



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102868345 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201210228766. 6

JP 2006280045 A, 2006. 10. 12, 1-12.

(22) 申请日 2012. 07. 03

CN 102025308 A, 2011. 04. 20, 7.

(30) 优先权数据

审查员 黄文

2011-148510 2011. 07. 04 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 河田一敏

(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 魏小薇

(51) Int. Cl.

H02P 8/12(2006. 01)

H02P 8/32(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2006280045 A, 2006. 10. 12, 1-12.

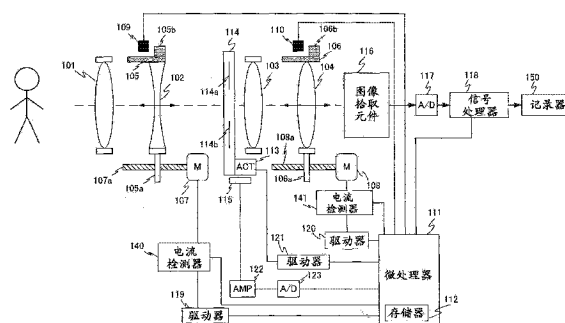
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

步进电机驱动控制装置、方法、驱动控制系统
及光学装置

(57) 摘要

一种步进电机驱动控制装置、方法、驱动控制系统及光学装置,该驱动控制装置包括:驱动器,被配置为施加被配置为激励步进电机中的多个绕组的驱动信号;以及控制器,被配置为:获取对绕组的励磁电流的检测结果,并提供对驱动信号的反馈控制以使得能够减小第一时间差和第二时间差之间的差,第一时间差是从在与第一驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第一基准时间到提供设定电流值的时间的时段,第二时间差是从与第一基准时间相对应并且在与第二驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第二基准时间到提供设定电流值的时间的时段。



1. 一种用于步进电机的驱动控制装置,该驱动控制装置包括:
驱动器,被配置为施加被配置为激励所述步进电机中的多个绕组的驱动信号;以及
控制器,被配置为:获取对在所述步进电机中的多个绕组中流动的励磁电流的检测结果,并提供对由所述驱动器施加的驱动信号的反馈控制以使得能够减小第一时间差和第二时间差之间的差,所述第一时间差是从在与第一驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第一基准时间到提供设定电流值的时间的时段,所述第二时间差是从与所述第一基准时间相对应并且在与第二驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第二基准时间到提供设定电流值的时间的时段。
2. 一种用于步进电机的驱动控制装置,该驱动控制装置包括:
驱动器,被配置为施加被配置为激励所述步进电机中的多个绕组的驱动信号;以及
控制器,被配置为:多次获取对在所述步进电机中的多个绕组中流动的励磁电流的检测结果和基于预定时间中的所述励磁电流的所述步进电机的旋转角度,并提供对由所述驱动器施加的驱动信号的反馈控制以便减小所述步进电机的多个旋转角度的差,
其中所述预定时间短于所述励磁电流的波形的周期。
3. 根据权利要求1所述的用于步进电机的驱动控制装置,其中所述控制器基于在所述步进电机的驱动速度是设定速度时的检测结果对所述驱动器提供反馈控制。
4. 根据权利要求1所述的用于步进电机的驱动控制装置,其中所述控制器基于所述步进电机具有以下驱动速度时的检测结果对所述驱动器提供反馈控制:在该驱动速度的情形中所述第一时间差和所述第二时间差之间的差大于设定值。
5. 根据权利要求2所述的用于步进电机的驱动控制装置,其中所述控制器基于所述步进电机具有以下驱动速度时的检测结果对所述驱动器提供反馈控制:在该驱动速度的情形中所述步进电机的旋转角度的变化量大于设定值。
6. 根据权利要求1所述的用于步进电机的驱动控制装置,其中所述控制器对所述驱动器提供反馈控制以便改变用于激励所述多个绕组的驱动信号之间的相位差或幅度比率。
7. 根据权利要求1所述的用于步进电机的驱动控制装置,其中所述控制器对所述驱动器提供反馈控制以便针对每个驱动通道使励磁电流偏移相对于 0° 位置的 180° 位置。
8. 根据权利要求1-7中任一项所述的用于步进电机的驱动控制装置,还包括被配置为检测在所述步进电机中的多个绕组中流动的励磁电流的电流检测器。
9. 一种包括根据权利要求1所述的用于步进电机的驱动控制装置的光学装置。
10. 一种驱动控制系统,包括:
根据权利要求1所述的用于步进电机的驱动控制装置;以及
测量装置,包括被配置为检测在所述步进电机的多个绕组中流动的励磁电流的电流检测器。
11. 一种用于步进电机的驱动控制方法,所述驱动控制方法包括以下步骤:
施加被配置为激励所述步进电机中的多个绕组的驱动信号;以及
获取对在所述步进电机的多个绕组中流动的励磁电流的检测结果,并提供对所述驱动信号的反馈控制以使得能够减小第一时间差和第二时间差之间的差,所述第一时间差是从在与第一驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第一基准时间到提供设定电流值的时间的时段,所述第二时间差是从与所述第一基准时间相对应并且在与第二驱动通道

相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第二基准时间到提供设定电流值的时间的时段。

12. 一种用于步进电机的驱动控制方法,所述驱动控制方法包括以下步骤:

施加被配置为激励所述步进电机中的多个绕组的驱动信号;以及

多次获取对在所述步进电机的多个绕组中流动的励磁电流的检测结果和基于预定时间中的所述励磁电流的所述步进电机的旋转角度,并提供对所述驱动信号的反馈控制以便减小所述步进电机的多个旋转角度的差,

其中所述预定时间短于所述励磁电流的波形的周期。

步进电机驱动控制装置、方法、驱动控制系统及光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于步进电机的驱动控制装置和驱动控制方法、驱动控制系统以及光学装置。

背景技术

[0002] 当步进电机驱动要被驱动的对象时,由于步进电机的制造误差而出现振动和驱动噪声,但是减小或消除制造误差是困难的并增加成本。所以,提出了通过根据步进电机的制造误差控制驱动来抑制振动,因此有必要检测制造误差(振动量)。

[0003] 例如,为了避免步进电机的谐振现象,日本专利公开 No. (“JP”)2010-004592 公开了用于检测它的电流波形、以及用于使用以下电流值驱动步进电机的方法:该电流值使得针对电流波形的每个周期的面积分散率能够等于或小于基准值。

[0004] 然而,JP 2010-004592 需要长处理时间以获取针对电流波形的每个周期的面积分散率,以及需要利用高端处理器,从而使得驱动控制装置的尺寸和成本增加。

发明内容

[0005] 本发明提供了可以使用简单结构减小步进电机振动的用于步进电机的驱动控制装置和驱动控制方法、驱动控制系统以及光学装置。

[0006] 根据本发明的用于步进电机的驱动控制装置包括:驱动器,被配置为施加被配置为激励步进电机中的多个绕组的驱动信号;以及控制器,被配置为:获取对在步进电机中的多个绕组中流动的励磁电流的检测结果,并提供对由驱动器施加的驱动信号的反馈控制以使得能够减小第一时间差和第二时间差之间的差,第一时间差是从在与第一驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第一基准时间到提供设定电流值的时间的时段,第二时间差是从与第一基准时间相对应并且在与第二驱动通道相对应的绕组的励磁电流波形中设定的第二基准时间到提供设定电流值的时间的时段。

[0007] 本发明的更多特征将会根据参照附图对示范性实施例的以下描述变得明显。

附图说明

[0008] 图 1 是根据第一和第二实施例的图像拾取装置(光学装置)的框图;

[0009] 图 2 是根据第一和第二实施例的用于图 1 中所示的聚焦透镜的步进电机的透视图;

[0010] 图 3A — 3D 每个示出根据第一和第二实施例的在定子磁极和转子磁极之间的关系;

[0011] 图 4 是示出根据第一和第二实施例的在图 1 中所示的电流检测器的一个示例的电路图;

[0012] 图 5 是示出根据第一和第二实施例的在图 1 中所示的电流检测器的另一个示例的电路图;

[0013] 图 6A 和 6B 是根据第一和第二实施例的用于在图 2 中所示的步进电机的驱动电流的波形图；

[0014] 图 7A 和 7B 是根据第一和第二实施例的用于说明校正励磁电流的方法的波形图；

[0015] 图 8 是根据第一实施例的用于说明在图 1 中所示的微处理器的操作的流程图；

[0016] 图 9 是根据第一实施例的在图 8 中所示的校正处理 1 的流程图；

[0017] 图 10 是示出根据第一实施例的在相位差的校正和振动量之间的关系的图；

[0018] 图 11 是示出根据第一实施例的驱动波形校正的振动减小特性的图；

[0019] 图 12 是用于说明根据第二实施例的由微处理器执行的步进电机的驱动控制方法的流程图；

[0020] 图 13 是根据第三实施例的驱动控制系统的框图。

具体实施方式

[0021] 将参照附图对本发明的各种实施例给出描述。

[0022] 第一实施例

[0023] 图 1 是根据第一实施例的图像拾取装置(光学装置)(比如,数码静态摄像机和视频摄像机)的框图。本发明可应用于的装置不限于图像拾取装置,而包括其它装置,诸如,可以附接到和从摄像机主体脱离的镜筒(光学装置),工业机器人,车辆组件,游戏机(例如,弹球盘和游戏),以及办公室机器(例如,扫描仪、打印机以及复印机)等。

[0024] 图 1 中示例的图像拾取装置包括图像拾取光学系统,该图像拾取光学系统按从物侧的次序包括物镜 101、放大率变化透镜(缩放透镜)102、光量调整(光圈)单元 114、无焦透镜 103 以及聚焦透镜 104。图像拾取光学系统是被配置成形成对象的光学图像的后焦点型缩放透镜,但是此实施例不限于此结构。

[0025] 放大率变化透镜 102 被透镜保持框 105 保持,聚焦透镜 104 被透镜保持框 106 保持。透镜保持框 105 和 106 被配置成可通过导轨(未示出)在光轴方向(图 1 中的箭头方向)上移动。

[0026] 机架 105a 附接到透镜保持框 105,机架 106a 附接到透镜保持框 106。机架 105a 和 106a 与作为步进电机 107 和 108 的输出轴的螺旋轴 107a 和 108a 配合。当驱动每个步进电机和旋转它的螺旋轴时,通过螺旋轴与机架之间的接合在光轴方向上移动机架所附接到的透镜保持框。

[0027] 图 2 是用于聚焦透镜 104 的步进电机 108 的透视图。步进电机 108 是例如 PM 型两相步进电机,图 2 通过部分地切削示例了步进电机 108 的内部。然而,通道的数量不限于两个。

[0028] 在图 2 中,附图标记 41 表示步进电机的(输出)轴,附图标记 42 表示与轴 41 整合的磁铁转子。轴 41 被提供给壳体 40A 的承载物 43A 和提供给壳体 40B 的承载物(未示例)旋转支撑。

[0029] 由线圈缠绕的线圈架 44A 和 44B 容纳在壳体 40B 中,梳状定子 45A、45B、45C 以及 45D 布置在线圈架 44A 和 44B 的内部。

[0030] PM 型两相步进电机在定子侧包括多个(或两个)线圈绕组,并且切换用于激励导线的驱动信号(电压或电流)的激励模式。从而,激励极在定子与转子之间切换,转子随着此切

换重复而旋转。

[0031] 假定把两个驱动通道称作 A 通道和 B 通道,为了识别电流流动方向,通过 A 和 B 表示向前方向,通过 /A 和 /B 表示向后方向。随后,一相驱动方法总是按 A、B、/A 和 /B 的次序仅激励一个通道。一相驱动方法可以降低热值,这是由于所消耗的激励电能总是限于仅一相,但是所生成的驱动转矩太小而不能快速旋转。

[0032] 另一方面,两相驱动方法通过按 (/B+A)、(A+B)、(B+/A)、以及 (/A+/B) 的次序偏移一个脉冲来同时激发两个驱动通道。虽然此方法可以获取比一相驱动方法大的转矩,但励磁电流成为双倍。

[0033] 由于这两个驱动方法每当提供一个脉冲时都根据与邻近磁极间隔相对应的角度提供旋转,所以最小旋转角度典型地较大。由于机械处理精度而难以使得它较精细。

[0034] 一一两相驱动方法利用控制方法来改进它们。这是如下这种方法:交替执行一相驱动方法和两相驱动方法,以及使得停止位置的分辨率是一相驱动方法和两相驱动方法中每个的一半,从而典型地实现精细角度控制。

[0035] 另一方面,步进电机具有较大旋转振动的问题。

[0036] 第一个原因是当转子跟随励磁脉冲时转子的转矩脉动振动。步进电机与脉动励磁控制信号同步地旋转,当励磁角度变快一个步长角度时,转子加速并尝试跟随励磁角度。当转子角度与励磁角度一致时,转子旋转速度达到它的峰值并无法立即停止,因此转子不可避免地转过量。随后,它尝试再次返回励磁位置。通过这样重复,它最终与励磁角度一致。此现象生成由转子的特性振动引起的振动分量,这些转子振动连续重复并引起电机在连续旋转中的旋转振动。

[0037] 第二个原因是各电机的制造误差。通过开环方法控制步进电机的驱动,在电机具有理想磁极布置的前提下设计励磁驱动信号。然而,难以改进 PM 型步进电机中的制造精度等。此外,当电机由于小型化的需求而变得较小时,对于定子和转子的磁位置要求的尺寸精度变得较严格,但是磁极布置相对于励磁驱动信号的励磁角度误差在同样制造精度级别下增大。电机的振动量随误差量增加。

[0038] 例如,在每个转子轴旋转中存在 40 个励磁步长(一—两相计数)的 PM 类型步进电机中,一个步长对应于 9° 轴旋转角度。一个步长对应于 45° 的励磁角度。在外径为 $\phi 8\text{mm}$ 以及定子直径是约 4.4mm 的电机中的定子侧上磁极齿轮的尺寸精度是 0.0077mm , 1° 的励磁角度是 0.2° 的转子角度。

[0039] 当需要与 1° 的励磁角度相对应的精度时,需要 0.0077mm 的定子侧精度,但该条件导致成本增加,这是因为需要改进制造工具的精度和后组装分选中检验的精度。

[0040] 此实施例中步进电机中的一个步长对应于 9° 的旋转角度。因此,转子 42 被磁化有 10 对 N 极和 S 极。定子 45A 至 45D 在轴向上相互重叠而它们在圆周方向上偏移 9° 的角度差。

[0041] 围绕线圈架 44A 和 44B 缠绕的线圈被用来使励磁电流流动以便在每个定子(梳刷部分)中产生磁极。围绕线圈架 44A 缠绕的线圈称作 A 通道线圈并用来激励定子 45A 和 45B。围绕线圈架 44B 缠绕的线圈称作 B 通道线圈并用来激励定子 45C 和 45D。

[0042] 图 3A 至 3D 示例了两相驱动方法中定子磁极与转子之间的位置关系。

[0043] 图 3A 示例了在 A 通道线圈和 B 通道线圈中的每个中励磁电流在向前方向上流动

的状态。在此状态中,定子 45A 被磁化具有 N 极,定子 45B 被磁化具有 S 极,定子 45C 被磁化具有 N 极,定子 45D 被磁化具有 S 极。

[0044] 当寻址定子侧的 S 极的位置时,S 极的中心是由与定子 45B 的梳刷部分与定子 45D 的梳刷部分之间的中心位置相对应的图 3A 中的 P1 和 P2 示例的位置,转子 42 的 N 极在对置位置处是稳定的。

[0045] 相比于图 3A,图 3B 示例了励磁电流在 A 通道线圈中在相反方向上流动同时励磁电流在相同方向上在 B 通道线圈中流动的状态。在此状态中,由于定子 45A 被磁化具有 S 极和定子 45B 被磁化具有 N 极,所以定子侧的 S 极的中心 P1 和 P2 旋转 9° ,转子的 N 极相应地也旋转 9° 。

[0046] 类似地,如图 3C 和 3D 中所示例的,通过切换在 A 通道和 B 通道线圈中流动的励磁电流的方向每次可把定子上 S 极的中心旋转 9° ,就可以每次把转子 42 旋转 9° 。

[0047] 驱动器 119 驱动步进电机 107,驱动器 120 驱动步进电机 108。每个驱动器按照来自微处理器 111 的驱动控制信号把励磁信号(励磁电流或电压)提供给每个步进电机中的 A 通道线圈和 B 通道线圈。例如,驱动器 119 和 120 从 DC 电源施加用于激励多个线圈绕组的驱动信号。

[0048] 光圈单元 114 包括所谓的电流型光圈电机 113、由光圈电机 113 开启和闭合的光圈叶片 114a 和 114b、被配置成检测光圈叶片 114a 和 114b 开启和闭合状态的位置检测器(霍尔元件) 115。

[0049] 从位置检测器 115 输出并且表示光圈单元 114 的开启和闭合状态的模拟信号被放大器 122 放大,通过 A/D 转换器 123 转换成数字信号,以及作为光圈位置信息输入到微处理器 111 中。

[0050] 附图标记 116 是被配置成对由图像拾取光学系统形成的物像进行光电转换的图像拾取元件,比如,CCD 传感器和 CMOS 传感器。通过 A/D 转换器 117 把从对物像进行了光电转换的图像拾取元件 116 输出的模拟信号转换成数字信号,该数字信号输入到信号处理器 118 中。

[0051] 信号处理器 118 提供针对输入数字信号的各种图像处理并生成捕捉图像数据和它的亮度信息。通过记录器 150 把捕捉图像数据记录在记录介质(未示例)中。

[0052] 作为控制器的微处理器 111 根据通过电源开关、记录开关、缩放开关等的输入来控制图像拾取装置的整体操作。

[0053] 例如,微处理器 111 提供对光圈电机 113 的反馈控制以使得信号处理器 118 获得的亮度信息可以是恰当值。微处理器 111 基于来自 A/D 转换器 123 的光圈位置信息向光圈驱动器 121 发送开启 / 闭合控制信号以使得亮度信息可以是恰当值,以及控制光圈电机 113。

[0054] 另外,通过使用微处理器 111 中的内部存储器 112 中存储的凸轮轨迹数据使用所谓的电子凸轮方法控制步进电机 107 和 108 的驱动,来执行图像拾取光学系统的放大率改变和相关联图像平面变化的校正。同时,每个步进电机的驱动方法不受限制。

[0055] 微处理器 111 通过为用于步进电机的驱动器 119 和 120 提供驱动控制信号来控制对驱动器 119 和 120 的驱动。电流检测器 140 被提供在驱动器 119 与步进电机 107 之间并被配置成检测在步进电机 107 的多个线圈绕组中流动的励磁电流。电流检测器 141 被提供

在驱动器 120 与步进电机 108 之间并被配置成检测在步进电机 108 的多个线圈绕组中流动的励磁电流。电流检测器 140 和 141 的检测结果显示被发送给微处理器 111。

[0056] 图 4 和 5 示例了用于电流检测器 140 和 141 的具体结构示例。

[0057] 图 4 是使用串联电阻器方法的电流检测器 140 (或 141) 的电路图。此电路示例使用脉宽调制 (“PWM”) 提供微步长驱动, 因而驱动器 119 (或 120) 包括四个 H 桥接晶体管。在步进电机 107 (或 108) 与电流检测器 140 (或 141) 之间串联插入电阻器。

[0058] 通常, 把电阻值抑制得较小以便减小由电阻器的插入引起的对驱动器系统的影响。此电阻器的两个端子之间的电压通过差分放大器放大至期望电压值, 以及随后通过在微处理器 111 中安装的 A/D 转换器 (或 A/D 转换器 123) 测量。

[0059] 图 5 示例了使用霍尔元件的电流检测器。它是如下这种检测器: 利用把步进电机的端子和驱动器彼此相连的导线 P1 通过由铁氧体磁芯等制成的磁环路芯 P2, 以及使用霍尔元件 P3 把由在导线 P1 中流动的电流生成的磁通量转换成电压值。即使在此电路中, 检测到的电压值通常也是较小的, 通过差分放大器 P4 放大, 以及随后通过 A/D 转换器 (未示例) 测量, 与串联电阻器方法类似。

[0060] 为了电流波形检测目的, 需要本文中 A/D 转换器的采样周期足够大, 使得能够确定电流波形近似程度的示例性采样周期与电流波形的一个周期的 100 倍一样大。

[0061] 微处理器 111 基于电流检测器 140 和 141 的检测结果显示来校正向步进电机的每个通道提供的驱动信号以便减小电机的振动量。

[0062] 微处理器 111 中的内部存储器 112 存储用于步进电机的驱动控制程序、驱动校正参数等。内部存储器 112 还存储由缩放透镜 102 的位置和物距确定的聚焦透镜 104 的位置数据, 作为与步进电机 108 的旋转量对应的步长数量。

[0063] 图 6A 和 6B 是在校正电机驱动信号时 A 通道和 B 通道的波形图。横轴表示时间 (ms), 纵轴表示电流 (mA)。步进电机是两相 PM 型步进电机, 驱动信号的校正改变向 A 通道和 B 通道的两个相提供的励磁信号之间的相位差。

[0064] 图 6A 和 6B 是通过测量其中使用五个条件校正了 A 通道与 B 通道之间的相位差角度的驱动波形并通过叠加它们以使得可以容易辨识它们的形状改变而得出的电流波形图。步进电机中流动的励磁电流是通过在由驱动器 119 和 120 施加的 (理想) 驱动电流与由驱动信号在步进电机中生成的反电动势 (电压) 之间的差生成的。

[0065] 虽然 A 通道相对于 B 通道偏移 90° , 但为了比较目的使时间轴偏移以使得它们具有相同的相位。在图 6A 和 6B 中, 优化校正角度 $\alpha (^\circ)$ 是指根据测量电机的 A 通道与 B 通道之间的电励磁角度和制造误差角度生成的优化相位差角度。使用制造误差角度 $\beta (^\circ)$ 通过以下表达式表示优化相位差角度 α :

[0066]
$$\alpha = 90^\circ \pm \beta \quad (1)$$

[0067] 在图 6A 和 6B 中, “ $\alpha - 2^\circ$ ”、“ $\alpha - 4^\circ$ ”、“ $\alpha + 2^\circ$ ”、以及 “ $\alpha + 4^\circ$ ” 对应于从优化相位差角度 α 在 $\pm$ 方向上把电励磁角度改变 2° 和 4° 的电波形。针对相位差角度条件和电流波形形状, A 通道和 B 通道的波形十分相似并在优化校正角度 α 处接近于理想的正弦波和余弦波。

[0068] 步进电机的励磁电流波形间接表示转子的旋转状态, 以及表明在转子在没有振动的情况下以恒定速度稳定旋转时的理想三角波形状。然而难以实现在没有振动的情况下旋

转的步进电机,旋转速度由于脉动电机的各种特性(比如,刚性特性和制动特性)的影响而波动。作为结果,电流波形在一定程度上失真并展现三角函数形状。

[0069] 失真部分的位置、量以及方向表示在包含由制造误差引起的机械相位差并对电机是优化的所需励磁波形形状与施加的电励磁波形形状之间的匹配程度。当使这两个励磁波形形状彼此最佳匹配时,A通道和B通道电流波形十分相似。

[0070] 所以,可以通过校正步进电机的驱动波形以使得多个驱动通道(比如,A通道和B通道)的励磁电流波形可以十分相似,来减小振动量。

[0071] 微处理器 111 从电流检测器 140 和 141 获取在步进电机 107 和 108 的多个绕组中流动的励磁电流的检测结果。接下来,微处理器 111 如图 7A 和 7B 中所示例的匹配 A 通道和 B 通道的相。在图 7A 和 7B 中,横轴表示时间(ms),纵轴表示电流(mA)。在理想状态中,A 通道是正弦波,B 通道是余弦波,因此相位偏移 90° ,但是使它们中的一个相对于另一个移位以去除该偏移。

[0072] 接下来,微处理器 111 获得从第一基准时间 T01 至提供设定电流值 I_{th} 的时间的第一时间差 T_a ,第一基准时间设定在与 A 通道(第一驱动通道)对应的线圈绕组的励磁电流波形中(并用来提供预定电流值)。

[0073] 另外,微处理器 111 获得从与第一基准时间 T01 对应的第二基准时间 T02 至提供设定电流值 I_{th} 的时间的第二时间差 T_b ,第二基准时间 T02 设定在与 B 通道(第二驱动通道)对应的线圈绕组的励磁电流波形中(并用来提供以上预定电流值)。

[0074] 随后,微处理器 111 控制由检测器施加的驱动信号以便减小第一时间差 T_a 与第二时间差 T_b 之间的差($|T_a - T_b|$)。在此情形中,微处理器 111 可以提供对驱动器的反馈控制以使得差($|T_a - T_b|$)可以减小或以使得比率($= T_a/T_b$)可以接近 1。

[0075] 在反馈控制中,微处理器 111 校正向步进电机中的多个通道提供的励磁信号之间的相位差或幅度比率中的至少一个,以及随着因为反馈校正的方向正确所以 T_a 与 T_b 之间的差变小而继续校正。当值反向并且在差减小方向上增大时,把极值设定为目标值。因此,微处理器 111 校正驱动以便返回到该位置。

[0076] 图 8 和 9 是示例了由微处理器 111 执行的步进电机 107 的驱动控制方法的流程图,“S”代表步骤。可以通过计算机可执行程序实施该驱动控制方法,这对其它实施例也是如此。

[0077] 在本文中,微处理器 111 提供给驱动器 119 的驱动控制信号确定向步进电机 107 中的多个通道(A通道和B通道)提供的励磁信号之间的相。因此,校正驱动控制信号意思是校正励磁信号的相。

[0078] 此实施例使用由电流检测器 140 获取的电机驱动电流检测信号来校正施加到驱动器 119 的驱动控制信号,从而减小步进电机 107 中生成的振动(驱动噪声)。

[0079] 当图像拾取装置上电时,微处理器 111 执行初始化处理。此后,微处理器 111 执行系统控制 1,系统控制 1 包括找到适合于步进电机 107 的各特性的驱动控制信号的校正值(在下文中称作“驱动校正值”)的校正处理 1。

[0080] 初始地,微处理器 111 使用来自光断续器 109 的信号来确定放大率变化透镜 102 的移动方向(透镜驱动方向)(S101),以及在该方向上开始驱动(S102)。

[0081] 接下来,微处理器 111 确定放大率变化透镜 102 是否到达作为目标位置的基准位

置,来自光断续器 109 的信号电平从高向低或从低向高改变(S103)。

[0082] 当来自光断续器 109 的信号电平变化时,微处理器 111 执行步进电机 107 的驱动停止处理和内部位置计数器的设置处理(S104),以及完成基准位置设定处理。

[0083] 接下来,微处理器 111 执行如图 9 中所示例的被配置成计算驱动校正值的校正处理 1 (S105)。当完成校正处理 1 时,微处理器 111 开始捕获图像数据的向图像拾取装置的背部监视器(未示例)的显示输出(S106)。因此,作为接通电源时的操作,系统控制 1 完成。

[0084] 将描述图 9 中示例的校正处理 1。在校正处理 1 中,对驱动器进行反馈控制以使得 A 通道和 B 通道的电流波形可以如在图 7A 和 7B 中那样非常相似(或使得在图 7A 和 7B 中的 T_a 可以等于 T_b)。

[0085] 设定电流值 I_{th} 利用预定值以使得可以容易检测电流波形的失真量,但是可以通过在校正处理期间改变 I_{th} 来对于电机设置优化设定电流值 I_{th} 。

[0086] 初始地,微处理器 111 把放大率变化透镜 102 的驱动速度设定为预定速度 SP 以便计算使得驱动器能够恰当驱动步进电机的驱动器校正值,以及把驱动校正值设定为 0 (S201)。

[0087] 预定速度 SP 可以是使得图 6A 和 6B 中示例的步进电机的振动量能够变为预定量或更大的预定设定速度(或设定范围内的速度)。或者,微处理器 111 可以在第一时间差 T_a 与第二时间差 T_b ($= |T_a - T_b|$) 之间的差大于设定值时基于电流检测结果来提供对检测器的反馈控制。校正方向在这些情形中变得清楚可识别。

[0088] 适合于各电机的特性并用来找到驱动校正值的放大率变化透镜 102 的驱动速度可以通过改变该驱动速度并通过测量振动水平来确定。

[0089] 接下来,微处理器 111 开始驱动步进电机 107 以便以所设定的驱动速度移动放大率变化透镜 102 (S202)。

[0090] 接下来,微处理器 111 确认在驱动开始之后通过加速时段达到的驱动速度是否在恒定速度变得稳定(S203),这是因为在放大率变化透镜 102 的驱动速度保持恒定时可以更稳定地检测步进电机 107 的振动量。

[0091] 当确认驱动速度变得稳定时,微处理器 111 确定励磁电流波形的励磁位置是否达到基准位置(图 7A 和 7B 中的 T_{01} 和 T_{02})作为测量条件(S204)。通过使在测量 A 通道时在此励磁电流波形上的基准位置与在测量 B 通道时的基准位置一致,可以在同样条件下测量具有 90° 电励磁角度的时间差的两个驱动通道。当存在三个通道时,校正 120° 的偏移。

[0092] 使至少两个驱动通道的基准位置彼此一致,微处理器 111 开始对微处理器 111 中的定时器计数(S205)。

[0093] 接下来,微处理器 111 重复确定处理以便检测由电流检测器 140 和 141 测量的电流值成为预定设定电流值 I_{th} 的时刻(S206)。

[0094] 微处理器 111 在检测到设定电流值 I_{th} 时停止对定时器计数(S207)。随后,微处理器 111 计算从基准位置(第一基准时间 T_{01} 或第二基准时间 T_{02})至提供设定电流值 I_{th} 的点的逝去时间段(比如,第一时间差 T_a 和第二时间差 T_b)。

[0095] 设定电流值 I_{th} 可以是:使得电流波形形状能够随着电机的振动量增加或减少而显著改变的预定值,或使得测量时间段能够随着驱动相位差角度在校正处理中改变而显著改变的电流值。

[0096] 接下来,微处理器 111 确定是否完成所有驱动通道(其电流波形形状被比较)的测量(S208)。当尚未测量所有驱动通道时,流程返回到 S204,而当测量了所有驱动通道时,微处理器 111 基于测量的逝去时间段来计算电流波形的近似比率 K_n (S209) 并存储它。

[0097] 虽然此实施例找到近似比率 $K_n (= 100 \times T_a/T_b)$, 但另一实施例找到时间差 $(= |T_a - T_b|)$ 。在任何情况下,调整驱动校正值得以使各个驱动通道的电流波形可以相互近似(或第一时间差 T_a 与第二时间差 T_b 之间的差可以减小)就足够了。

[0098] 接下来,微处理器 111 通过逐渐改变驱动校正值来确定是否确定了改变驱动校正值的(校正)方向(S210),这对于恰当驱动校正量的确定过程是必需的。

[0099] 由于在刚开始校正时尚未确定校正方向,所以微处理器 111 多次(例如,两次)计算近似比率 K_n , 以及确定近似比率 K_n 相对于驱动校正值的改变增大的校正方向(S210)。

[0100] 当确定了校正方向(S210)时,微处理器 111 把当前近似比率 K_n 与前一个近似比率 K_{n-1} 相比较(S215)。在当前近似比率 K_n 小于前一个近似比率 K_{n-1} 时,微处理器 111 获取提供过去的最大近似比率的驱动校正值 α_{n-1} , 确定其作为驱动校正值(S216), 以及结束校正处理 1。

[0101] 另一方面,在当前近似比率 K_n 大于前一个近似比率 K_{n-1} 时,微处理器 111 把驱动校正值改变到所确定的校正方向以便获得最佳驱动校正值(S213, S214), 以及返回到 S204。

[0102] 图 10 示例了当改变作为驱动校正参数的在 A 通道与 B 通道之间的相位差($^\circ$)时在 A 通道与 B 通道之间的相位差($^\circ$) (横轴)和步进电机 107 的振动量(mV) (纵轴)之间的关系。图 10 中的实线和虚线示例了作为步进电机 107 的两个电机样本的测量结果。

[0103] 如根据测量结果所理解的,可以通过在步进电机的振动量减小的方向上逐渐改变驱动校正值(A 通道与 B 通道励磁信号之间的相位差)、以及通过检测使振动量最小化的驱动校正值,来获取对步进电机而言恰当的驱动校正值。

[0104] 以此方式,通过利用被确定为提供近似比率 K_n 的最大值的驱动校正值来校正驱动校正信号,或者换言之,通过利用驱动校正值来控制步进电机 107 的驱动。由此,可以以适合于步进电机 107 的个体特性的方式驱动步进电机 107, 以及可以减小驱动步进电机 107 时步进电机 107 的振动和相关联噪声。

[0105] 图 11 示例了当通过此实施例中描述的方法校正向 PM 型两相步进电机中的两个通道提供的励磁信号之间的相位差时步进电机的振动减小效果。横轴表示与步进电机的旋转速度对应的驱动频率(PPS), 纵轴表示振动量(mV)。图 11 中的实线和虚线是作为步进电机 107 的两个电机样本的测量结果。

[0106] 如根据图 11 所理解的,在驱动校正之前和之后在驱动速度的整个范围上有效地减小振动。特别地,使驱动校正后的振动量大致成为在作为驱动校正前的振动量峰值的 900PPS 的驱动速度附近的 $1/4$ 。

[0107] 此实施例可以减小步进电机的振动量。

[0108] 第二实施例

[0109] 图 12 是示例了根据第二实施例的步进电机的驱动控制方法(校正处理 2)的流程图,“S”代表步骤。此实施例的图像拾取装置的结构与第一实施例的结构相同(图 1)。

[0110] 执行校正处理 2 而非校正处理 1。校正处理 2 校正与步进电机的驱动控制信号有

关的多个校正项,并进一步减小步进电机的振动量。

[0111] 在校正处理 2 中,微处理器 111 利用与第一实施例的方法不同的方法来检测步进电机的振动量。换言之,微处理器 111 按预定时间间隔通过 A/D 转换获取作为数字数据的在步进电机中的 A 通道和 B 通道的励磁电流值。在 A 通道与 B 通道之间要求 A/D 转换的大致同时采样,但是由于 A/D 转换器通道数量的制约所以可以顺次执行采样。因此,校正处理 2 采用以下计算方法:其中即使在存在采样时间差时也不会使测量精度恶化。

[0112] 由于图 12 中从 S301 至 S303 的处理与图 9 中从 S201 至 S203 的处理相同,所以将略去其描述。

[0113] 在 S303 之后,微处理器 111 测量时间以在预定时间间隔对电流波形进行 A/D 转换(S304)。在 A/D 转换采样时刻,微处理器 111 指示 A/D 转换的开始,把步进电机中的 A 通道和 B 通道的驱动电流值转换成数字数据(S305)。

[0114] 通过反正弦(ASIN)和反余弦(ACOS)把 A 通道和 B 通道的转换电流值转换成三角函数上的角度 θ_{Bn} 和 θ_{An} 。A 通道和 B 通道的两个输出可以互相对由三角函数中的每角度变化量的输出振动量的按 180° 周期的衰减引起的检测精度的下降进行插值。

[0115] 为了利用执行采样的瞬间的多个电流波形精确计算三角函数上的角度 θ_n ,在相同时刻采样数据之中的 A/D 转换。然而,通过利用以下表达式和两个角度数据 θ_{Bn} 和 θ_{An} ,对于足够的精度而言可容许一定的恒定时间偏移:

$$[0116] \quad \theta_n = (\theta_{Bn} + \theta_{An}) / 2 \quad (2)$$

[0117] 接下来,微处理器 111 确定是否把步进电机 107 的旋转角度 θ_n 的数据获取重复了多次(此实施例中为 N 次或十次)(S306),以及在尚未把它重复 N 次的情况下返回到 S304。如果已经重复了 N 次,则微处理器 111 计算 N 个旋转角度数据 θ_n 的方差 σ_n 。

[0118] 方差(标准差) σ_n 是表示多个获取的误差数据 $\Delta \theta_n$ 的变化量级别的值,由于方差 σ_n 较小,每预定时间段的旋转角度的变化量较小或由旋转变化引起的振动量较小。在本文中, θ_{ave} 是 N 个旋转角度数据 θ_n 的平均值。

$$[0119] \quad \sigma_n = \sqrt{(1/N \cdot \sum (\theta_n - \theta_{ave})^2)} \quad (3)$$

[0120] 例如,如图 7A 和 7B 中的 A 通道所示例的,步进电机的旋转角度(比如, 10° 、 12° 、 8° 、 $\dots$)是在一个绕组(A 通道线圈绕组)的励磁电流波形中设定的多个时段($\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 3$ 、 $\dots$)获得的。多个时间段的时间差一样($\Delta = \Delta 1 = \Delta 2 = \Delta 3 \dots$)。在理想状态中,每个时段中的旋转角度是相等的(例如等于 10°),因此驱动校正量被确定为使得测量的旋转角度变得彼此相等。

[0121] 为了明确地检测校正方向,即使此实施例也可以在步进电机的旋转角度的变化量大于设定值时基于电流检测结果来提供对驱动器的反馈控制。

[0122] 接下来,微处理器 111 在多个校正项之中选择要被实际校正的校正对象项(S308)。在本文中,在校正项 A 和 B 中进行选择。

[0123] 例如,校正项 A 可以是在向第一实施例中描述的步进电机 107 中的 A 通道和 B 通道施加的励磁信号之间的相位差,校正项 B 可以被设定为励磁信号的幅度比率。作为另一校正项,向步进电机 107 中的 A 通道和 B 通道施加的励磁信号可以按三角函数(比如正弦波,其中对于每个驱动通道相对于 0° 位置偏移 180° 位置)的形状校正。

[0124] 当选择校正项 A 作为校正对象项时,微处理器 111 把当前计算出的方差值 σ_n 与

前一个计算出的方差值 σ_{n-1} 相比较(S310)。在 $\sigma_n < \sigma_{n-1}$ 的情形中,微处理器 111 重复校正项 A 的下一个驱动校正值的估算(S311 和 S312)。

[0125] 尽管未示出,但第一实施例的校正方向已经确定了。另一方面,在 $\sigma_n > \sigma_{n-1}$ 的情形中,适当的驱动校正值被超过了。因此,微处理器把前一个驱动校正值确定为用于步进电机 107 的适当驱动校正值 A_{n-1} (S313) 并完成校正项 A 的校正。

[0126] 接下来,微处理器 111 确定是否针对所有多个校正项完成了校正(S330),如果尚未完成(S331),则把当前校正项切换到剩余的校正项(校正项 B),并返回 S304。

[0127] 通过被确定为使得旋转角度数据 θ_n 的变化可以最小化的每个校正项中的驱动校正值来校正驱动控制信号,以及控制步进电机 107 的驱动。由此,减小了步进电机的振动量。

[0128] 第三实施例

[0129] 图 13 是根据第三实施例的包括图像拾取装置和测量装置的驱动控制系统的框图。图像拾取装置(光学装置)与第一实施例的图像拾取装置(图 1)相似地配置,但是其不具有电流检测器而是包括外部信息获取器 130。

[0130] 在该实施例中,与图像拾取装置 1 分开提供的测量装置 2 检测安装在图像拾取装置 1 中的步进电机的驱动电流。图像拾取装置 1 确定适于步进电机的驱动校正值和相应的校正项,并基于经由外部信息获取器 130 获得的测量装置 2 的检测结果来减小步进电机的振动量。

[0131] 外部信息获取器 130 用于与图像拾取装置 1 的外部单元通信,并可以由(但不限于)通信电路(比如 USB、ETHER、RS232C 等)和使用存储器的数据输入/输出电路实现。

[0132] 测量装置 2 包括被配置为测量从驱动器 120 输出的对步进电机 108 的驱动电流,如同第一实施例的电流检测器 140、141。测量处理器 201 获得由电流检测器 202 检测到的步进电机的驱动电流信息并把它提供给图像拾取装置 1。

[0133] 在操作中,微处理器 111 开始在预定的驱动条件下驱动步进电机 108。在每个预定时段电流检测器 202 检测到的电流值由测量处理器 201 进行 A/D 转换,微处理器 111 经由外部信息获取器 130 获取作为数字数据的步进电机的驱动电流。

[0134] 微处理器 111 基于所获取的驱动电流信息和用于计算对于各电机而言优化的驱动校正值的方法来计算使得能够减小电机的振动量的驱动条件,微处理器 111 把结果存储在内部存储器 112 中。因此,图像拾取装置 1 之后可以单独使用,而无需测量装置 2。

[0135] 该配置可以以简单的结构相对较快地校正步进电机的驱动,而无需提高步进电机的制造精度。

[0136] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但应当理解本发明不限于所描述的示例性实施例。所附权利要求的范围将要被赋予最宽泛的解释,从而包括所有这些修改以及等效结构和功能。

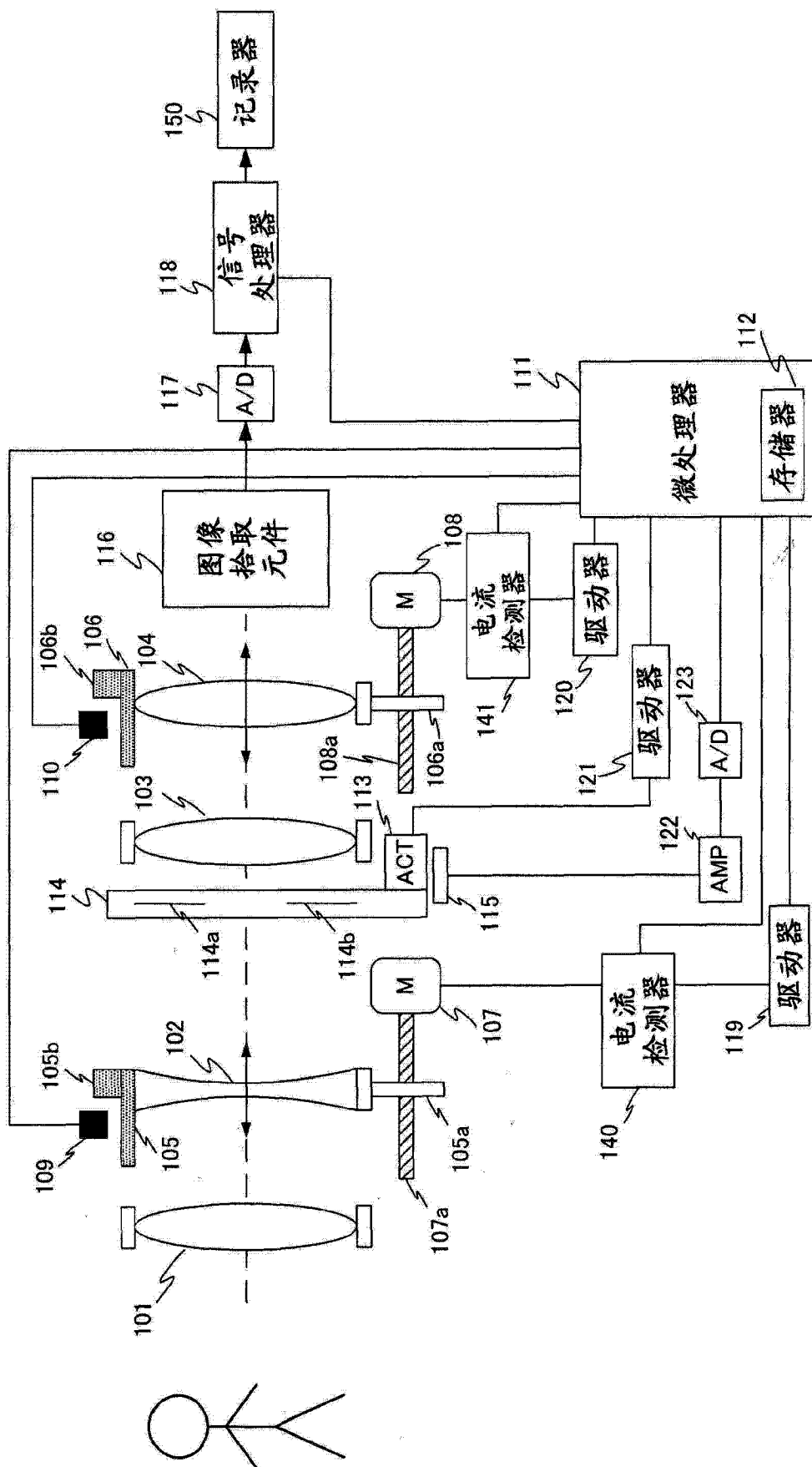


图 1

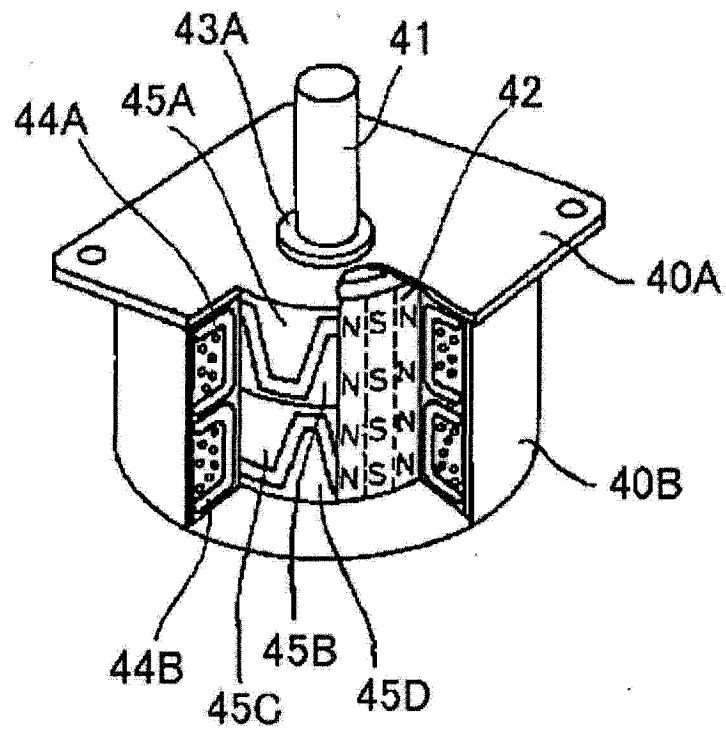


图 2

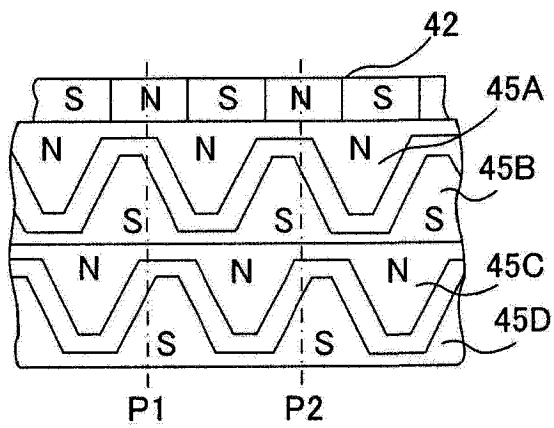


图 3A

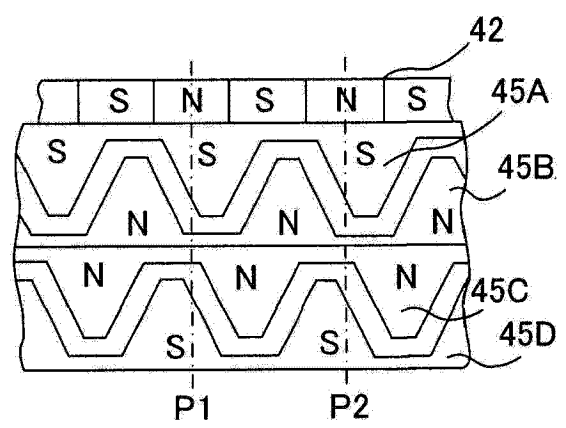


图 3B

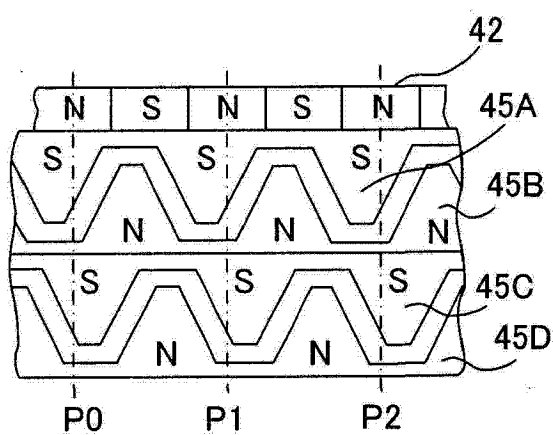


图 3C

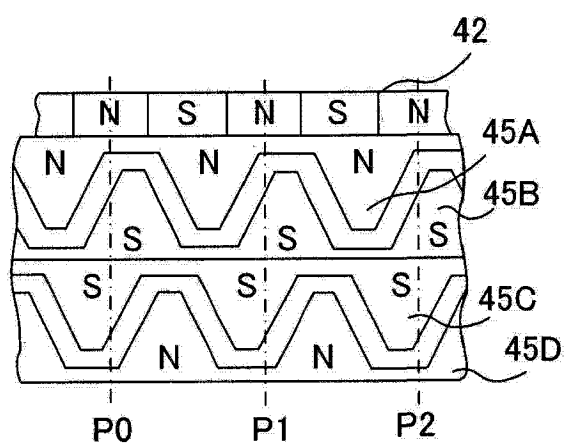


图 3D

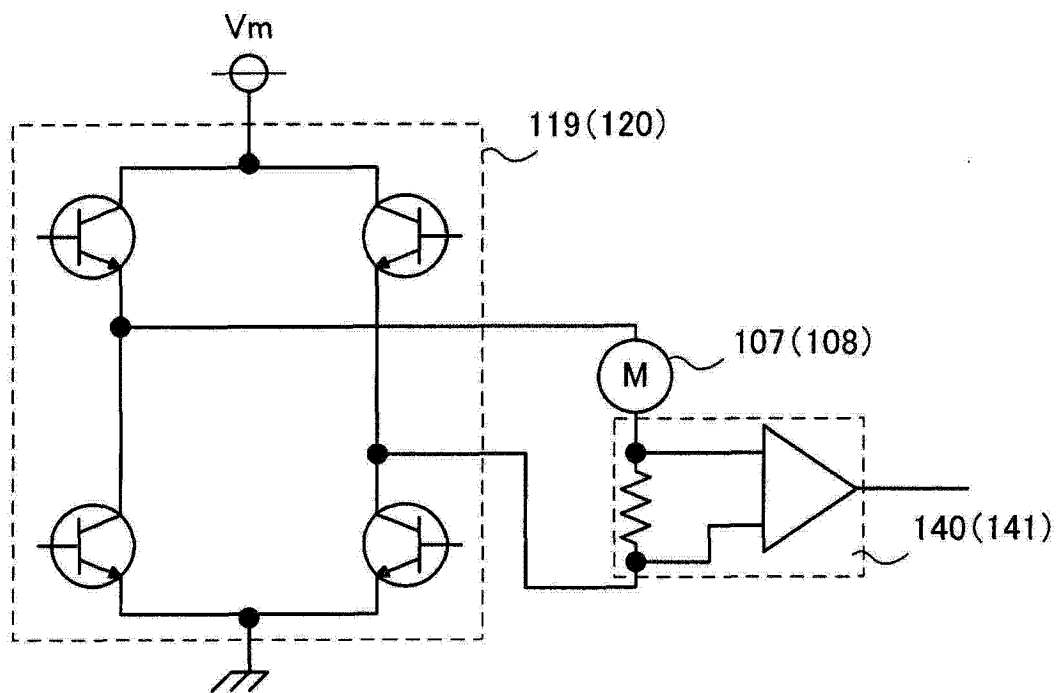


图 4

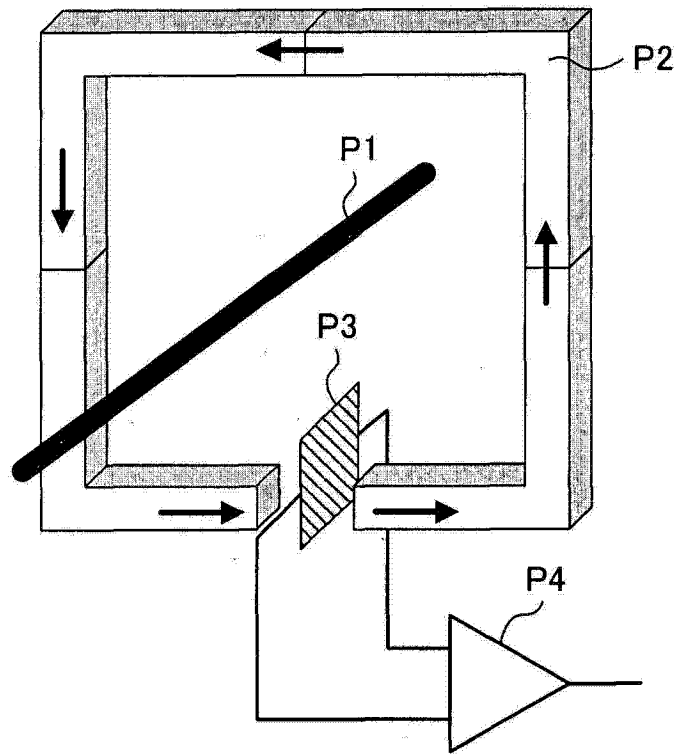


图 5

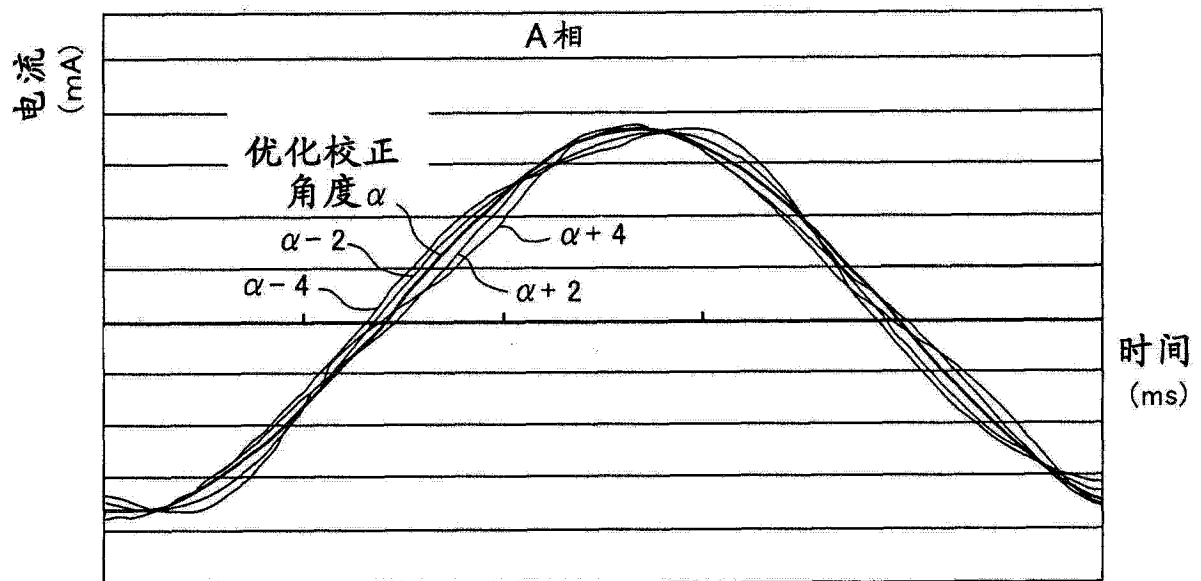


图 6A

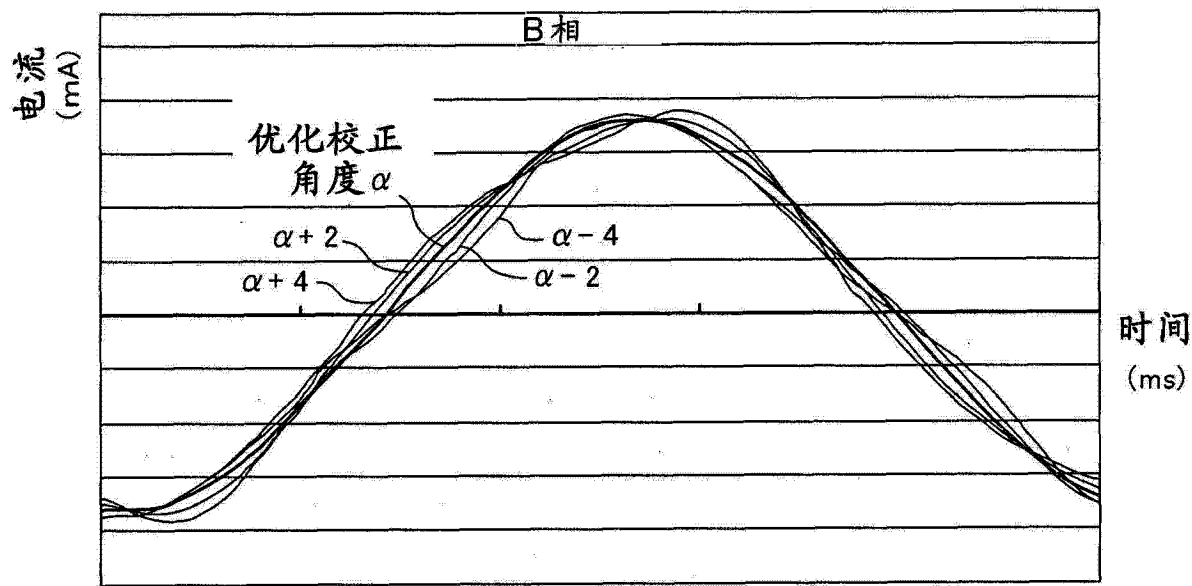


图 6B

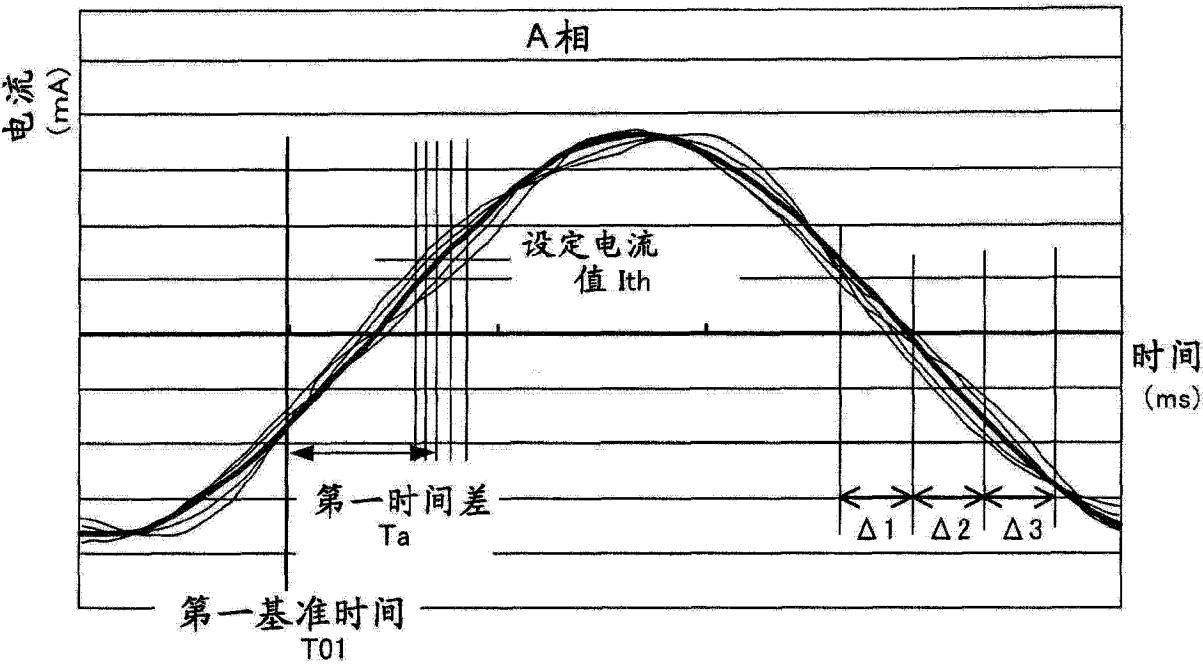


图 7A

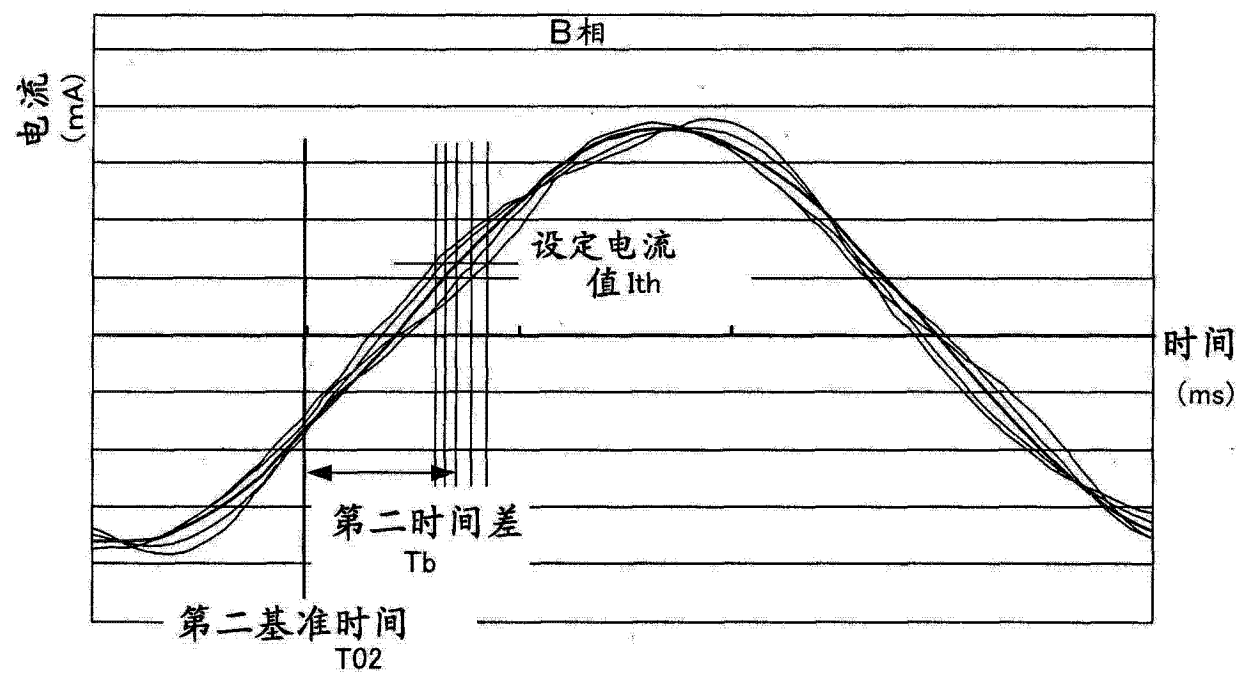


图 7B

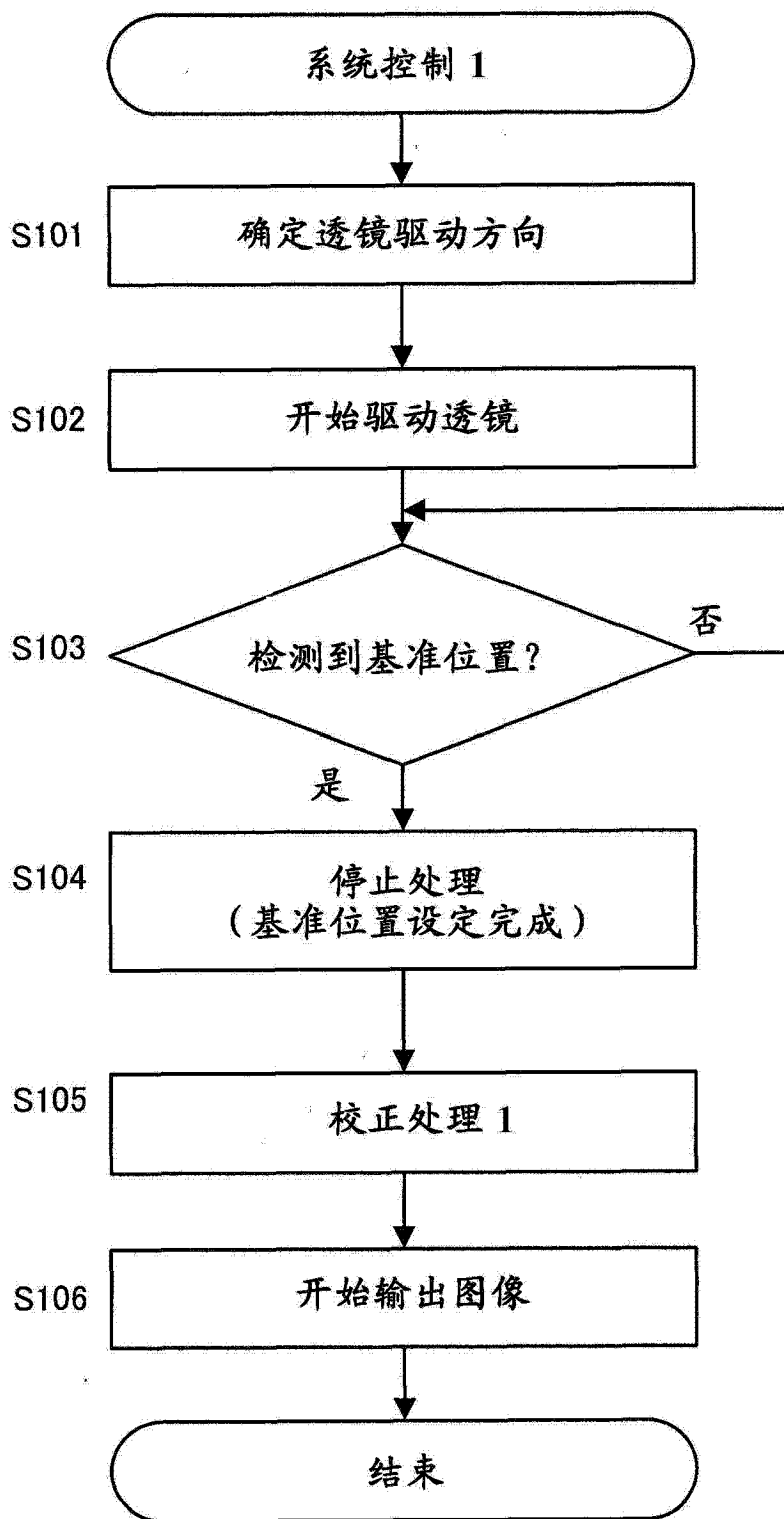


图 8

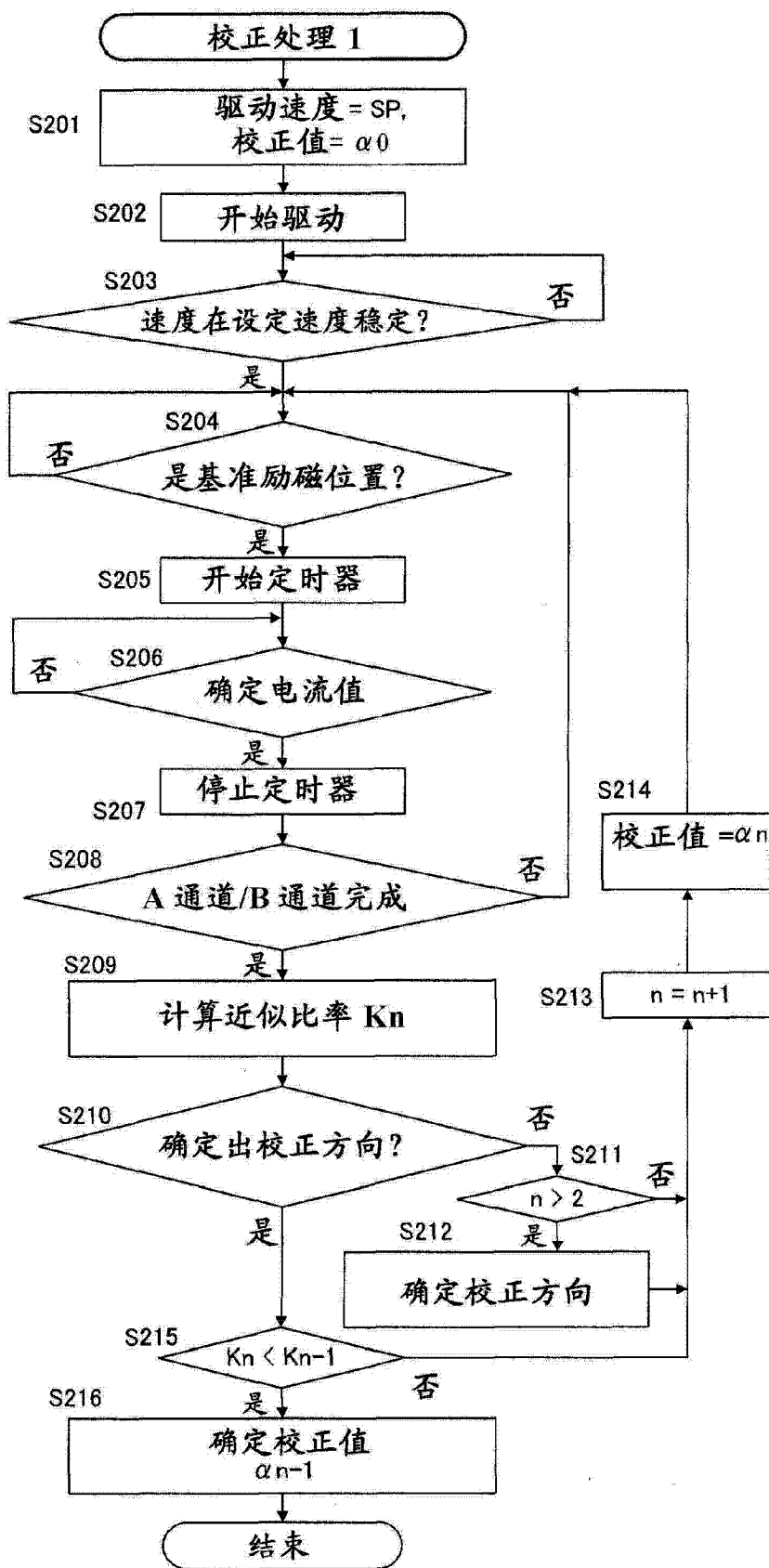


图 9

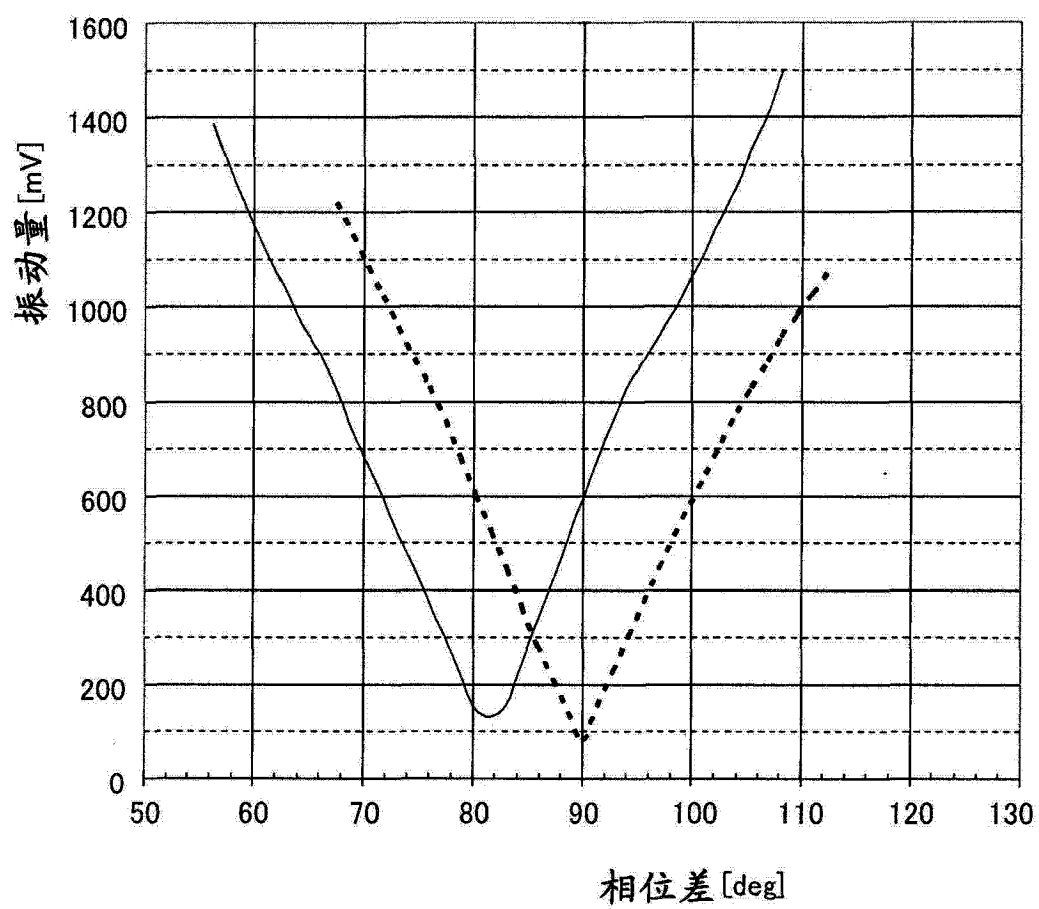


图 10

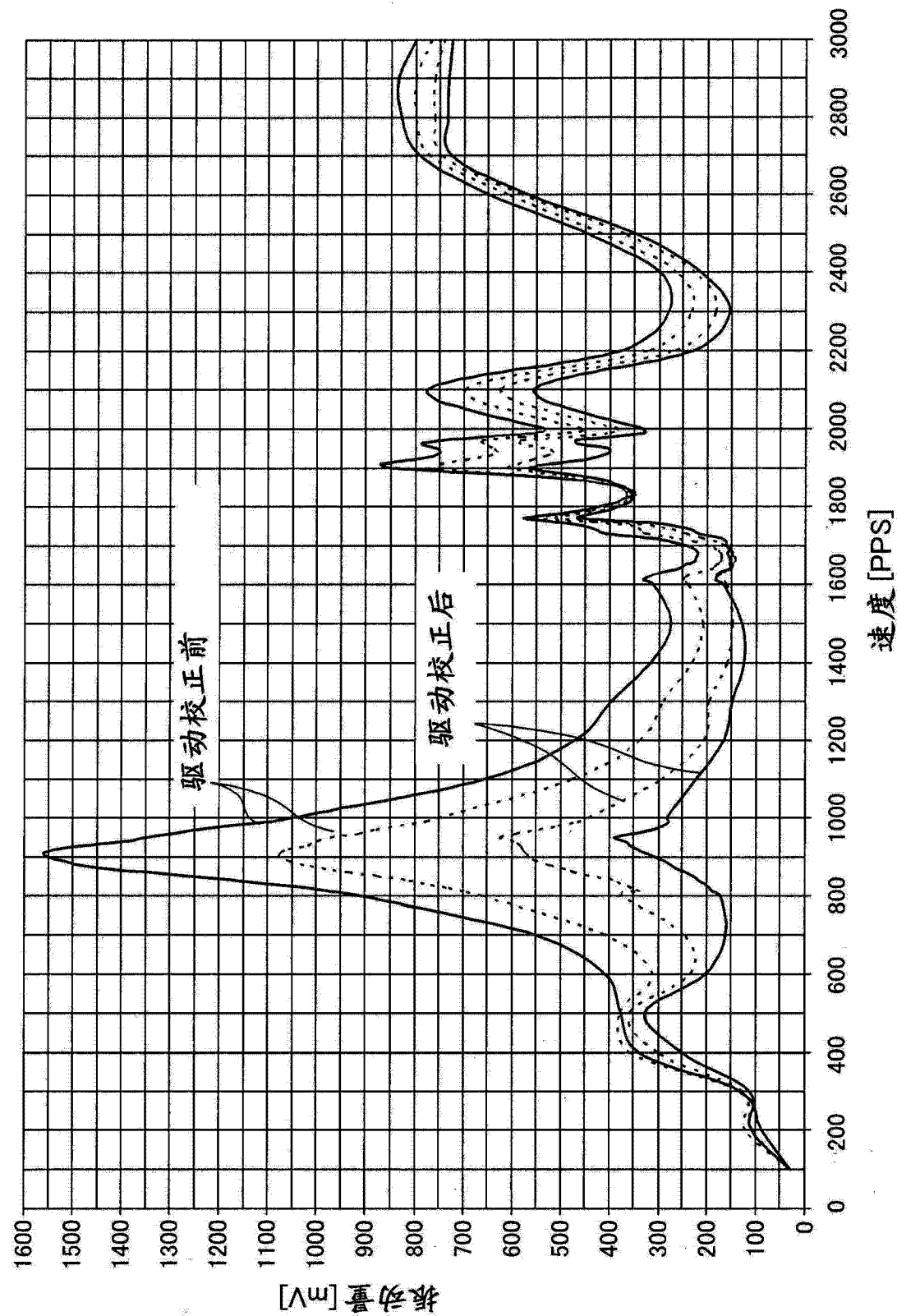


图 11

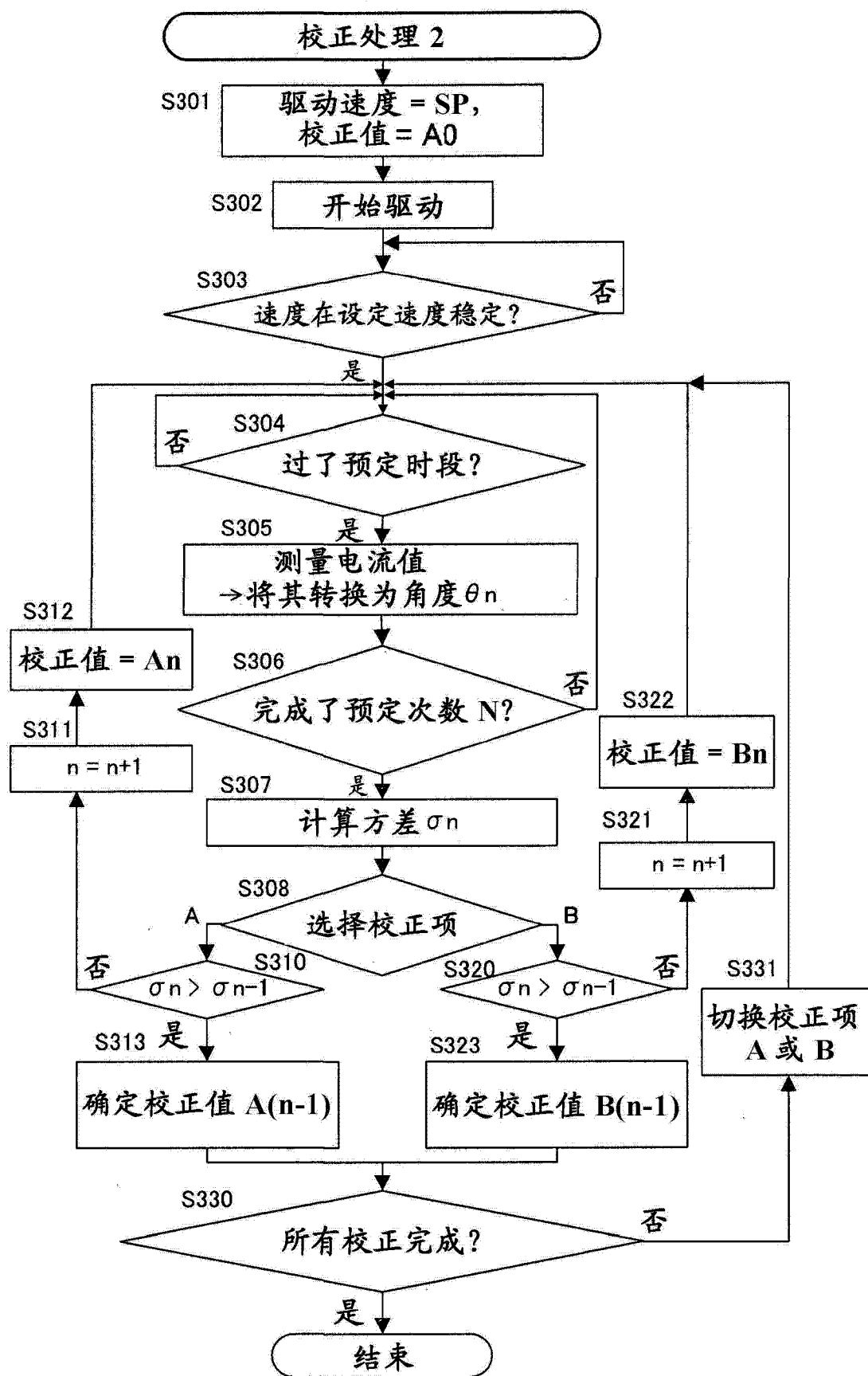


图 12

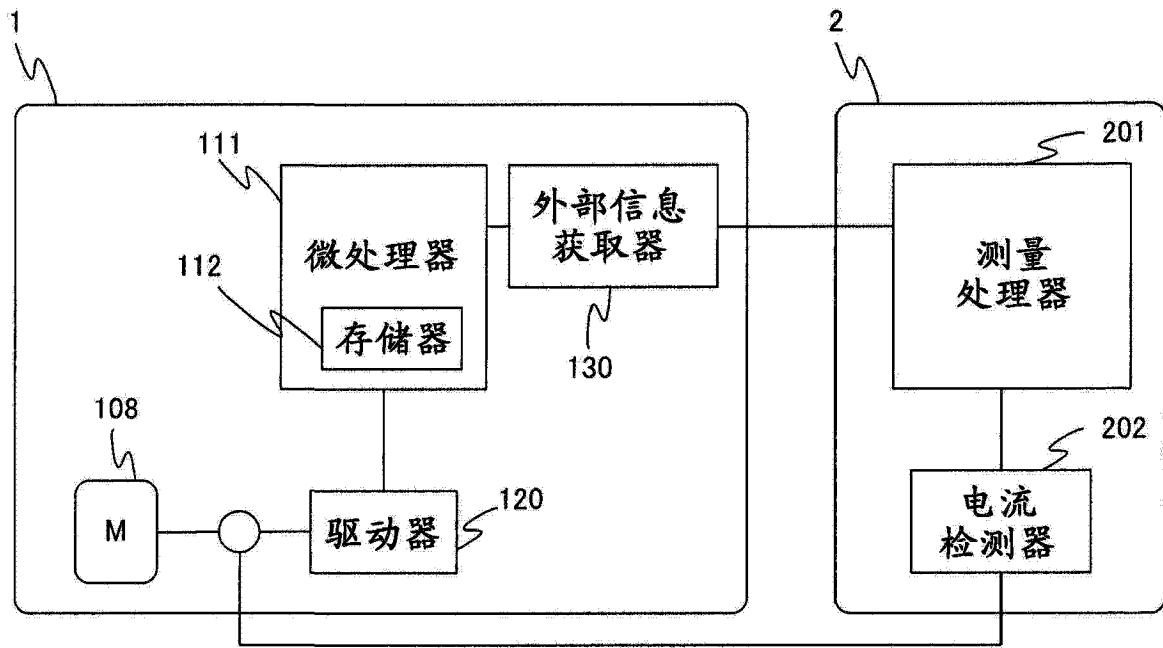


图 13