检测区域。

[0060] 图 2B 示出其中选择以图 2A 所示的聚焦检测区域 514 来拍摄对象的拍照图像。如图 2B 所示,对象具有所谓的带状图案并且因此具有周期性图案。在第一实施例中,描述其中在图 2B 所示的图像拍摄组成中执行对具有周期性图案的对象的聚焦的示例。

[0061] 图 3 是示出自动聚焦装置 100 中的自动聚焦处理的流程的流程图。CPU 130 根据存储器(未示出)中存储的计算机程序来控制这些处理。

[0062] 当接通自动聚焦装置 100 的电源时,从步骤 S101 执行 CPU 130 的处理。在步骤 S101 中,透镜控制单元 134 经由聚焦位置检测单元 114 获得聚焦透镜单元 111 的位置 $F(0)$ 。

[0063] 接下来,CPU 130 进入步骤 S102,以选择由开关 201 选择的聚焦检测区域,并且激活焦点检测单元 122 中的相位差传感器。随后,CPU 130 进入步骤 S103。

[0064] 在步骤 S103 中,相位差焦点计算单元 131 从焦点检测单元 122 获得两个图像信号,并且计算由开关 201 选择的聚焦检测区域 514 中的相位差。图 4 和图 5 分别示出在上述

处理期间的两个图像信号以及作为计算出的聚焦信息的相位差和相关估计值的示例。对象具有上述周期性图案,因此从自聚焦检测区域 514 获得的图像数据获得图 4 所示的波形。在此情况下,可以如图 5 所示绘制指示每个相位差的在两个图像之间的一致性程度的相关估计值。如图 5 所示,获得每个均具有相位差及其相关估计值的聚焦建议点 C (1) 至 C (5)。存储聚焦建议点的数量和每个聚焦建议点的索引。

[0065] 当对象没有周期性图案时,产生在相应的各个聚焦建议点处的相关估计值之间的差,并且因此可以选择真实的聚焦建议点。然而,对象具有周期性图案的情况的特性在于,各个相关估计值基本上取得相等的值,如图 5 所示。因此,甚至当 C (3) 是真实聚焦点时,C (3) 的相关估计值基本上等于其它相关估计值,并且因此难以确定 C (1) 至 C (5) 中的哪一个真实聚焦建议点。

[0066] 描述返回图 3 的流程图。接下来,处理流程进入步骤 S120,其中,相位差焦点计算单元 131 (周期性图案确定单元) 确定对象是否具有周期性图案。在此,作为示例,通过采用以下方法给出描述:其中,当上述聚焦建议点 C (1) 至 C (5) 的相应的相关估计值之间的差落入预定范围内时确定存在周期性图案。

[0067] 图 6 示出指示周期性图案确定的示例的子例程的流程图。首先,在步骤 S171 中,确定步骤 S103 中计算出的聚焦建议点的数量是 2 还是更大。当聚焦建议点的数量是 2 或更大时,处理流程进入步骤 S172,而当其数量小于 2 时,处理流程进入步骤 S177。在步骤 S172 和步骤 S173 中,搜索并且存储各个相关估计值的最小值和最大值。接下来,处理流程进入步骤 S174,其中,计算步骤 S172 和 S173 中获得的相关估计值的最小值和最大值之差,并把该差存储为相关估计值范围。随后,处理流程进入步骤 S175,其中,相关估计值范围与预定阈值 β 比较。在步骤 S175 中,在相关估计值范围小于阈值 β 的情况下,确定结果为真,并且处理流程进入步骤 S176。当在步骤 S175 中估计结果为假时,处理流程进入步骤 S177。在步骤 S176 中,存储存在周期性图案的结果,并且结束用于周期性图案确定的子例程。在步骤 S177 中,存储存在正常图案的结果,并且结束用于周期性图案确定的子例程。注意, β 是任意值,并且预定值可以预先写入程序中以用于 β ,或可以采用这样的结构:其中,可以通过提供音量控制器(volume)或开关(未示出)来外部地执行用于 β 的值的规范和选择。

[0068] 描述返回图 3 的流程图。作为步骤 S120 中的确定的结果,当确定存在周期性图案时,处理流程进入步骤 S121。在步骤 S120 中,当确定不存在周期性图案时,处理流程进入步骤 S150。

[0069] 在步骤 S121 中,执行聚焦方向确定。在此,通过采用图 7 的流程图作为示例来执行方向确定。首先,在步骤 S181 中,确定由透镜控制单元 134 在步骤 S101 中检测的聚焦透镜单元 111 的位置 F (0) 是否位于相对于整个聚焦区域的无限远侧(infinite side)上。当步骤 S181 中的确定结果为真时(即当位置 F (0) 位于无限远侧上时),在步骤 S182 中将聚焦方向设置到近距离侧(close side),并且该处理结束。另一方面,当步骤 S181 中的确定结果为假时(即当位置 F (0) 位于近距离侧时),在步骤 S183 中将聚焦方向设置到无限远方向,并且该处理结束。例如,聚焦透镜单元的位置 F (0) 位于比可移动范围中的中间点更靠近无限远侧,聚焦方向可以设置为近距离侧,而当其位置 F (0) 位于比可移动范围中的中间点更靠近近距离侧时,聚焦方向可以设置为无限远方向。

[0070] 描述返回图 3 的流程图。接下来,处理流程进入步骤 S122,其中,失焦量计算单元

133 把与步骤 S121 中确定的聚焦方向对应的聚焦建议点当中最接近的聚焦建议点设置在变量 i 中。

[0071] 图 8 示出步骤 S122 中的子例程。首先,在步骤 S191 中,涉及步骤 S121 中确定的聚焦方向。当聚焦方向是无限远方向时,处理流程进入步骤 S192,而当聚焦方向是近距离侧时,处理流程进入步骤 S196。在步骤 S192 中,值 1 被设置给索引变量 j ,处理流程进入步骤 S194。在步骤 S194 中,失焦量计算单元 133 计算与聚焦建议点 $C(j)$ 相对应的聚焦透镜单元 111 的聚焦建议位置 $F(j)$ 。随后,确定 $F(0)$ 与 $F(j)$ 之间的位置关系。当 $F(0)$ 比 $F(j)$ 更接近时(即当确定结果为真时),处理流程进入步骤 S195。另一方面,当步骤 S194 中的确定结果为假时,处理流程进入步骤 S193。在步骤 S193 中,索引变量 j 递增。然后,再次从步骤 S194 执行处理。在步骤 S196 中,在索引变量 j 中设置聚焦建议点的数量。也就是说,把与图 3 的步骤 S103 中计算出的聚焦建议点当中具有最后索引的聚焦建议点对应的索引设置给变量 j 。随后,处理流程进入步骤 S197,其中,与步骤 S194 相似,计算 $F(j)$,并且确定 $F(0)$ 与 $F(j)$ 之间的位置关系。当 $F(0)$ 比 $F(j)$ 位于更远时(即当确定结果为真时),处理流程进入步骤 S195,而当确定结果为假时,处理流程进入步骤 S198。在步骤 S198 中,索引变量 j 递减,并且从步骤 S197 起再次执行处理。在步骤 S195 中,索引变量 j 被设置给变量 i 作为邻近聚焦建议点,并且子例程结束。

[0072] 此处,图 9 示出每个聚焦建议点 $C(i)$ 和与 $C(i)$ 对应的聚焦透镜单元的每个位置 $F(i)$ 。例如,如图 9 所示,当步骤 S101 中检测的聚焦透镜单元 111 的位置 $F(0)$ 位于近距离侧上的位置处时,步骤 S121 中的聚焦方向确定指示聚焦方向是无限远方向。此外,在步骤 S122 中,最接近 $F(0)$ 的聚焦建议点的索引是 1,因此值 1 被设置给变量 i 。

[0073] 接下来,在步骤 S123 中,失焦量计算单元 133 计算聚焦透镜单元 111 的失焦量和驱动速度,并且计算与聚焦建议点 $C(i)$ 相对应的聚焦透镜单元 111 的聚焦建议位置 $F(i)$ 作为目标位置。与每个 $C(i)$ 相对应的每个 $F(i)$ 具有如图 9 所示的关系。稍后描述确定失焦量和驱动速度的方法的细节。接下来,处理流程进入步骤 S124,其中,透镜控制单元 134 使用聚焦驱动器 113 和聚焦电机 112 以上述驱动速度将聚焦透镜单元 111 驱动到聚焦建议位置 $F(i)$ 。此后,在步骤 S125 中,对比度焦点计算单元 132 从图像处理单元 141 获得图像信号,并且计算与步骤 S102 中选择的聚焦检测区域相对应的区域的高频分量和对比度估计值 $V(i)$ 。

[0074] 随后,处理流程进入步骤 S130,其中,确定在步骤 S125 中获得的对比度估计值 $V(i)$ 是否大于预定阈值 α 。当 $V(i)$ 大于阈值 α 时,确定实现了对焦条件,处理流程返回步骤 S101,并且再次执行处理。另一方面,当 $V(i)$ 等于或小于阈值 α 时,确定尚未实现对焦条件,并且处理流程进入步骤 S140。注意, α 是任意值,并且预定值可以预先写入用于 α 的程序,或也可以采用这样的结构:其中可以通过提供音量控制器或开关(未示出)来外部地执行用于 α 的值的规范和选择。稍后描述步骤 S130 中的聚焦确定方法。

[0075] 在步骤 S140 中,确定聚焦确定是否已经执行达到与和在步骤 S121 中确定的聚焦方向相对应的聚焦建议点的数量匹配的次數。当步骤 S140 中的确定结果为真时,从步骤 S101 再次执行处理。当步骤 S140 中的确定结果为假时,处理流程进入步骤 S141,其中,与在步骤 S121 中确定的聚焦方向相对应的下一聚焦建议点被设置在变量 i 中。也就是说,在聚焦方向上位于比当前聚焦透镜单元 111 的位置更远并且最接近当前聚焦透镜单元 111 的

聚焦建议位置被设置为聚焦透镜单元的目标位置。然后,再次从步骤 S123 执行处理。

[0076] 在步骤 S150 中,在对象没有周期性图案的情况下执行正常混合自动聚焦处理。使用相位差方法和对比度方法的混合方法的自动聚焦是公知的,因此图 10 示出子例程的流程图作为简单示例。首先,在步骤 S151 中,在由相位差焦点计算单元 131 计算的聚焦建议点当中,选择具有最大相关估计值的聚焦建议点。随后,失焦量计算单元 133 计算聚焦透镜单元 111 的目标位置。接下来,在步骤 S152 中,透镜控制单元 134 使用聚焦驱动器 113 和聚焦电机 112 驱动聚焦透镜单元 111。随后,在步骤 S153 中,对比度焦点计算单元 132 从图像处理单元 141 取得图像信号,并且计算对比度估计值。然后,在步骤 S154 中,与步骤 S110 和 S130 相似地执行聚焦判断。当实现了对焦条件时,目前的子例程结束。当未实现对焦条件时,处理流程进入步骤 S155。在步骤 S155 中,计算用于使用对比度估计值执行所谓的爬山确定的失焦量。随后,从步骤 S152 重复地执行处理,直到实现对焦条件。

[0077] 在此,描述当在图 3 中所示的流程图的步骤 S120 中的确定结果为真时(即当确定周期性图案出现时)从失焦量和驱动速率的计算到聚焦条件的确定的处理。图 11 示出在聚焦透镜单元 111 的初始位置 $F(0)$ 位于近距离侧上的情况下应用该实施例时直到获得对焦状态的处理。图 11 的水平轴指示由相位差焦点计算单元 131 计算的聚焦建议点 $C(i)$ 、以及每个 $C(i)$ 相对应的聚焦透镜单元 111 的聚焦建议位置 $F(i)$ 。图 11 的垂直轴指示基于相位差的聚焦建议点 $C(i)$ 的相关估计值、以及由对比度焦点计算单元 132 计算的对比度估计值 $V(i)$ 。图 11 的 $F(0)$ 表示步骤 S101 中由透镜控制单元 134 检测的聚焦透镜单元 111 的位置。当执行步骤 S123 时,在假设在步骤 S122 中满足 $i=1$ 的情况下,聚焦透镜单元 111 的目标位置被设置在 $F(1)$ 处。此外,透镜控制单元 134 确定聚焦透镜单元 111 的驱动速度以使得当聚焦透镜单元 111 到达位置 $F(1)$ 时更新从图像处理单元 141 输出的图像,并且在步骤 S124 中驱动聚焦透镜单元 111。如上所述,当假设从图像处理单元 141 输出的图像的更新时段是 16 毫秒时,执行驱动以使得在 16 毫秒的整数倍逝去之后执行步骤 S125 以获得对比度估计值 $V(1)$ 。然后,在步骤 S130 中基于对比度估计值 $V(1)$ 执行聚焦确定。对比度估计值 $V(1)$ 小于 α ,因此在步骤 S140 和 S141 中把作为下一聚焦建议位置的 $F(2)$ 设置为目标位置,并且从步骤 S123 执行相同处理。当满足 $i=3$ 时,对比度估计值 $V(3)$ 大于 α ,以使得在步骤 S130 中确定实现聚焦,并且处理结束。

[0078] 图 12 示出聚焦透镜单元 111 的轨迹。在图 12 中,水平轴指示时间,而垂直轴指示聚焦透镜单元 111 的位置。如图 12 所示,从时间 $T(0)$ 到时间 $T(3)$,将聚焦透镜单元 111 从位置 $F(0)$ 驱动到位置 $F(3)$,并且获得对比度估计值 $V(0)$ 至 $V(3)$ 。当确定在给定的聚焦建议点处未实现对焦条件时,可以在不减小聚焦透镜单元 111 在给定聚焦建议点处的驱动速度的情况下,立即将聚焦透镜单元 111 驱动到下一聚焦建议点。此外,根据在聚焦建议点中的每一个处的失焦量(聚焦估计值),聚焦透镜单元 111 的驱动速度是可变的。也就是说,优选的是当失焦量较大(聚焦建议点更远离对焦位置)时把聚焦透镜单元 111 的驱动速度设置得较快。

[0079] 因此,在该实施例中,在与图像处理单元 141 的图像更新时段同步的情况下,在控制聚焦透镜单元 111 的位置和速度的同时将聚焦透镜单元 111 驱动到聚焦建议位置 $F(i)$ (聚焦建议点 $C(i)$),由此可以仅对邻近聚焦建议点执行对比度估计。也就是说,无需对各个聚焦建议点之间的区域执行对比度估计,因此无需为了执行对比度估计来减少聚焦透镜

单元的驱动速度,以使得可以缩短达到真实聚焦点所需的时间。因此,与常规自动聚焦处理相比,可以增加对具有周期性图案的对象的自动聚焦处理的速度。此外,通过设置阈值 α ,无需搜索所有聚焦建议点,以使得可以高速地实现聚焦。

[0080] 注意,该实施例中的聚焦方向确定的方法可以采用与图 7 所示的方法不同的方法。例如,也可以根据聚焦透镜单元 111 的初始位置 $F(0)$ 与聚焦建议位置 $F(i)$ 的集合之间的关系确定聚焦方向。

[0081] 第二实施例

[0082] 在计算具有周期性图案的对象的相位差的情况下,假定相位差传感器的像素用作单位,聚焦建议点之间的相位差间隔大体上是两个像素或更多。此外,灵敏度根据聚焦透镜单元的位置而不同,因此失焦量对于聚焦建议点之间的每个区域而不同,如图 12 所示。因此,在失焦量大的情况下,即使当以最大可能驱动速度来驱动聚焦透镜单元时,也存在图像处理单元 141 的图像更新时段在把聚焦透镜单元驱动到下一聚焦建议点之前到达的可能性。也就是说,在一些情况下,难以在与聚焦建议点对应的聚焦透镜单元的位置处执行对比度估计。

[0083] 在此情况下,利用在与聚焦建议点不同的区域中更新的图像的对比度估计值允许确定邻近聚焦建议点是否为真实聚焦点。

[0084] 在该实施例中,描述用于适于这样的情况自动聚焦的方法。

[0085] 第二实施例中的自动聚焦装置的结构、自动聚焦传感器的结构以及聚焦检测区域的布置与第一实施例中的图 1 和图 2A 中的相同,因此省略其描述。与第一实施例相似,通过采用图 2B 的图像拍摄场景作为示例来参照图 13 至图 16 给出描述。

[0086] 图 13 是示出自动聚焦装置 100 中的自动聚焦处理的流程的流程图。CPU 130 根据存储器(未示出)中存储的计算机程序来控制这些处理。

[0087] 在图 13 的步骤 S101 至 S103 中,与第一实施例相似,检测聚焦透镜单元 111 的位置 $F(0)$ 。此外,在焦点检测单元 122 中,激活由开关 201 选择的相位差传感器。接下来,计算由开关 201 选择的聚焦检测区域 514 的相位差和聚焦建议点。

[0088] 在步骤 S120 中,与第一实施例相似,执行周期性图案确定。当确定对象具有周期性图案时,处理流程进入步骤 S121,而当确定对象没有周期性图案时,处理流程进入步骤 S150。在步骤 S150 中,与第一实施例相似,执行正常混合自动聚焦处理,并且从步骤 S101 重复处理。在步骤 S121 中,与第一实施例相似,执行聚焦方向的确定。

[0089] 随后,在步骤 S210 中,失焦量计算单元 133 执行失焦量的计算。图 14 示出步骤 210 中的子例程。首先,在步骤 S211 中,透镜控制单元 134 检测聚焦透镜单元 111 的位置。接下来,在步骤 S212 中,使用对比度估计值来执行邻近对焦确定。当确定结果指示目前的聚焦位置在对焦位置的邻近区中时,处理流程进入步骤 S122,而当确定结果不指示目前的聚焦位置在对焦位置的邻近区中时,处理流程进入步骤 S214。稍后描述步骤 S212 中的确定方法的细节。

[0090] 在步骤 S122 中,与第一实施例相似,设置相对于在步骤 S211 中检测到的聚焦透镜单元 111 的位置的邻近聚焦建议点 i 。接下来,处理流程进入步骤 S213,其中,邻近聚焦建议位置 $F(i)$ 被设置为聚焦透镜单元 111 的目标位置,并且子例程结束。此外,在步骤 S214 中,在步骤 S121 中确定的聚焦方向末端被设置为目标位置,并且子例程结束。聚焦方向末

端是指与检测到的聚焦方向相对应的聚焦透镜单元的位置的极限(即其末端)。

[0091] 描述返回图 13 的流程图。接下来,处理流程进入步骤 S124,其中,将聚焦透镜单元 111 驱动到目标位置,与第一实施例相似。随后,处理流程进入步骤 S211,其中,存储前一个计算出的对比度估计值。处理流程进入步骤 S125,其中,计算对比度估计值,与第一实施例相似。此外,处理流程进入步骤 S130,其中,确定是否实现了对焦条件,与第一实施例相似。当实现了对焦条件时,从步骤 S101 再次执行处理,而当未实现对焦条件时,处理流程返回步骤 S210。重复地执行上述处理。

[0092] 在此,实现直到对焦条件的处理,并且参照图 15 和图 16 描述当执行图 13 的流程图时图 14 的步骤 S212 中的确定方法。与第一实施例中描述的图 11 相似,在图 15 中,水平轴指示聚焦透镜单元 111 的聚焦建议点 $C(i)$ 和聚焦建议位置 $F(i)$ 。此外,图 15 的垂直轴相似地指示聚焦建议点 $C(i)$ 的相关估计值及其对比度估计值 $V(i)$ 。在图 16 中,水平轴指示时间,垂直轴指示聚焦透镜单元 111 的位置,与第一实施例中描述的图 12 相似。

[0093] 在此,在图 16 的时间 $T(0)$,假设步骤 S101 中检测到的聚焦透镜单元 111 的位置 $F(0)$ 位于图 15 和图 16 所示的位置处。此外,假设真实聚焦位置是 $F(3)$ 。在此情况下,在步骤 S121 中,作为聚焦方向确定的结果,确定聚焦方向是无限远方向。在作为下一步骤 S210 中的子例程的图 14 的步骤 S212 中,通过使用对比度估计值来确定当前位置是否在对焦位置的邻近区中。在该处理中,获得的最新对比度估计值 $V(i)$ 与步骤 S211 中存储的前一个对比度估计值进行比较。当最新对比度估计值 $V(i)$ 大于前一个对比度估计值时,确定当前位置在对焦位置的邻近区中。当最新对比度估计值 $V(i)$ 是前一个对比度估计值或更小时,确定当前位置不在对焦位置的邻近区中。当满足 $i=0$ 时,处理流程进入步骤 S214,其中,把目标位置设置在无限远侧末端,并且结束失焦量计算。接下来,在步骤 S124 中,朝向无限远侧驱动聚焦透镜单元 111。随后,在图 16 的时间 $T(1)$,在步骤 S125 中,计算对比度估计值 $V(1)$ 。

[0094] 然后,在步骤 S130 中执行聚焦确定。如图 15 所示,满足(对比度估计值 $V(1) < (\text{阈值 } \alpha)$),因此处理流程进入步骤 S210。以相同方式,重复地执行图 13 的步骤 S210 至 S130。然后,当满足 $i=2$ 时,在图 14 的步骤 S212 中,获得满足 $V(2) > V(1)$ 的结果,并且处理流程进入步骤 S213。在步骤 S213 中,搜索相对于获得 $V(2)$ 的聚焦透镜单元 111 的位置(即步骤 S211 中检测的聚焦透镜单元 111 的位置)的邻近聚焦建议位置 $F(i)$ 。换句话说,搜索位于在聚焦方向上比聚焦透镜单元 111 的位置更远的并且最接近于聚焦透镜单元 111 的位置的聚焦建议位置 $F(i)$,并且将其设置为目标位置。从图 15,获得 $i=3$,并且将 $F(3)$ 设置为目标位置。处理流程进入图 13 的步骤 S124,其中,将聚焦透镜单元 111 驱动到目标位置 $F(3)$ 。在步骤 S124 中,为了快速地实现对焦状态,假设与图像更新时段异步地将聚焦透镜单元 111 驱动到目标位置 $F(3)$ 。随后,处理流程进入步骤 S125,其中,获得对比度估计值 $V(3)$ 。然后,在步骤 S130 中的聚焦确定中,满足(对比度估计值 $V(3) > (\text{阈值 } \alpha)$),并且确定实现聚焦。在此,如图 16 所示,当关注聚焦透镜单元 111 的轨迹直到实现聚焦时,可以看见以恒定速度驱动聚焦透镜单元 111,直到实现对焦条件。注意,也可以与从图像处理单元 141 获得的图像的更新时段同步地确定从位置 $F(2)$ 到位置 $F(3)$ 的聚焦透镜单元 111 的驱动速度,如第一实施例中描述的那样。

[0095] 因此,通过利用在与聚焦建议点不同的区域中更新的图像的对比度估计值,确定

前一个或后一个聚焦建议点是否为真实聚焦点,并且由此可以将聚焦透镜单元 111 快速地驱动到对焦位置。

[0096] 第三实施例

[0097] 在第一实施例和第二实施例中,描述了聚焦透镜单元 111 的初始位置在近距离侧上的情况。在这些实施例中,聚焦建议点的集合出现在相对于聚焦透镜单元 111 的初始位置 $F(0)$ 的一个方向上,因此可以唯一地确定对焦位置的方向。另一方面,当聚焦透镜单元 111 的初始位置位于聚焦建议点的范围内时,难以唯一地确定对焦位置的方向。在此情况下,通过获得初始位置 $F(0)$ 的邻近区中的对比度估计值,可以执行对焦位置的方向确定。在确定对焦位置的方向之后,与第一实施例和第二实施例相似,可以通过使用在聚焦建议点处的对比度估计值来快速实现聚焦。在该实施例中,描述用于适于该情况的自动聚焦的方法。

[0098] 第三实施例中的自动聚焦装置的结构、自动聚焦传感器的结构以及聚焦检测区域的布置与第一实施例中的图 1 和图 2A 中的相同,因此省略其描述。与第一实施例相似,通过图 2B 的图像拍摄场景作为示例来参照图 17 至图 20 给出描述。

[0099] 图 17 是示出自动聚焦装置 100 中的自动聚焦处理的流程的流程图。CPU 130 根据存储器(未示出)中存储的计算机程序来控制这些处理。

[0100] 图 17 的步骤 S101 至 S103 与第一实施例和第二实施例中的相同,因此省略其描述。在步骤 S103 之后,处理流程进入步骤 S120,其中,执行周期性图案确定。当步骤 S120 中的确定结果为真时(即当确定存在周期性图案时),处理流程进入步骤 S310。当步骤 S120 中的确定结果为假时(即当对象是正常对象时),处理流程进入步骤 S150。在步骤 S150 中执行与第一实施例中相同的处理,因此省略其描述。

[0101] 在步骤 S310 中,执行聚焦方向确定。图 18 示出步骤 S310 中的子例程。首先,在步骤 S311 中,对比度焦点计算单元 132 计算对比度估计值 $V(0)$ 。接下来,处理流程进入步骤 S312,其中,失焦量计算单元 133 计算用于将聚焦透镜驱动预定量的失焦量。失焦量是任意量,失焦量可以预先写入到程序等,或可以基于自动聚焦装置的光学条件而被计算。然后,透镜控制单元 134 在前向方向上驱动聚焦透镜单元 111。在该实施例中,作为前向方向的示例,朝向近距离侧驱动聚焦透镜单元 111。接下来,处理流程进入步骤 S313,其中,对比度焦点计算单元 132 计算对比度估计值 $V(0)'$ 。随后,处理流程进入步骤 S314,其中,对比度估计值 $V(0)$ 和 $V(0)'$ 被相互比较。当满足 $V(0)' > V(0)$ 时,处理流程进入步骤 S315,而当满足 $V(0)' \leq V(0)$ 时,处理流程进入步骤 S316。在该实施例中,在步骤 S315 中,聚焦方向 1 与前向方向(即近距离侧)对应,在步骤 S316 中,聚焦方向 2 与相反方向(即无限远方向)对应。以此方式确定聚焦方向,并且结束用于聚焦方向确定的子例程。随后,处理流程进入图 17 的流程图的步骤 S122。

[0102] 步骤 S122、S123、S124、S125、S130、S140 和 S141 与第一实施例中的相同,因此省略其描述。重复地执行上述这些处理。

[0103] 在此,实现了直到对焦条件的处理,并且参照图 19 和图 20 描述当执行图 17 的流程图时图 18 的流程图中的聚焦方向确定的处理。与第一实施例中描述的图 11 相似,在图 19 中,水平轴指示聚焦透镜单元 111 的聚焦建议点 $C(i)$ 和聚焦建议位置 $F(i)$ 。此外,图 19 的垂直轴相似地指示聚焦建议点 $C(i)$ 的相关估计值及其对比度估计值 $V(i)$ 。在图 20

中,水平轴指示时间,垂直轴指示聚焦透镜单元 111 的位置,与第一实施例中描述的图 12 相似。

[0104] 在此,假设步骤 S101 中检测的聚焦透镜单元 111 的位置 $F(0)$ 位于图 19 所示的位置处。此外,假设真实对焦位置是 $F(3)$ 。在图 18 的步骤 S312 中,当假设在前向方向上(即朝向近距离侧)驱动聚焦透镜时,在图 19 所示的位置处获得步骤 S313 中获得的对比度估计值 $V(0)'$ 。接下来,在步骤 S314 中的聚焦方向的确定中,如图 19 和图 20 所示,满足 $V(0) > V(0)'$,因此处理流程进入步骤 S316,其中,确定聚焦方向与相反方向(即无限远方向)对应。然后,结束用于聚焦方向确定的子例程。接下来,当处理流程进入步骤 S122(其中与第一实施例相似地执行处理)时,最接近于 $F(0)$ 的聚焦建议点的索引是 3,并且值 3 被设置于变量 i 中。此外,在步骤 S123 和 S124 中,将聚焦透镜单元 111 驱动到 $F(3)$,并且获得步骤 S125 中的对比度估计值 $V(3)$ 。随后,在步骤 S130 中的聚焦确定中,满足(对比度估计值 $V(3) > (\text{阈值 } \alpha)$),因此确定实现聚焦,并且图 17 的流程图结束。

[0105] 因此,在该实施例中,通过获得初始位置 $F(0)$ 的邻近区中的对比度估计值,执行聚焦点的方向确定,并且通过执行聚焦方向确定,具有周期性图案的对象可被快速地聚焦。

[0106] 在该实施例中,虽然已经给出了与从图 20 的时间 $T(2)$ 到时间 $T(3)$ 的图像更新时段同步地执行聚焦透镜单元 111 的速度控制的情况的描述,但当聚焦透镜单元 111 可以在比图像更新时段的整数倍更短的时段中到达真实聚焦点时,可以通过最大速度将聚焦透镜单元 111 驱动到真实聚焦点,如在第二实施例中那样。

[0107] 此外,在该实施例中,虽然假设在用于图 18 的聚焦方向确定的子例程中在步骤 S312 中朝向作为前向方向的近距离侧驱动聚焦透镜单元 111,但也可以朝向作为前向方向的无限远侧驱动聚焦透镜单元 111。

[0108] 第四实施例

[0109] 第一实施例至第三实施例中的每一个已经描述了通过比较对比度估计值与阈值 α 来执行聚焦确定的示例。虽然描述了阈值 α 是任意值,但对比度估计值在对焦状态的峰值根据图像拍摄环境和对象条件而波动,因此存在这样的情况:难以唯一地确定阈值 α 。相应地,当执行使用图像信号的对比度自动聚焦时,一般使用其中通过执行所谓的爬山确定来搜索聚焦点的方法。以上描述了通过增加搜索点的数量来改进聚焦精度,但获得对焦状态是耗时的。在此情况下,通过对作为相位差目标位置计算出的邻近聚焦建议点执行爬山确定,可以获得快速和高精度的聚焦操作。在该实施例中,描述用于适于该情况的自动聚焦的方法。

[0110] 第四实施例中的自动聚焦装置的结构、自动聚焦传感器的结构以及聚焦检测区域的布置与第一实施例中的图 1 和图 2A 中的相同,因此省略其描述。与第一实施例相似,通过图 2B 的图像拍摄场景作为示例来参照图 21 至图 25 给出描述。

[0111] 图 21 是示出自动聚焦装置 100 中的自动聚焦处理的流程的流程图。CPU 130 根据存储器(未示出)中存储的计算机程序来控制这些处理。

[0112] 在图 21 的步骤 S101 至 S103、S120 至 S122 以及 S150 中,执行与第一实施例中的相同处理,因此省略其描述。

[0113] 在步骤 S122 之后,处理流程进入步骤 S401。在步骤 S401 中,执行失焦量的计算。此时,把目标位置设置在通过将聚焦建议位置 $F(i)$ 偏移预定值获得的位置 $F(i) - \Delta F$

处。与第一实施例相似,失焦量被确定为使得聚焦透镜单元到达目标位置所需的时间与图像更新时段的整数倍的时间相匹配。接下来,处理流程进入步骤 S402,其中,将聚焦透镜单元 111 驱动到位置 $F(i) - \Delta F$,与第一实施例的图 3 的步骤 S124 相似。也就是说,在图像更新时段 16 毫秒的整数倍的时间的逝去之后,聚焦透镜单元 111 到达目标位置。在此, ΔF 是任意值, ΔF 可以预先写入到程序等中或可以基于图像拍摄装置的光学条件而被计算,或也可以采用其中可以使用音量控制器或开关(未示出)外部地执行 ΔF 的选择和切换的结构。

[0114] 接下来,处理流程进入步骤 S410,其中,执行使用对比度估计值的爬山确定。图 22 示出步骤 S410 中的子例程。首先,在图 22 的步骤 S411 中,对比度焦点计算单元 132 从图像处理单元 141 获得图像,并且计算在聚焦透镜单元 111 的位置 $F(i) - \Delta F$ 处的对比度估计值 $V(i)'$ 。随后,处理流程进入步骤 S412,其中,透镜控制单元 134 将聚焦透镜单元 111 驱动到位置 $F(i)$ 。然后,处理流程进入步骤 S413,其中,与步骤 S411 相似,计算在聚焦透镜单元 111 的位置 $F(i)$ 处的对比度估计值 $V(i)$ 。此外,处理流程进入步骤 S414,其中,将聚焦透镜单元 111 驱动到通过使位置 $F(i)$ 偏移预定值而获得的位置 $F(i) + \Delta F$ 。然后,处理流程进入步骤 S415,其中,与步骤 S411 和 S413 相似,计算在聚焦透镜单元 111 的位置 $F(i) + \Delta F$ 处的对比度估计值 $V(i)''$ 。

[0115] 接下来,处理流程进入步骤 S416,其中,在步骤 S411 至 S415 中获得的对比度估计值 $V(i)$ 、 $V(i)'$ 和 $V(i)''$ 被彼此比较,以执行爬山确定。如步骤 S416 所示,当 $V(i) > V(i)'$ 并且 $V(i) > V(i)''$ 为真时,确定获得对焦条件,并且处理流程进入步骤 S417,其中,聚焦标记打开。另一方面,当步骤 S416 中的确定结果为假时,确定未获得对焦条件,并且处理流程进入步骤 S418,其中,聚焦标记关闭。

[0116] 图 23A、图 23B 和图 23C 示出当执行步骤 S416 中的确定时对比度估计值 $V(i)$ 、 $V(i)'$ 和 $V(i)''$ 对于聚焦透镜单元 111 的位置 $F(i)$ 、 $F(i) - \Delta F$ 和 $F(i) + \Delta F$ 的关系。当给出图 23A 所示的关系时,得到所谓的对比度峰值,在步骤 S416 中确定结果为真。

[0117] 另一方面,当给出图 23B 和图 23C 所示的关系时,尚未得到对比度峰值,因此步骤 S416 中确定结果为假。

[0118] 描述返回图 22 的流程图。在步骤 S417 之后,处理流程进入步骤 S419,其中,将聚焦透镜单元 111 驱动到聚焦建议位置 $F(i)$,并且用于爬山确定的子例程结束。

[0119] 描述返回图 21 的流程图。在步骤 S410 之后,处理流程进入步骤 S403,其中,执行在图 22 的步骤 S417 和 S418 中设置的聚焦标记的确定。当确定结果为真时,从步骤 S101 重复处理。另一方面,当步骤 S403 中的确定结果为假时,处理流程进入步骤 S140。在步骤 S140 和 S141 中,与第一实施例相似,设置另一聚焦建议点,从步骤 S401 重复处理,并且搜索另一聚焦建议点。

[0120] 在此,当执行图 21 的流程图时实现直到聚焦的处理,并且参照图 24 和图 25 描述图 22 的流程图中的所谓的爬山确定的处理。

[0121] 在图 24 中,与第一实施例中描述的图 11 相似,水平轴指示聚焦透镜单元 111 的聚焦建议点 $C(i)$ 和聚焦建议位置 $F(i)$ 。此外,图 24 的垂直轴相似地指示聚焦建议点 $C(i)$ 的相关估计值及其对比度估计值 $V(i)$ 。在图 25 中,与第一实施例中描述的图 12 相似,水平轴指示时间,而垂直轴指示聚焦透镜单元 111 的位置。

[0122] 假设在图 25 的时间 $T(0)$, 图 21 的步骤 S101 中检测到的聚焦透镜单元 111 的位置 $F(0)$ 处于图 24 和图 25 所示的位置处。此外, 与第一实施例至第三实施例相似, 假设真实对焦点为 $F(3)$ 。在图 21 的流程图的步骤 S121 中, 与第一实施例相似, 确定朝向对焦点的方向为无限远方向。接下来, 在步骤 S122 中, 值 1 被设置在聚焦建议点数量 i 中。然后, 执行步骤 S401 和 S402, 并且如图 24 和图 25 所示在作为步骤 S410 中的聚焦透镜单元 111 的位置 $F(1)$ 的邻近区中的三个点 $F(1) - \Delta F$ 、 $F(1)$ 和 $F(1) + \Delta F$ 的位置处执行爬山估计。对比度估计值 $V(1)$ 的邻近区中的对比度估计值 $V(1)'$ 和 $V(1)''$ 具有如图 23B 所示的位置关系。因此, 图 22 的流程图的步骤 S416 中的聚焦确定的结果为假, 并且处理流程进入步骤 S418。当满足 $i=2$ 时, 在图 25 所示的情况下, 获得与当满足 $i=1$ 时获得的相同对比度估计值。因此, 给出图 23B 所示的位置关系, 并且图 22 的流程图的步骤 S416 中的聚焦确定的结果为假。相似地, 当满足 $i=3$ 时, 对比度估计值具有如图 23A 所示的关系。因此, 图 22 的流程图的步骤 S416 中的聚焦确定的结果为真。然后, 在步骤 S419 中, 将聚焦透镜单元 111 驱动到位置 $F(3)$ 。

[0123] 图 25 示出聚焦透镜单元 111 的轨迹。如图 25 所示, 各个聚焦建议点之间的聚焦透镜单元 111 的驱动速度被设置为使得聚焦透镜单元 111 被快速地驱动, 与第一实施例相似。然而, 在位置 $F(i) \pm \Delta F$ 之间 (即在各个聚焦建议点的邻近区中) 减小驱动速度, 以获得对比度估计值。除了驱动速度的减小之外, 通过与计算各个对比度估计值的时序同步地驱动聚焦透镜单元 111, 可以仅在聚焦建议点的邻近区中有效地执行搜索。

[0124] 因此, 在该实施例中, 聚焦透镜单元 111 的驱动速度在聚焦建议点之间增大, 并且在聚焦建议点的邻近区中减小, 以由此高精度地快速地检测聚焦点。

[0125] 在该实施例中, 虽然已经描述了在图 21 的流程图中使用对比度估计值对聚焦建议点 $C(i)$ 的邻近区执行爬山确定的示例, 但通过应用图 10 的流程图的步骤 S152、S153、S154 和 S155, 可以详细地搜索聚焦点。

[0126] 虽然至此已经描述了本发明的示例性实施例, 但应理解, 本发明不限于这些实施例, 在不脱离本发明主旨的情况下, 可以进行各种修改和改变。

[0127] 例如, 可以组合并且执行第一实施例至第四实施例中描述的处理。此外, 为了支持多个图像拍摄场景, 可以提供开关单元以在这些处理之间进行切换。

[0128] 在本发明中, 虽然已经描述了在成像光学系统中提供分离单元并且提供使用分离的光束的焦点检测单元的示例, 但也可以采用这样的结构: 其中, 不提供半镜 121, 并且在自动聚焦装置 100 的外部提供焦点检测单元 122, 以使用来自外部光的光束来检测聚焦。

[0129] 此外, 在本发明中, 虽然已经描述了在成像光学系统中提供分离单元并且提供使用分离的光束的焦点检测单元的示例, 但也可以采用这样的结构: 其中, 不提供半镜 121, 并且图像拾取元件 140 和焦点检测单元 122 被提供作为一个单元。

[0130] 此外, 在本发明中, 如图 1 所示, 虽然在自动聚焦装置 100 中提供除了开关 201 之外的组件, 但所述组件可以在不同的单元中分离地提供。此外, 虽然相位差焦点计算单元 131、对比度焦点计算单元 132、失焦量计算单元 133 和透镜控制单元 134 被提供在一个 CPU 150 中, 但所述组件也可以在不同的 CPU 或算术单元中分离地提供或在自动聚焦装置 100 外部提供。

[0131] 此外, 在本发明中, 虽然图像信号的更新时段被设置为 16 毫秒, 但应理解, 其更新

时段不限于 16 毫秒,并且本发明可以根据图像信号的各个更新时段来执行。

[0132] 本申请要求于 2010 年 1 月 22 日提交的日本专利申请 No. 2010-012093 的权益,该日本专利申请的全部内容通过引用而合并到此。

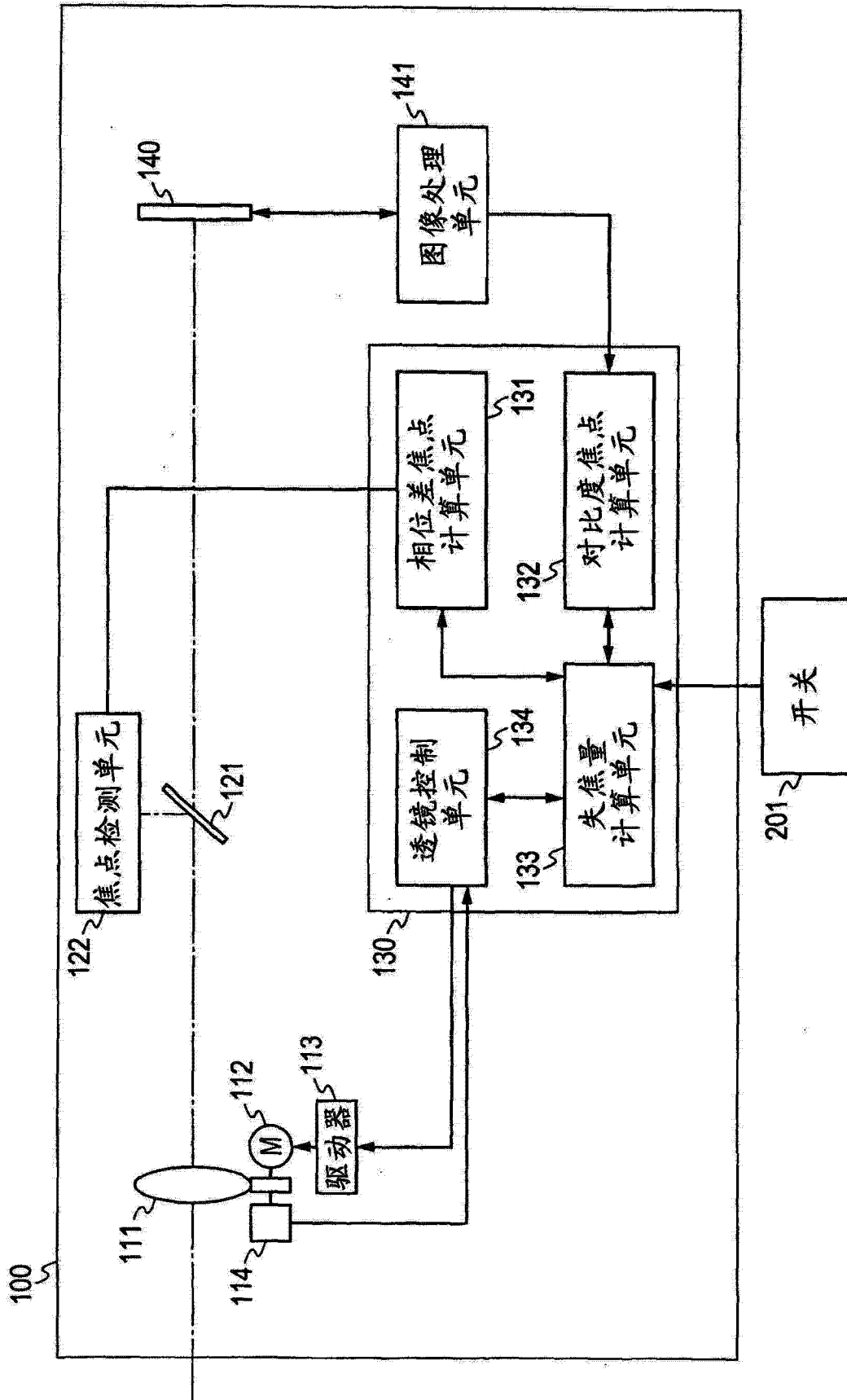


图 1

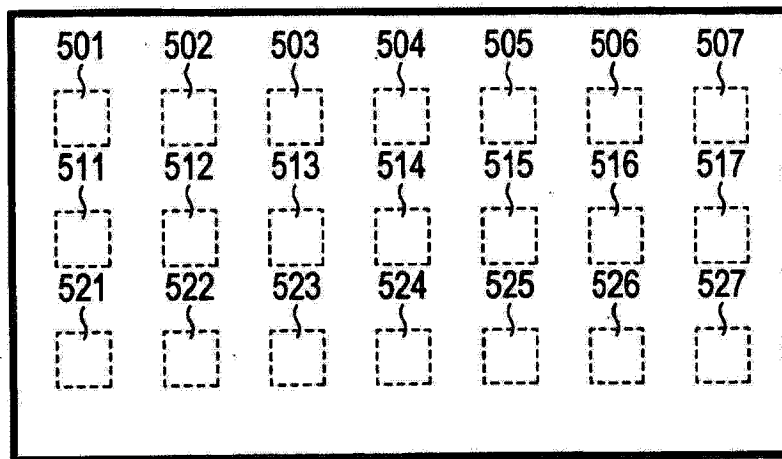


图 2A

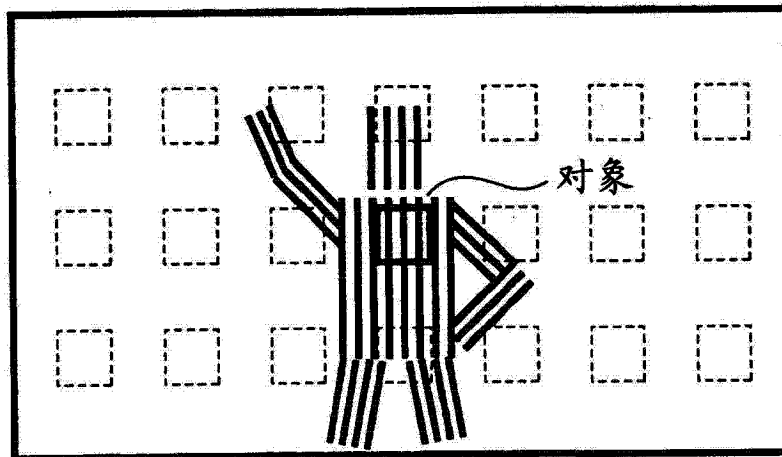


图 2B

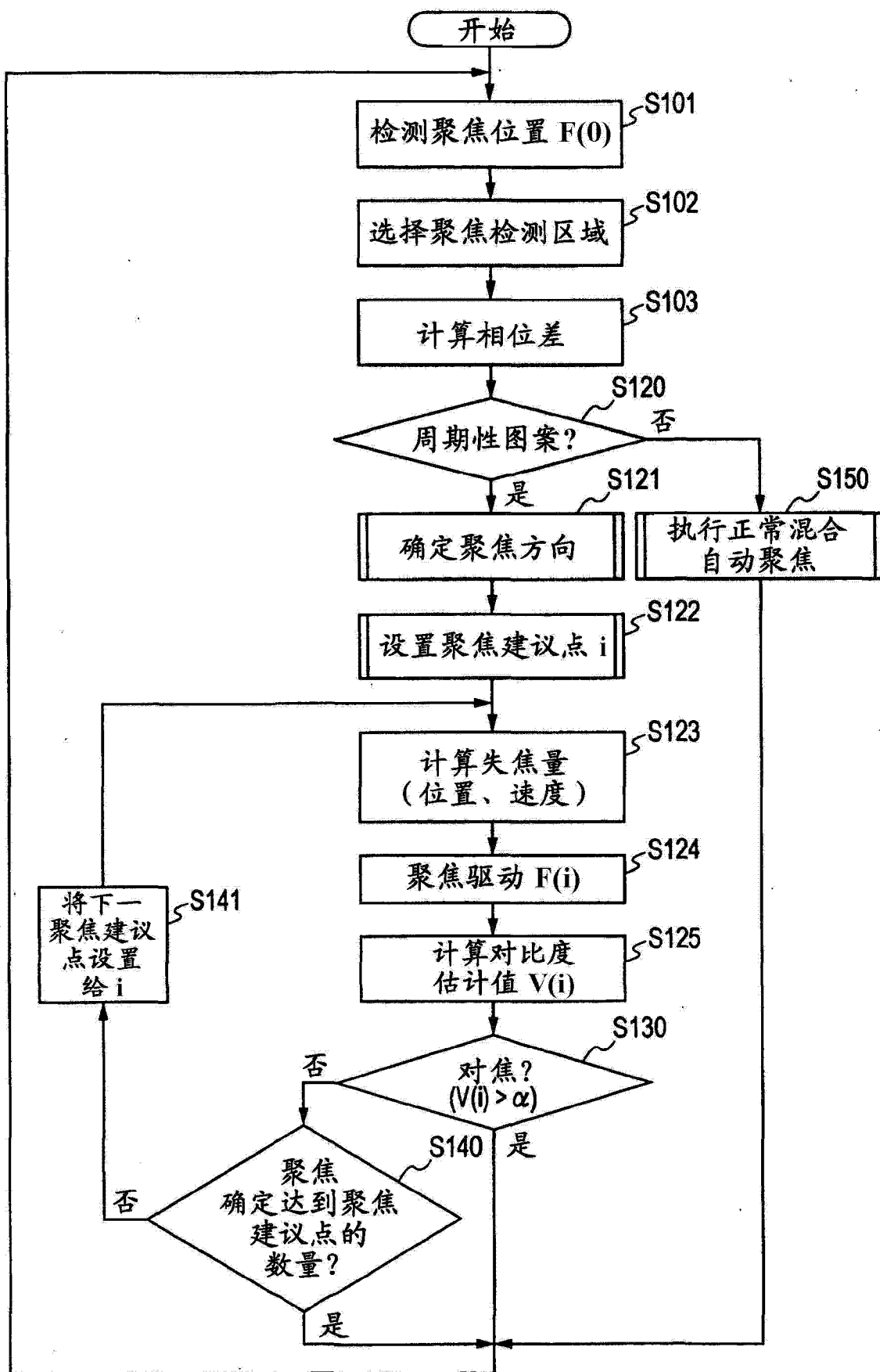


图 3

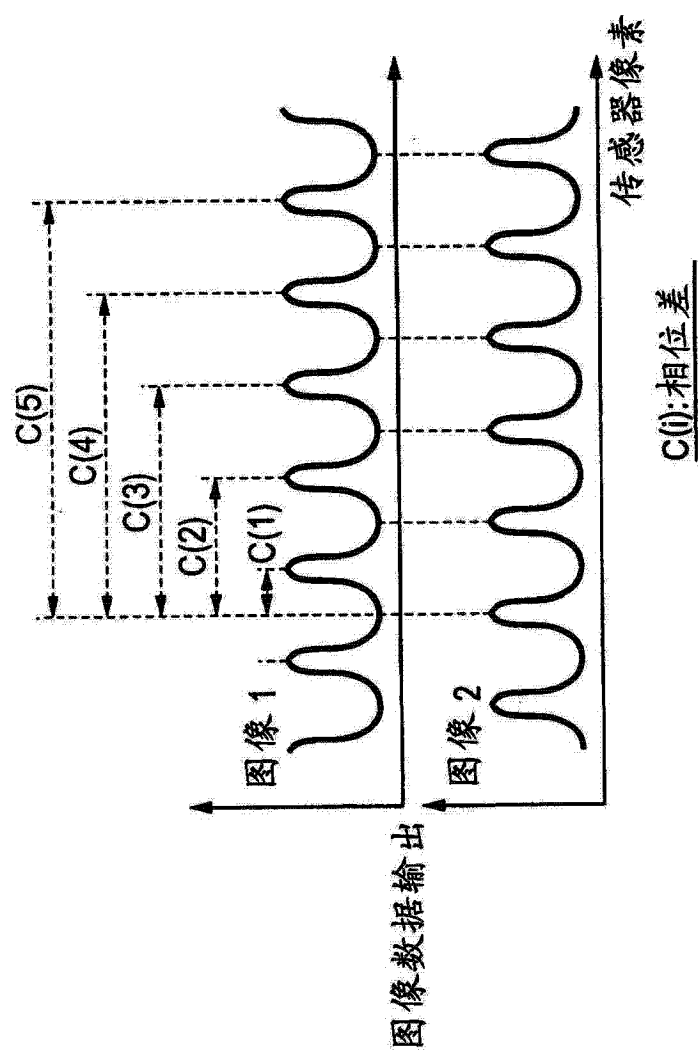


图 4

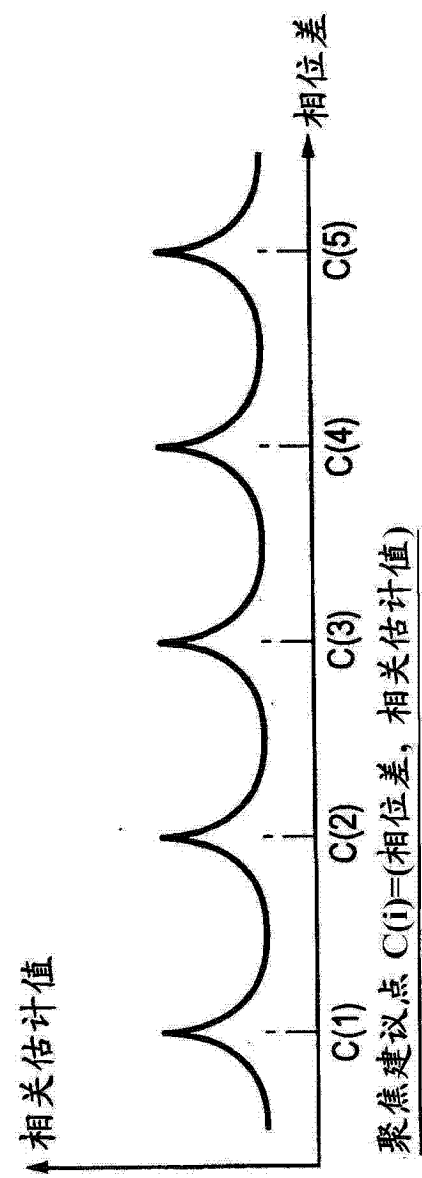


图 5

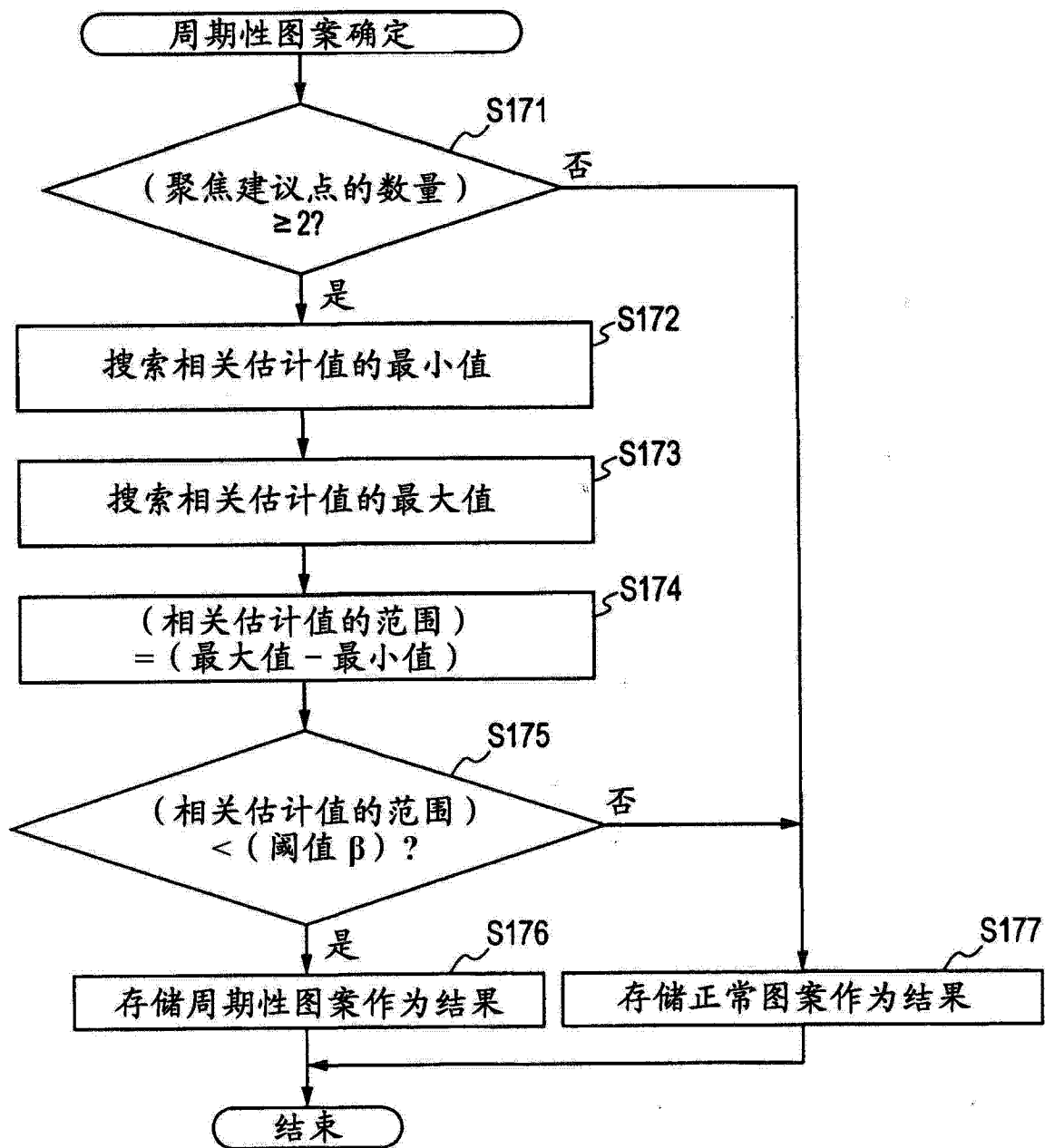


图 6

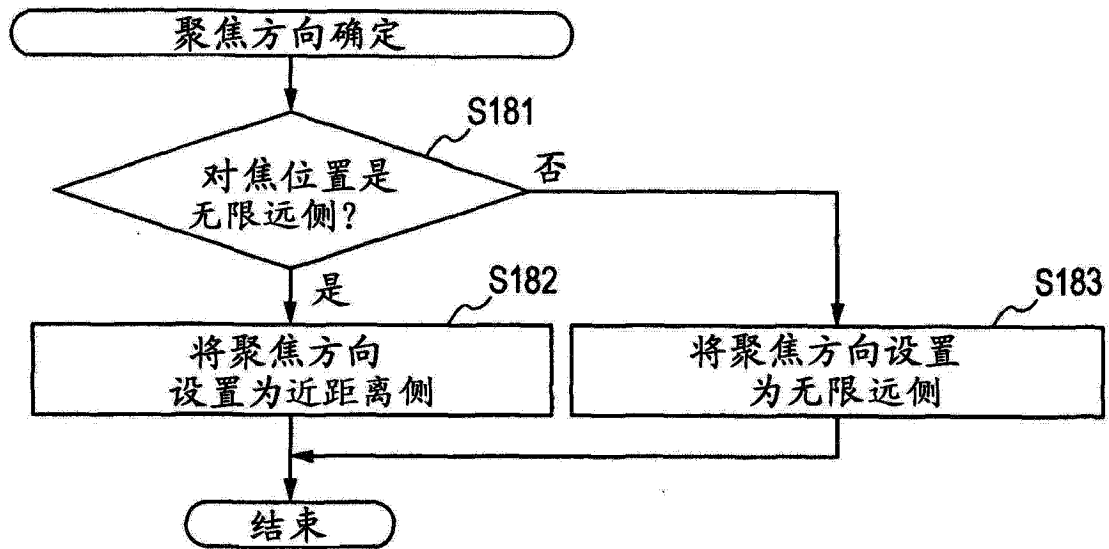


图 7

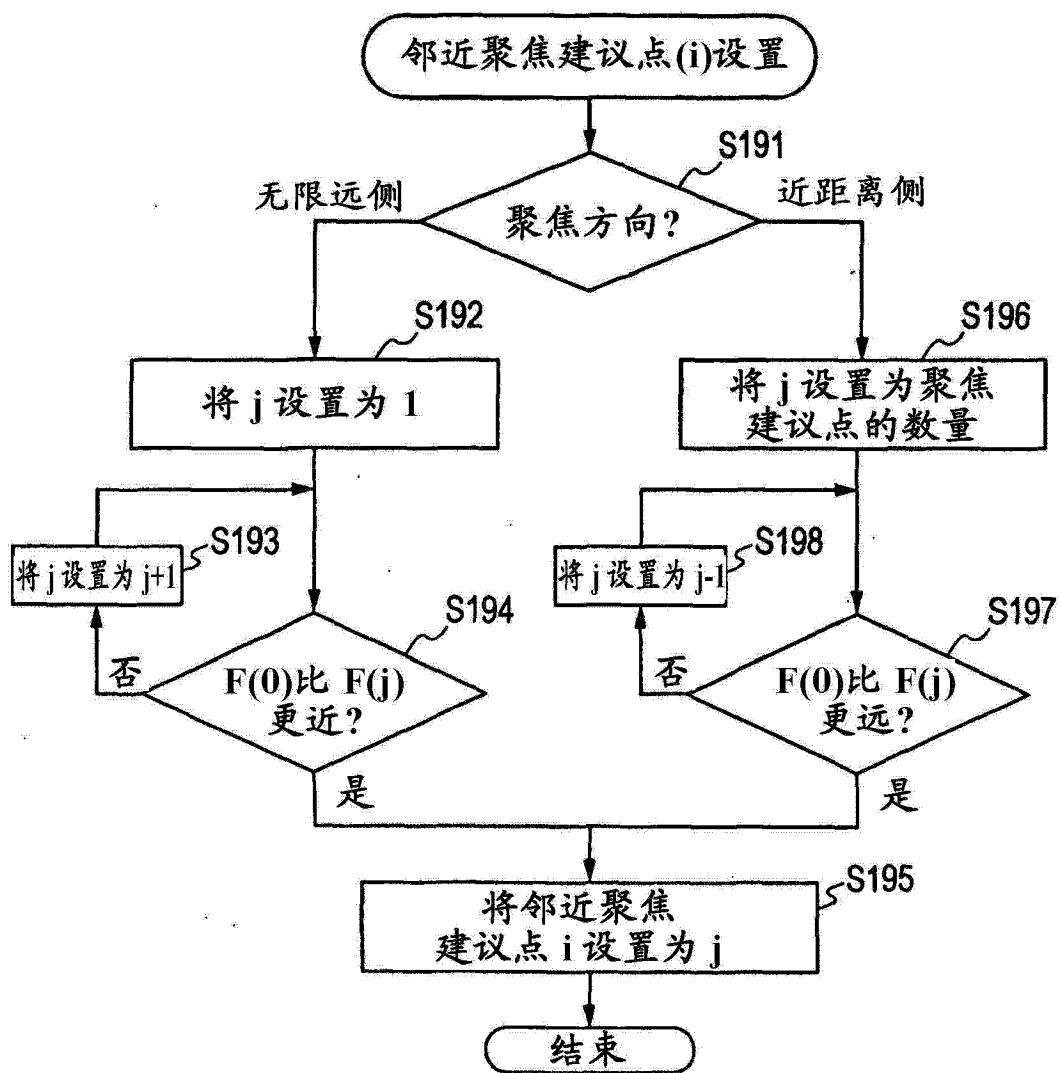


图 8

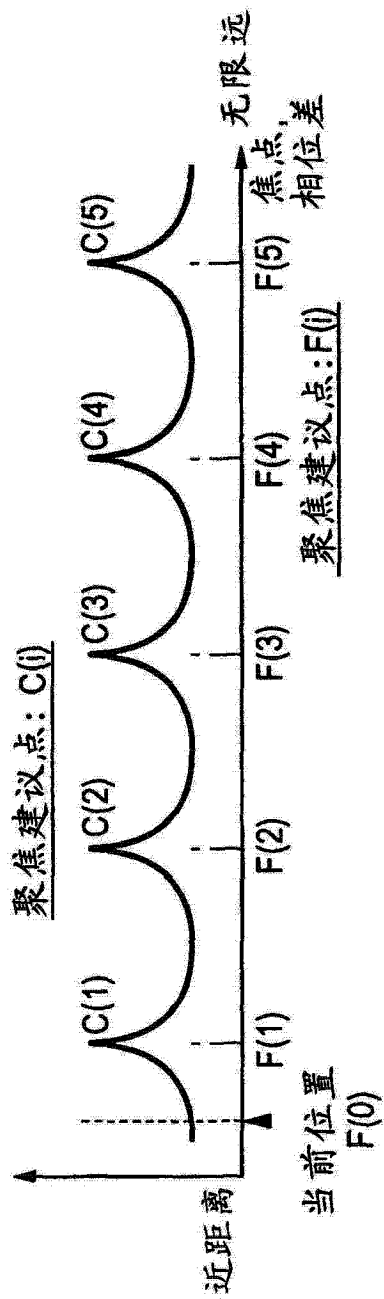


图 9

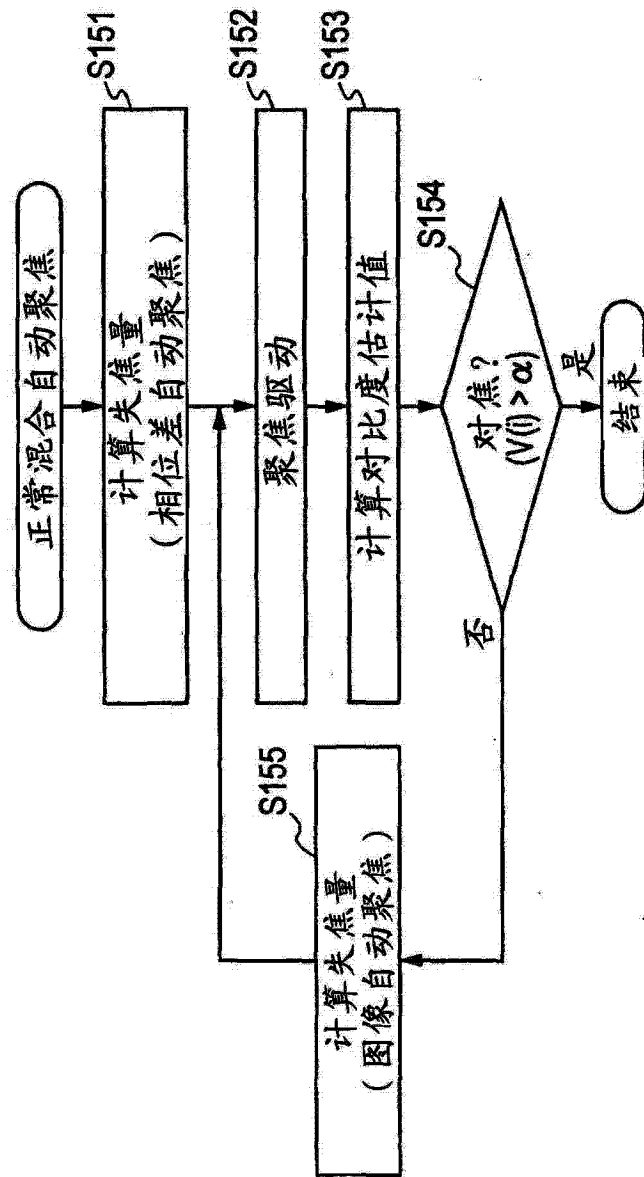


图 10

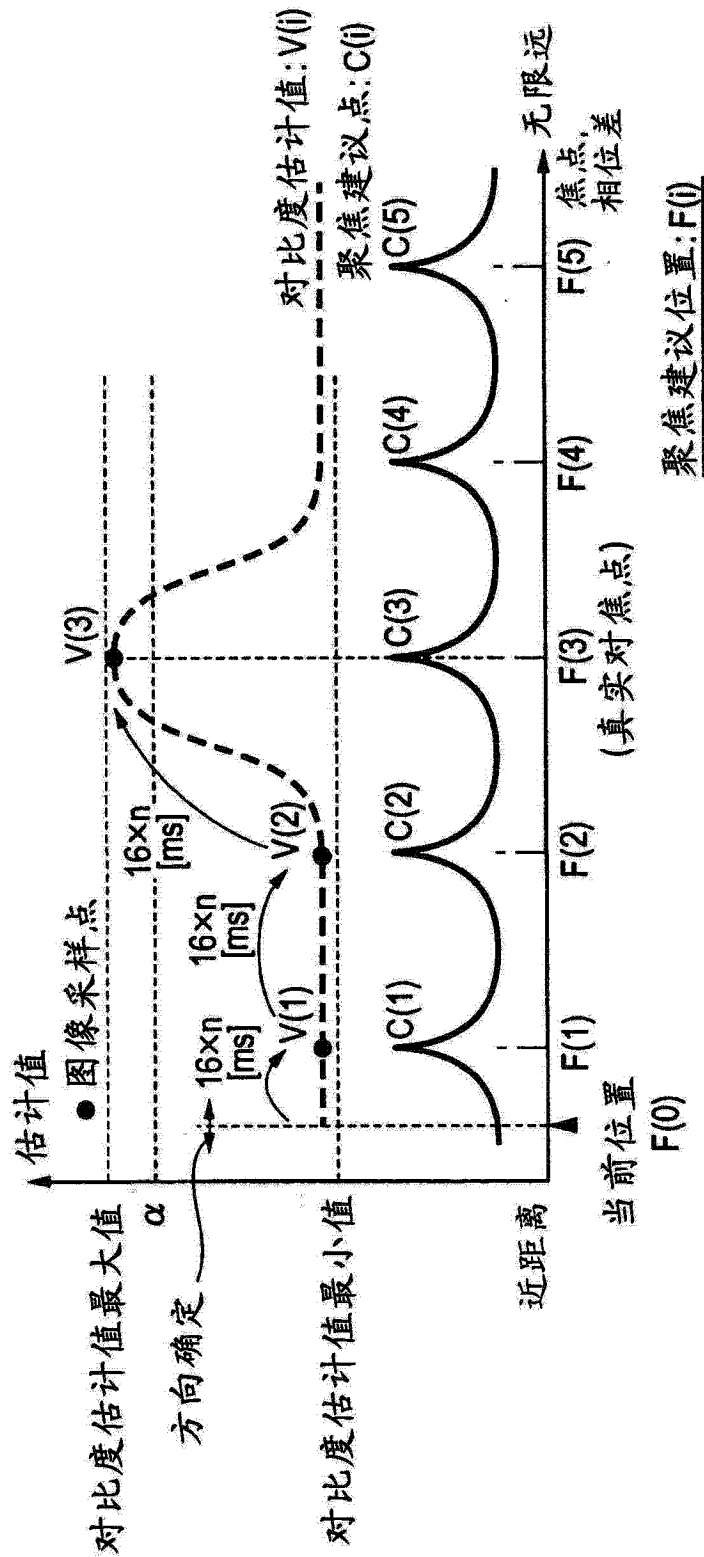


图 11

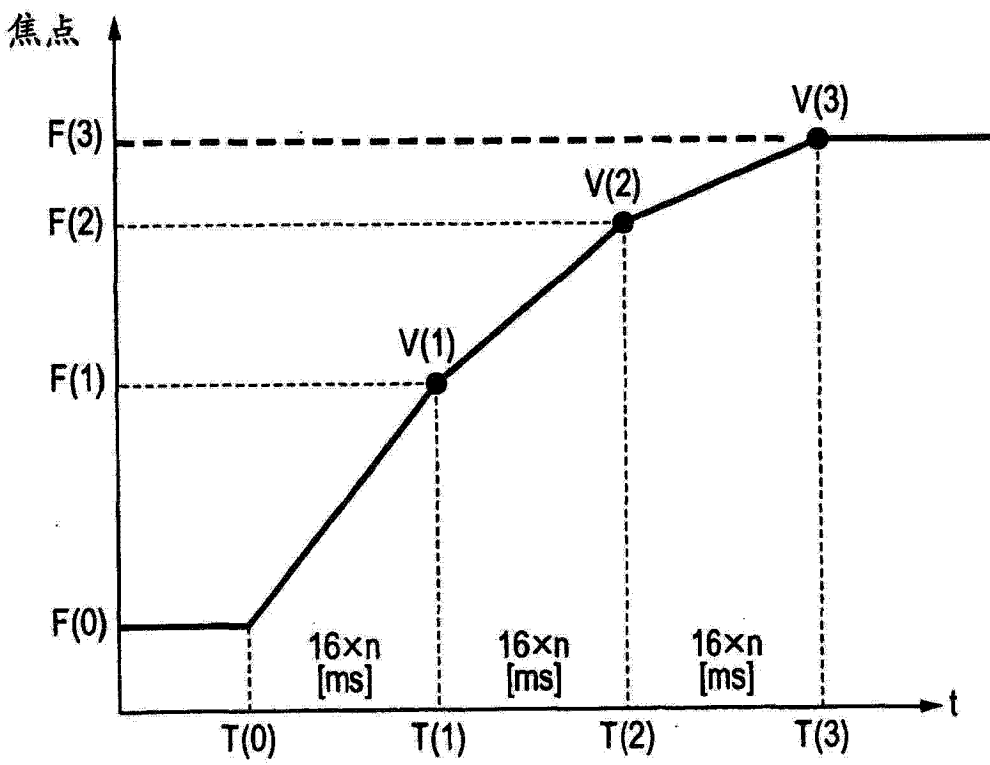


图 12

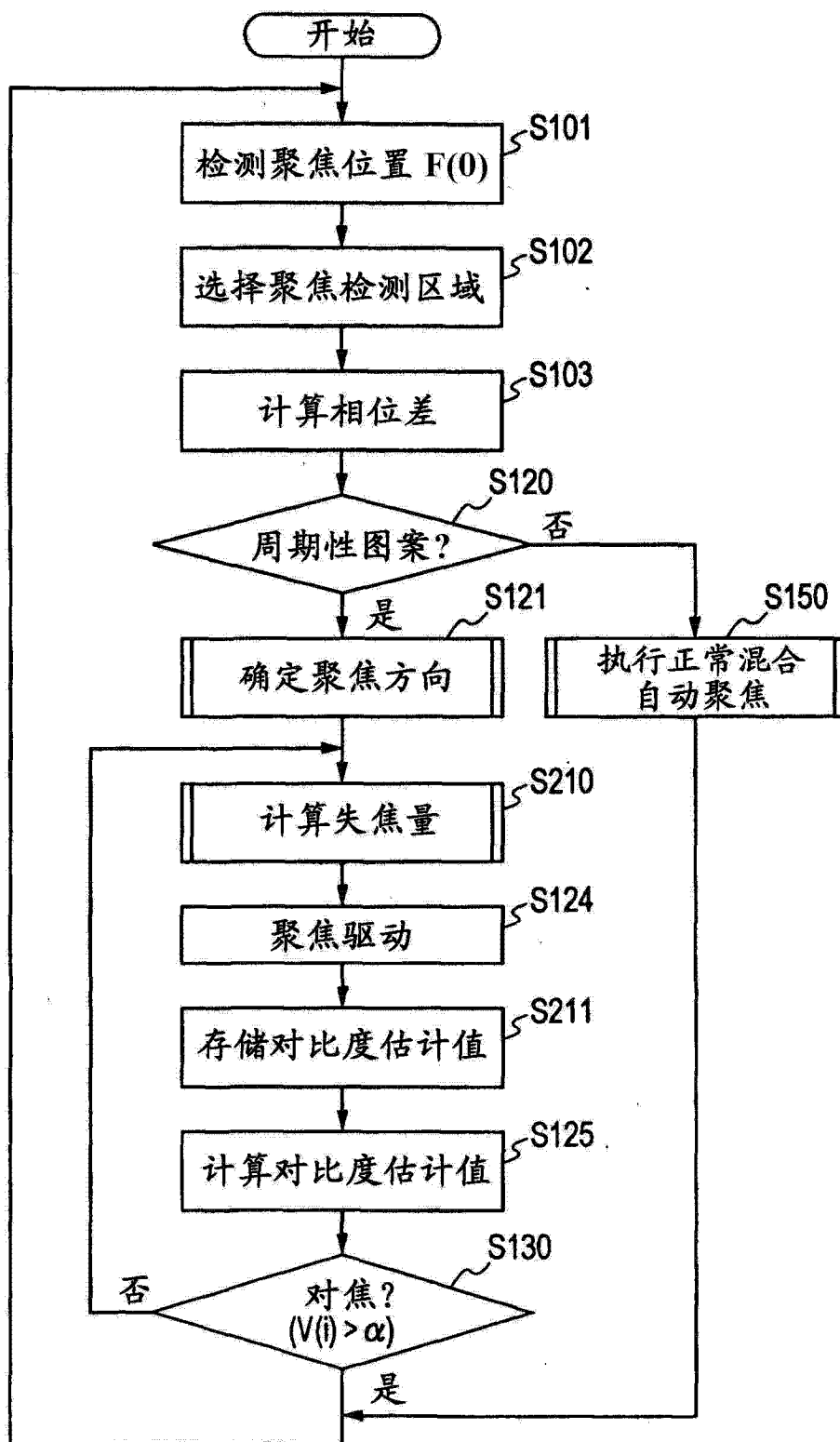


图 13

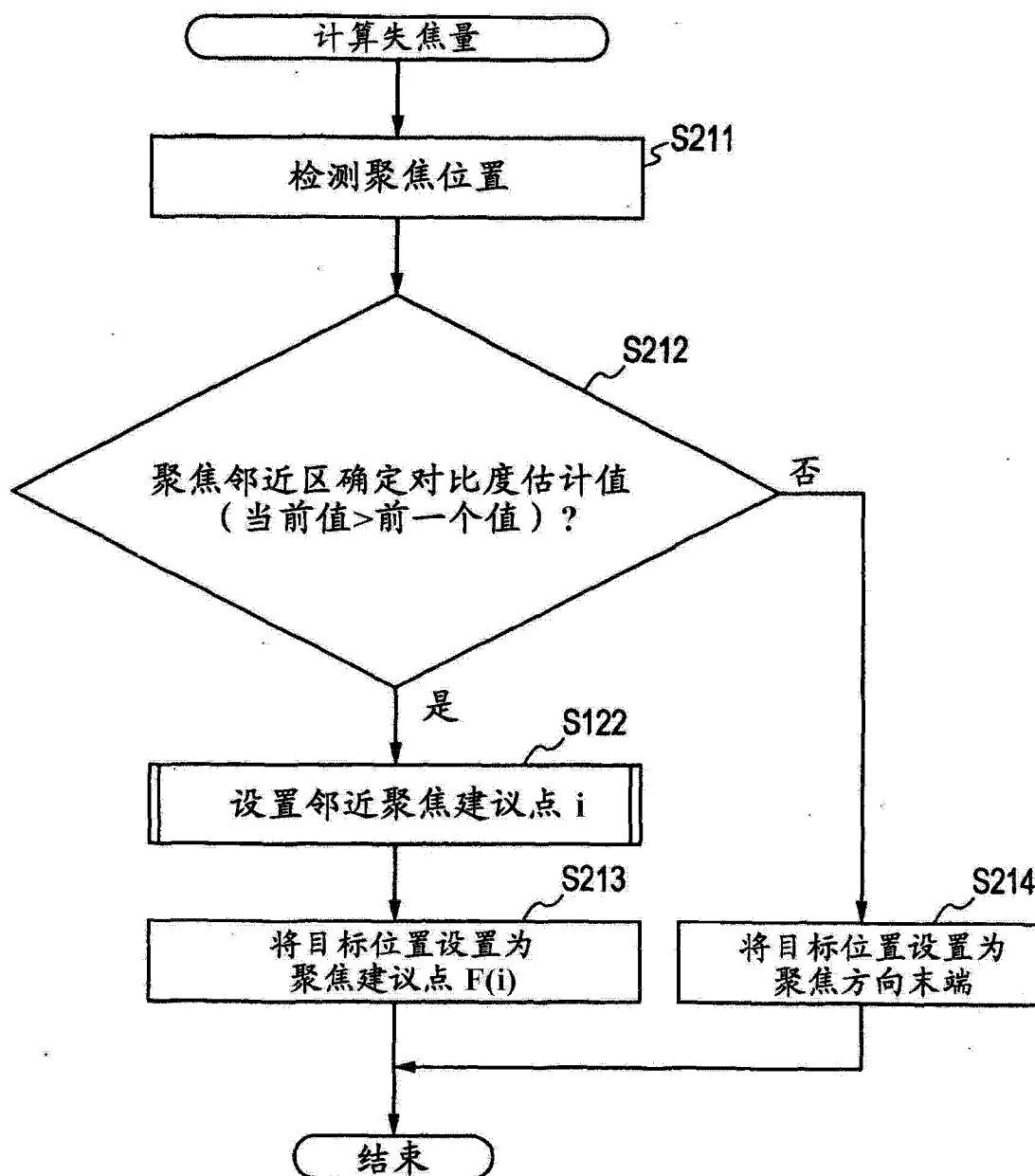


图 14

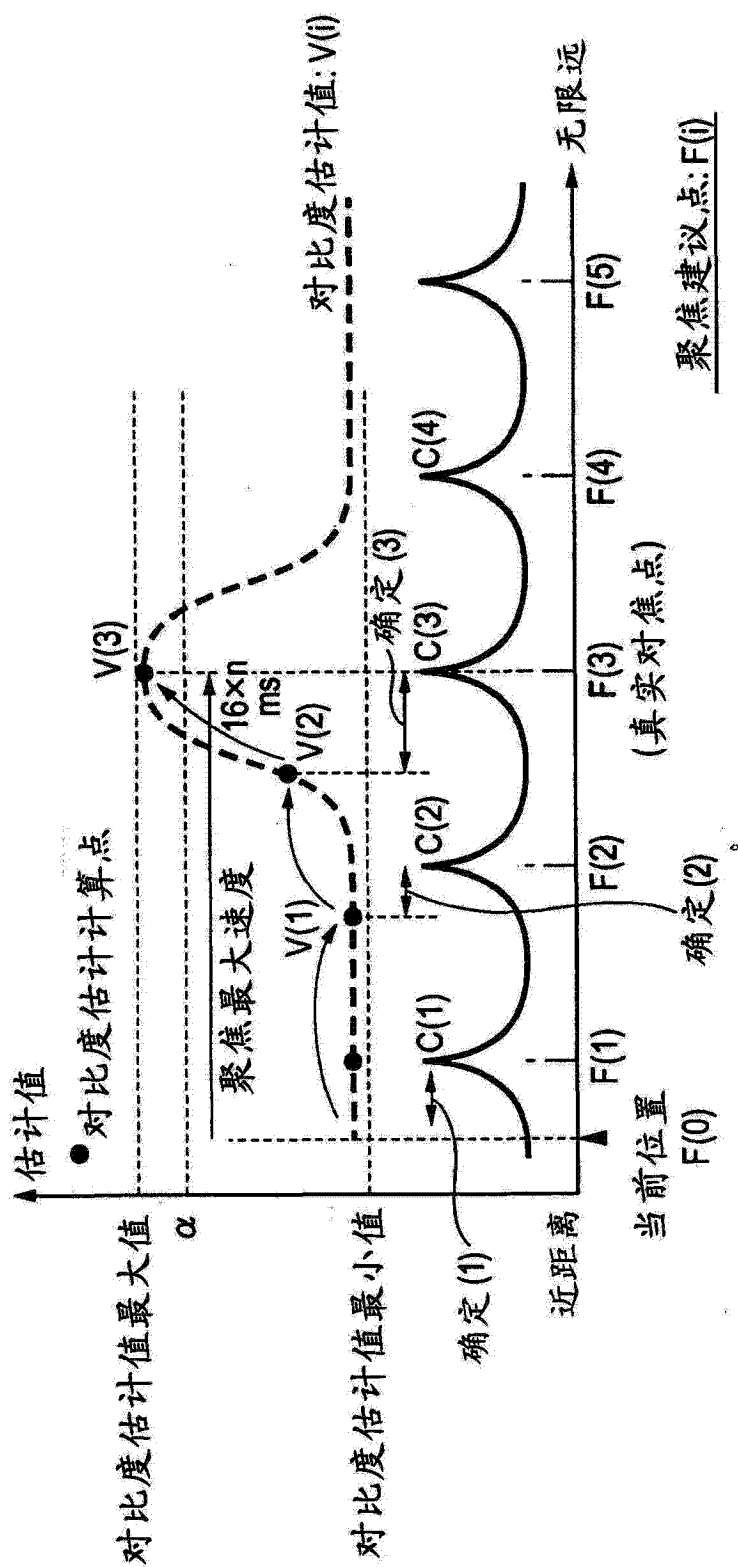


图 15

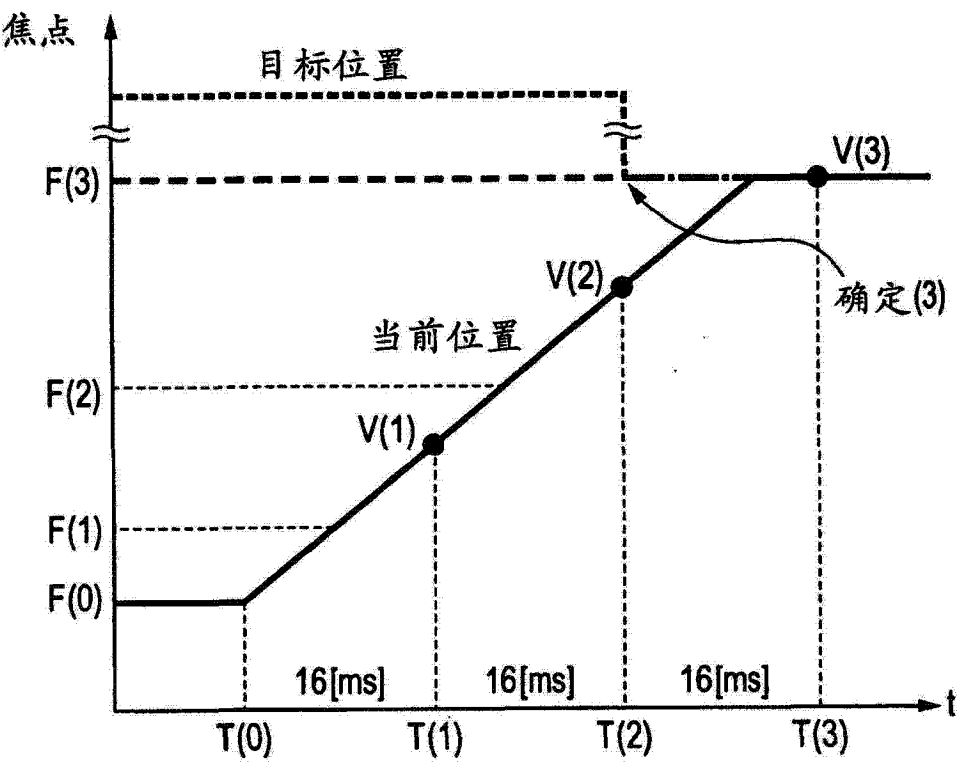


图 16

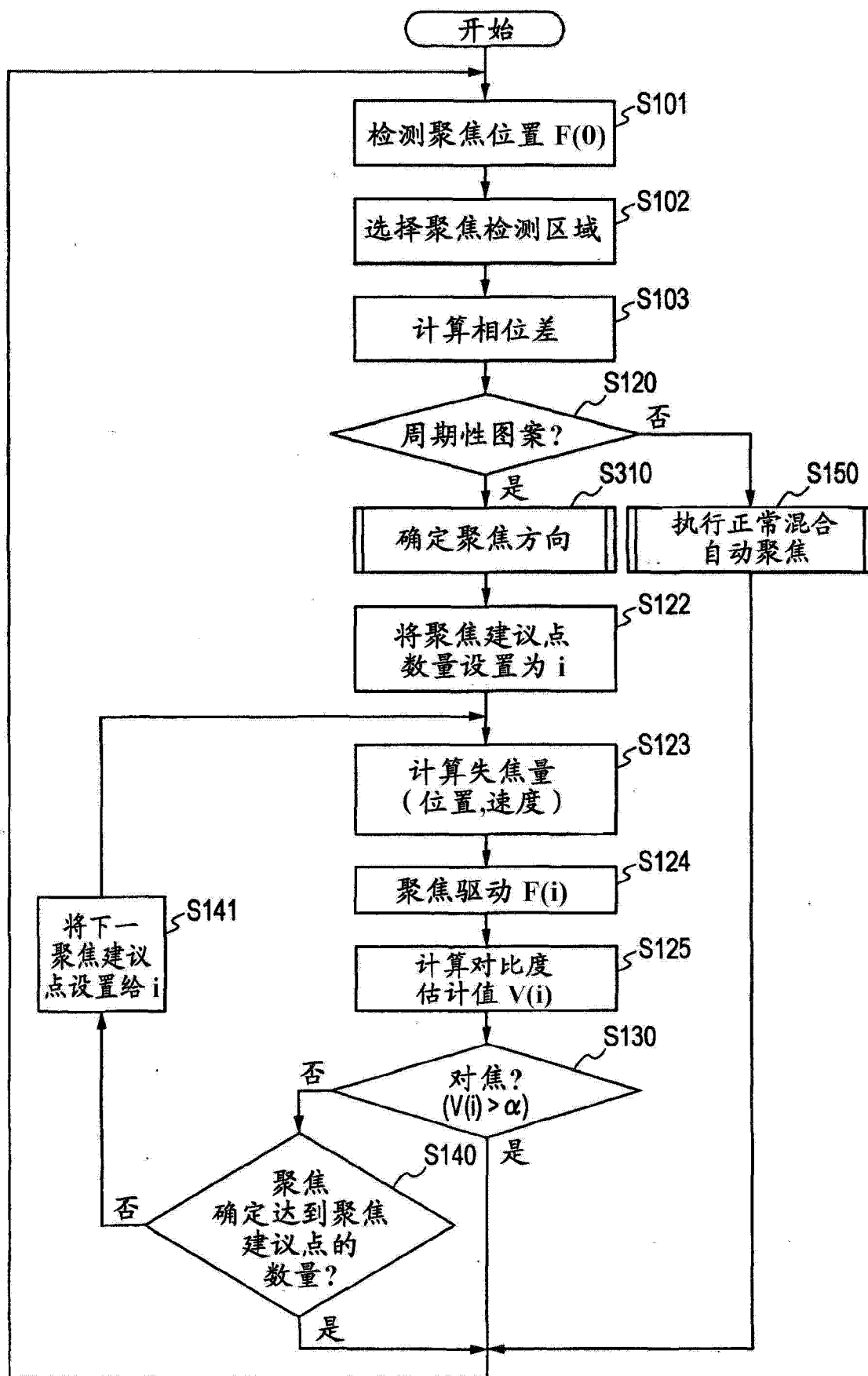


图 17

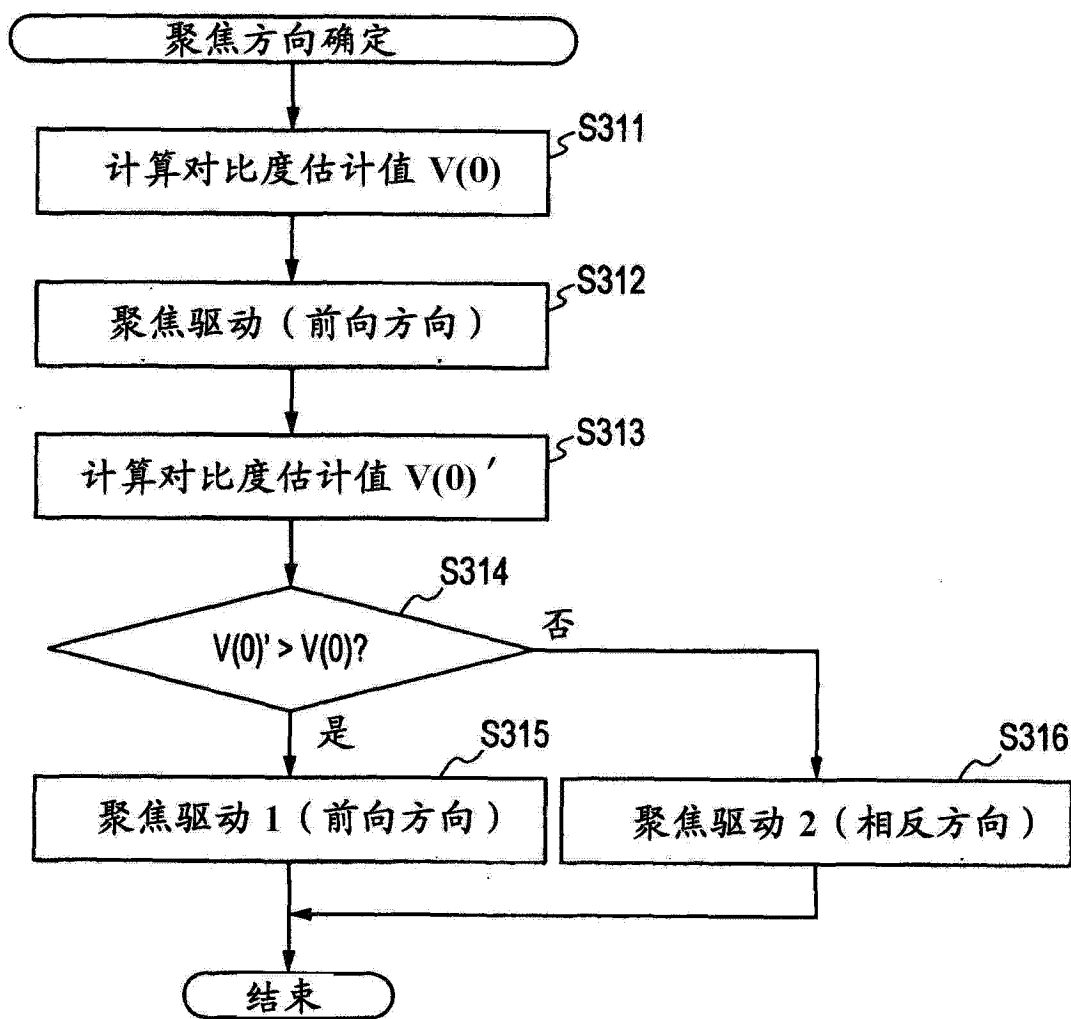


图 18

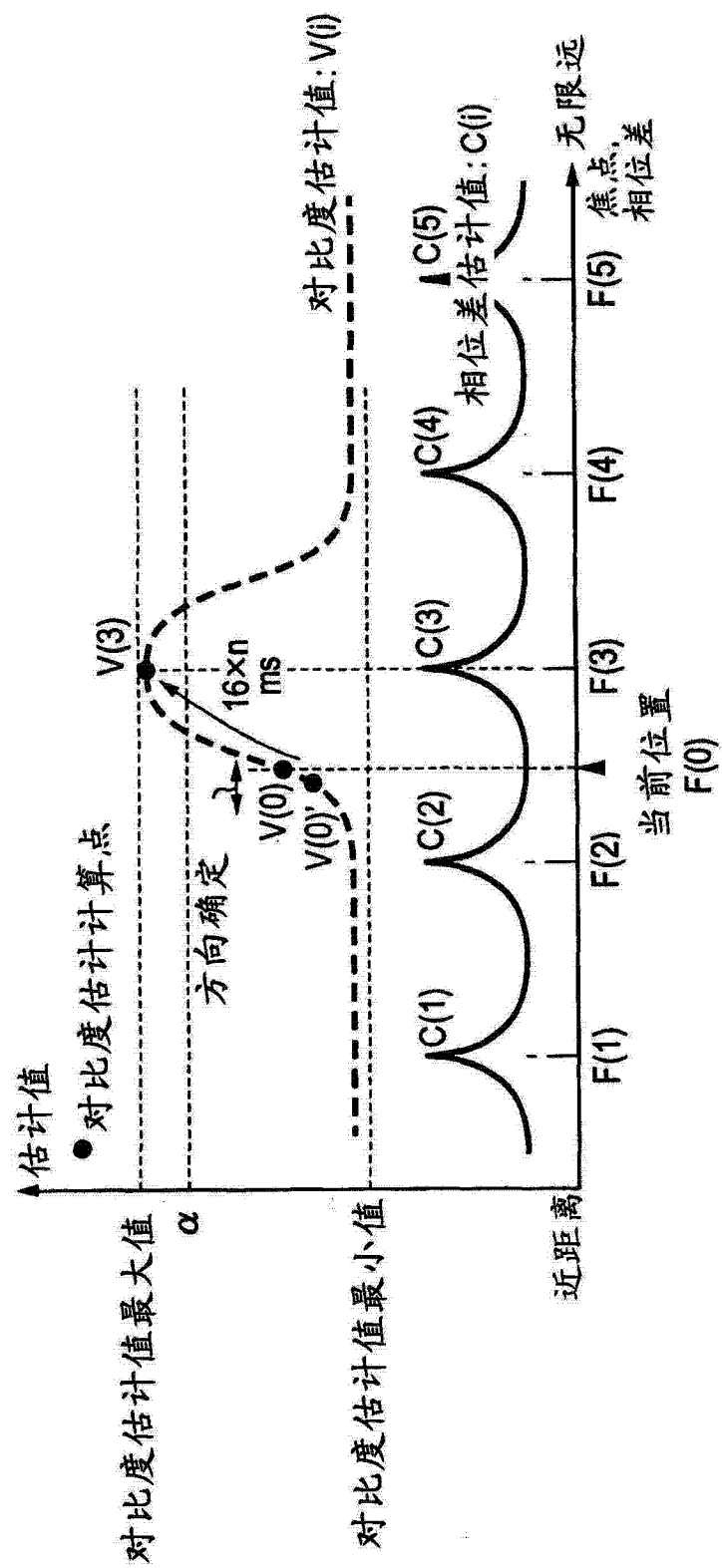


图 19

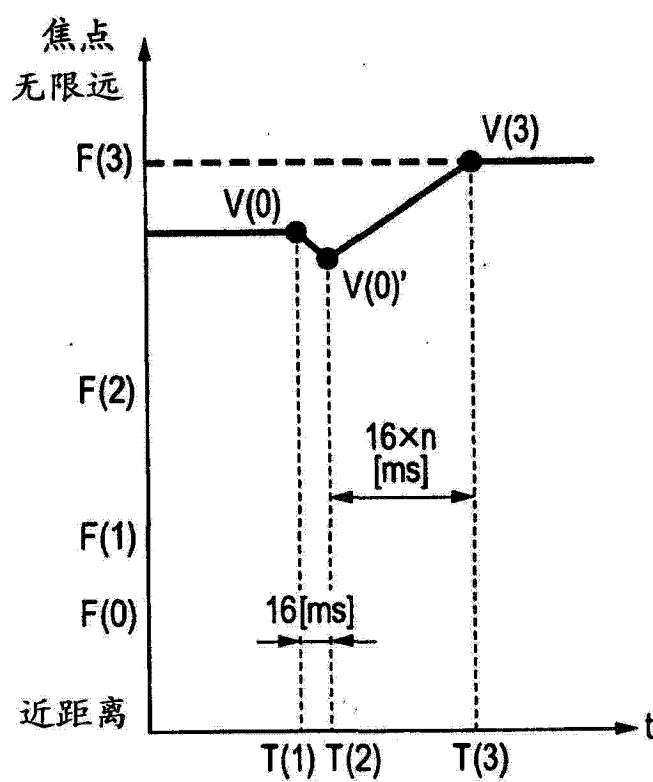


图 20

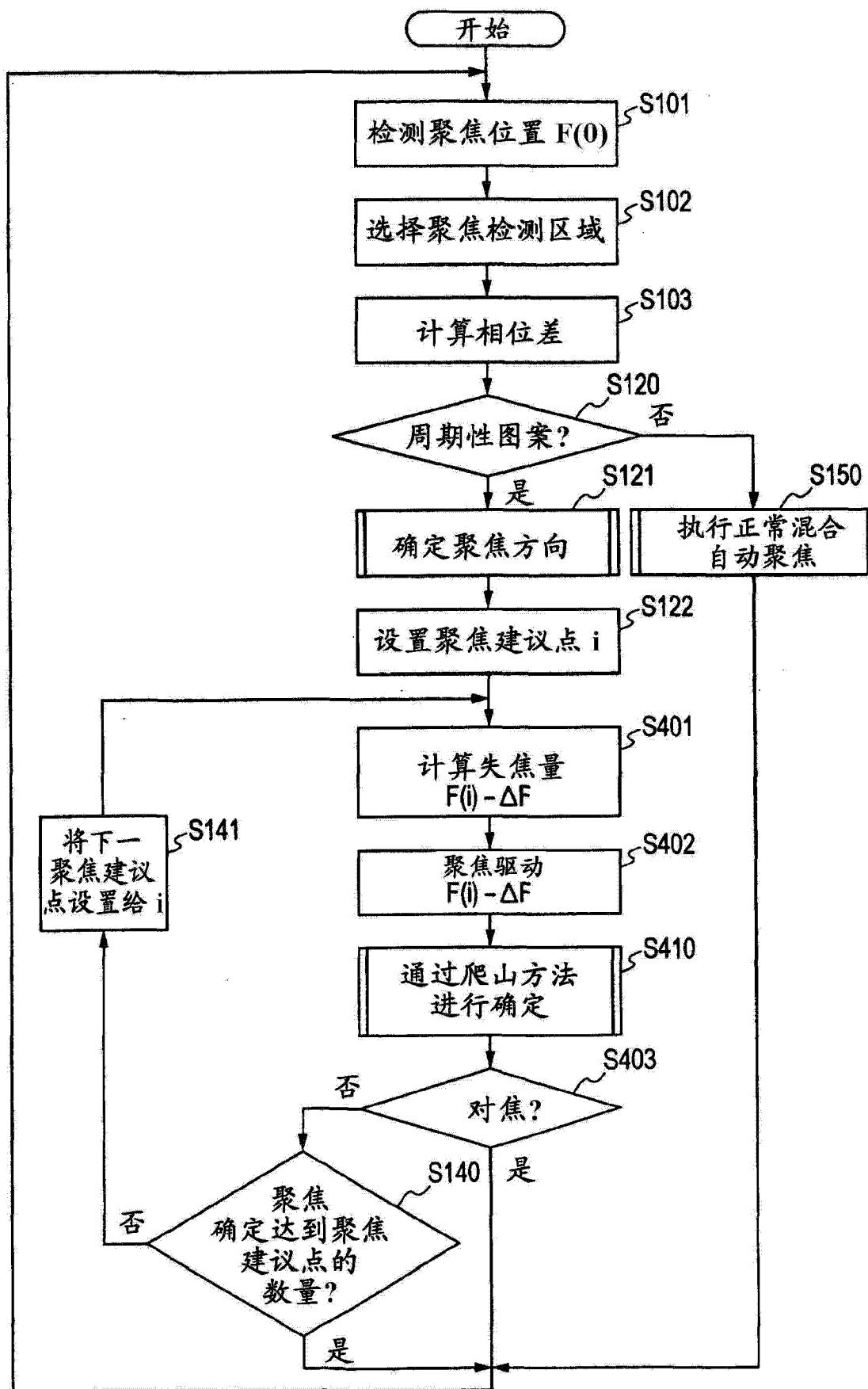


图 21

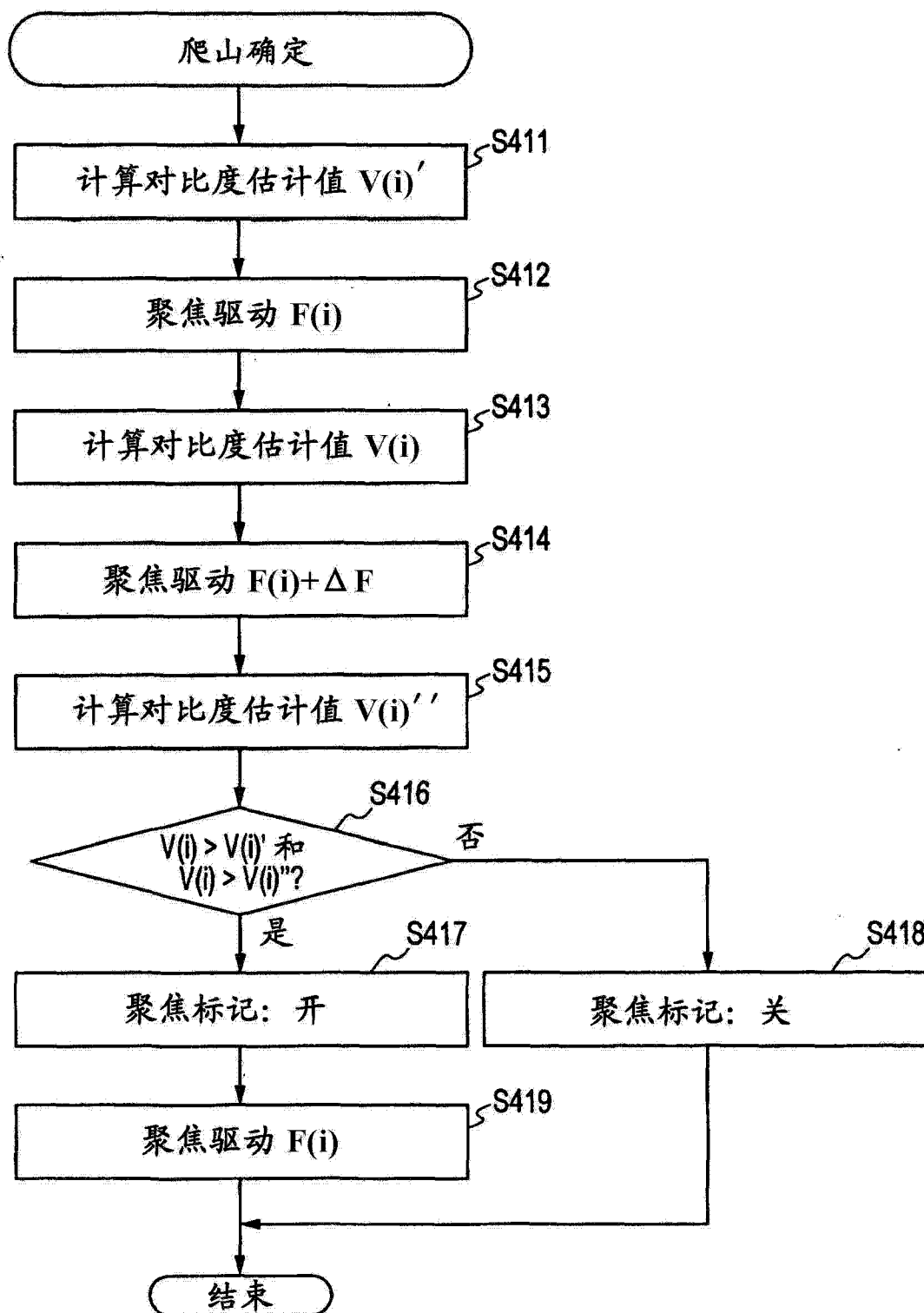


图 22

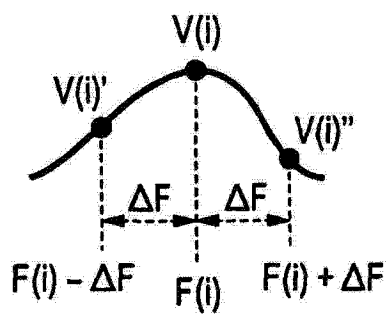


图 23A

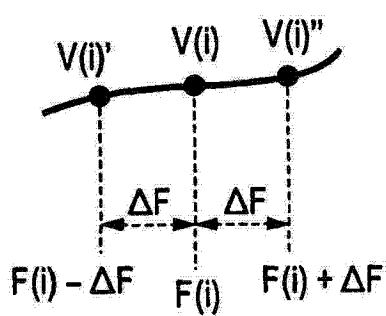


图 23B

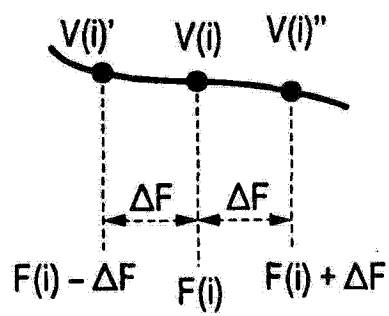


图 23C

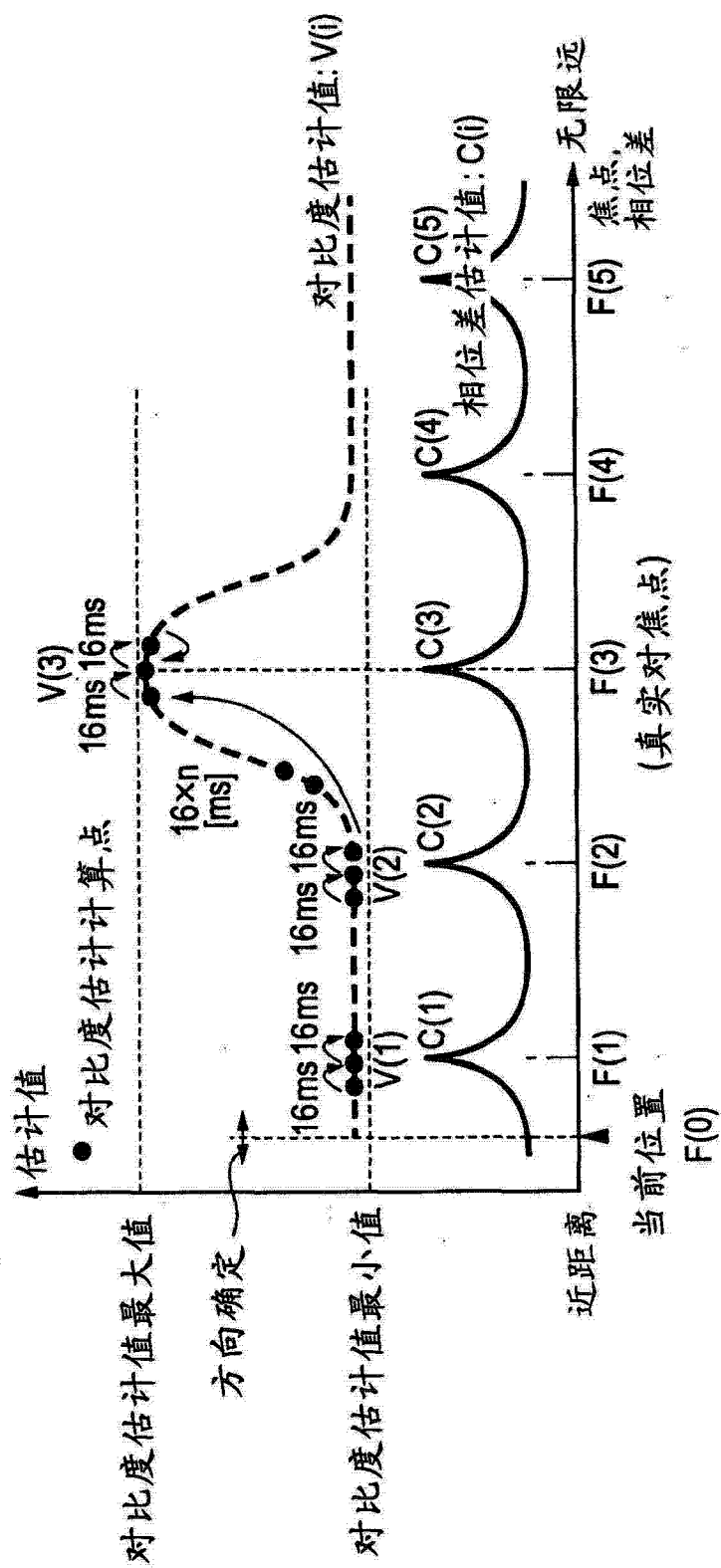


图 24

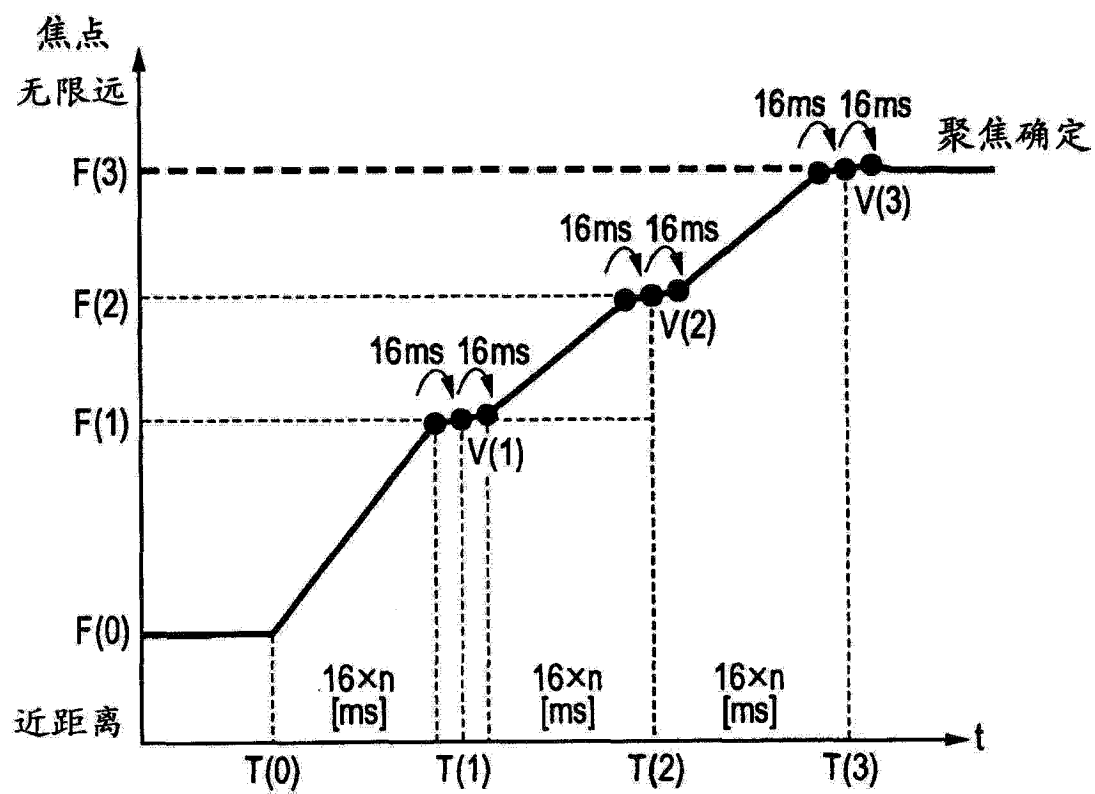


图 25