



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103890444 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201280032443. 8

(22) 申请日 2012. 05. 01

(30) 优先权数据

2006686 2011. 04. 29 NL

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 12. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/NL2012/050303 2012. 05. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/165946 EN 2012. 12. 06

(73) 专利权人 麦科罗特迈尼科技有限公司

地址 荷兰艾恩霍芬

(72) 发明人 安东尼斯·科内利斯·彼得勒斯·马

里亚·贝克斯

迈克尔·马里纳斯·威廉默斯·布兰

茨

约翰·科内利斯·孔特尔

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 郝新慧 张浴月

(51) Int. Cl.

F16F 15/00(2006. 01)

F16F 15/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2787922 Y, 2006. 06. 14,

EP 0275791 A1, 1988. 07. 27,

US 2002/0139603 A1, 2002. 10. 03,

US 4935838 A, 1990. 06. 19,

US 5809843 A, 1998. 09. 22,

审查员 陈莎莎

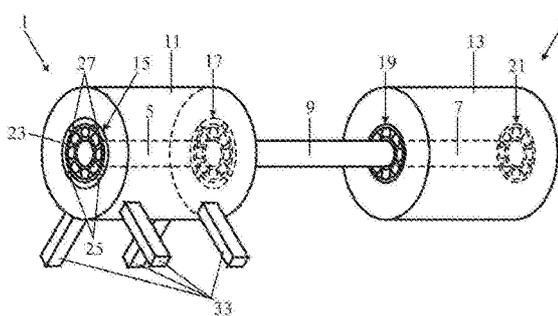
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

用于转子动力系统中的振动补偿和错位防止的集成方法

(57) 摘要

一种用于抑制第一设备中的振动的方法, 该第一设备设置有被连接至第二设备的第二转轴的第一转轴, 该第一轴和第二轴的每一个被轴颈连接在彼此间隔开的两个位置处, 并且由第一轴与第二轴之间的错位和第一轴或第二轴的不平衡造成振动, 特征在于, 在第一轴的转动期间, 测量轴承处第一轴的中心的轨迹, 然后分析这些轨迹, 并确定错位和不平衡, 在此之后, 仍在第一轴的转动期间, 第一设备进行移位以消除错位, 并且该轴承沿径向方向连续地进行移位, 以消除由于不平衡引起的振动。将首先消除错位, 然后将消除由于不平衡引起的振动, 这可以再次造成错位, 然后首先消除该错位, 之后进一步消除由于不平衡引起的振动。



1. 一种用于抑制第一设备 (1) 中的振动的方法, 所述第一设备 (1) 设置有被连接至第二设备 (3) 的第二转轴 (7) 的第一转轴 (5), 所述第一转轴和所述第二转轴的每一个被轴颈连接在彼此间隔开的两个位置处, 并且由所述第一转轴与所述第二转轴之间的错位和所述第一转轴或所述第二转轴的不平衡造成振动, 特征在于, 在所述第一转轴 (5) 的转动期间, 测量轴承 (15, 17) 处所述第一转轴的中心的轨迹, 然后分析这些轨迹, 并且确定所述错位和不平衡, 在此之后, 仍在所述第一转轴的转动期间, 所述第一设备 (1) 进行移位以消除所述错位, 并且所述轴承 (15, 17) 沿径向方向连续地进行移位, 以消除由于不平衡引起的振动。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 特征在于,

将首先消除所述错位, 然后将消除由于不平衡引起的振动, 这可以再次造成错位, 然后首先消除所述错位, 之后进一步消除由于不平衡引起的振动。

3. 根据权利要求 2 所述的方法, 特征在于,

当检测到错位时, 将重建所述第一转轴 (5) 的中心的轨迹, 将推导出为消除错位所述第一设备 (1) 必须被移位所沿的方向和 / 或所转的角度, 然后所述第一设备沿所述方向进行移位和 / 或移位转过所述角度, 直到不再检测到错位,

然后, 当检测到不平衡时, 确定由于所述不平衡所导致的振动, 然后所述轴承 (15, 17) 沿径向方向连续地进行移位, 直到不再检测到不平衡, 然后在由于不平衡引起的振动的消除期间检查是否发生了错位, 并且必要时将再次进行消除错位。

4. 一种转子动力系统, 包括: 第一设备 (1), 设置有第一转轴 (5); 第二设备 (3), 设置有第二转轴 (7); 以及耦接器 (9), 连接所述第一转轴和所述第二转轴, 所述第一设备 (1) 和所述第二设备 (3) 每一个包括具有彼此间隔开的两个轴承 (15, 17, 19, 21) 的外壳 (11, 13), 所述轴经由所述耦接器 (9) 被轴颈连接, 所述轴承 (15, 17, 19, 21) 每一个包括被连接至所述外壳的外环 (23), 特征在于, 所述轴承 (15, 17, 19, 21) 的每一个外环 (23) 经由相对于彼此成一角度的两个位移装置 (25) 和沿径向方向与所述位移装置相对的两个振动传感器 (27) 而被连接至所述外壳, 并且所述转子动力系统包括四个支撑件, 所述第一设备的所述外壳 (11) 经由所述四个支撑件被支撑在底座 (31) 上, 所述支撑件每一个包括另外的用于移动所述第一设备的所述外壳的位移装置 (33)。

5. 根据权利要求 4 所述的转子动力系统, 特征在于,

所述转子动力系统还包括: 振动控制器 (110), 其被连接至所述位移装置 (130); 错位控制器 (140), 其被连接至另外的位移装置 (160); 以及开关 (190), 连接至这些控制器和所述这些振动传感器所连接的位置处, 所述开关能够选择地将所述振动传感器连接至所述振动控制器和所述错位控制器, 并且所述错位控制器 (140) 能够将所述开关切换至所述振动传感器 (170) 与所述振动控制器 (110) 连接的位置, 并且所述振动控制器 (110) 能够将所述开关切换至所述振动传感器 (170) 与所述错位控制器 (140) 连接的位置。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的转子动力系统, 特征在于,

所述位移装置 (25) 和 / 或所述振动传感器 (27) 和 / 或所述另外的位移装置 (33) 是压电元件。

7. 根据权利要求 6 所述的转子动力系统, 特征在于,

在所述第一设备 (1) 的每一个轴承 (15, 17) 处, 所述位移装置和所述振动传感器都由

两个压电元件构成,每一个压电元件能够测量位移并能够同时移动所述外环(23),并且无源元件在与所述压电元件相对的位置处存在于所述外环(23)与所述外壳(11)之间,所述无源元件具有几乎等于所述压电元件的刚度。

## 用于转子动力系统中的振动补偿和错位防止的集成方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于抑制第一设备中的振动的方法,该第一设备设置有被连接至第二设备的第二转轴的第一转轴,该第一轴和第二轴的每一个被轴颈连接(journaled)在彼此间隔开的两个位置处,并且由第一轴与第二轴之间的错位和第一轴或第二轴的不平衡造成振动。

### 背景技术

[0002] 当具有转轴的两个设备(例如,电动机和发电机)被耦接时,则这两个设备之一(例如,电动机或热机(thermodynamics engine))能够被用于驱动另一个设备(例如,发电机)。这些设备是所谓的转子动力系统,这些转子动力系统的每一个通常由转子(包括轴)和定子(外壳)组成。转子动力系统既能够是亚临界的又能够是超临界的。这种转子动力系统可以包括电动机、发电机、压缩机、涡轮机以及膨胀器。它们也可以涉及高速耦接的电动机、发电机以及小型和微型燃气轮机。在耦接期间,两个转动系统需要被非常仔细地对齐,以避免作用于系统的轴承的力。实际上,总会存在一些错位。由于错位引起的力将造成振动,出于这个原因,轴承将磨损得更快。将转子对齐是非常耗费时间且困难的,因此当在生产线上耦接这些系统时,其是一种繁琐的方法。另外,不能够或几乎不能达到 100% 或完美的对齐。

[0003] 转子动力系统通常不仅具有错位而且还具有剩余质量不平衡。象错位一样,几乎不可能创建完全平衡的转子。在轴上总会存在一些质量不平衡。该质量不平衡将在转子动力系统中产生振动(其将造成轴承磨损)以及另外的不受欢迎的影响(例如,噪声)。而且,对于质量不平衡,消除该不平衡也是非常耗费时间的,因此当耦接(尤其在生产中)转子动力系统时,其是一种繁琐的方法。结果是,耦接的转子动力系统的使用寿命是有限的:振动和错位造成诸如轴和轴承系统组件等系统组件的磨损。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是要提供一种在开始部分中限定的那类的方法,该方法不具有已知方法的缺点。为了这个目的,根据本发明的方法特征在于在第一轴的转动期间,测量轴承处第一轴的中心的轨迹(orbit),然后分析这些轨迹,并且确定错位和不平衡。在此之后,仍在第一轴的转动期间,第一设备进行移位以消除错位,并且轴承沿径向方向连续地进行移位,以消除由于不平衡引起的振动。

[0005] 错位与转子中的质量不平衡结合在一起将创建轴的中心的椭圆形轨迹,通过这样,将能够检测是否存在错位。因此,在质量不平衡的帮助下,变得可以检测并校正错位。在服务中而不是在生产期间消除由于质量不平衡和错位引起的振动提供以下优点:

- [0006] - 显著降低生产成本;
- [0007] - 减少磨损;
- [0008] - 延长寿命;
- [0009] - 抑制噪声;

[0010] - 提供转动系统的在线监控、服务以及维护 ;以及

[0011] - 减少系统的整体“拥有成本”。

[0012] 根据本发明的方法能够既被应用于亚临界转子动力系统又能被应用于超临界转子动力系统。

[0013] 另外,本发明尤其可适用于这样的转子动力系统:在系统的使用寿命中,系统的组件不仅受到转子动力而且还受到热影响,例如,膨胀、热冲击以及造成额外振动的强度和刚度的减少。

[0014] 根据本发明的方法的优选实施例特征在于将首先消除错位,然后将消除由于不平衡引起的振动,这(不久之后)可以再次造成错位(例如,由于组件的热膨胀),然后将首先消除该错位,之后再进一步消除由于不平衡引起的振动。

[0015] 根据本发明的方法的另外的优选实施例特征在于,当检测到错位时,将重建第一轴的中心的轨迹,将推导出为消除错位而使得第一设备必须被移位所沿的方向和 / 或所转的角度,然后第一设备沿该方向进行移位和 / 或移位转过这些角度,直到不再检测到错位,然后,当检测到不平衡时,确定该不平衡所导致的振动,然后轴承沿径向方向连续地进行移位,直到不再检测到不平衡,然后在由于不平衡引起的振动的消除期间检查是否发生了错位,并且必要时将再次进行消除错位。

[0016] 本发明还涉及一种系统,包括:第一设备,设置有第一转轴;第二设备,设置有第二转轴;以及耦接器,连接第一轴和第二轴,该设备的每一个包括具有彼此间隔开的两个轴承的外壳,这些轴经由该轴承被轴颈连接(journal),该轴承的每一个包括被连接至外壳的外环。

[0017] 对于该系统,本发明特征在于,轴承的每一个外环经由相对于彼此成角度的两个位移装置(振动致动器)和沿径向方向与位移装置(振动致动器)相对的两个振动传感器而被连接至外壳,并且该系统包括四个支撑件,第一设备的外壳经由该四个支撑件被支撑在底座上,该支撑件的每一个包括另外的用于移动第一设备的外壳的位移装置(错位致动器)。该系统的新颖性是该系统使用布置在第一设备下方的位移装置(错位致动器)。然后,布置在轴承的外环与外壳之间的位移(振动)传感器确定作用于轴承的力。这些位移(振动)测量然后被用于校正错位。如果不再有错位的迹象,则该系统从错位防止切换到质量不平衡(振动)补偿。该补偿通过沿位移(振动)传感器的相反方向同样被布置在轴承与外壳之间的位移装置(振动致动器)来完成。一旦振动控制器得到错位的迹象,则该控制器从质量不平衡消除(振动补偿)切换回到错位防止。

[0018] 通常,该位移装置:

[0019] - 将电信号转换成线性位移;

[0020] - 将电信号转换成角位移;

[0021] - 沿着旋转的轴进行作用;以及

[0022] - 沿着横轴进行作用。

[0023] 该位移装置能够是压电元件推拉磁体、音圈、磁轴承、电动机低频线性致动器的集成部分或发电机的集成部分。

[0024] 传感器能够是压电元件、应变计(沿着致动器)、音圈、电动机的集成部分或发电机的集成部分。

[0025] 根据本发明的系统的实施例特征在于该系统还包括：振动控制器，其被连接至位移装置（振动致动器）；错位控制器，其被连接至另外的位移装置（错位致动器）；以及开关，连接至这些控制器以及这些振动传感器所连接的位置，该开关能够选择地将振动传感器连接至振动控制器和错位控制器，该错位控制器能够将开关切换至振动传感器与振动控制器连接的位置，并且该振动控制器能够将开关切换至振动传感器与错位控制器连接的位置。

[0026] 优选地，位移装置和 / 或振动传感器和 / 或另外的位移装置是压电元件。

[0027] 根据本发明的系统的另外的实施例特征在于，在第一设备的每一个轴承处，位移装置（振动致动器）和振动传感器都由两个压电元件构成，每一个能够测量位移并能够同时移动外环，并且该无源元件在与压电元件相对的位置处存在于外环与外壳之间，该无源元件具有几乎等于压电元件的刚度。

### 附图说明

[0028] 将基于附图在下文进一步阐明本发明。这些附图示出根据本发明的系统的实施例。在附图中：

[0029] 图 1 为包括错位致动器、振动致动器以及振动传感器的系统的完整（机械）安装的三维视图。

[0030] 图 2 为包括错位致动器、振动致动器以及振动传感器的发电机（机械的）的剖视图。

[0031] 图 3 为系统的包括控制器、放大器以及发电机的振动 / 错位控制系统的示意性图示。

[0032] 图 4 为示出根据本发明的系统的振动 / 错位控制系统的操作的流程图。

### 具体实施方式

[0033] 在图 1 和图 2 中，分别在透视图和剖视图中示出了根据本发明的系统的实施例。该系统包括第一设备 1，设置有第一转轴 5；第二设备 3，设置有第二转轴 7；以及耦接器 9，连接第一轴和第二轴。第一设备 1 是被第二设备（其被构成为电动机）3 驱动的发电机。耦接器 9 被构成为柔性轴。每一个设备 1、3 包括具有彼此间隔开的两个轴承 15、17 和 19、21 的外壳 11、13。

[0034] 每一个轴承包括外环 23，外环 23 经由相对于彼此成一角度的两个位移装置（振动致动器）25 和沿径向方向与位移装置（振动致动器）相对的两个振动传感器 27 而被连接至外壳 11。位移装置 25（振动致动器）和振动传感器 27（振动传感器）能够被实施为压电元件，但不限于此。

[0035] 该系统还包括被支撑在底座 31 上的四个位移装置 33（错位致动器）。这些位移装置 33 能够被实施为压电元件，但不限于此。

[0036] 当彼此耦接的两个设备的轴 5 和 7 不完全对齐时，发生错位。错位能够被分成两种类型：（1）平行错位和（2）角度错位。也有可能（最有可能）两种类型的错位同时发生。进一步，这两种类型的错位发生在径向方向，这意味着与转动的轴线垂直，因此能够沿两个方向（x 方向和 y 方向）去看所发生的错位。

[0037] 在图 3 中，示出了振动 / 错位控制系统的示意性图示。该振动 / 错位控制系统包括连接至放大器 120 以驱动位移装置（振动致动器）的振动控制器 110，该位移装置（振动致

动器)是机械配置 130 的一部分,机械配置 130 进一步包括转子的质量、轴承的质量以及定子的质量。该振动 / 错位控制系统还包括经由放大器 150 连接至另外的位移装置(错位致动器)以驱动这些装置(错位致动器)的错位控制器 140。这些另外的位移装置(错位致动器)是另外的机械配置 160 的一部分,机械配置 160 还包括定子的质量、轴承的质量以及转子的质量。另外,该振动 / 错位控制系统包括检测振动并被连接至振动测量放大器和滤波器 180 的振动传感器 170。该放大器被连接至开关 190,以设定错位控制或振动控制。如果观察到错位,则振动控制器 110 自动地将开关 190 切换至错位控制器 140。

[0038] 现在将参考图 4 中的流程图来讨论本发明的系统的操作。在框 200 处,位移传感器 170 检测振动。在框 210 处,放大器 / 滤波器 180 放大传感器的信号并滤波不能被位移装置(振动致动器 25)补偿的高频。在框 220 处,发生以下事项:如果存在错位,则执行错位分支 230。如果不存在错位,则执行错位分支 240。该错位分支在框 250 处重建转子轴 3 的中心的轨迹。然后,在框 260 处控制器分析是否存在错位:如果不存在,下一次在框 200 处开始执行该流程图时,线 270 将 220 设定为振动,图 3 中的开关 190 被设定为振动,并且下一次执行该流程图的框 220 时,紧随的是振动分支 240。如果是这样,然后控制器在框 260 处确定用于另外的位移装置(错位致动器 33)的信号,并且将该信号传到在框 280 处的用于另外的位移装置的驱动器。在框 280,该信号被放大和 / 或升压并在框 290 处通过另外的位移装置(错位致动器)。

[0039] 如果执行振动分支 240,则在框 300 处该信号首先被反相。然后,在框 310 处控制器采取应对措施,以补偿振动。一旦在两个信号(x 和 / 或 y)之一中存在高次谐波,或者 x 幅度高于 y 幅度(这表明存在错位),则该系统经 320 被切换回到错位分支 230。在框 330 处,来自控制器的信号被放大并在框 340 通过位移装置(振动致动器 25)。

[0040] 虽然基于给出的附图在上文阐明了本发明,应该注意的是本发明不限于附图所示的实施例。在由权利要求书限定的上下文中,本发明还延伸到与附图所示的实施例偏离的所有实施例。代替四个压电元件,位移装置(振动致动器)和振动传感器能够由两个压电元件构成,每一个压电元件能够测量位移并能够移动外环。在那种情况下,多个无源元件(passive elements)存在于处于与压电元件相对的位置的外环与外壳之间。这些无源元件优选地具有几乎等于压电元件的刚度。除了压电元件之外的装置能够在本发明的发明内容下被用在如上所述的方案中。

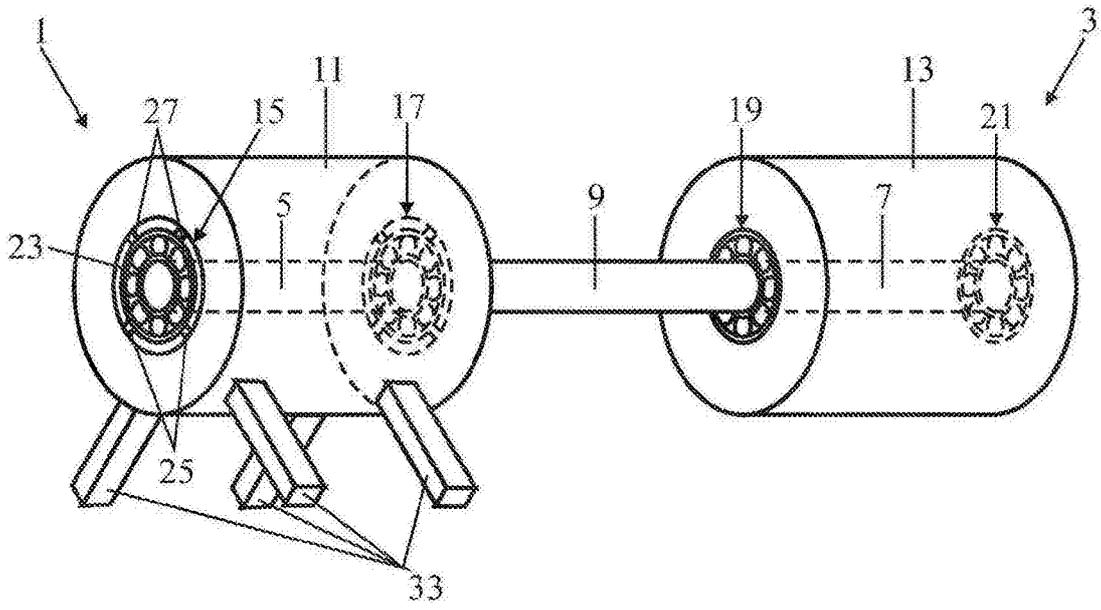


图 1

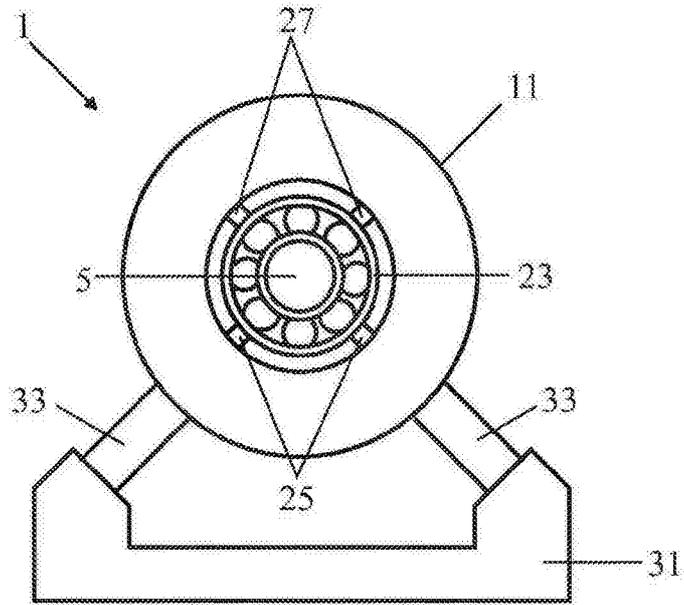


图 2

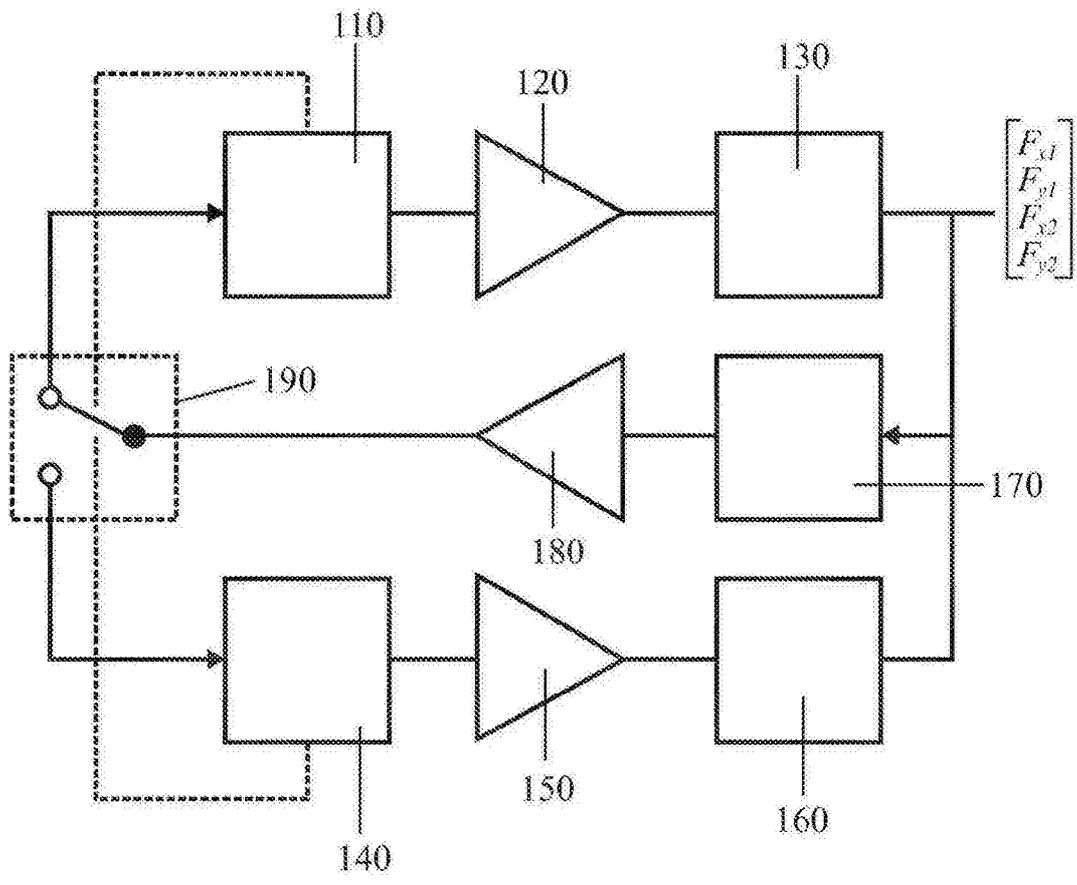


图 3

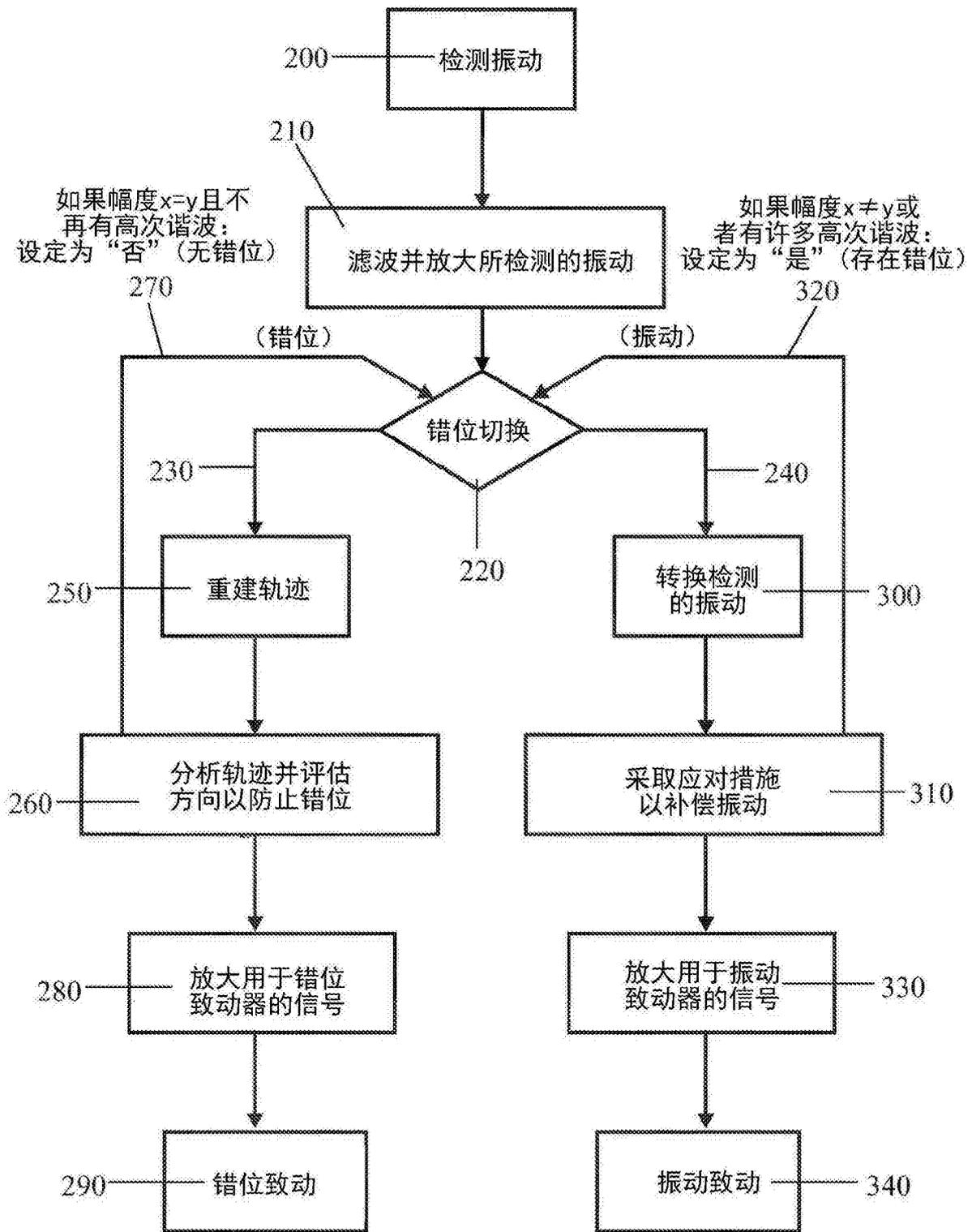


图 4