



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103676071 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201310404691. 7

(22) 申请日 2013. 09. 09

(30) 优先权数据

2012-198652 2012. 09. 10 JP

2013-176549 2013. 08. 28 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 住冈润

(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

(51) Int. Cl.

G02B 7/04(2006. 01)

G03B 13/34(2006. 01)

G03B 13/36(2006. 01)

G03B 5/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101630110 A, 2010. 01. 20,

US 2008/0278106 A1, 2008. 11. 13,

CN 102591105 A, 2012. 07. 18,

US 6332060 B1, 2001. 12. 18,

US 2012/0051194 A1, 2012. 03. 01,

JP 特开 2010-171616 A, 2010. 08. 05,

审查员 胡雅婷

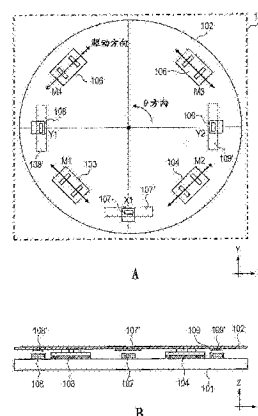
权利要求书3页 说明书14页 附图24页

(54) 发明名称

控制装置、致动器、图像模糊校正装置、可交换透镜、图像拾取设备及自动平台

(57) 摘要

提供一种控制装置、致动器、图像模糊校正装置及可交换透镜,控制装置包括:控制器,在正常操作模式中基于预定增益分别输出关于至少两个方向的控制信号,并在学习操作模式中基于针对这两个方向设置的增益来分别输出控制信号;受控量计算单元,接收控制信号并针对至少两个马达分别输出关于驱动参数的信号,其中受控量计算单元包括:特性差异计算单元,基于控制信号计算至少两个马达之间的特性差异;以及增益补偿器,根据计算出的至少两个马达的特性差异校正关于至少两个马达的驱动参数的受控量,并输出信号。



1. 一种控制装置,包括:

控制器,被配置为在正常操作模式中基于预定增益输出关于第一方向的第一控制信号和关于与第一方向相交的第二方向的第二控制信号,并在学习操作模式中基于针对第一方向和第二方向设置的增益来分别输出第三控制信号和第四控制信号;以及

受控量计算单元,被配置为接收第三控制信号和第四控制信号,并针对至少第一马达和第二马达分别输出关于驱动参数的第五控制信号和第六控制信号,第一马达和第二马达被配置为驱动移动体,

其中所述受控量计算单元包括:

特性差异计算单元,被配置为基于第三控制信号和第四控制信号来计算至少第一马达和第二马达之间的特性差异;以及

增益补偿器,被配置为根据计算出的至少第一马达和第二马达的特性差异来校正关于至少第一马达和第二马达的驱动参数的受控量,并输出第五控制信号和第六控制信号。

2. 根据权利要求 1 所述的控制装置,

其中至少这两个马达在第一方向上驱动移动体,以及

其中,特性差异计算单元被配置为基于以下检测值在学习操作模式中计算至少第一马达和第二马达之间的特性差异:该检测值基于用小于第二方向上的控制增益的第一方向上的控制增益驱动第一马达和第二马达时的驱动力之差。

3. 根据权利要求 1 所述的控制装置,

其中,所述受控量计算单元被设置在对位置命令执行反馈控制的控制系统的路径中。

4. 根据权利要求 1 所述的控制装置,

其中,控制器是被配置为响应于位置命令来补偿移动体的位置数据的相位延迟或增益的运算部。

5. 根据权利要求 1 所述的控制装置,

其中,第一方向和第二方向分别是作为一个平面中的两个正交坐标的 XY 坐标的 X 方向和 Y 方向,并且移动体具有能够在第一方向和第二方向上进行驱动的构成。

6. 根据权利要求 5 所述的控制装置,

其中,控制器包括能够调节在 X 和 Y 方向上的控制增益的 PID 补偿器,以及

受控量计算单元包括矩阵运算部,该矩阵运算部被配置为基于在 X 方向和 Y 方向上的受控量来输出至少第一马达和第二马达的受控量。

7. 根据权利要求 1 所述的控制装置,还包括除了至少第一马达和第二马达之外的第三马达和第四马达。

8. 根据权利要求 1 所述的控制装置,

其中,移动体具有这样的配置:该配置能够在作为一个平面中的两个正交坐标的 XY 坐标的 X 方向和 Y 方向上、以及在作为以 XY 坐标的中心点为旋转中心的旋转方向的 θ 方向上进行驱动。

9. 根据权利要求 8 所述的控制装置,

其中,控制器被配置为还在正常操作模式中基于预定增益输出关于 θ 方向的第七控制信号,并在学习操作模式中基于在 θ 方向设置的增益来输出第八控制信号,以及

受控量计算单元还被配置为接收第八控制信号,并使用该信号计算第一马达与第二马

达之间的特性差异。

10. 根据权利要求 8 所述的控制装置，

其中控制器包括能够调节在 X、Y 和 θ 方向上的控制增益的 PID 补偿器，以及

受控量计算单元包括基于在移动体的每个驱动方向上的受控量来输出至少第一马达和第二马达的受控量的矩阵运算部。

11. 根据权利要求 8 所述的控制装置，

其中，受控量计算单元被配置为：将 θ 方向上的控制增益设置为小于 X 方向和 Y 方向上的控制增益，并且执行对第一马达和第二马达的驱动，

并且被配置为使用 θ 方向上的检测旋转角、以及 X 方向上的检测值来计算至少第一马达和第二马达的特性差异。

12. 根据权利要求 8 所述的控制装置，

其中，受控量计算单元被配置为：将 X 方向上的控制增益设置为小于 Y 方向和 θ 方向上的控制增益，并且执行对第一马达和第二马达的驱动，

并且被配置为使用 X 方向上的检测位置、以及 Y 方向上的检测值来计算至少第一马达和第二马达的特性差异。

13. 根据权利要求 8 所述的控制装置，

其中，受控量计算单元被配置为：将 Y 方向上的控制增益设置为小于 X 方向和 θ 方向上的控制增益，并且执行对第一马达和第二马达的驱动，

并且被配置为使用 Y 方向上的检测位置、以及 X 方向上的检测值来计算至少第一马达和第二马达的特性差异。

14. 根据权利要求 1 所述的控制装置，其中，受控量计算单元被配置为在学习操作模式中计算生成相同方向上的驱动力的至少第一马达和第二马达的特性差异。

15. 根据权利要求 1 所述的控制装置，还包括第三马达和第四马达，

其中，至少第一马达和第二马达生成第三方向上的驱动力，

第三马达和第四马达生成在与第三方向相交的第四方向上的驱动力，以及

受控量计算单元被配置为在学习操作模式中检测至少第一马达和第二马达的合成驱动力与第三马达和第四马达的合成驱动力之间的特性差异。

16. 根据权利要求 1 所述的控制装置，

其中，至少第一马达和第二马达分别为振动体，

通过施加相应的交流电压来在各个振动体处激发振动，以及

通过由于与振动体的摩擦力所得的驱动力来驱动移动体。

17. 根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的控制装置，其中，至少第一马达和第二马达分别为音圈马达。

18. 一种致动器，包括：

根据权利要求 1 到 17 中任一项所述的控制装置；

至少第一马达和第二马达；

移动体；以及

检测移动体的位置的位置传感器。

19. 一种图像模糊校正装置，包括：根据权利要求 18 所述的致动器；以及透镜，

其中,所述图像模糊校正装置移动致动器的移动体以移动透镜。

20. 一种可交换透镜,包括:

透镜;以及

根据权利要求 18 所述的致动器,该致动器移动所述移动体以驱动保持所述透镜的透镜保持部件。

21. 一种图像拾取设备,包括:

图像拾取元件;

透镜;以及

根据权利要求 18 所述的致动器,该致动器移动所述移动体以驱动保持所述透镜的透镜保持部件。

22. 一种图像拾取设备,包括:

透镜;

图像拾取元件;以及

根据权利要求 18 所述的致动器,该致动器移动所述移动体以驱动所述图像拾取元件。

23. 一种自动平台,包括

平台;以及

根据权利要求 18 所述的致动器,该致动器移动所述移动体以驱动所述平台。

控制装置、致动器、图像模糊校正装置、可交换透镜、图像拾取设备及自动平台

技术领域

[0001] 本发明涉及控制装置、包括控制装置的致动器、图像模糊校正装置、可交换透镜、图像拾取设备以及自动平台。更具体地,本发明涉及这样的控制装置:通过学习来补偿多个马达的驱动力的个体差异并合成这些马达的驱动力,因此使得移动体可以在多个方向移动,本发明还涉及包括该控制装置的致动器、图像模糊校正装置、可交换透镜、图像拾取设备以及自动平台。

背景技术

[0002] 常规地,在能够驱动多个方向的致动器(下文,称为多自由度驱动装置)当中,已经提出利用线性致动器实现 XY θ 驱动的装置(日本专利申请公开 No. 2009-225503)。

[0003] 图 20A 为示出常规多自由度驱动装置的配置的图。该图示出作为多自由度驱动装置的基座的底板 1,以及用于驱动移动体 5 的振动体 2、3 和 4。该图还示出检测在 X 方向上的位置的位置传感器 6。该图还示出检测在 Y 方向上的位置的位置传感器 7 和 8。

[0004] 图 20B 为该设备的侧视图。通过附接部件(未示出)将振动体 2(未示出)、3 和 4(其中通过粘合来集成具有一个点凸起的振动部件(振动体 3 和 4 的顶部)与压电元件(阴影部分))附接到底板 1。在位置传感器的顶表面上设置标尺 6'、7' 和 8'。

[0005] 例如,当标尺 6' 在 X 方向移动时,传感器 6 响应于移动量输出位置信号。

[0006] 当标尺 7' 和 8' 在 Y 方向移动时,传感器 7 和 8 分别响应于移动量输出位置信号。该配置在对振动体 2、3 和 4 的驱动力进行矢量合成得到的方向移动该移动体。

[0007] 然而,常规配置具有这样的问题:如果振动体 2、3 和 4 的驱动力具有个体差异,则控制系统是不稳定的,不能增加控制增益,并且位置偏差和响应性降低。

[0008] 为解决该问题,现有的方法为,预先获得各个马达的特性并选择具有类似特性的马达。然而,即使这些马达具有相同的特性,在被实际附接在设备中的状态的变化(例如,加压)也导致问题。

[0009] 日本专利申请公开 No. 2009-225503 提出一种方法,其根据在设备状态中在操作的情况下的移动体的移动量或振动体的操控量来确定各个马达的特性,并设置驱动参数以便使这些特性相互匹配或优化这些特性,因此适应马达的变化。

发明内容

[0010] 然而,常规技术具有以下问题。

[0011] 即,在多个方向上的实际驱动控制导致其中在这些方向上的移动量或操控量被混合的状态。因此,难于准确提取特性差异。结果,失去各个马达(例如振动体)的受控量的平衡,并且控制系统变得不稳定,由此降低了位置偏差和响应性。

[0012] 为了适应变化,把作为控制参数的频率、驱动电压和脉宽重复设置为使得特性相互匹配。该设置使得补偿方法变得复杂。

[0013] 考虑到上述问题,本发明的目的为提供一种振动型驱动装置,其对多个振动体的驱动力进行矢量合成以允许在多个方向上进行驱动,其中该振动型驱动装置通过学习操作检测并补偿振动体的驱动力之间的个体差异,由此允许针对位置偏差和响应性改善可控性,并使得可以在多个方向上驱动移动体。本发明还具有提供包括振动型驱动装置的图像模糊校正装置的目的。

[0014] 本发明的一个方面涉及一种控制装置,包括:控制器,在正常操作模式中基于预定增益输出关于第一方向的第一控制信号和关于与第一方向相交的第二方向的第二控制信号,并在学习操作模式中基于针对第一方向和第二方向设置的增益来分别输出第三控制信号和第四控制信号;受控量计算单元,接收第三控制信号和第四控制信号,并针对驱动移动体的至少第一马达和第二马达来分别输出关于驱动参数的第五控制信号和第六控制信号,其中受控量计算单元包括:特性差异计算单元,基于第三控制信号和第四控制信号计算至少第一马达和第二马达之间的特性差异;以及增益补偿器,根据计算出的至少第一马达和第二马达的特性差异来校正关于至少第一马达和第二马达的驱动参数的受控量,并输出第五控制信号和第六控制信号。

[0015] 本发明另一方面涉及包括该控制装置的致动器、图像模糊校正装置、可交换透镜、图像拾取设备或者自动平台。

[0016] 通过参考附图对示例实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0017] 图 1A 为示出多自由度振动波驱动装置的配置示例的图。

[0018] 图 1B 为示出多自由度振动波驱动装置的配置示例的图。

[0019] 图 2A 为示出线性振动型驱动装置的驱动原理的图。

[0020] 图 2B 为示出线性振动型驱动装置的驱动原理的图。

[0021] 图 2C 为示出线性振动型驱动装置的驱动原理的图。

[0022] 图 2D 为示出线性振动型驱动装置的驱动原理的图。

[0023] 图 3 为示出多自由度振动波驱动装置的控制系统的图。

[0024] 图 4 为示出 PID 补偿器的控制系统的图。

[0025] 图 5 为示出受控量计算单元的配置的图。

[0026] 图 6A 为示出多输入多输出矩阵计算单元的矩阵运算表达式的图。

[0027] 图 6B 为示出多输入多输出矩阵计算单元的矩阵运算表达式的图。

[0028] 图 6C 为示出多输入多输出矩阵计算单元的矩阵运算表达式的图。

[0029] 图 7A 为示出在多自由度振动波驱动装置的 X、Y 和 θ 方向上的操作的图。

[0030] 图 7B 为示出在多自由度振动波驱动装置的 X、Y 和 θ 方向上的操作的图。

[0031] 图 7C 为示出在多自由度振动波驱动装置的 X、Y 和 θ 方向上的操作的图。

[0032] 图 7D 为示出在多自由度振动波驱动装置的 X、Y 和 θ 方向上的操作的图。

[0033] 图 7E 为示出在多自由度振动波驱动装置的 X、Y 和 θ 方向上的操作的图。

[0034] 图 8A 为示出从位置传感器信号到 X、Y 和 θ 的坐标变换的表达式的图。

[0035] 图 8B 为示出从位置传感器信号到 X、Y 和 θ 的坐标变换的表达式的图。

[0036] 图 9A 为示出学习操作模式的流程图。

- [0037] 图 9B 为示出学习操作模式的流程图。
- [0038] 图 10A 为示出在学习步骤 1 中的 PID 补偿器的在前段 (preceding stage) 中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0039] 图 10B 为示出在学习步骤 1 中的 PID 补偿器的在前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0040] 图 10C 为示出在学习步骤 1 中的 PID 补偿器的在前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0041] 图 11A 为示出在学习步骤 1 中多自由度振动波驱动装置的操作的图。
- [0042] 图 11B 为示出在学习步骤 1 中多自由度振动波驱动装置的操作的图。
- [0043] 图 12A 为示出特性差异计算单元的配置的图。
- [0044] 图 12B 为示出特性差异计算单元的配置的图。
- [0045] 图 13 为示出在学习步骤 1 中在改变补偿增益 G1 的情况下的检测的 旋转角 θ 的变化的图。
- [0046] 图 14 示出增益补偿器的配置。
- [0047] 图 15A 为示出在学习步骤 2 中的 PID 补偿器的前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0048] 图 15B 为示出在学习步骤 2 中的 PID 补偿器的前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0049] 图 15C 为示出在学习步骤 2 中的 PID 补偿器的前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0050] 图 16A 为示出在学习步骤 2 中多自由度振动波驱动装置的操作的图。
- [0051] 图 16B 为示出在学习步骤 2 中多自由度振动波驱动装置的操作的图。
- [0052] 图 17A 为示出在学习步骤 3 中的 PID 补偿器的前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0053] 图 17B 为示出在学习步骤 3 中的 PID 补偿器的前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0054] 图 17C 为示出在学习步骤 3 中的 PID 补偿器的前段中的 X、Y 和 θ 的增益设置、操作模式和检测信号的图。
- [0055] 图 18A 为示出在学习步骤 3 中多自由度振动波驱动装置的操作的图。
- [0056] 图 18B 为示出在学习步骤 3 中多自由度振动波驱动装置的操作的图。
- [0057] 图 19A 为示出在使用在学习步骤中计算的补偿增益来控制多自由度振动波驱动装置的情况下的模拟结果的图。
- [0058] 图 19B 为示出在使用在学习步骤中计算的补偿增益来控制多自由度振动波驱动装置的情况下的模拟结果的图。
- [0059] 图 20A 为示出多自由度驱动装置的配置的图。
- [0060] 图 20B 为示出多自由度驱动装置的配置的图。
- [0061] 图 21A 为示出使用取消机构 (avoiding mechanism) 来减少负荷的 配置的示例的图。
- [0062] 图 21B 为示出利用取消机构来减少负荷的配置的示例的图。

- [0063] 图 22 为示出马达的示例的截面图。
- [0064] 图 23A 为示出多自由度驱动装置的配置的图。
- [0065] 图 23B 为示出多自由度驱动装置的配置的图。
- [0066] 图 24 为示出应用马达控制装置的示例的图。
- [0067] 图 25 为示出应用马达控制装置的示例的图。

具体实施方式

[0068] 下文中,将参照附图详细描述本发明的优选实施例。

[0069] (实施例 1)

[0070] 将在本发明的实施例中描述这样的示例:其采用振动多自由度驱动装置作为可以在多个方向驱动移动体的致动器(多自由度驱动装置)的示例。

[0071] 作为本发明的实施例,下文将描述这样的配置示例:其中对作为光学设备的照相机的振动隔离机构(图像模糊校正装置)应用本发明的包括马达控制装置的多自由度驱动装置。在该实施例中,描述在照相机上安装的配置的示例。然而,所述配置不限于此。作为另一个示例,本发明可应用于平台中的控制装置。

[0072] 该实施例的振动多自由度驱动装置包括多个通过施加交流电压来激发振动的振动体。

[0073] 根据该配置,为了通过由摩擦力产生的驱动力驱动与振动体接触的移动体,对振动体的驱动力进行矢量合成,并且可以在多个方向上驱动移动体。

[0074] 更具体地,如图 1A 和 1B 所示,将线性振动型驱动装置配置为使用多个线性振动马达来实现在 XY θ 方向(第一、第二和第三方向)上驱动移动体。

[0075] 照相机的振动隔离机构使用二轴陀螺传感器来检测在作为平面中的两个正交坐标的 X 和 Y 坐标的 X 和 Y 方向上的波动量,并生成位置命令信号 X 和 Y 以校正波动量。

[0076] 即,基于位置命令信号来控制多自由度驱动装置以移动作为移动体的透镜,因此允许照相机的振动隔离。

[0077] 图 1A 为示出本发明的多自由度驱动装置的配置的图。

[0078] 该图示出作为振动多自由度驱动装置的基座的底板 101,以及用于驱动移动体 102 的振动马达 103、104、105 和 106 (各个振动体)。

[0079] 这里,在应用于照相机的振动隔离机构的情况中,移动体 102 为透镜部分。

[0080] 该图还示出检测 X 方向上的位置的位置传感器 107、和检测 Y 方向上的位置的位置传感器 108 和 109。

[0081] 图 1B 为该设备的侧视图。

[0082] 振动马达(各个振动体) 103、104、105 和 106 (其中具有两个凸起的振动部件和压电元件(未示出)通过粘合集成)经由附接部件被附接到底板 101。

[0083] 在位置传感器 107、108 和 109 的顶表面上设置标尺 107'、108' 和 109'。

[0084] 例如,在传感器 107 的情况下,在 X 方向(第一方向)上的标尺 107' 的移动允许传感器 107 根据移动量来输出位置信号。

[0085] 在 Y 方向(第二方向)上的标尺 108' 和 109' 的移动允许相应的传感器 108 和 109 根据移动量来输出位置信号。该配置在对振动马达 103、104、105 和 106 的驱动力进行矢量

合成得到的方向上移动该移动体。

[0086] 图 2A 至图 2D 为示出在该实施例中采用的振动马达的驱动原理的图。

[0087] 在图 2A 中,对粘合到弹性部件 203 的压电元件 204 施加交流电压导致如图 2C 和 2D 所示的两个振动模式。根据所述振动模式,与凸起 202 按压接触的移动体 201 在箭头方向上移动。

[0088] 图 2B 为示出压电元件 204 的电极图案的图。例如,在振动马达 103 的压电元件 204 上形成在纵向上平分的电极区域。

[0089] 在每个电极区域中的极化方向是相同的方向(+)。在压电元件 204 的两个电极区域之间,对位于图 2B 右侧的电极区域施加交流电压(V1)。对位于左侧的电极区域施加交流电压(V2)。

[0090] 如果电压 V1 和 V2 是具有 A 模式的谐振频率附近的频率和相同相位的交流电压,则整个压电元件 204 (两个电极区域)在特定时刻扩展并在另一个时刻收缩。结果,振动马达 103 生成如图 2C 所示的 A 模式振动。

[0091] 如果电压 V1 和 V2 为具有 B 模式的谐振频率附近的频率和相位彼此相位差 180° 的交流电压,则在特定时刻,在压电元件 204 的右侧的电极区域收缩,并且在左侧的电极区域扩展。

[0092] 在另一个时刻,该关系反转。结果,振动马达 103 生成如图 2D 所示的 B 模式振动。

[0093] 因此,两个振动模式组合以在如图 2A 中的箭头的方向驱动移动体 201。

[0094] 可以通过改变输入到平分电极中的交流电压的相位差来改变生成 A 模式和 B 模式的比率。

[0095] 在振动马达中,可通过改变生成比率来改变移动体的速率。

[0096] 图 3 为示出本发明实施例的多自由度驱动装置的控制系统的图。

[0097] 该控制系统至少包括振动马达、移动体、位置传感器和控制装置。这里,例如,该系统包括振动马达 103 至 106、移动体 102、位置传感器 107 至 109、以及控制装置。控制装置包括控制器、脉冲生成器、驱动电路、位置检测器、以及坐标变换器。这里,例如,控制装置包括控制器、脉冲生成器 304、驱动电路 305、位置检测器 307、以及 XY θ 坐标变换器 308。控制器还包括偏差计算器、补偿器、以及受控量计算单元。这里,例如,XY θ 偏差计算器 301、PID 补偿器 302、以及受控量计算单元 303。

[0098] 在多自由度驱动装置的控制系统中,通过控制器(未示出)提供位置命令 X、Y 和 θ ,并将其输入到 XY θ 偏差计算器 301 中。

[0099] XY θ 偏差计算器 301 计算位置命令 X、Y 和 θ 与通过 XY θ 坐标变换器 308 获取的检测位置 X、Y 和 θ 之差,并输出 X、Y 和 θ 偏差信号。将偏差信号输入到 PID 补偿器 302 中,并输出 X、Y 和 θ 控制信号。

[0100] 这里,使用 PID 补偿器 302 (可通过把具有比例(P)、积分(I)和微分(D)功能的补偿器的输出相加配置而成)补偿控制物体的相位延迟和增益并构成稳定且高度精确的控制系统。PID 补偿器具有用于控制器的反馈控制的特定控制周期。基于控制周期来执行时间比例运算、时间微分运算和时间积分运算。该补偿器可以为这样的运算部:补偿移动体的位置数据相对于位置命令的相位延迟或增益。该补偿器例如为 H 无限大补偿器和重复补偿器中的一种,其每个被配置为组合基于时间概念的运算。补偿器(还可以被看作为滤波器)实

现基于时间构思的动作,即响应于频率来增大和减小输入信号的动作之一。本发明的补偿器不限于上述补偿器,而是可以施加上述效果的任何一种。

[0101] 从PID补偿器302输出的控制信号被输入到受控量计算单元303中。 X 、 Y 和 θ 受控量被矩阵运算并变换,并作为相应的四个振动马达的受控量被输出。

[0102] 在该实施例中,如下文详细描述,控制装置具有这样的配置:该配置在用于对位置命令进行反馈控制的控制系统的路径中包括被配置为PID补偿器302的控制器、和受控量计算单元303。该控制器被配置为:在正常操作模式中输出预定增益的控制信号(例如,关于作为第一方向的 X 方向的第一控制信号,和关于作为第二方向的 Y 方向的第二控制信号),以及在学习操作模式中输出基于在第一和第二方向的每个中设置的增益的控制信号(分别为第三控制信号和第四控制信号)。

[0103] 受控量计算单元303被配置为从控制器接收控制信号(第三控制信号和第四控制信号),并通过运算来输出关于各个振动体的驱动参数的信号(第五控制信号和第六控制信号)。

[0104] 从受控量计算单元303输出的受控量(其包括关于频率、相位差和脉宽的信息作为用于振动马达的控制参数)被校正并输入到脉冲生成器304中。

[0105] 脉冲生成器304生成脉冲信号,该脉冲信号具有根据关于输入驱动参数的控制信号而变化的驱动频率。该生成器可以是数字分压器电路和VCO(压控振荡器)中的任一种。

[0106] 可以生成这样的脉冲信号:其脉宽通过PWM(脉宽调制)控制根据控制参数而变化。

[0107] 将从脉冲生成器304输出的脉冲信号输入到驱动电路305,并输出具有相位差 90° 的两个相位的交流电压。

[0108] 驱动电路305以输入脉冲信号的定时对从电源306提供的DC电压执行切换操作。所述电路可以是以下电路中的任一种:利用将电压升到期望电压的变压器的升压电路和利用LC谐振的升压电路。

[0109] 从驱动电路305输出的交流电压被施加到振动马达103、104、105和106(下文中, $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$ 和 $M4$)的压电元件,并且移动体102在其中对 $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$ 和 $M4$ 的驱动力进行矢量合成得到的方向上移动。

[0110] 通过位置传感器107、108和109检测移动体102的移动。位置检测器307执行运算处理以获取在各个传感器的位置的 $X1$ 、 $Y1$ 和 $Y2$ 位置信息。

[0111] $X1$ 、 $Y1$ 和 $Y2$ 位置信息被输入到 $XY\theta$ 坐标变换器,并被坐标变换为 X 、 Y 和 θ 位置信息。因此,该设备受到反馈控制以接近位置命令 X 、 Y 和 θ 。

[0112] 图4为示出PID补偿器302的配置的图。

[0113] 在对应的 X 、 Y 和 θ 偏差信号中设置增益,并且PID补偿器执行运算并输出。

[0114] 在学习操作模式中使用增益 $X401$ 、增益 $Y402$ 和增益 $\theta 403$,所述增益可以导通和关闭在每个方向上的控制或者调节控制增益的比率。在PID补偿器 $X404$ 、PID补偿器 $Y405$ 和PID补偿器 $\theta 406$ 中设置基于四个振动马达的转换特性而被优化的控制增益。

[0115] 图5为示出受控量计算单元303的配置的图。

[0116] 通过多输入多输出矩阵计算单元501根据检测的位置 X 、 Y 和 θ 对关于 X 、 Y 和 θ 控制量进行矩阵运算,并将其输出作为用于相应的四个振动马达的控制量。

[0117] 增益补偿器503补偿四个振动马达之间的个体差异,并输出用于相应马达的控制

量。正常操作模式中的控制流程因此已经进行了描述。

[0118] 在学习操作模式中,通过特性差异计算单元 502 根据检测位置 X、Y 和 θ 来计算振动马达之间的个体差异,并且在完成学习操作之后计算的补偿增益被设置在增益补偿器 503 中。

[0119] 基于补偿增益,调节作为振动马达 M1、M2、M3 和 M4 的受控量的频率、相位差和脉宽作为结果。

[0120] 图 6A 至 6C 示出多输入多输出矩阵计算单元 501 的矩阵运算表达式。

[0121] 图 6A 示出振动马达 M1、M2、M3 和 M4 的受控量。

[0122] 由于将振动马达的驱动轴相对于 XY 轴倾斜 45° ,所以才设置系数 $\cos(45^\circ)$ 。

[0123] 第一项为受控量 ΔX 分量。第二项为受控量 ΔY 分量。第三项为受控量 $\Delta \theta$ 分量。受控量 ΔX 为其中反映 X 方向的传递特性的受控量。量 ΔY 为其中反映 Y 方向的传递特性的受控量。量 $\Delta \theta$ 为其中反映 θ 方向的传递特性的受控量。因此,在垂直布置的情况中,考虑在 X 和 Y 方向上的传递特性的差异作为受控量 ΔX 和 ΔY 之差,并且运算振动马达的受控量。这里,第一项和第二项的矢量的 X 和 Y 分量具有不同的符号,这是因为进行设置以使得在施加具有相同相位的驱动信号的情况下振动马达的全部驱动方向都在左旋转方向。

[0124] 图 6B 示出用于运算受控量 θ 分量的旋转矩阵 R_θ 。旋转矩阵 R_θ 利用从图 6C 所示的中心点到每个振动马达的 X 坐标和 Y 坐标的距离 d_3 来计算以中心点(在中心位置旋转居中)为基准的受控量 $\Delta \theta$ 的旋转量。

[0125] 当移动体在 X 和 Y 方向移动时,相对于每个振动马达的相对中心坐标偏离。因此,考虑检测位置 x 和 y 作为偏移分量。

[0126] 图 7A 至 7E 为示出在 X、Y 和 θ 方向上的多自由度驱动装置的操作的图。

[0127] 根据该实施例的设备对四个振动马达 M1、M2、M3 和 M4 的驱动力进行矢量合成,并在期望方向驱动移动体。

[0128] 特性操作模式被拾取并描述。

[0129] 图 7A 示出在右下方向驱动的情况。在该情况中,在马达 M1 和 M3 处出现相同方向的驱动力。这里,期望其中在右下方向上在马达 M2 和 M4 的驱动中未出现负荷的状态。

[0130] 该方法可以是激励马达 M2 和 M4 以产生仅具有垂直振动的驻波以由此减少负荷的方法、或者通过取消机构来减少负荷的方法。

[0131] 图 21A 和 21B 示出利用取消机构来减少负荷的配置的示例。

[0132] 图 21A 是采用滑动机构的配置的示例。振动马达可以通过在箭头方向上的滑动经由固定到底板的棒 120 释放负荷。

[0133] 图 21B 示出采用取消机构的配置的示例。固定到底板的簧片 121 具有在箭头方向的弱刚性,并在缓冲方向变形,以允许振动马达释放负荷。

[0134] 图 7B 示出在右上方向驱动的情况。在该情况中,在马达 M2 和 M4 处引起相同方向的驱动力。

[0135] 图 7C 示出在 X 方向驱动的情况。如果马达 M1 和 M3 的合成矢量与马达 M2 和 M4 的合成矢量具有相同大小,则如图所示在 X 方向出现合成矢量。

[0136] 同样,图 7D 示出在 Y 方向的驱动。图 7E 示出在逆时针方向驱动的情况。在该情

况中,使得全部驱动力在相同的方向。

[0137] 对照相机的振动隔离机构施加动作允许基于来自嵌入在照相机中的陀螺传感器(未示出)的指令信号进行振动隔离操作。

[0138] 图 8A 和 8B 示出将位置传感器信号坐标变换为 X、Y 和 θ 坐标的表达式。

[0139] 如图 8B 所示,通过三个位置传感器检测移动体 102 的位置。距离 d1 为从中心点到位置传感器。

[0140] 对每个传感器位置处的位置信息(视为 X1、Y1 和 Y2)进行运算处理。通过图 8A 所示的表达式将 X1、Y1 和 Y2 位置信息坐标变换为 X、Y 和 θ 位置信息。

[0141] 坐标变换的构思利用 X 方向上的 X1 和旋转角、Y 方向上的 Y1 和 Y2 之间的平均值、以及 θ 方向上的 Y1 和 Y2 之差来执行运算。

[0142] 图 9A 和 9B 为示出该实施例中的学习操作模式的流程图。

[0143] 图 9A 示出三个学习步骤和更新用于补偿个体差异的补偿增益的过程。

[0144] 图 9B 示出每个学习步骤中的操作的内容。

[0145] 首先,使用图 9A 进行描述。

[0146] 当通过控制器(未示出)指示学习操作模式时,执行学习步骤 1 (S1)。

[0147] 在学习步骤 1 中,检测在振动马达 M1 和 M3 之间的特性差异,并计算补偿增益 G1。

[0148] 通过增益补偿器更新作为参数的补偿增益 G1 (S2)。

[0149] 然后,执行学习步骤 2 (S3)。

[0150] 在学习步骤 2 中,检测具有与振动马达 M1 和 M3 的驱动轴正交的驱动轴的振动马达 M2 和 M4 之间的特性差异,并计算补偿增益 G2。通过增益补偿器更新作为参数的补偿增益 G2(S4)。这里,描述了其中振动马达 M1 和 M2 的驱动轴与振动马达 M2 和 M4 的驱动轴正交的情况。然而,本发明不限于此。例如,振动马达 M1 和 M2 的驱动轴可以与振动马达 M2 和 M4 的驱动轴相交。

[0151] 最后,执行学习步骤 3 (S5)。在学习步骤 3 中,检测在合成驱动力(M1+M3)和(M2+M4)之间的特性差异,并计算补偿增益 G3。通过增益补偿器更新作为参数的补偿增益 G3 (S6)。

[0152] 学习操作模式因此结束,并且模式转变到正常操作模式。

[0153] 然后,将参考图 9B 进行描述。

[0154] 当开始学习步骤时,通过控制器(未示出)设置用于学习的操作模式(S7)。例如,设置具有任何频率的连续正弦波。

[0155] 然后,设置在 X、Y 和 θ 方向上的各个 PID 补偿器的前段中布置的 X 增益、Y 增益和 θ 增益。

[0156] 作为增益,不同值是基于学习步骤 1 至 3 来设置的(S8)。

[0157] 在设置之后,基于学习操作模式的指令,开始驱动(S9)。

[0158] 在经过设定的时间之后,停止驱动(S10)。

[0159] 这里,根据后述方法来计算在驱动期间检测的 X、Y 和 θ 值,由此计算用于补偿特性差异的补偿增益(S11)。因此学习步骤结束。

[0160] 下文将详细描述根据学习步骤 1、2 和 3 的三个学习步骤中的每个。

[0161] 首先,描述学习步骤 1。

[0162] 图 10A 至 10C 示出在学习步骤 1 中的 X、Y 和 θ PID 补偿器的前段中的增益设置、操作模式和检测信号。

[0163] 图 10A 示出在 PID 补偿器 302 的 X 增益 401、Y 增益 402 和 θ 增益 403 的设置值以及控制环。

[0164] XY θ 偏差计算器 301 基于位置命令和检测位置来输出在各个方向上的偏差。

[0165] 各个方向上的偏差被输入到 PID 补偿器 302 中并经过运算处理。这里,例如,将 X 增益 401 设置为 1,将 Y 增益 402 设置为 1,并将 θ 增益 403 设置为 0。所述设置表示仅在具体 θ 方向的开路控制 (open control)。

[0166] 即使将 θ 增益 403 设置为充分小于正常操作模式中的值的值,仍可以得到类似的有利效果。

[0167] 块 1001 包括图 3 中的受控量计算单元 303 至位置检测器 307。

[0168] 图 10B 示出 X、Y 和 θ 位置命令。

[0169] X 和 Y 表示具有 180° 相位差的正弦波形, θ 为零。因此,所述指令用于允许振动体 M1 和 M3 生成驱动力,并用于在相对于 XY 轴倾斜 -45° 的方向上无旋转的往复动作。

[0170] 用于学习步骤的位置命令不限于正弦波。取而代之,波形可以是周期性的矩形和三角波中的任何一种。

[0171] 图 11A 和 11B 示出在学习步骤 1 中的多自由度振动波驱动装置的操作。

[0172] 图 11A 示出其中振动体 M1 和 M3 的驱动力理想地相互匹配的情况。在该情况中,在相对于 XY 轴倾斜 -45° 的方向出现往复动作。即使 θ 方向受到开路控制,也未出现旋转力并且根据指令值来执行操作。

[0173] 图 11B 示出其中振动体 M1 和 M3 的驱动力相互不同的情况。如图所示,在振动体 M3 具有较大驱动力的情况下,当移动体在作为轴的中心位置旋转的同时,出现往复动作。

[0174] 更具体地,在左上方向的动作的情况中,物体在正方向旋转。在右下方向的动作的情况中,物体在负方向旋转。

[0175] 即, M1 和 M3 的驱动力之差表示出现由于 θ 方向上的开路控制导致的旋转力。

[0176] 图 10C 示出通过 XY θ 坐标变换器 308 计算出的 X、Y 和 θ 检测值。如果马达 M1 和 M3 的驱动力彼此不同,则作为正弦波形的振幅的 θ 中出现差异。因此,对检测的旋转角 θ 的振幅的检测可以检测特性差异。

[0177] 图 12A 和 12B 示出在该实施例中的特性差异计算单元的配置。

[0178] 图 5 所示的特性差异计算单元 502 接收作为输入的 X、Y 和 θ 检测值,并在学习步骤 1 至 3 中计算补偿增益 G1、G2 和 G3。

[0179] 将描述在学习步骤 1 中计算补偿增益 G1 的情况。检测的旋转角 θ 被输入到坐标变换器 1201 中,并且将该输入乘以 $(d2 \cdot \pi/180)$ 。

[0180] 这里,如图 12B 所示,距离 d2 为从四个振动体的中心到每个振动体。通过计算把检测的旋转角 θ 转换为具有半径 d2 的圆的切线方向的移动量。

[0181] 同时,将检测位置 X 输入到坐标变换器 1202,并将该输入乘以 $(1/\cos(45^\circ))$ 。该计算还将 X 方向上的移动量转换为具有半径 d2 的圆的切线方向的驱动力。

[0182] 通过将 θ 加到经变换的 X 获得的值对应于振动体 M3 的移动量;经变换的 X 减去 θ 对应于振动体 M1 的移动量。即,计算其之间的比率可以计算用于补偿特性差异的补偿增

益 G_1 。

[0183] 更具体地, RMS 运算部 1203 和积分器 1204 在往复动作期间对移动量施加连续均方根处理。除法器 1205 计算振动体 M1 和 M3 的移动量的比率。

[0184] 图 13 示出在学习步骤 1 中在改变补偿增益 G_1 的情况中检测的旋转角 θ 的变化。

[0185] 横轴表示时间。纵轴表示检测的旋转角 θ 。在图中, 补偿增益 G_1 用于调节振动体 M1 的受控量的大小。

[0186] 这里, 根据用于实验的振动体, 振动体 M1 的驱动力是振动体 M3 的驱动力的 $1/2$ 。这里, 以补偿增益 G_1 的 $1/2$ 、相同大小以及 2 倍的变化, 测量检测的旋转角 θ 的变化。

[0187] 位置命令 X 和位置命令 Y 的施加具有 $\pm 0.5\text{mm}$ 的相反相位, 并且执行在 1Hz 频率的正弦波形的往复动作。

[0188] 如图所示, 在补偿增益 G_1 的 $1/2$ 的情况中, 检测的旋转角 θ 增大。相比之下, 在补偿增益 G_1 的 2 倍的情况中, 检测的旋转角 θ 减小。即, 在 2 倍补偿增益 G_1 的情况中, 可以补偿振动体 M1 和 M3 之间的特性差异。

[0189] 图 14 示出增益补偿器的配置。

[0190] 从图 5 中的多输入多输出运算部 501 输出的四个受控量被输入到增益补偿器 503。

[0191] 增益补偿器 503 补偿四个振动马达 M1、M2、M3 和 M4 之间的个体差异, 并输出用于相应马达的控制量。在图中, 补偿增益 G_1 (1401) 用于补偿振动体 M1 和 M3 之间的特性差异。补偿增益 G_2 (1402) 用于补偿振动体 M2 和 M4 之间的特性差异。在学习步骤 1 中计算增益 G_1 。在学习步骤 2 中计算增益 G_2 。

[0192] 补偿增益 G_3 (1403) 用于补偿合成驱动力 $(M1+M3)$ 和 $(M2+M4)$ 之间的特性差异。在学习步骤 3 中计算增益 G_3 。

[0193] 在完成学习操作模式之后, 在各个增益 G_1 、 G_2 和 G_3 中设置补偿增益, 以补偿个体差异。

[0194] 下文描述学习步骤 2。

[0195] 图 15A 至 15C 示出在学习步骤 2 中的 X、Y 和 θ PID 补偿器的前段中的增益设置、操作模式和检测信号。

[0196] 图 15A 示出在 PID 补偿器 302 中的 X 增益 401、Y 增益 402 和 θ 增益 403 的设置值以及控制环。

[0197] XY θ 偏差计算器 301 基于位置命令和检测位置来输出在各个方向上的偏差。各个方向上的偏差被输入到 PID 补偿器 302 中并经过运算处理。

[0198] 这里, 如同学习步骤 1, 将 X 增益 401 设为 1, 将 Y 增益 402 设为 1, 并将 θ 增益 403 设为 0, 由此执行仅 θ 方向上的开路控制。

[0199] 同样在将 θ 增益 403 设置为充分小于正常操作模式中的值的值的情况中, 可以取得类似的有利效果。

[0200] 块 1001 包括图 3 中的受控量计算单元 303 至位置检测器 307。

[0201] 图 15B 示出与学习步骤 1 中的指令不同的 X、Y 和 θ 位置命令。X 和 Y 表示具有 0° 相位差 (即, 相位相同) 的正弦波形; θ 为零。因此, 所述指令用于允许振动体 M2 和 M4 生成驱动力, 并用于在相对于 XY 轴倾斜 $+45^\circ$ 的方向上无旋转的往复动作。

[0202] 图 16A 和 16B 示出在学习步骤 2 中的多自由度驱动装置的操作。

[0203] 图 16A 示出其中振动体 M2 和 M4 的驱动力理想地相互匹配的情况。在该情况中,在相对于 XY 轴倾斜 $+45^\circ$ 的方向出现往复动作。即使 θ 方向受到开路控制,也未出现旋转力,并且根据指令值来执行运算。

[0204] 图 16B 示出其中振动体 M2 和 M4 的驱动力相互不同的情况。如图所示,在振动体 M2 具有较大驱动力的情况中,在移动体在作为轴的中心位置旋转的同时,出现往复动作。

[0205] 更具体地,在右上方向的动作的情况中,物体在正方向旋转。在左下方向的动作的情况中,物体在负方向旋转。即, M2 和 M4 的驱动力之差表示出现由于 θ 方向上的开路控制导致的旋转力。

[0206] 图 15C 示出通过 XY θ 坐标变换器 308 计算的 X、Y 和 θ 检测值。如果马达 M2 和 M4 的驱动力彼此不同,则在作为正弦波形的振幅的检测旋转角 θ 中出现差异。因此,对检测的旋转角 θ 的振幅的检测可以检测特性差异。

[0207] 可根据类似于学习步骤 1 的方法,通过上述图 12A 和 12B 中的特性差异计算单元来计算补偿增益 G2。

[0208] 下文,描述学习步骤 3。

[0209] 图 17A 至 17C 示出在学习步骤 3 中的 X、Y 和 θ PID 补偿器的前段中的增益设置、操作模式和检测信号。

[0210] 图 17A 示出在 PID 补偿器 302 中的 X 增益 401、Y 增益 402 和 θ 增益 403 的设置值以及控制环。

[0211] XY θ 偏差计算器 301 基于位置命令和检测位置来输出在各个方向上的偏差。

[0212] 各个方向上的偏差被输入到 PID 补偿器 302 中并经过运算处理。这里,将 X 增益 401 设为 1,将 Y 增益 402 设为 0,并将 θ 增益 403 设为 1,由此执行仅 Y 方向上的开路控制。

[0213] 在将 Y 增益 403 设置为充分小于正常操作模式中的值的值的情况中,可以取得类似的有利效果。

[0214] 1001 包括图 3 中的受控量计算单元 303 至位置检测器 307。图 17B 示出 X、Y 和 θ 位置命令。

[0215] 位置命令 X 为正弦波形。位置命令 Y 和 θ 为零。因此,所述指令用于允许四个振动体生成驱动力,并用于 X 轴上的无旋转的往复动作。

[0216] 图 18A 和 18B 示出在学习步骤 3 中的多自由度驱动装置的操作。

[0217] 图 18A 示出其中振动体 M1、M2、M3 和 M4 的驱动力理想地相互匹配的情况。在该情况中,在 X 轴上出现往复动作,即使 Y 方向受到开路控制在 Y 方向也未出现位置偏差,并且物体根据指令值操作。

[0218] 图 18B 示出其中合成驱动力(M1+M3)和(M2+M4)的驱动力相互不同的情况。如图所示,在其中合成驱动力(M1+M3)较大的情况中,在 Y 方向出现位置偏差的同时出现往复动作。

[0219] 更具体地,在向右方向的动作的情况中,在负方向出现位置偏差。在向左方向的动作的情况中,在正方向出现位置偏差。即,合成驱动力之间的差异表示,由于 Y 方向上的开路控制,在 Y 方向上出现位置偏差。

[0220] 图 17C 示出通过 XY θ 坐标变换器 308 计算的 X、Y 和 θ 检测值。如果合成驱动力相互不同,则在检测位置 Y 处出现作为正弦波形的振幅的差异。

[0221] 检测的旋转角 θ 被旋转地控制。因此,该角在零附近收敛。因此,对检测位置 Y 的振幅的检测可以检测特性差异。

[0222] 将使用上述特性差异计算单元(图 12A 和 12B)描述在学习步骤 3 中计算补偿增益 G3 的方法。如图所示,通过将检测位置 Y 加到 X 获得的值对应于合成驱动力(M2+M4)的移动量;将检测位置 X 减去 Y 对应于合成驱动力(M1+M3)的移动量。

[0223] 计算其之间的比值可以计算用于补偿特性差异的补偿增益 G3。更具体地,RMS 运算部 1203 和积分器 1204 在往复动作期间对移动量施加连续均方根处理。除法器 1205 计算移动量的比值。

[0224] 图 19A 和 19B 示出在使用在学习步骤中计算的补偿增益来控制多自由度振动波驱动装置的情况中的模拟结果。横轴表示时间。纵轴表示偏差 X、偏差 Y 和偏差 θ 。

[0225] 这里,假设四个振动体具有个体差异,并且振动体 M1、M2、M3 和 M4 的驱动力的比率被设置为 [0.5、1.0、2.0、0.5]。

[0226] 图 19A 示出在无补偿的控制的情况中的结果。当执行学习步骤 1 至 3 时,补偿增益 G1、G2 和 G3 被计算为 [3.912、0.5067、0.2546]。图 19B 示出其中在增益补偿器中设置所述值的控制的结果。如图所示,确认了本发明的补偿操作的施加改善了控制特性,并减少了位置偏差。

[0227] 另外,在各个 XY θ 方向上的控制系统变得稳定。因此,可以增大控制增益。

[0228] 另外,根据驱动方向来分离并检测个体差异。因此,可以精确提取特性差异。把个体差异计算为比率允许通过设置补偿增益而进行补偿,这是简单的方法。

[0229] 本发明可应用于使用至少两个马达在多个方向驱动。例如,本发明可广泛应用于使用多个振动体在多个方向上驱动的配置的另一个示例。

[0230] 例如,所述配置可以是以下配置的任何一种:如常规技术所述使用三个振动体在 XY θ 方向上驱动的配置,以及利用两个振动体在 X 和 Y 方向上驱动的配置。

[0231] 仅使用一个学习步骤也可以取得本发明的有利效果。

[0232] 在该实施例中,已经描述了考虑在 X、Y 和 θ 方向上的传递特性的差异的示例。然而,本发明不限于此。本发明还可以应用于仅在两个方向(即第一和第二方向)驱动移动体的情况。第一方向和第二方向仅需要彼此相交。所述方向不一定是正交的。

[0233] 该实施例的控制装置实现了协作控制,其中考虑驱动力(其中合成了振动马达的驱动力)的传递特性的在 X、Y 和 θ 方向的差异。该控制可改进位置偏差和响应性中的可控性,并在多个方向驱动移动体。

[0234] (实施例 2)

[0235] 在实施例 1 中,使用采用振动马达作为马达的示例进行了描述。然而,本发明不限于此。可以采用其它马达。

[0236] 在这个实施例中,将参考图 22 描述仅在驱动单元方面与实施例 1 中的配置不同的配置示例。在实施例 1 中,已经描述了采用振动马达的多自由度驱动装置的情况。振动马达具有这样的配置:其中对振动体中包括的电磁能变换器施加驱动信号激励振动体,以产生由于具有基本正交的节点线的两个模式(即第一和第二弯曲模式)引起的椭圆形动作,并由于在与振动体接触的部分的摩擦产生驱动力。

[0237] 在该实施例中,代替振动马达,采用称为音圈马达的驱动单元。包括驱动线圈和永

磁体的音圈马达使用通过永磁体产生的磁通量将电能转换为机械能。

[0238] 图 22 为音圈马达的截面图。在图中的状态中,附接到固定部分 75 的驱动线圈 26 的中心位于永磁体 33 的中心线上。永磁体 33 的磁力生成由图 22 中的箭头表示的磁力线。因此,当电流流过驱动线圈 26 以生成图中从右至左的磁场时,生成向下移动可移动部件 76 的力。当电流反向流动时,生成向上移动可移动部件 76 的力。图中还示出背磁轭 (back yoke) 35 和吸磁轭 (suction yoke) 27。背磁轭 35 和吸磁轭 27 被布置为使得长边彼此重叠并且短边彼此重叠。

[0239] 图 23A 为示出采用音圈马达的多自由度驱动装置的配置的图。

[0240] 在底板 101 与移动体 102 之间设置四个音圈马达 1601、1602、1603 和 1604。如同实施例 1 那样布置所述音圈马达。该配置在对马达的驱动力进行矢量合成得到的方向移动所述移动体。

[0241] 图 23B 为所述设备的侧视图。每个音圈马达的驱动线圈 26 被附接到底板 101。永磁体 33 被附接到移动体 102。通过钢珠 1605 支持移动体 102。钢珠 1605 在底板 101 与移动体 102 之间平滑滚动,由此允许移动体 102 可以在垂直于光轴的平面中平移和旋转地移动。

[0242] 类似于图 3 中的实施例 1 的系统的控制系统也可以应用于该实施例的多自由度驱动装置,由此实现驱动。在该实施例中,采用音圈马达作为驱动单元。因此,可以使用从受控量计算单元 303 输出的驱动参数作为脉宽。在实施例 1 中,振动马达的驱动参数是关于频率、相位差和脉宽的信息。由于该实施例的音圈马达的驱动力是由流过驱动线圈的电流控制的,因此 PWM (脉宽调制) 控制可以根据控制参数改变脉宽。因此,本发明的控制装置还可以应用于采用音圈马达作为驱动单元的多自由度驱动装置。

[0243] 本发明不限于在该实施例中描述的配置。本发明可广泛应用于任何类型的使用多个音圈马达在多个方向进行的驱动。

[0244] 例如,本发明可应用于如常规技术中所述的采用三个音圈马达用于在 XY θ 方向上进行驱动的配置,以及应用于采用两个音圈马达以在 X 和 Y 方向上进行驱动的配置。

[0245] 在该实施例中,已经描述了考虑在 X、Y 和 θ 方向上的传递特性的差异的示例。然而,本发明不限于此。本发明还可以应用于仅在作为第一和第二方向的两个方向上驱动移动体的情况。第一方向和第二方向可以是彼此相交的任意方向。所述方向不一定是相互正交的。

[0246] 该实施例的控制装置实现了协作控制,其中考虑 X、Y 和 θ 方向的驱动力(合成了振动马达的驱动力)的传递特性的差异。该控制可改善位置偏差和响应性的可控性,并在多个方向上驱动移动体。

[0247] 如同实施例 1 那样,该实施例还包括:控制器,其在正常操作模式中以预定增益输出控制信号,并在学习操作模式中输出控制信号,在所述学习操作模式中调节增益以计算各个马达的特性差异;受控量计算单元 303,其从控制器接收控制信号,并通过运算输出用于各个马达的驱动参数。所述控制器和运算部被布置在用于对位置命令进行反馈控制的控制系统的路径中。在类似于实施例 1 中的步骤的学习步骤中,计算各个马达的特性差异,由此允许校正受控量。

[0248] (实施例 3)

[0249] 将描述其中将本发明的马达控制装置应用于诸如照相机之类的图像拾取设备(光学设备)的示例。这里,参照图 24 描述其中在图像拾取设备的透镜筒中集成用于驱动透镜和自动聚焦的振动马达的示例。

[0250] 图 24 为作为允许校正透镜来校正图像波动的图像拾取设备的照相机的截面图。图 24 中的照相机具有拍摄移动图像和静止图像的功能。图中示出透镜筒 61 和照相机主体 62。图中还示出嵌入在透镜筒 61 中的校正光学装置 68。该实施例的校正光学装置 68 包括:校正透镜 31;可移动板(可移动部件)32,其保持校正透镜 31。被设置在旋转环 65 和滑板 41 处的驱动装置 42 在垂直于校正光学装置的光轴 40 的平面中平移移动可移动板 32。

[0251] 尽管图 24 中未示出,然而透镜筒 61 具有除校正透镜 31 之外的光学系统、检测透镜筒 61 的波动的加速度传感器、以及检测可移动板 32 的二维移动的编码器。另外,还设置了:电源,其对驱动装置提供电能;以及控制器,其处理加速度传感器的信号和编码器的信号并操作电源。

[0252] 在照相机主体 62 中设置图像拾取元件 67。来自被摄体的光通过包括透镜筒 61 中的校正透镜 31 的光学系统,并进入照相机主体 62 中的图像拾取元件 67。该配置允许校正光学装置 68 基于加速度传感器的信号来移动校正透镜 31 并校正图像的波动。

[0253] 在该实施例中,已经描述了图像拾取设备的示例,该图像拾取设备包括用于通过用振动马达移动透镜来校正图像的波动的校正光学装置。然而,本发明的应用不限于此。例如,本发明还可以应用于以下图像拾取设备:其包括允许诸如振动马达之类的马达来移动图像拾取元件并校正图像的波动的校正光学装置。

[0254] 图 24 示出其中将本发明的振动型驱动装置应用于图像拾取设备的示例。然而,应用不限于此。本发明还可以应用于对各种平台(如显微镜的平台)的驱动。例如,将参照图 25 描述将本发明应用于驱动显微镜的平台的示例。

[0255] 图 25 为应用本发明的马达控制装置的显微镜的透视图。图 25 中的显微镜包括:图像拾取单元 30,其被嵌入有图像拾取元件和光学系统;以及自动平台 31,其包括在基座上设置的并且通过振动型驱动装置移动的平台 32。在平台 32 上放置观测物体,并通过图像拾取单元 30 拍摄放大图像。在其中观测范围覆盖大面积的情况中,振动型驱动装置移动平台 32 以在图中的 X 方向和 Y 方向上移动观测物体,并拍摄各个图像。通过未示出的计算机组合所拍摄的图像,以允许拍摄具有宽观测范围的高分辨率图像。

[0256] 在该实施例中,参照图 24 和 25,描述了采用振动马达作为马达的示例。然而,该配置可应用于采用诸如音圈马达之类的其它类型的马达的情况。

[0257] 在本发明另一方面,振动型驱动装置被配置为矢量合成多个振动体的驱动力,以允许在多个方向上进行驱动。在该配置中,振动型驱动装置可以被实现为能够根据学习操作来检测和补偿各个振动体的驱动力的个体差异,由此改善位置偏差和响应性的可控性,并在多个方向上移动移动体。另外,可以实现包括振动型驱动装置的图像模糊校正装置。

[0258] 尽管参考示例实施例描述了本发明,但应理解本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围要被赋予最宽泛的解释,以便包括所有这样的修改以及等同的结构和功能。

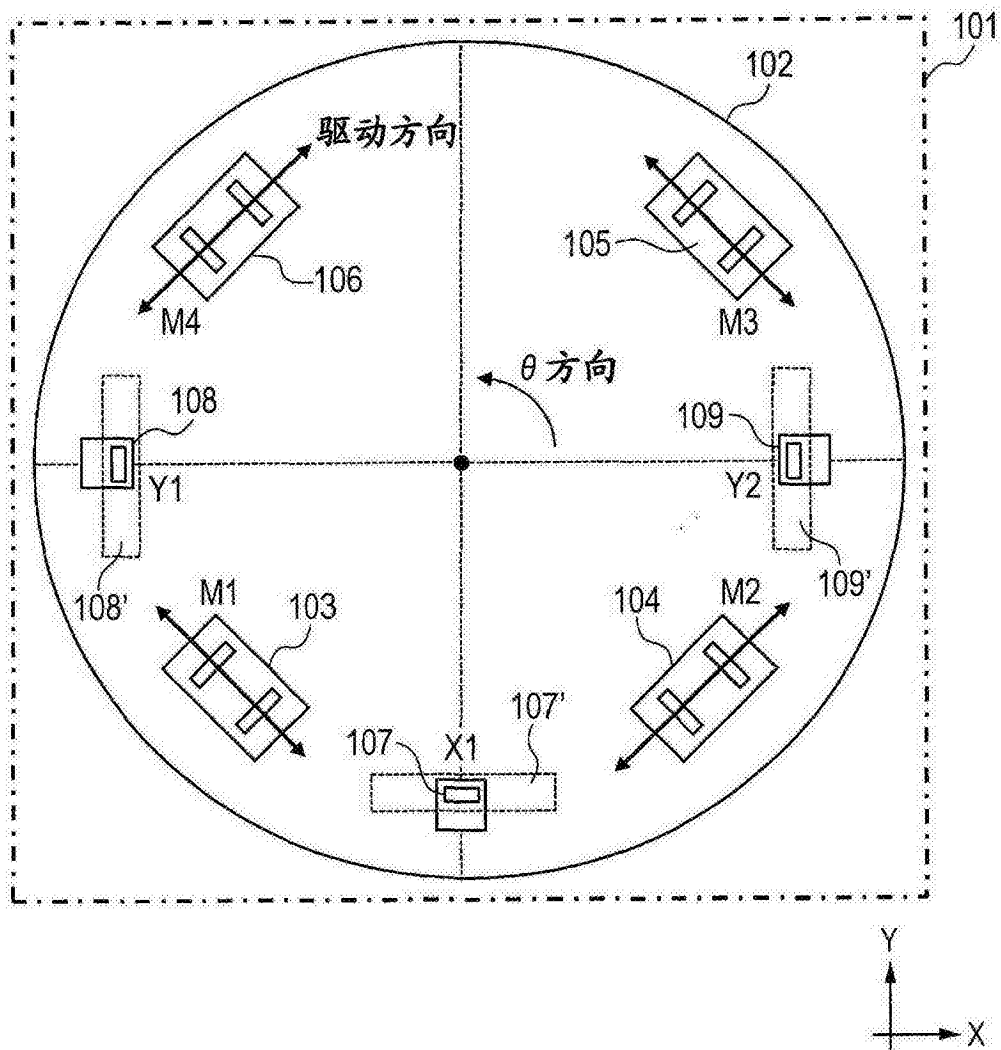


图 1A

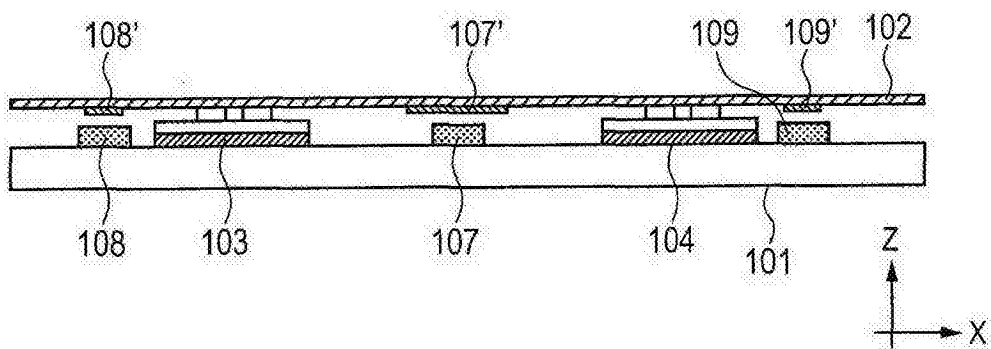


图 1B

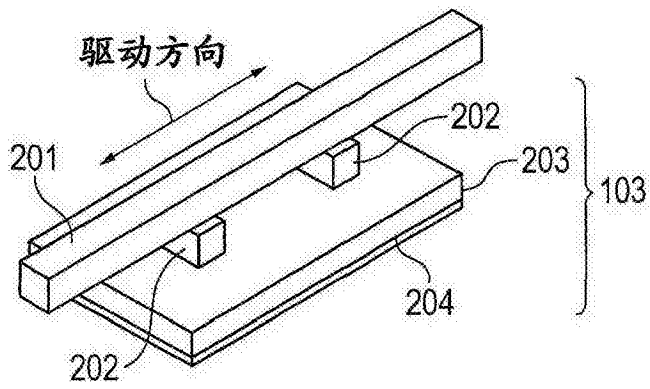


图 2A

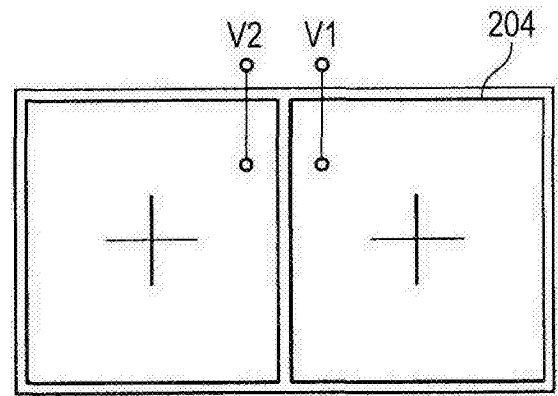


图 2B

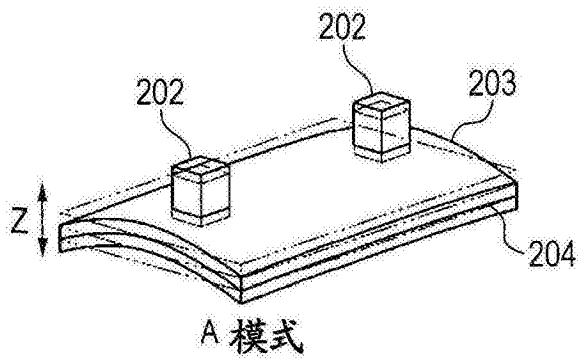


图 2C

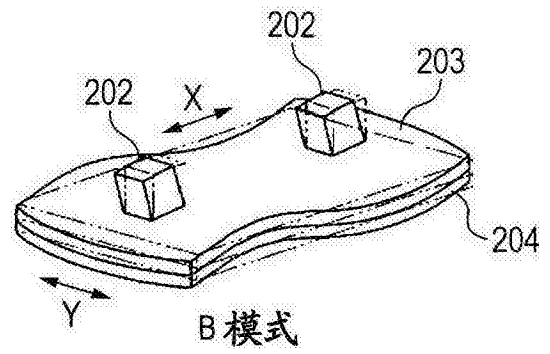


图 2D

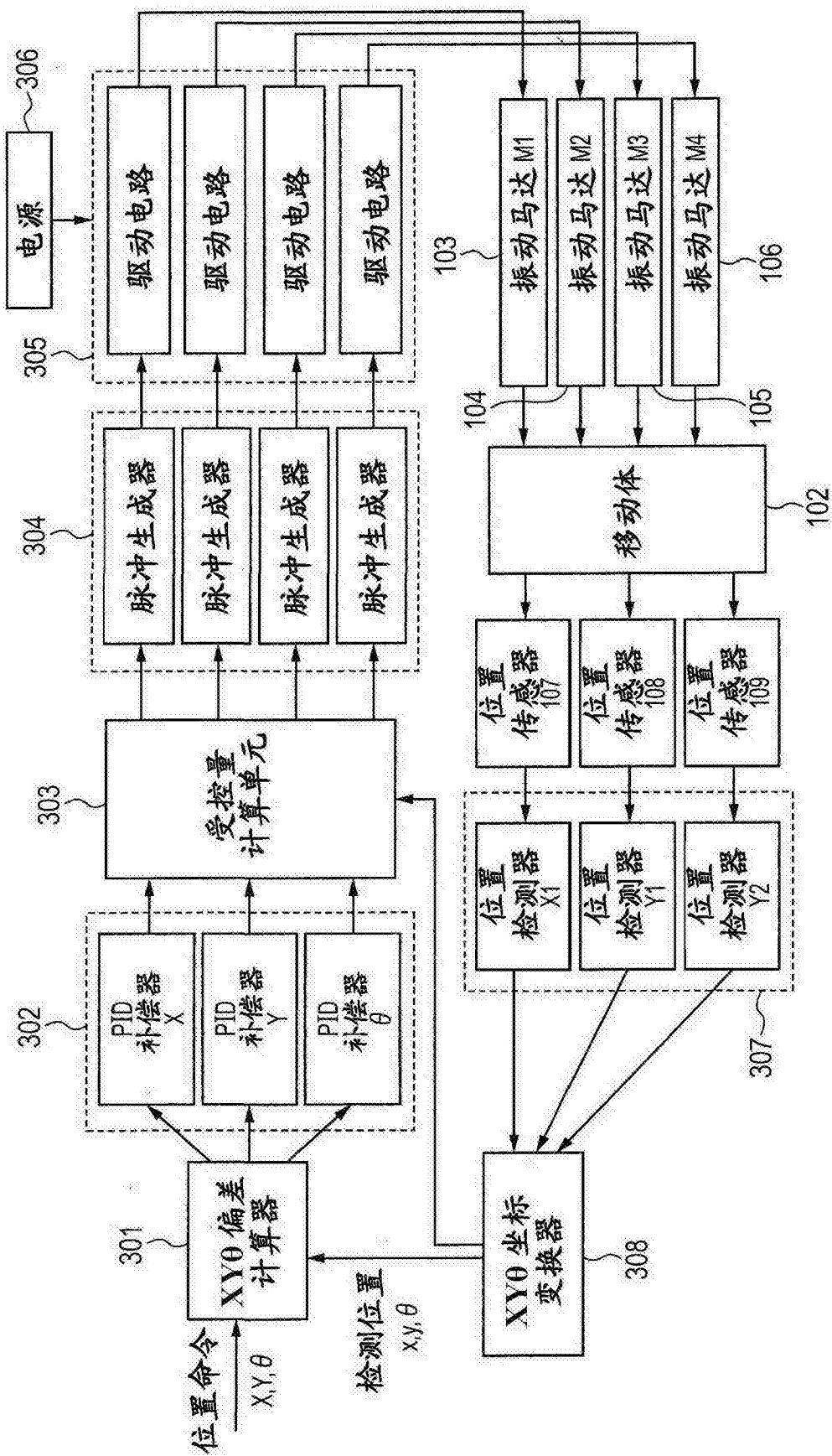


图 3

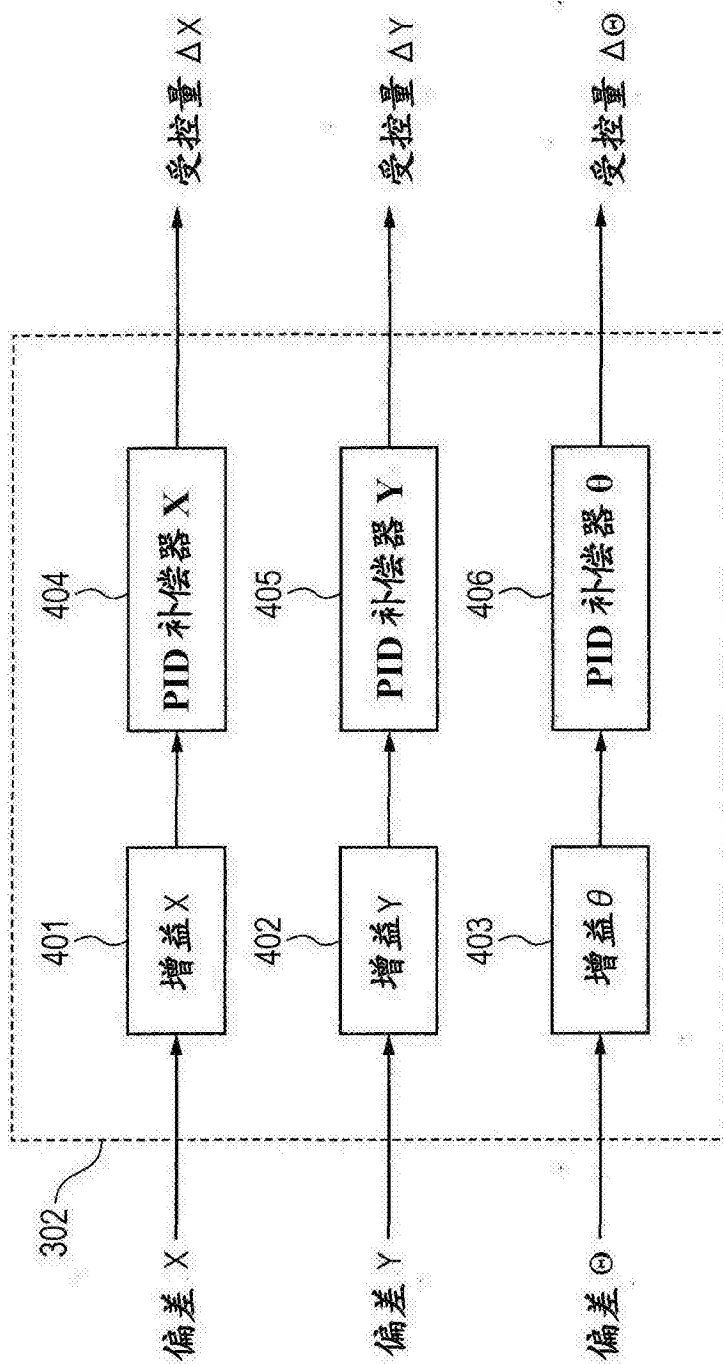


图 4

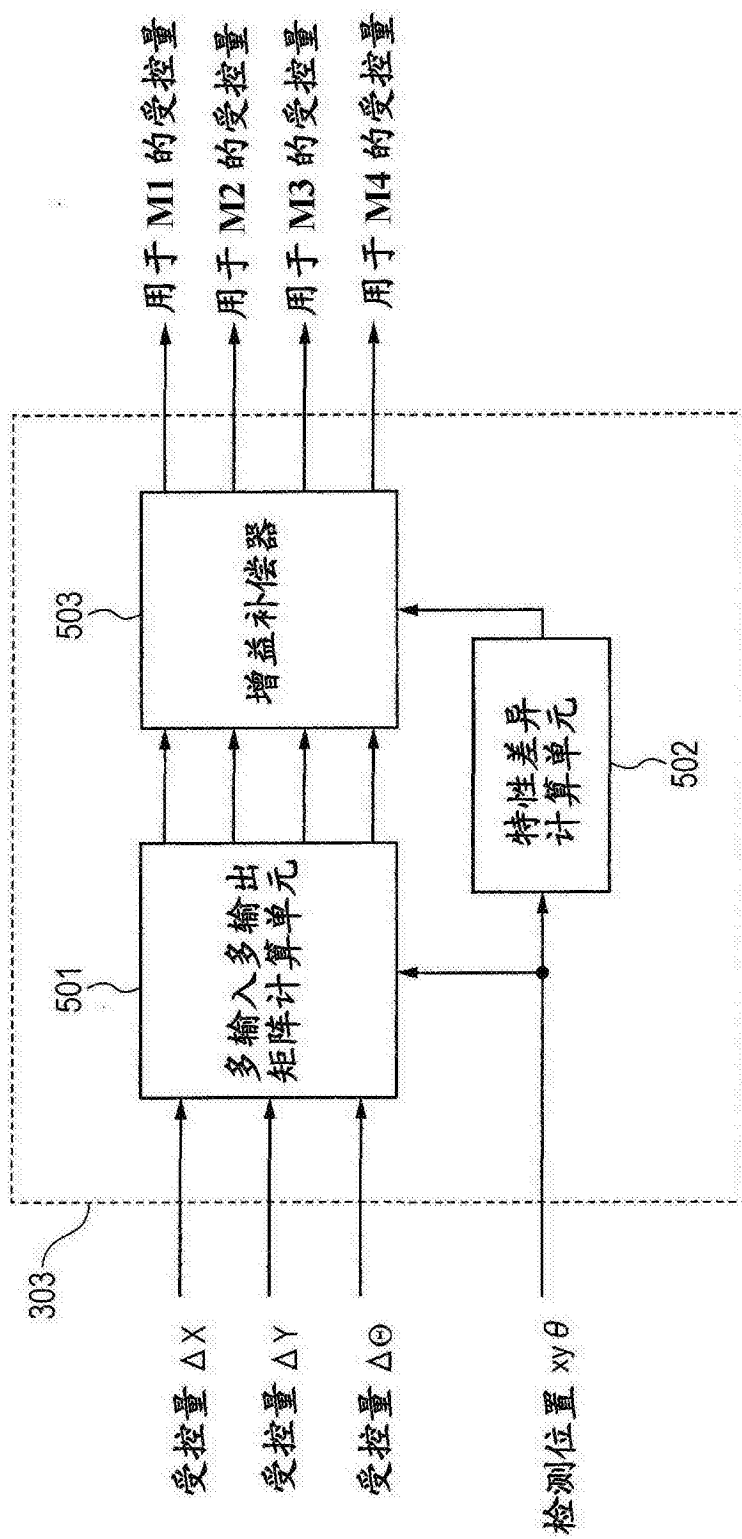


图 5

$$\begin{cases} M1 = \cos(45\text{deg}) \left\{ \begin{bmatrix} -\Delta X \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \Delta Y \end{bmatrix} + R\theta \begin{bmatrix} d3-x \\ d3-y \end{bmatrix} \right\} \\ M2 = \cos(45\text{deg}) \left\{ \begin{bmatrix} -\Delta X \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -\Delta Y \end{bmatrix} + R\theta \begin{bmatrix} -d3-x \\ d3-y \end{bmatrix} \right\} \\ M3 = \cos(45\text{deg}) \left\{ \begin{bmatrix} \Delta X \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -\Delta Y \end{bmatrix} + R\theta \begin{bmatrix} -d3-x \\ -d3-y \end{bmatrix} \right\} \\ M4 = \cos(45\text{deg}) \left\{ \begin{bmatrix} \Delta X \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \Delta Y \end{bmatrix} + R\theta \begin{bmatrix} d3-x \\ -d3-y \end{bmatrix} \right\} \end{cases}$$

图 6A

$$R\theta = \begin{bmatrix} \cos(\Delta\Theta)-1 & -\sin(\Delta\Theta) \\ \sin(\Delta\Theta) & \cos(\Delta\Theta)-1 \end{bmatrix}$$

图 6B

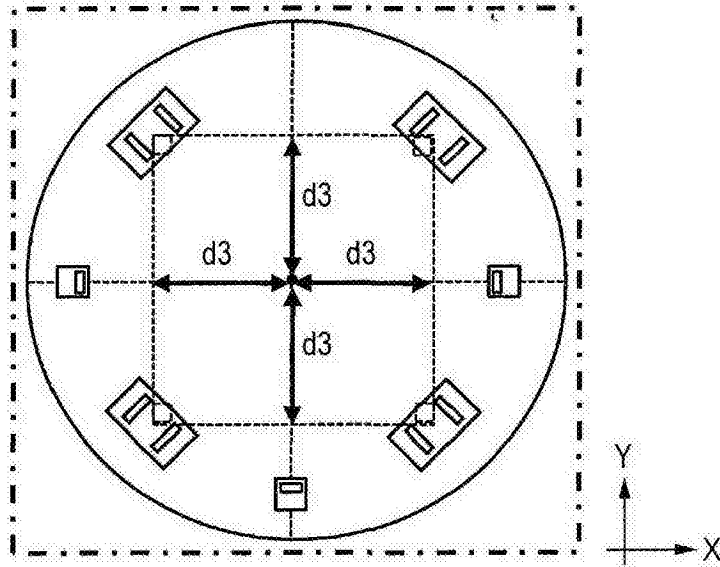


图 6C

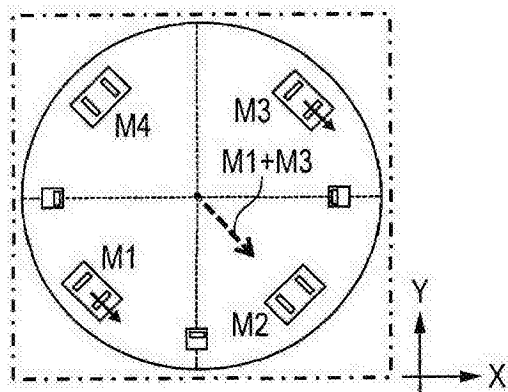


图 7A

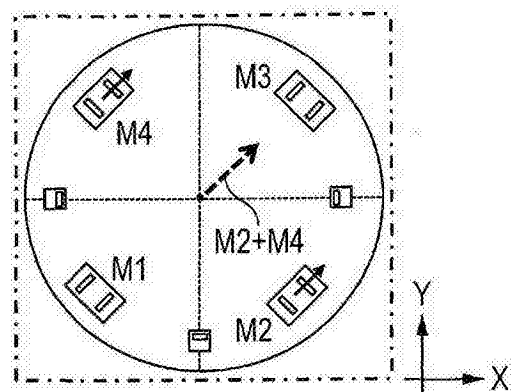


图 7B

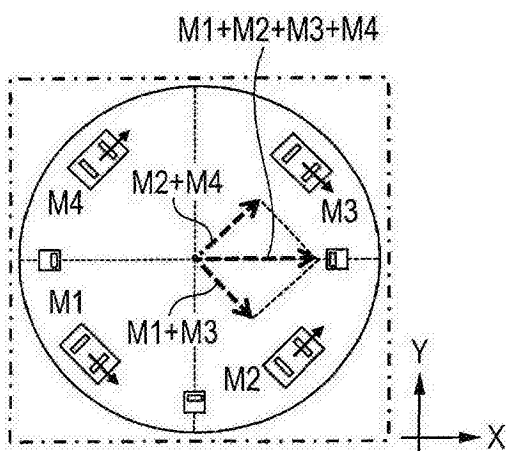


图 7C

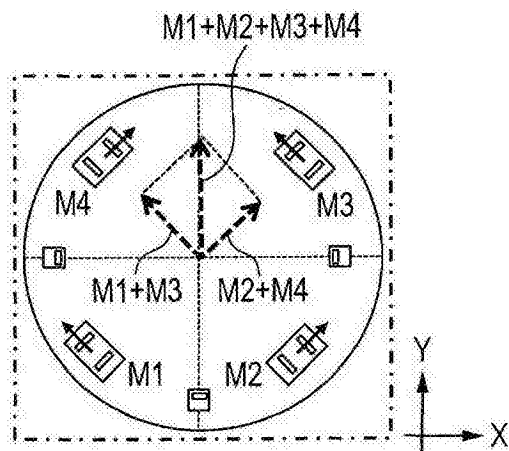


图 7D

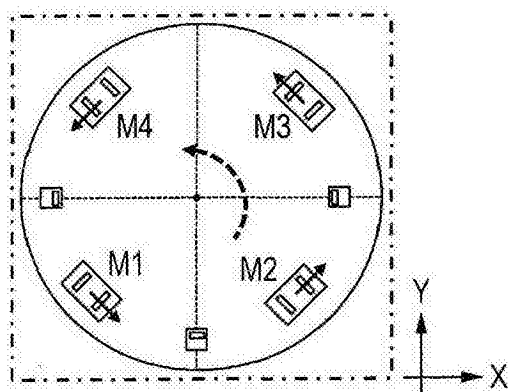


图 7E

$$\begin{cases} x = X1 - (d1 \cdot \sin \theta) \\ y = (Y1 + Y2) / 2 \\ \theta = \arcsin \{ (Y1 - Y2) / (2 \cdot d1) \} \end{cases}$$

图 8A

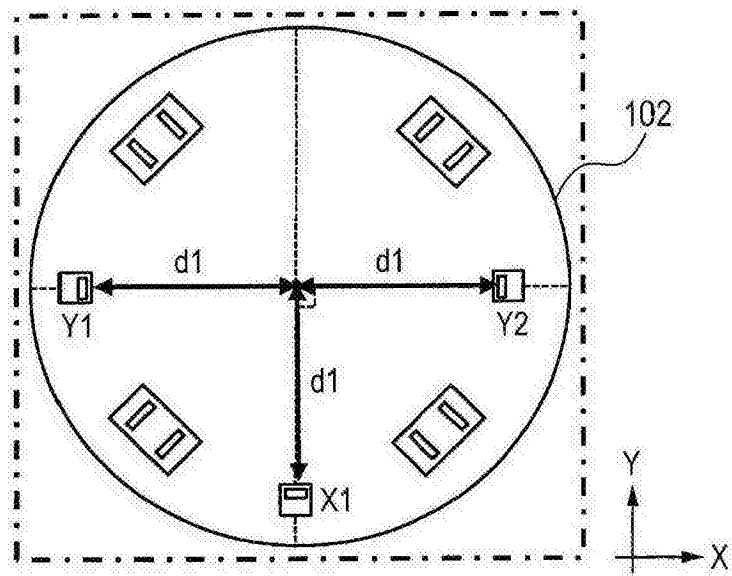


图 8B

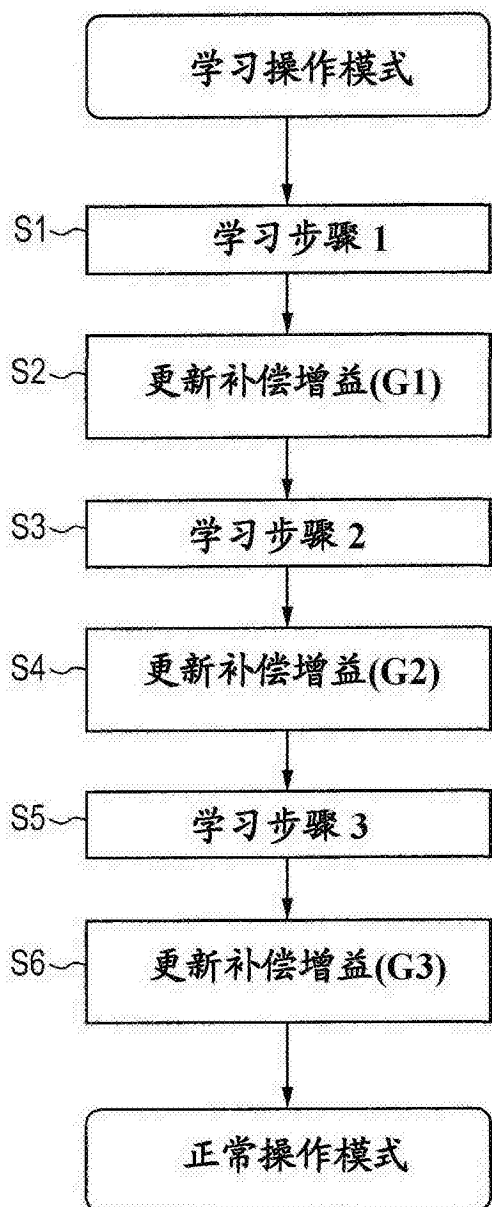


图 9A

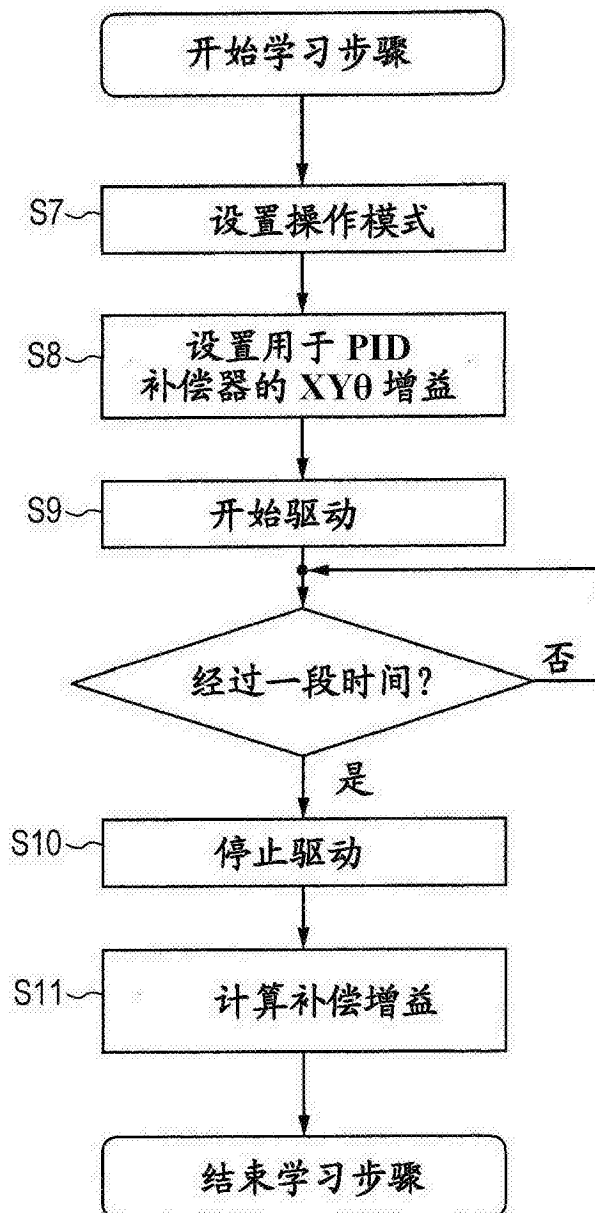


图 9B

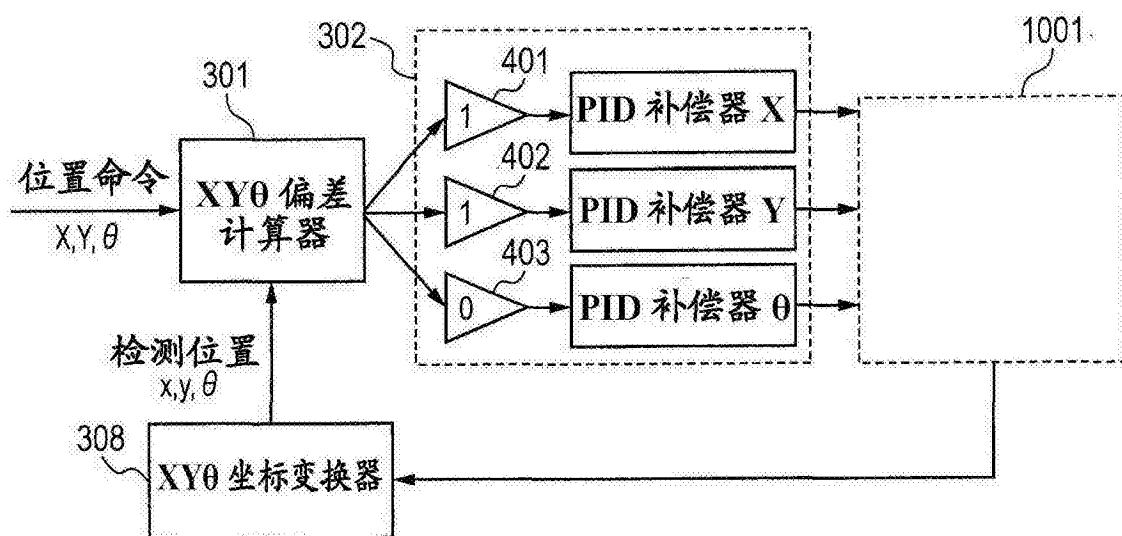


图 10A

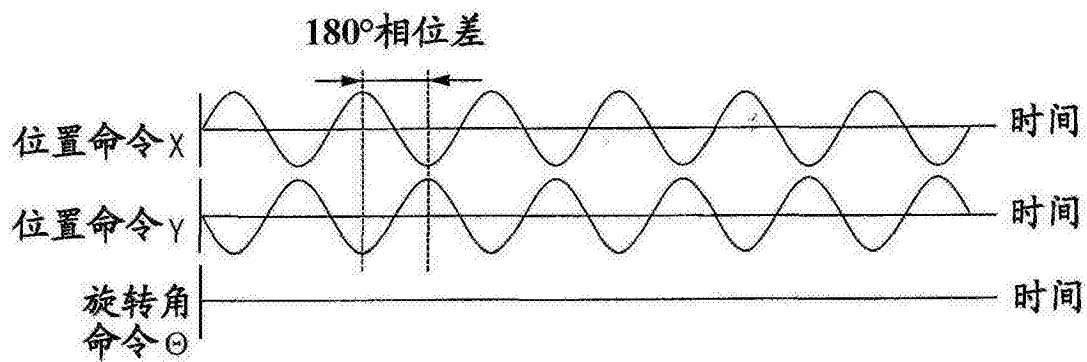


图 10B

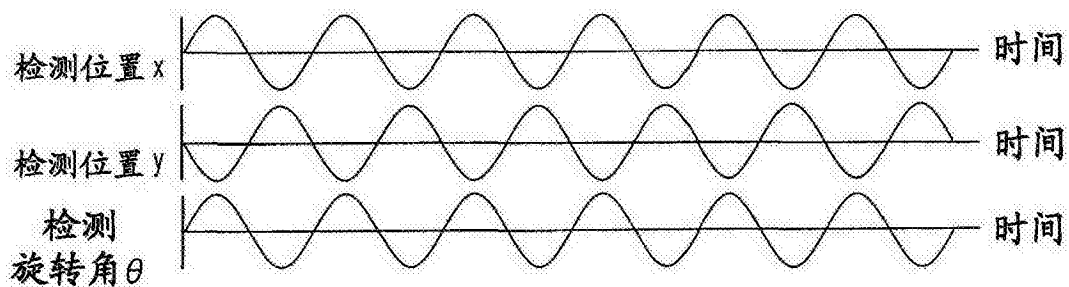


图 10C

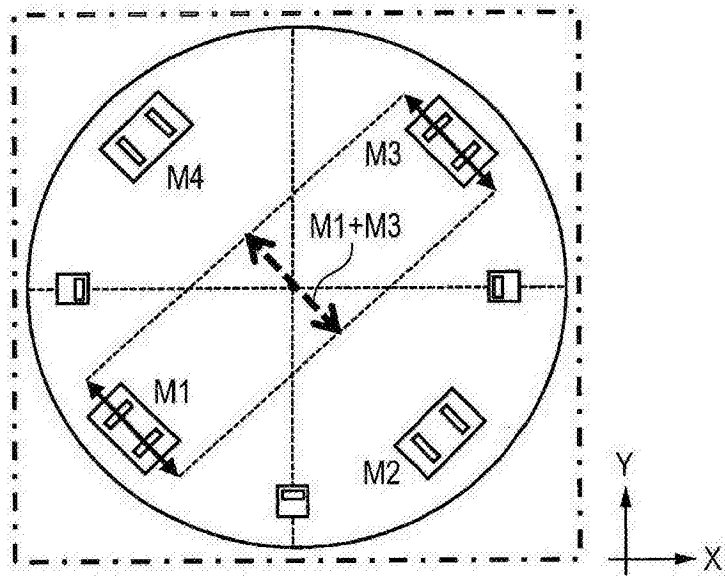


图 11A

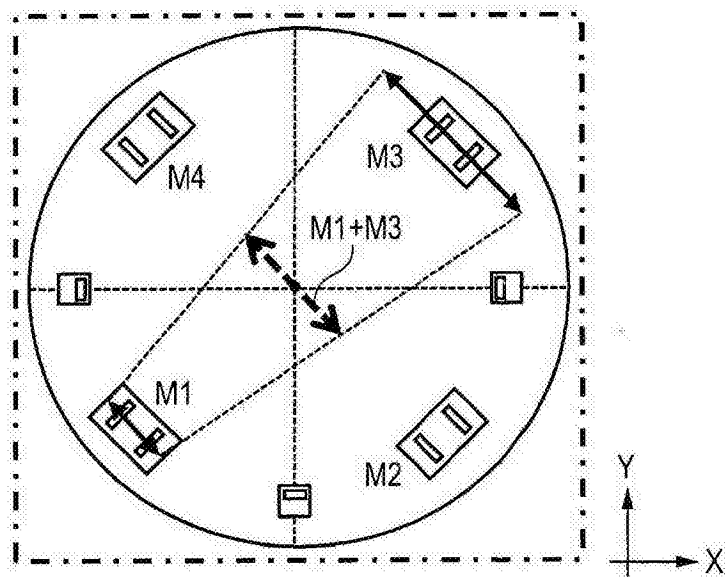


图 11B

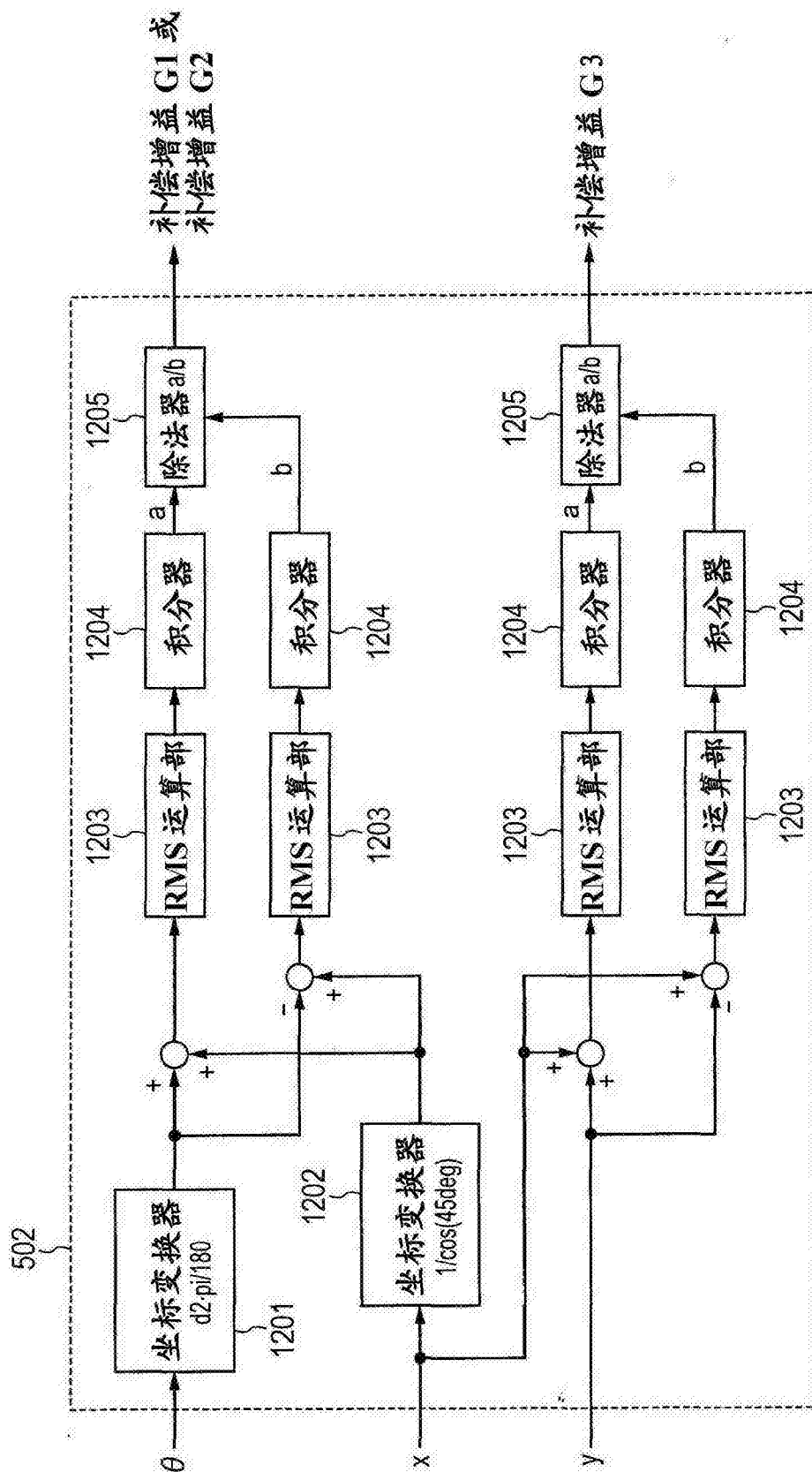


图 12A

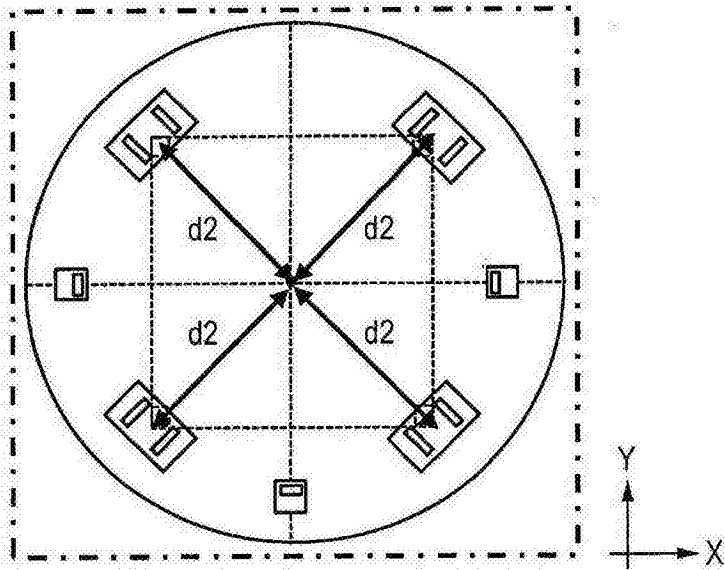


图 12B

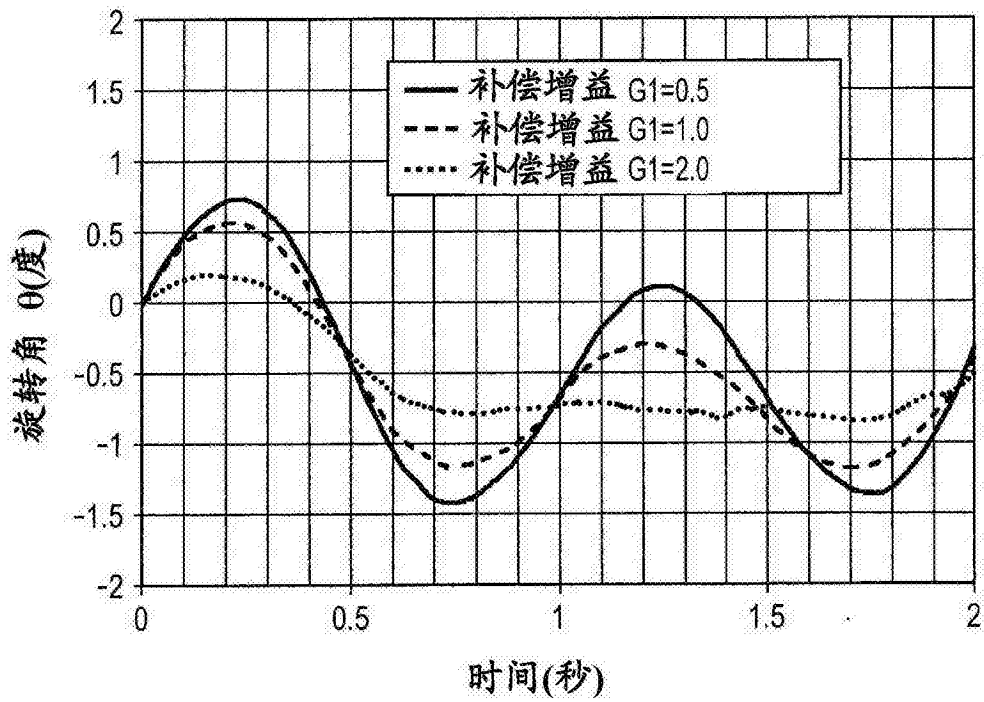


图 13

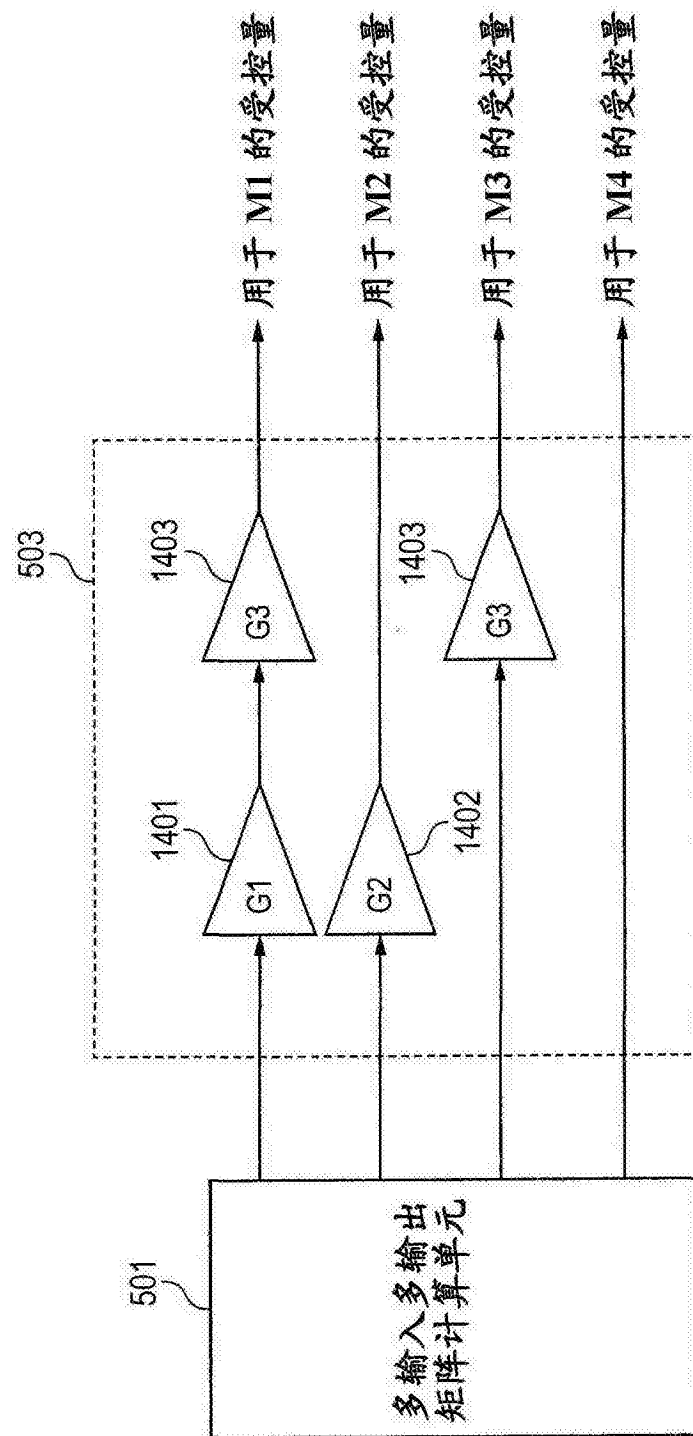


图 14

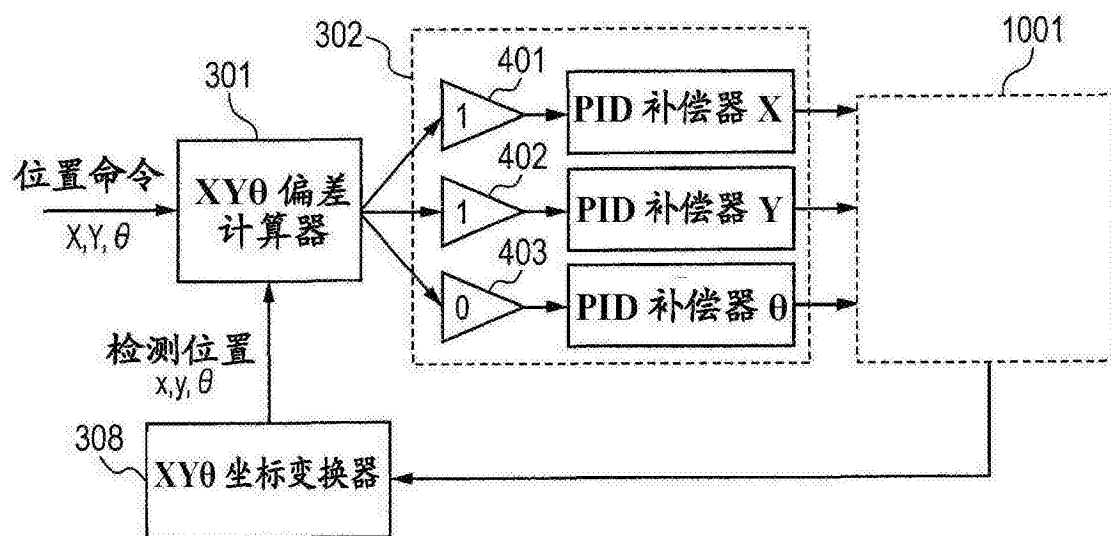


图 15A

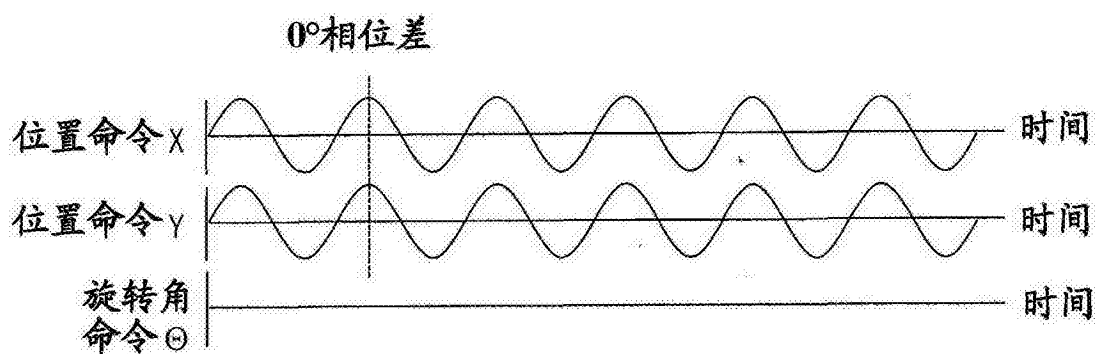


图 15B

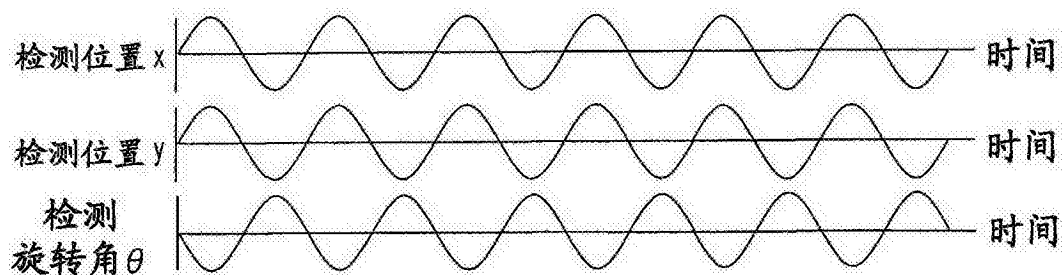


图 15C

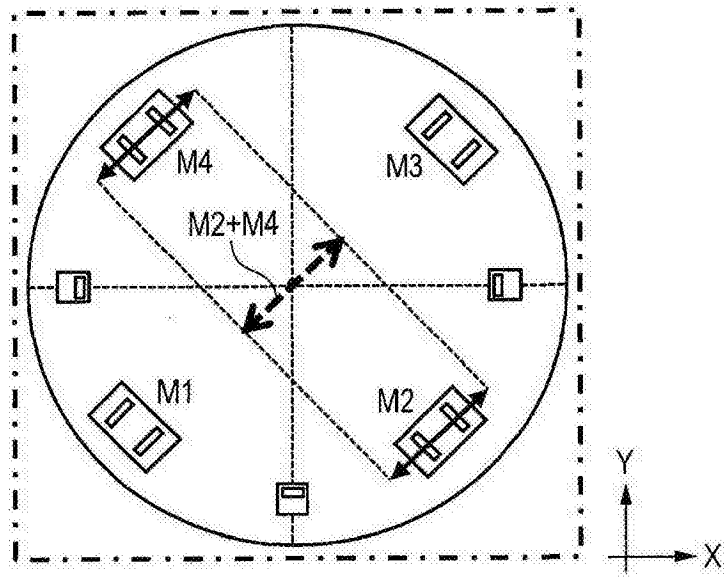


图 16A

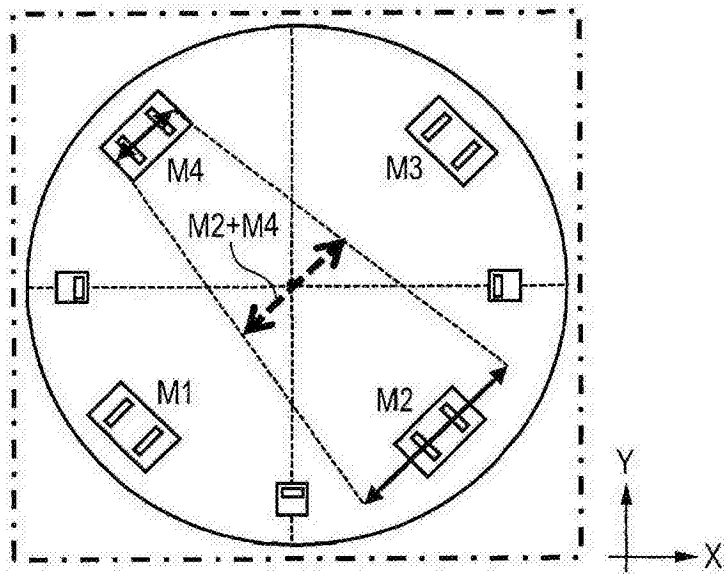


图 16B

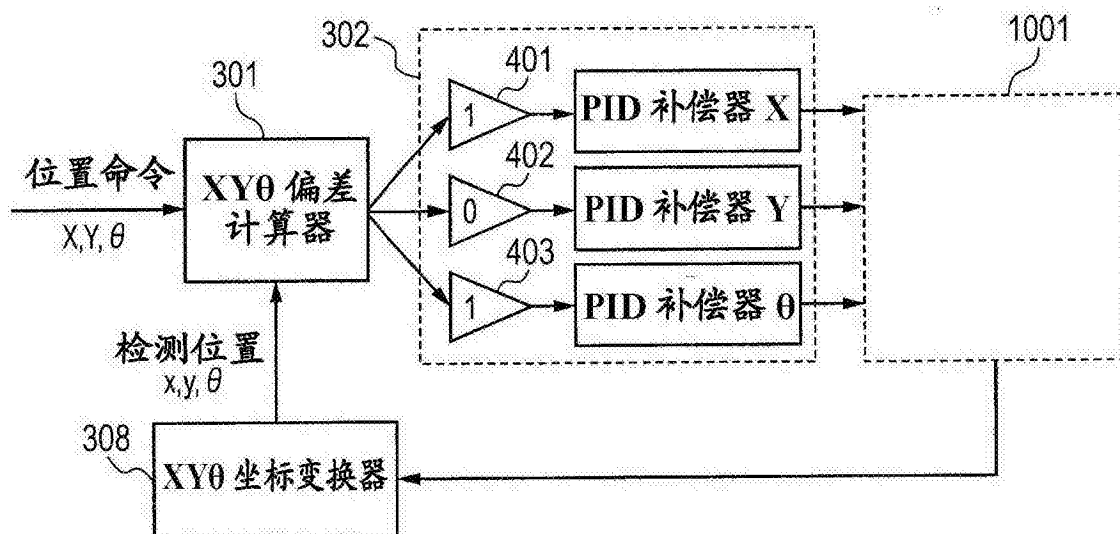


图 17A

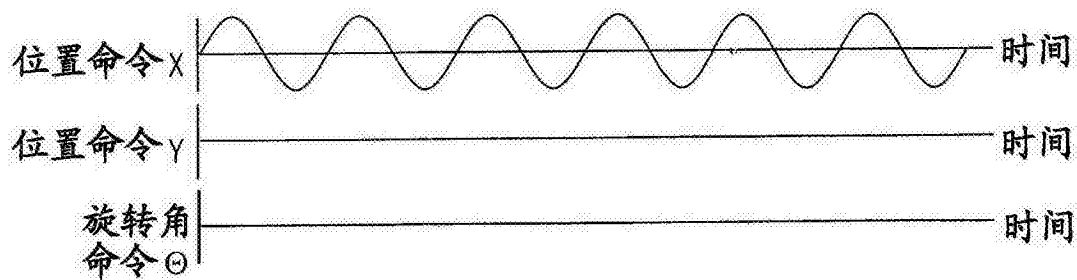


图 17B

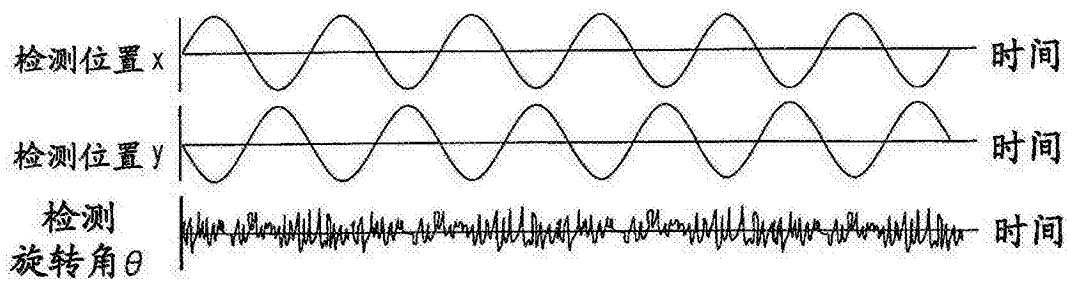


图 17C

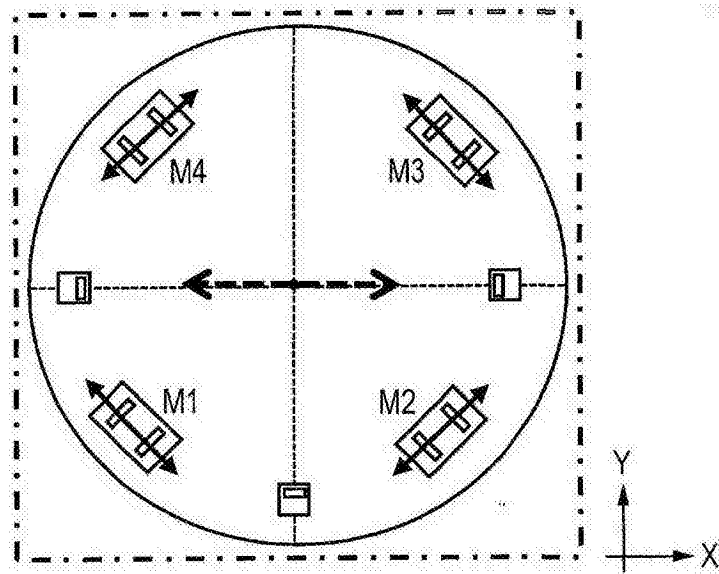


图 18A

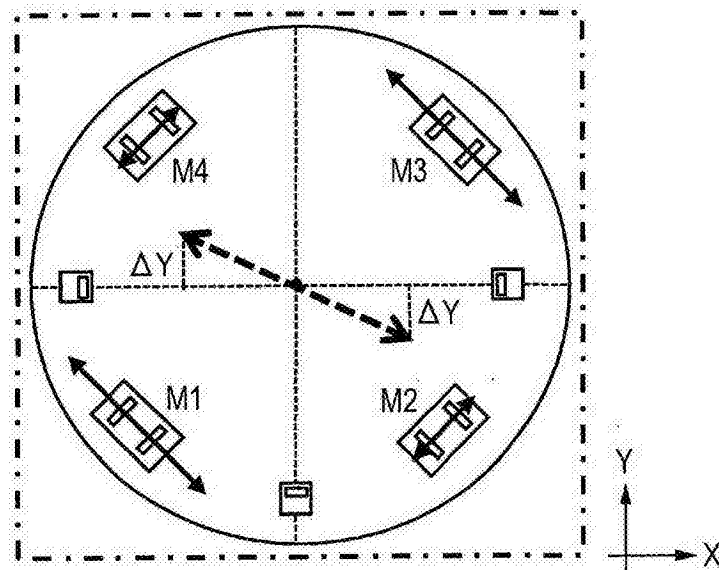


图 18B

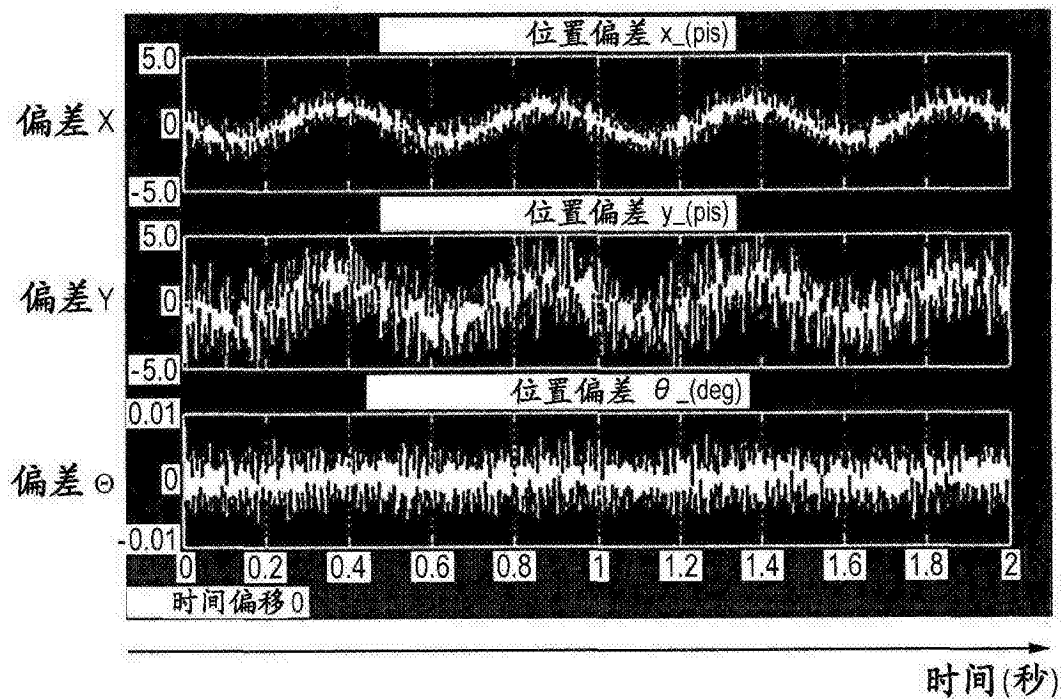


图 19A

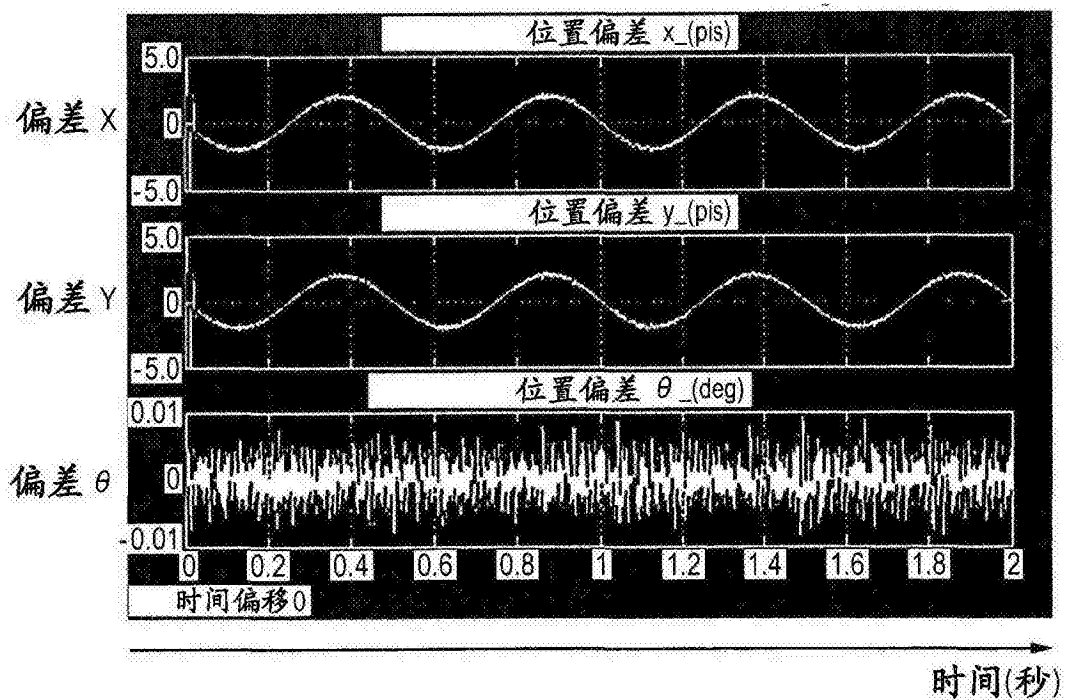


图 19B

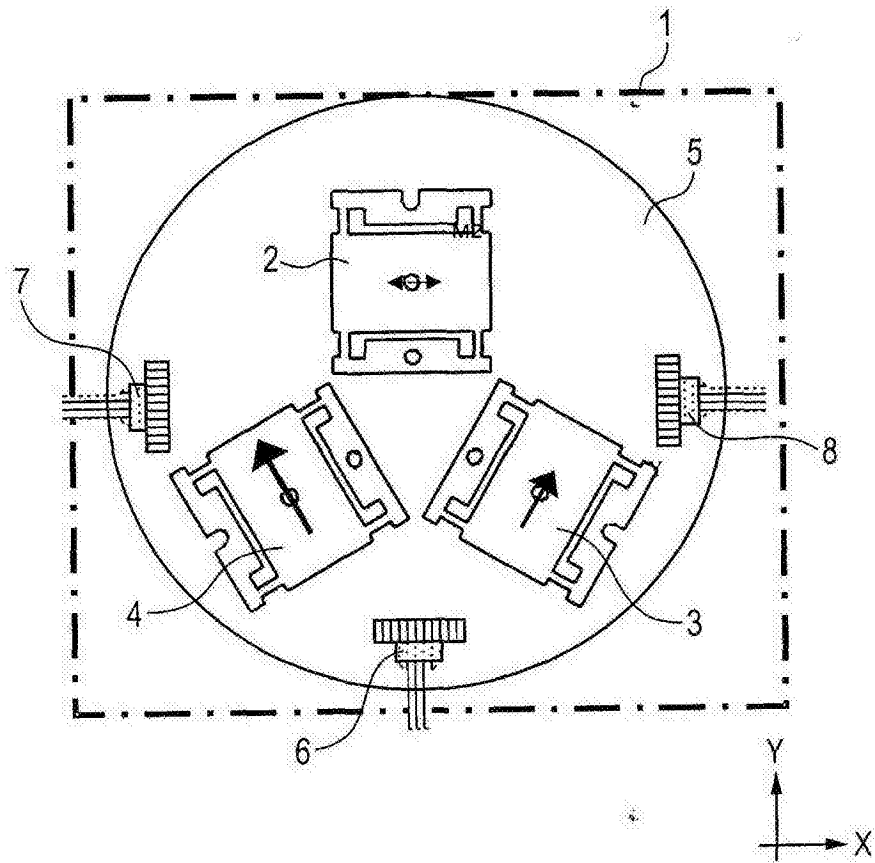


图 20A

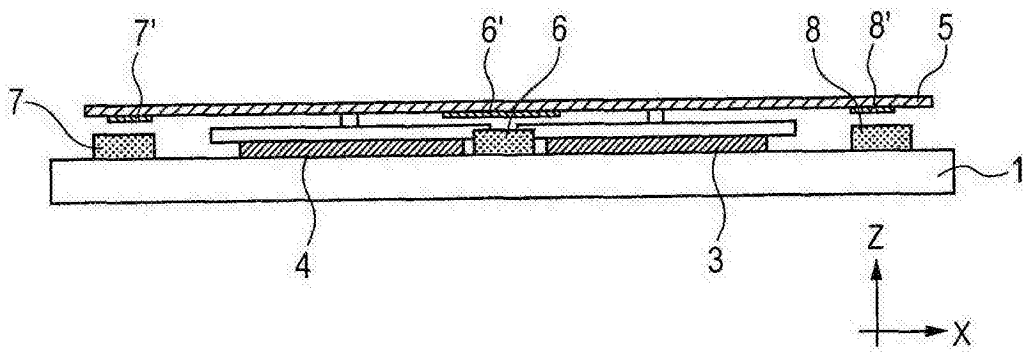
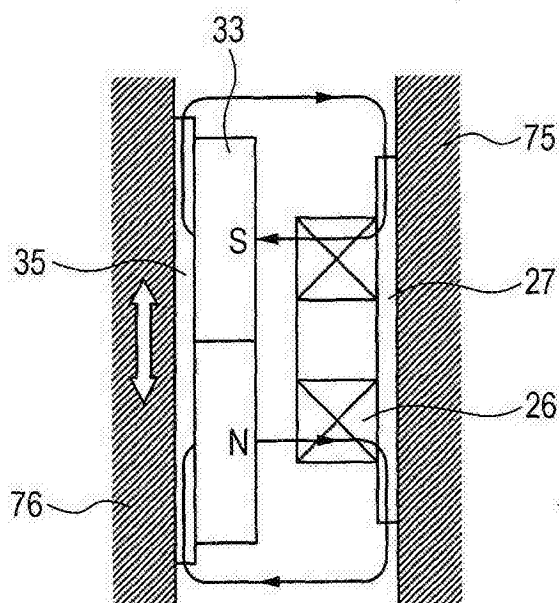
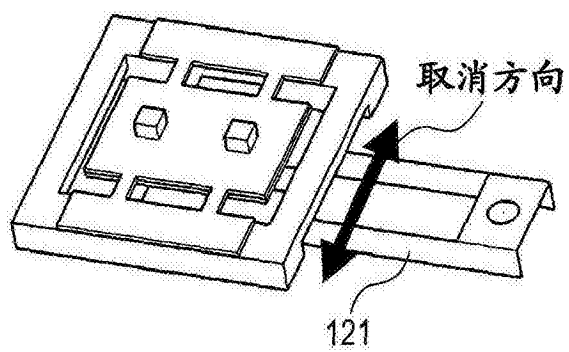
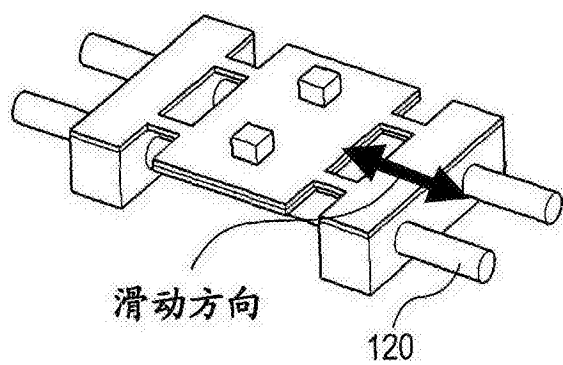


图 20B



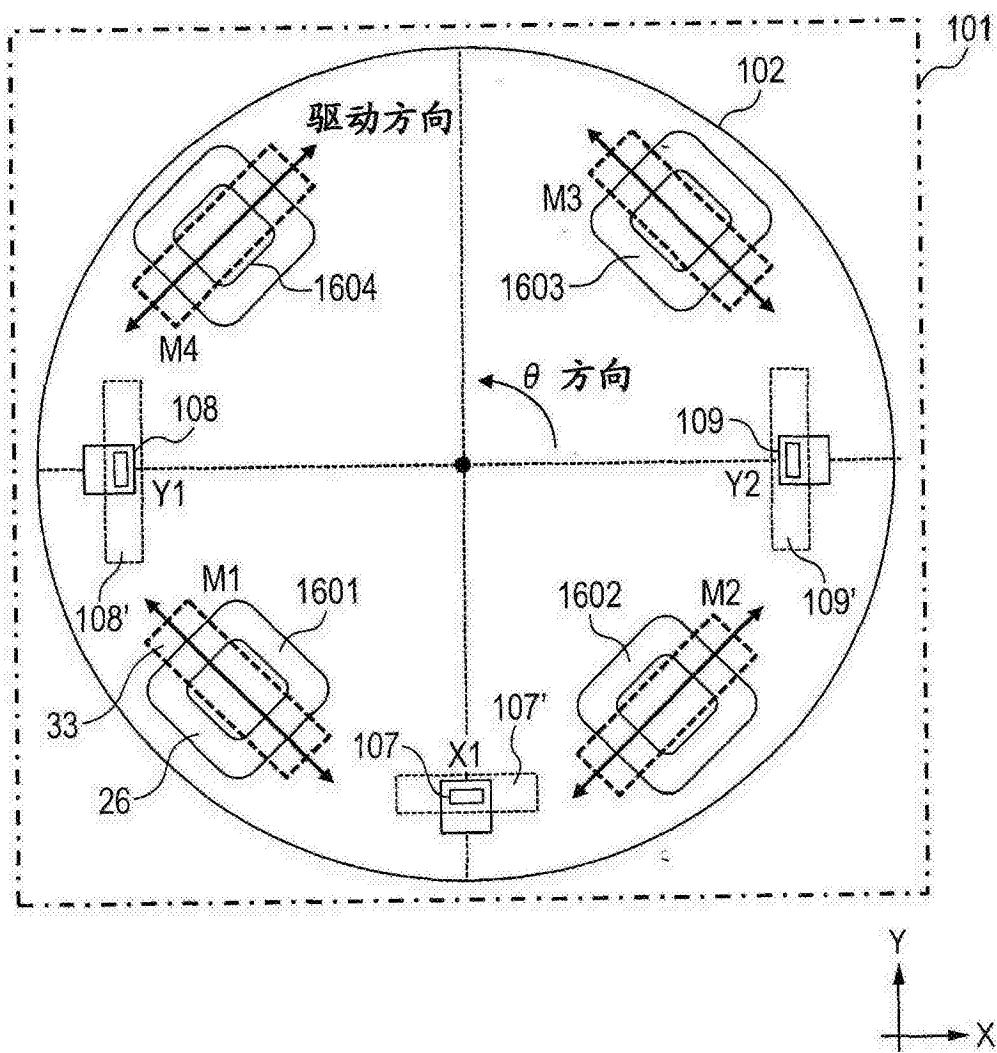


图 23A

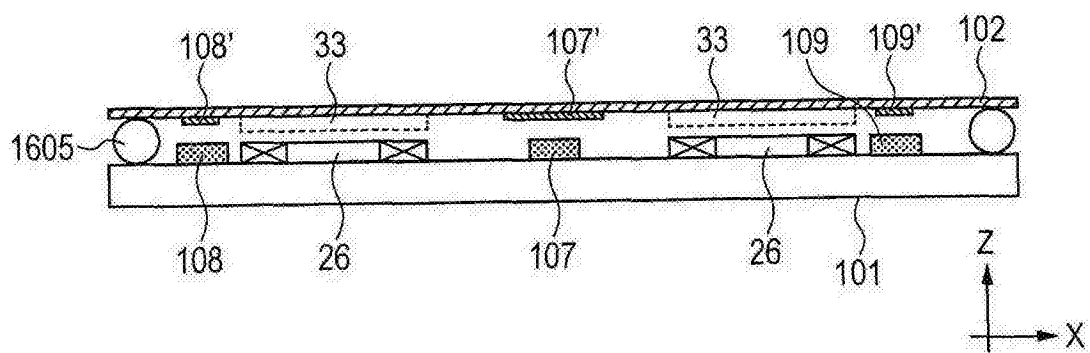


图 23B

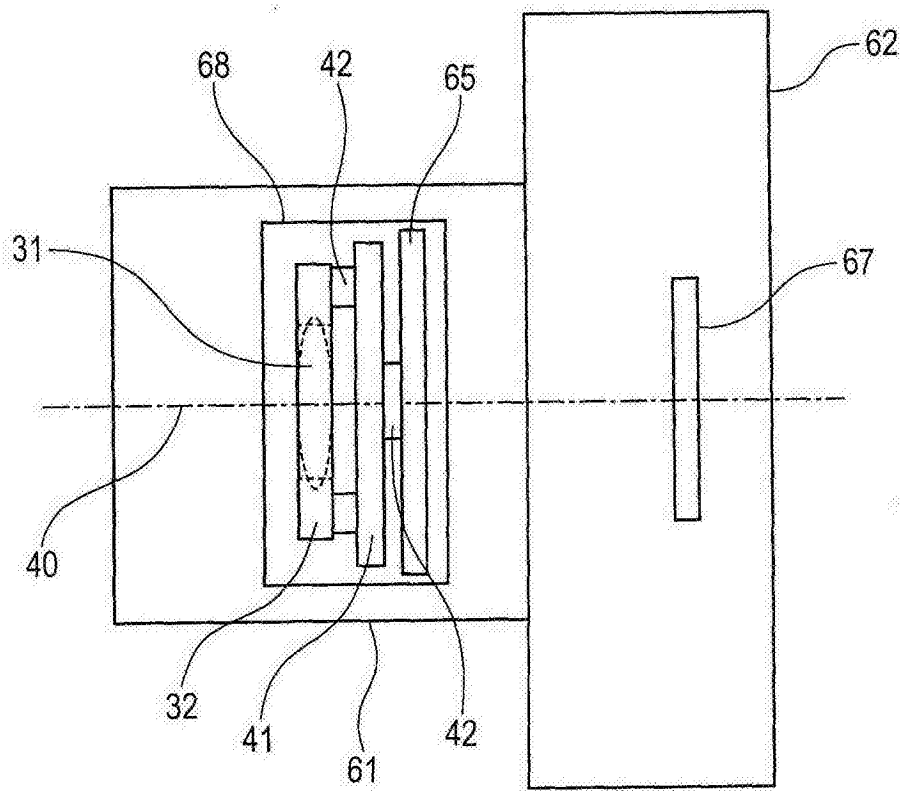


图 24

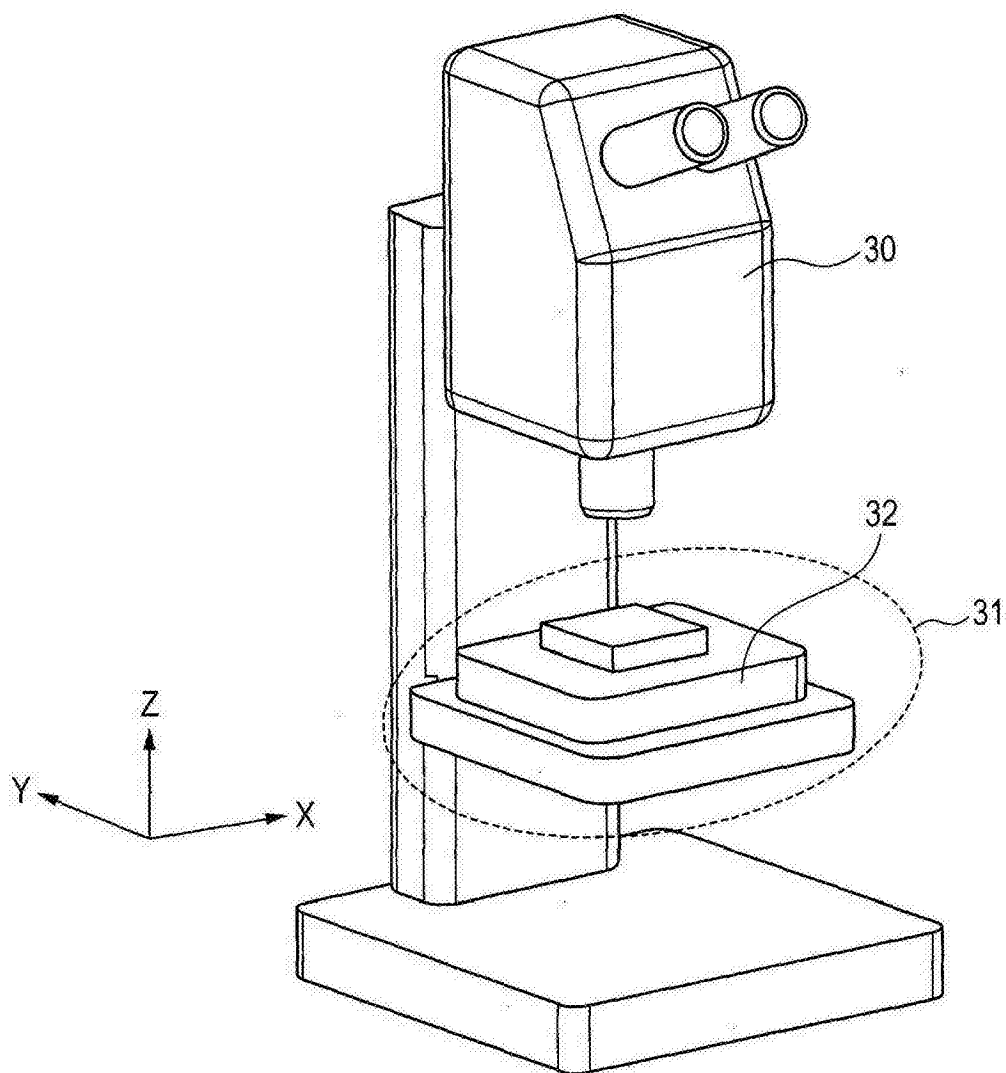


图 25