



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116981906 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 31

(21) 申请号 202280020969.8

(22) 申请日 2022.01.14

(30) 优先权数据

A50011/2021 2021.01.15 AT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AT2022/060010 2022.01.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/150864 DE 2022.07.21

(71) 申请人 AVL 里斯脱有限公司

地址 奥地利格拉茨

申请人 皮埃佐克莱斯特先进传感器有限公司

(72) 发明人 亚历山大·施瑞克 雅各布·莫德

安德里亚斯·诺伊鲍尔

埃尔温·赖辛格 迈克尔·梅斯纳

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

专利代理师 胡彬

(51) Int.Cl.

G01B 7/31 (2006.01)

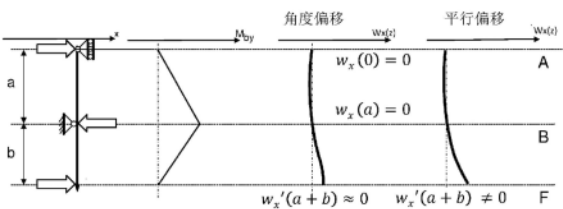
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

用于校正至少一个轴系的未对准的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于在测试台(1)上校正驱动系(3)的至少一个轴系(5,5a,5b)的未对准的方法(100),其中至少一个压电的力传感器(4a,4b,4c,4d)布置在力路径中,通过所述力路径,在测试台(1)的加载机器(14;14a,14b)和驱动系(3)或测试台(1)的驱动机器(2)之间传输功率时能够借助于轴系(5;5a,5b)传输力通流,所述方法具有以下工作步骤:在至少一个平面(A,B;F)中和/或垂直于该至少一个平面(A,B;F)执行(101)力测量,所述平面由轴系(5;5a,5b)的转动轴线(D)相交,并且优选地至少基本上与转动轴线(D)垂直;分析(102)力测量的测量值或测量值曲线以检测轴系(5;5a,5b)的未对准;求出(103)用于对加载机器(14;14a,14b)或驱动机器(2)进行位置校正的目标值,以最小化未对准;和输出(105)目标值。



1. 一种用于在测试台(1)上校正驱动系(3)的至少一个轴系(5;5a,5b)的未对准的方法(100),

其中至少一个压电的力传感器(4a,4b,4c,4d)布置在力路径中,通过所述力路径,在所述测试台(1)的加载机器(14;14a,14b)和所述驱动系(3)或所述测试台(1)的驱动机器(2)之间传输功率时能够借助于所述轴系(5;5a,5b)传输力通流,所述方法具有以下工作步骤:

在至少一个平面(A,B;F)中和/或垂直于所述至少一个平面(A,B;F)执行(101)力测量,所述平面由所述轴系(5;5a,5b)的转动轴线(D)相交,并且优选地至少基本上与所述转动轴线(D)垂直;

分析(102)所述力测量的测量值或测量值曲线以检测所述轴系(5;5a,5b)的未对准;

求出(103)用于对所述加载机器(14;14a,14b)或所述驱动机器(2)进行位置校正的目标值,以最小化所述未对准;和

输出(105)所述目标值。

2. 根据权利要求1所述的方法(100),其中执行以下其他的工作步骤以求出所述目标值(103):

基于所述力测量的所述测量值或所述测量值曲线求出(103-1)所述轴系(5;5a,5b)处的弯曲力矩或弯曲力矩曲线;和

基于所求出的所述弯曲力矩或所述弯曲力矩曲线求出(103-2)所述轴系(5;5a,5b)的弯曲线,其中借助于所述弯曲线求出所述目标值。

3. 根据权利要求1或2所述的方法(100),还具有以下工作步骤:

检查(104)所述轴系(5;5a,5b)处的弯曲力矩或弯曲力矩曲线是否超过阈值;和

如果超过所述阈值,则迭代地重复所述方法(100),或者如果未超过所述阈值,则结束(109)所述方法(100)。

4. 根据前述权利要求1至3中任一项所述的方法(100),还具有以下步骤:

脱开(106)在所述加载机器(14)和所述驱动机器(2)之间的力配合,特别是通过断开所述轴系(5;5a,5b)的离合器。

5. 根据前述权利要求1至4中任一项所述的方法(100),还具有以下工作步骤:

基于所输出的所述目标值改变(107)所述测试台上的所述加载机器(14)和/或所述驱动机器(2)的位置。

6. 根据前述权利要求1至5中任一项所述的方法(100),还具有以下步骤:

在所述加载机器(14)和所述驱动机器(2)之间建立(108)力配合。

7. 根据前述权利要求1至6中任一项所述的方法(100),其中求出所述轴系(5;5a,5b)的常数、特别是弹性模量和阻力矩的乘积,以通过与所述驱动机器(2)或所述加载机器(14)的各不同位置相关的两个力测量来计算所述弯曲线。

8. 根据前述权利要求1至7中任一项所述的方法(100),其中所述轴系(5;5a,5b)的转动轴线(D)是所述轴系(5;5a,5b)的如下轴的转动轴线:在所述轴处执行所述力测量。

9. 根据前述权利要求1至8中任一项所述的方法(100),其中所述力测量在所述轴系(5;5a,5b)的静止状态或准静止状态下进行。

10. 根据前述权利要求1至9中任一项所述的方法(100),其中通过将一个或多个测量值与表征所述轴系(5;5a,5b)的临界负载的阈值进行比较来监测所述力测量,其中如果超过

所述阈值,则所述轴系(5;5a,5b)的旋转停住或者不进行旋转。

11.根据前述权利要求1至10中任一项所述的方法(100),其中在所述力路径中存在多个力传感器(4,11),并且其中监控所述力传感器(4,11)的每个力测量。

12.根据前述权利要求1至11中任一项所述的方法(100),其中在分析时,在未对准方面在所述轴系(5;5a,5b)的平行偏移和/或角度偏移之间进行区分。

13.一种计算机程序,所述计算机程序包括指令,当所述指令由计算机执行时,所述指令促使所述计算机执行根据权利要求1至12中任一项所述的方法的步骤。

14.一种计算机可读介质,在所述计算机可读介质上存储有根据权利要求13所述的计算机程序。

15.一种驱动系测试台(1),具有:

加载机器(14a,14b),所述加载机器能够与要测试的轴系(5;5a,5b)连接;

至少一个压电力传感器(4a,4b,4c,4d),所述压电力传感器布置在力路径中,在从所述测试台(1)的所述加载机器(14a、14b)经由所述轴系(5;5a,5b)传输功率时经由所述力路径传输力通流,并且所述压电力传感器设计用于:在至少一个平面(A,B;F)中和/或垂直于所述平面(A,B;F)执行力测量,所述平面由所述轴系(5;5a,5b)的转动轴线(D)相交,并且优选地至少基本上与所述转动轴线(D)垂直;以及

信号处理装置(7),所述信号处理装置具有

-机构(8),设计用于分析所述力测量的测量值或测量值曲线,以检测所述轴系(5;5a,5b)的未对准;

-机构(9),用于求出所述加载机器或驱动机器的位置校正的目标值,以最小化所述未对准;和

-机构(10),尤其接口,用于输出所述目标值。

16.根据权利要求15所述的驱动系测试台(1),其中所述驱动系测试台(1)附加地具有调节装置(12a,12b,12c),其设计用于以平移和/或旋转方式改变所述加载机器(14a,14b)或所述驱动机器(2)的位置,

其中所述驱动系测试台(1)、特别是所述信号处理装置(7)还具有:

-机构(15),设计用于基于输出的所述目标值控制所述调节装置(12)。

用于校正至少一个轴系的未对准的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于校正测试台上的驱动系的至少一个轴系的未对准的方法,其中至少一个压电力传感器布置在力路径中,通过所述力路径,在测试台的加载机器和驱动系或测试台的驱动机器之间传输功率时能够借助于轴系传输力通流。此外,本发明涉及一种可以在其上执行该方法的测试台。

背景技术

[0002] 未对准因组装和制造的不确定性、沉降现象和热膨胀而形成,所述组装和制造的不确定性、沉降现象和热膨胀导致旋转体的位移。这种位移对旋转体的功能和使用寿命具有破坏性影响。未对准导致作用于旋转体及其支承件上的张紧力,尤其弯曲力矩和压力。

[0003] 专利申请W0/2021/011982公开各种测试台和测量装置,以便使用压电力传感器检测测试台上的未对准。该申请的内容也通过引用并入本申请的内容中。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种用于检测和/或校正驱动系测试台运行的轴系的不平衡和/或未对准的方法以及对应的驱动系测试台。

[0005] 所述目的通过独立权利要求来实现。在从属权利要求中要求保护有利的设计方案。

[0006] 本发明的第一方面涉及一种用于在测试台上校正驱动系的至少一个轴系的未对准的方法,其中至少一个压电力传感器布置在力路径中,通过所述力路径,在测试台的加载机器和驱动系或测试台的驱动机器之间传输功率时能够借助于轴系传输力通流,所述方法具有以下工作步骤:

[0007] 在至少一个平面中和/或垂直于该至少一个平面执行力测量,所述平面由轴系的转动轴线相交,并且优选地至少基本上与转动轴线垂直;

[0008] 分析力测量的测量值或测量值曲线以检测轴系的未对准;

[0009] 求出用于对加载机器或驱动机器进行位置校正的目标值,以最小化未对准;和

[0010] 输出目标值。

[0011] 本发明的第二方面涉及一种驱动系测试台,其具有:

[0012] 加载机器,所述加载机器能够与要测试的轴系连接;

[0013] 至少一个压电力传感器,所述压电力传感器布置在力路径中,在从测试台的加载机器经由轴系传输功率时经由力路径传输力通流,并且压电力传感器设计用于:在至少一个平面中和/或垂直于平面执行力测量,所述平面由轴系的转动轴线相交,并且优选地至少基本上与转动轴线垂直;和

[0014] 信号处理装置,所述信号处理装置具有

[0015] -机构,设计用于执行力测量;

[0016] -机构,设计用于分析力测量的测量值或测量值曲线,以检测轴系的未对准;

[0017] -机构,用于求出加载机器或驱动机器的位置校正的目标值,以最小化未对准;和

[0018] -机构,尤其接口,用于输出目标值。

[0019] 本发明的另外的方面涉及计算机程序和计算机可读介质。对应地,根据本发明第一方面的方法可以以计算机方式实施。

[0020] 本发明意义而言的目标值优选地说明要对准的构件应当位移和/或转动的方向和价值。此外,目标值还可以说明要对准的构件应当位移至和/或转动至的方向和位置的绝对值。

[0021] 本发明意义而言的轴系具有一个或多个转动连接的轴。

[0022] 本发明意义而言的“可传输”优选地表示“可以被传输”或“将被传输”。

[0023] 本发明意义而言的力通流优选地是机械系统中的力和/或扭矩从施加点、特别是起始部位直至一个或多个部位的路径,在所述一个或多个部位处通过反作用力和/或反作用力矩吸收该力和/或扭矩。力通流优选地由力、特别是相对于轴的转动方向的横向力和扭矩、特别是围绕转动轴线的扭矩组成。

[0024] 本发明意义而言的功率通流优选地是机械系统中的功率从起始部位直至一个或多个接收功率的部位的传输路径。

[0025] 本发明意义而言的压电测量元件优选具有压电晶体以及电荷引线或电路。

[0026] 本发明意义而言的机器设计用于将能量、优选地动能、特别是旋转转换成电能或反之亦然,或者将化学能转换成动能。本发明意义而言的机器优选地具有壳体。

[0027] 本发明意义而言的支撑设备优选地是用于支撑元件抵抗作用于该元件上的力和/或作用于该元件上的扭矩的设备。优选地,支撑设备设计用于:提供所谓的反作用力或支承反作用力。本发明意义而言的支撑设备优选地用于支撑支承设备。支撑设备优选地是变速器钟、驱动系的壳体或底板。

[0028] 本发明意义而言的检测优选地是确认和/或量化和/或定位和/或分析。

[0029] 本发明意义而言的机构可以以硬件和/或软件的方式构成,特别地具有优选与存储和/或总线系统以数据或信号方式连接的、特别是数字的处理单元,尤其微处理器单元(CPU),和/或具有一个或多个程序或程序模块。CPU可以构成用于:处理实施为存储在存储系统中的程序的指令,以检测来自数据总线的输入信号和/或向数据总线提供输出信号。存储系统可以具有一个或多个、特别是不同的存储介质,特别是光、磁、固态和/或其他非易失性介质。程序可以被创建为使得其体现或能够执行在此描述的方法,使得CPU可以执行这种方法的步骤进而尤其可以检测不平衡和/或未对准。

[0030] 本发明意义而言的增量编码器可以优选地确认各个角区段和/或整转。特别地,增量编码器每转提供至少一个脉冲。

[0031] 本发明特别基于以下方案:借助于力传感器、特别是设置用于确定在测试台上的测试运行中的扭矩的力传感器来对准测试台上的驱动系的轴系的未对准。通过使用本发明,不需要另外的测量方法或测量仪器,特别是现有技术中常用的光学方法。

[0032] 特别地,轴系不必单独在外部、即不在测试台上对准。更确切地说,通过直接在测试台上在加载机器(所谓的测功机)和驱动机器之间建立力配合来检测未对准。因此,通过本发明,轴系可以在组装好的状态下对准,并且具有所有组装不确定性,例如不等的螺钉重量、对准误差、配合间隙和制造误差,例如偏心、不对称、密度误差等。

[0033] 根据本发明,将压电测量元件优选地用于校正所需的力测量,所述压电测量元件允许特别可靠的测量,并且由于其刚性,仅向驱动系的具有振荡能力的系统添加轻微的弹性。压电测量元件优选固定地构建在测试台中,由此可以以物理上不改变的方式检测测量信号。特别地,测量元件可以由中间板或底板支撑。

[0034] 由于直接检测物理变量“力”,所以可以得出关于对机械部件损坏效果的结论。无需经验方案来评估机器状态。因此,可以基于以根据本发明方式确定对准误差来指定机器安全的新标准。除了重力之外,未对准还导致其他的空间固定的、即不随转速回转的力或扭矩。通过本发明可以在没有附加的振动分析的情况下确认未对准。

[0035] 如果轴系的对准在运行中发生变化,则这已经可以使用本发明在测试台上检测到,并且可以采取对策,例如紧急停止或减轻负载,以避免对驱动系或甚至测试台造成永久性损坏。

[0036] 此外,求出根据本发明的目标值以校正未对准。基于所述目标值,可以执行对加载机器和/或驱动机器的位置校正,特别是自动的位置校正。由此,可以直接在测试台上减少甚至消除未对准。求出目标值大大简化了测量装置的设定或校准,所述设定或校准至今为止通常手动地使用光学方法来进行。特别地,由此可以将为此所需的时间减少几个数量级。由于自动化的可能性,还可以对于所述任务放弃使用高素质人员。

[0037] 在该方法的一个有利的设计方案中,执行以下其他的工作步骤以求出目标值:

[0038] 基于力测量的测量值或测量值曲线求出轴系处的弯曲力矩曲线;和

[0039] 基于所求出的弯曲力矩曲线尤其在考虑边界条件和连接条件的情况下求出轴系的弯曲线,其中借助于弯曲线求出目标值。

[0040] 在另一有利的设计方案中,该方法还具有以下工作步骤:

[0041] 检查轴系处的弯曲力矩或弯曲力矩曲线是否超过阈值;和

[0042] 如果超过阈值,则迭代地重复该方法,或者如果未超过阈值,则结束该方法。

[0043] 基于特定的弯曲力矩或弯曲力矩曲线优化轴系对准的迭代过程实现特别精确地求出目标值。

[0044] 在另一有利的设计方案中,该方法还具有以下工作步骤:

[0045] 脱开在加载机器和驱动机器之间的力配合,特别是通过断开轴系的离合器。

[0046] 通过脱开力配合,可以特别容易地改变加载机器和/或驱动机器的位置。

[0047] 在另一有利的设计方案中,该方法还具有以下工作步骤:

[0048] 基于所输出的目标值改变测试台上的加载机器和/或驱动机器的位置。

[0049] 优选地自动执行所述位置改变。更优选地,测试台为此具有调节装置,其设计用于平移和/或旋转地改变加载机器或驱动机器的位置。

[0050] 在另一有利的设计方案中,该方法还具有以下工作步骤:

[0051] 在加载机器和驱动机器之间建立力配合。

[0052] 优选地,在加载机器和/或驱动机器的位置改变之后再次建立力配合。

[0053] 在该方法的另一有利的设计方案中,求出轴系的对于测试台特征性的常数,特别是弹性模量和阻力矩的乘积,以通过借助驱动机器或加载机器的各不同位置进行的两个力测量来计算弯曲线。

[0054] 由此可以在不了解轴系的材料特性、特别是其刚性的情况下校准测量装置。

[0055] 在该方法的另一有利的设计方案中,轴系的转动轴线是轴系的在其处执行力测量的轴的转动轴线。

[0056] 优选地,其中执行力测量的平面通过轴系在如下机器处的支承点来限定:在所述机器处安装力传感器。更优选地,该平面通过布置有力传感器的点限定。

[0057] 在该方法的另一有利的设计方案中,力测量在轴系的静止状态或准静止状态下进行。

[0058] 当轴系不旋转时,优选地存在本发明意义的轴系的静止状态。

[0059] 当轴系以力传感器的反应时间相对于轴系转动位置的变化速度相对小的角速度旋转时,优选地存在本发明意义的轴系的准静止状态。特别地,可以以如下方式测量力:即所述力不受动力学影响。优选地,角速度的量小至使得其惯性质量具有小影响或甚至没有影响,特别是使得轴系需要小于大约 90° 、优选地大约 70° 、更优选地大约 15° 、更优选大约 10° 、并且最优选地大约 5° 的转动角范围以停住。轴系优选地在准静止状态下没有振动。

[0060] 由此也可以在轴系的静止或准静止状态下进行未对准的检测。这实现:还在测试台上进行实际测试运行之前求出未对准。以该方式可以避免要测试的驱动机器或测试台的损坏。

[0061] 在该方法的另一有利的设计方案中,通过将一个或多个测量值与表征轴系的临界负载的阈值进行比较来监测力测量,其中如果超过阈值,则轴系的旋转停住或者不进行旋转。

[0062] 由此也可以避免损坏要测试的驱动机器或测试台。

[0063] 在该方法的另一有利的设计方案中,在力路径中存在多个压电传感器,并且监控压电传感器的每个力测量。

[0064] 在该方法的另一有利的设计方案中,在分析时,在未对准方面在轴系的平行偏移和/或角度偏移之间进行区分。

[0065] 关于本发明的第一方面进一步描述的特征和优点相应地适用于本发明的其他方面,反之亦然。

[0066] 在一个有利的设计方案中,驱动系测试台附加地具有调节装置,所述调节装置设计用于平移和/或旋转地改变加载机器的位置,

[0067] 其中驱动系测试台、特别是信号处理装置还具有:

[0068] 设计用于基于输出的目标值控制调节装置的机构。

附图说明

[0069] 其他的优点和特征从以下参照附图对优选实施例的描述中得出。附图至少部分示意性地示出:

[0070] 图1a示出加载机器的端侧的俯视图,加载机器的轴出现在所述端侧上;

[0071] 图1b示出根据图1a的加载机器的侧视图;

[0072] 图1c示出具有根据图1a和图1b的驱动系测试台和加载机器的第一实施例的测量装置的两个俯视图,借助所述测量装置可以执行用于校正未对准的方法;

[0073] 图2示出用于校正未对准的方法的一个实施例;

[0074] 图3示出四个图表,所述图表示出测试台上的轴系的力、弯曲力矩、角度偏移的弯

曲线和平行偏移的弯曲线；

[0075] 图4示出轴系的轴向方向上的平行偏移的弯曲线和角度偏移的弯曲线的图。

[0076] 图5示出具有驱动系测试台的第二实施例的测量装置的俯视图；

[0077] 图6示出具有驱动系测试台的第三实施例的测量装置的俯视图；

[0078] 图7示出驱动系测试台的第四实施例的俯视图；和

[0079] 图8示出根据图1、图5、图6和图7的驱动系测试台的细节。

具体实施方式

[0080] 图1a、1b和1c示出驱动系测试台1的第一实施例的三个不同视图。图1a和1b的视图分别仅示出驱动系测试台1的一个加载机器14，图1c示出具有根据图1a和1b的加载机器14和要测试的驱动机器2的测量装置的两个视图。

[0081] 图1a、1b和1c的各个视图彼此的对准从参考系的各所绘制的坐标轴x、y、c中得出。

[0082] 图1a沿z轴线的相反方向示出加载机器14的端侧的俯视图，加载机器14的轴5b出现在所述端侧上。图1b示出根据图1a的加载机器的沿x轴的侧视图。加载机器14经由力传感器的测量元件4a、4b、4c、4d支撑在底板或中间板10上。优选地，底板或中间板10还在水平方向上支撑测量元件4a、4b、4c、4d。调节装置12a、12b、12c优选地设置在底板或中间板10处。优选地，所述调节装置具有第一执行器12a、第二执行器12b和第三执行器12c，以便在x轴和/或y轴的方向上位移底板或中间板10的对准，进而也位移加载机器14的对准，并且围绕x轴和/或y轴枢转。

[0083] 在图1c中，驱动机器2和加载机器14以传递扭矩的方式分别与或者能够与轴系连接。为了清楚起见，所述轴系并未完整地在该图中示出。

[0084] 图1c的左侧的视图示出测量装置，其中未对准是加载机器14的轴5b的转动轴线D和驱动机器2的轴5a的转动轴线D'在x方向的纯平行偏移。图1c的右侧的视图示出测量装置，其中未对准是加载机器14的轴5b的转动轴线D和驱动机器2的轴5a的转动轴线D'围绕y轴的纯角度偏移。然而，未对准通常作为角度偏移和平行偏移的叠加出现。此外，驱动机器2还可以附加地或替代地在y方向上位移和/或围绕x轴枢转。另外，测量元件还可以布置在驱动机器2处或轴系中，如更下文参考图5、6和7进一步描述。

[0085] 此外，图1c中示出不同的平面A、B、F、G、H。平面A是垂直于加载机器14的转动轴线D对准并且其中存在两个测量元件4a、4d的平面，所述测量元件布置在加载机器14的下侧的背离加载机器14的轴5b的端部处。平面B是同样垂直于加载机器14的转动轴线D对准的且其中存在两个测量元件4b、4c的平面，所述测量元件布置在加载机器14的下侧的朝向加载机器14的轴5b的端部处。

[0086] 平面G是垂直于驱动机器2的转动轴线D'对准的且其中存在驱动机器2的轴5a的第一支承件的平面，所述支承件布置在驱动机器2的朝向加载机器14的轴5b的端部处。平面H是同样垂直于驱动机器2的转动轴线D'对准的且其中存在驱动机器2的轴5a的第二支承件的平面，所述第二支承件布置在驱动机器2的背离加载机器14的轴5b的端部处。

[0087] 在图1c的右侧部分中绘出力，所述力通过分别在平面A、B和F中的所示的未对准引起。在平面A和B中，力 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 作用于支承加载机器14的测量元件4a、4b、4c、4d上。在平面F中，力 $\vec{F}$ 作用于轴系(未示出)上。

[0088] 借助该方法,可以特别地同时检测XZ平面和YZ平面中的未对准,然后进行校正。

[0089] 此外,测试台1优选地具有信号处理装置7(未示出)。下面将参考图8描述所述信号处理装置。

[0090] 图2示出用于校正未对准的方法的一个实施例,所述方法可以在根据图1a至图1c的测量装置中使用。

[0091] 在安装测量装置之后,优选地首先对所述测量装置进行校准。为此,特别地确定轴系5;5a、5b的缩放因子或常数,特别是弹性模量和阻力矩的乘积、优选刚度常数。所述缩放因子或所述材料常数优选地用于计算弯曲线,如更下文参考图3所解释的。更优选地,缩放因子或材料常数通过借助驱动机器2和加载机器14彼此间的相应不同的相对位置进行的两个力测量来求出。

[0092] 在方法100的第一工作步骤101中,在平面A、B中和/或垂直于平面A、B执行力测量。平面A、B由轴系5;5a、5b的轴5b的转动轴线D相交,所述轴5b是加载机器14的轴。优选地,平面A、B至少基本上垂直于转动轴线D对准。如图1c所示,在此,转动轴线D优选为轴系5;5a、5b的轴5b的转动轴线,在所述轴处执行力测量,即相对于所述轴测量力。

[0093] 更优选地,在轴系5;5a、5b的静止状态或准静止状态下进行力测量。由此,如已经解释的那样,可以避免对测量装置的损坏。

[0094] 更优选地,连续监测力测量。特别地,为此将相应最后测量的测量值与阈值进行比较,所述阈值标识轴系5;5a、5b的临界负载。如果超过所述阈值,则停住轴系5;5a、5b的旋转,或者不进行旋转。此外,然后优选地结束方法100。优选地,如图7所示,在力路径中存在多个力传感器4、11,在这种情况下,优选地监控力传感器4、11的每个力测量。

[0095] 任何恒定回转的横向力都表明轴系中的角度偏移,进而能够借助于根据本发明的方法与未对准区分开。

[0096] 在第二工作步骤102中,分析力测量的测量值或测量值曲线来检测轴系5;5a、5b的未对准。在此,优选地,关于未对准,在轴系5;5a、5b的平行偏移和/或角度偏移之间进行区分。。

[0097] 在第三工作步骤103中,求出加载机器14或驱动机器2的位置校正的目标值,以便最小化未对准。为此,优选地在第一子步骤103-1中,基于力测量的测量值或测量值曲线求出轴系5;5a、5b处的弯曲力矩或弯曲力矩曲线。在第二子工作步骤103-2中,然后优选地基于所求出的弯曲力矩或弯曲力矩曲线在考虑边界条件的情况下求出轴系5;5a、5b的弯曲线。然后优选地借助所述弯曲线来求出位置校正的目标值。优选地,当弯曲线 $w_x(z)$ 与转动轴线D相同时,未对准最小。

[0098] 在第四工作步骤104中检查:轴系5;5a、5b处的弯曲力矩或弯曲力矩曲线是否超过阈值。如果超过阈值,则方法100继续并重复。为此,在第五工作步骤105中输出目标值。所述输出优选地经由数据接口10进行到下一个工作步骤。替代地或附加地,目标值还可以经由用户界面10输出给用户。

[0099] 如果不再超过阈值,则方法100优选地在第九且最后的工作步骤109中结束。

[0100] 在方法100继续时,在加载机器14和驱动机器2之间的力配合优选地在第六工作步骤106中中断,特别是通过断开轴系5;5a、5b的离合器(未示出)。由此,可以在没有反作用力的情况下改变两个机器2、14彼此的相对位置。

[0101] 在第七工作步骤107中,基于输出的目标值改变测试台上的加载机器14和/或驱动机器2的位置。由此将得到未对准的减少。

[0102] 在第八工作步骤108中,然后优选地重建在加载机器14和驱动机器2之间的力配合。优选地,方法100然后在第一工作步骤101中再次开始。替代地,方法100也可以在较早的工作步骤之后已经再次从头开始。

[0103] 下面,根据图3至图4解释基于在平面A和B或平面F中测量的力示例性地计算目标值。

[0104] 如果固定支承的驱动机器2和加载机器14通过轴系机械地连接,则形成力配合,所述力配合简化地可以视为弯曲载体(在假设固定浮动支承件轴装置的情况下,如在图1c和3中所示)。

[0105] 根据力通流测量的位置,在所示的情况下在平面A和B中或在平面F中,可以从所形成的力矩平均中计算出支承力 $\vec{A}$ 和 $\vec{B}$ 或未对准力 $\vec{F}$ 。

[0106] 用于确定未对准的力分量 F_x 和 F_y 和力分量 F_z 以及扭矩分量 M_{bx} 和 M_{by} 可以以本身已知的方式借助于各个测量元件4a、4b、4c或其压电元件的优选方向的有针对性的布置来实现。

[0107] 也可以使用用于确定所述参数的其他方法。例如,各个测量元件4a、4b、4c的测量信号或从测量信号中推导出的、即测量的力 F_1 、 $\dots$ 、 F_i 的分解、特别是正交分解。

[0108] 在此,例如,要确定的参数 M_z 、 F_x 、 F_y 是方程组的解,其中对于每个测量信号,适用如下方程:

$$[0109] \quad S1 = a_{11} \cdot M_z + a_{12} \cdot F_x + a_{13} \cdot F_y$$

$$[0110] \quad S2 = a_{21} \cdot M_z + a_{22} \cdot F_x + a_{23} \cdot F_y$$

$$[0111] \quad S3 = a_{31} \cdot M_z + a_{32} \cdot F_x + a_{33} \cdot F_y$$

$$[0112] \quad SN = a_{N1} \cdot M_z \dots$$

[0113] 在此, $S1$ 、 $S2$ 、 $\dots$ 、 Si 、 $\dots$ 、 SN 是各个测量元件4a、4b、4c、 $\dots$ 、 2 、 N 的测量信号。每个系数 a 取决于多个因素,即例如测量元件4a、4b、4c、 $\dots$ 、 $4i$ 、 $4N$ 的相应的位置和参考系统中的相应优选方向的取向、相应测量元件4a、4b、4c、 $\dots$ 、 $4i$ 、 $\dots$ 、 N 的灵敏度以及由于经由固定机构引起的力分流而产生的可能的信号损失。

[0114] 为了求解这种扭矩 M_z 、第一横向力分量 F_x 和第二横向力分量 F_y 的方程组,需要至少三个测量元件4a、4b、4c的测量信号,所述测量元件的优选方向对准成使得其位于单个平面中。此外,优选方向中的至少两个必须既不平行也不反平行对准。

[0115] 对于 $N=3$ 、即三个测量元件4a、4b、4c的所描述的所述一般情况,上面所示的方程组的解是单值的。如果将其他测量元件增加至测量系统1,则具有三个要确定的参数 M_z 、 F_x 、 F_y 的方程组是超定的,但可以再次改进测量精度。

[0116] 当 $N=4$ 的情况下,可以建立四个不同的方程组 $F(S1, S2, S3)$, $F(S1, S2, S4)$, $F(S1, S3, S4)$, $F(S2, S3, S4)$ 。然后,可以将为各个要确定的参数 M_z 、 F_x 、 F_y 确定的值相加并求平均值,即在四个测量元件4a、4b、4c、 $\dots$ 、 $4i$ 、 $\dots$ 、 $4N$ 的情况下除以四。类似地,可以建立超定方程组 $F(S1, S2, \dots, SN)$,所述超定方程组借助于最小化问题来求解。

[0117] 如果找到方程组的通解,则要确定的参数 M_z 、 F_x 、 F_y 的计算就可以简化为矩阵乘法。所述矩阵具有三个行和如可用的测量信号 $S1$ 、 $S2$ 、 $S3$ 、 $\dots$ 、 SN 一样多的列。矩阵元素或系数形

成各个传感器对要确定的参数 M_z 、 F_x 、 F_y 的相应贡献。

$$[0118] \quad \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ M_z \end{pmatrix} = K \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1N} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2N} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & \dots & c_{3N} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ \dots & S_N \end{pmatrix}$$

[0119] 借助这种分解,还可以确定弯曲力矩 M_{bx} 和 M_{by} 。

[0120] 为了将测量信号 S_1 、 S_2 、... S_i 、...、 S_N 分解为对相应要确定的参数 M_z 、 F_x 、 F_y 做出贡献的分量,需要了解测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N的位置和优选方向的取向。

[0121] 几何参数可以从驱动系测试台1的设计图中和从测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N的优选方向的知识中来确定。

[0122] 然而,测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N的优选方向的取向也可以通过借助于校准测量来测定优选方向来确定。为此,力传感器4、11优选地夹在两个平面的板之间。在下一步骤中,施加方向已知的外部横向力。测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N在如下平面中的优选方向可以从各个测量信号 S_1 、 S_2 、... S_i 、...、 S_N 的大小相对于导入的横向力的量和方向来确定:所述平面通过测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N的优选方向展开。

[0123] 借助这种分解,当已知各个测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N的优选方向时,通过施加限定的扭矩 M_z 并测量各个测量信号 S_1 、 S_2 、... S_i 、...、 S_N 可以确定测量元件4a、4b、4c、...、4i、...、4N距转动轴线的间距。

[0124] 如图3所示,可以基于所求出的力 $\vec{A}$ 、 $\vec{B}$ 、 $\vec{F}$,根据在加载机器14的转动轴线D方向上、在所示出的参考系中在z轴的方向上的位置求出弯曲力矩 $M_{by}(z)$ 。

[0125] 在此,弯曲线 $w_x(z)$ 和弯曲力矩 $M_{by}(z)$ 之间的关系服从以下微分方程

$$[0126] \quad w_x(z)'' = -\frac{M_{by}(z)}{E J_y}$$

[0127] 其中E是弹性模量,并且 J_y 是测量装置的阻力矩。两者一起形成所谓的缩放因子,所述缩放因子对于特定的轴系或特定的测量装置是恒定的。缩放因子考虑相应的轴系或轴部段或相应的测量装置的刚度和材料常数。

[0128] 微分方程可以分别通过多项式函数 $w_x(z)$ 来求解。所述多项式函数 $w_x(z)$ 说明弯曲线。在轴系有多个轴部段5a、5b的情况下,在求解耦合微分方程组 $w_x(z)''$ 时,在结合相应的连接条件的情况下即可确定对应多的多项式 $w_x(z)$ 。

[0129] 缩放因子可以通过预设弯曲线 $w_x(z)$ 的边界条件以实验的方式确定。例如,在图1c和图3所示的情况下,存在如下边界条件,即 $w_x(0)=0$ 和 $w_x(a)=0$ 。另外,在部位 $z=a+b$ 处,弯曲线对角度偏移的导数在任何情况下都为零,即 $w'_x(a+b)=0$ 。然后,可以通过在驱动机器2和加载机器14彼此不同的相对对准中两次测量力来计算缩放因子。但是,替代地,也可以通过轴系或测量装置的FEM模拟来估计缩放因子。

[0130] 图4针对图1c中的转动轴线D、D'的纯角度偏移(图4上方)和针对图1c中的转动轴线D、D'的纯平行偏移(图4下方)分别示出两条不同的弯曲线 $w_x(z)$,所述弯曲线借助于所提出的计算方法确定。点划线分别说明在角度偏移和平行偏移比虚线更强的情况下的弯曲线。

[0131] 显然,也会出现由于围绕x轴旋转而在y方向上的单独的平行偏移和角度偏移,所

述偏移产生弯曲线 $w_y(z)$ 。然后通过叠加来计算二维弯曲线 $w_{xy}(z)$ 。所述叠加优选地是弯曲线的相加,所述弯曲线由于其取向而为矢量,即矢量相加。

[0132] 图5至图7示出驱动系测试台1的另外的实施例。即使所述实施例中的一个或多个力传感器的布置与关于图1中的第一实施例示出的布置部分地显著不同,驱动系的弯曲力矩和弯曲线的计算可以归因于上面参考图3和图4解释的计算方法。

[0133] 图5示出驱动系测试台1的第二实施例,在所述驱动系测试台上除了校准或应用测试之外还可以检测未对准。特别地,可以独立于测试台运行来检测未对准。

[0134] 驱动系测试台1具有但不限于加载机器或测功机14a、14b,其可以以抗扭的方式与图1中所示的驱动系的从动器连接。

[0135] 此外,驱动系测试台1优选地具有增量编码器6,所述增量编码器设计用于测量轴系5a、5b的转动角度。增量编码器6的功能从现有技术中已知;特别地,所述增量编码器可以以光电、磁性方式和/或借助滑动触点确定轴系5a、5b的转动角度或转动角度变化和/或方向。

[0136] 此外,驱动系1优选地具有力传感器4,所述力传感器又优选地具有多个压电测量元件,在图1中为三个压电测量元件4a、4b、4c。在根据图1的实施例中,测量元件4a、4b、4c布置在测量法兰12处,所述测量法兰可以是驱动器测试台1或驱动系3的一部分。应变计也可以优选地用作测量元件4a、4b、4c。

[0137] 测量法兰将轴系3的第一轴部段5a与第二轴部段5b连接。轴系5a、5b围绕转动轴线D旋转,所述转动轴线在图5中以点划线说明。

[0138] 根据驱动系3的哪些部件应在驱动系测试台1上进行测试,驱动机器2可以是驱动系测试台1或驱动系3的组成部分。

[0139] 在图5所示的实施例中,驱动系3具有驱动机器2、轴系5a、5b、差速器13以及轴部段(无附图标记)。功率通流可从驱动机器2经由第一轴部段5a、测量法兰12、第一压电力传感器、差速器13和轴部段传输至加载机器14a、14b。

[0140] 测试台1还具有支撑设备10,驱动器测试台整体、驱动系测试台1的各个元件和/或还有驱动系3支承在所述支撑设备上。在此,支撑设备10可以具有机械结构,以便将各个元件例如支承在测试台大厅的地板上。更优选地,支撑设备10可具有基板或构成为这种基板。

[0141] 在图1所示的实施例中,至少驱动机器2和功率机器14a、14b通过支撑设备10支承。

[0142] 优选地由驱动机器2产生的功率通流引起力通流,所述力通流在图1所示的实施例中从支撑设备10经由驱动机器2和驱动系3、加载机器14a、14b又延伸直至支撑设备10。在此,支撑设备10分别提供用于支撑驱动机器2和加载机器14a、14b的反作用力。

[0143] 测量元件4a、4b、4c优选地设计和构成为测量平面F中、即平行于所示的参考系的XY平面的平面中的力。第一力传感器4优选地具有利用压电剪切效应的压电元件4a、4b、4c。在所示的实施例中,将测量法兰12处的力或扭矩经由测量元件4a、4b、4c的端面导入压电元件4a、4b、4c中。压电元件4a、4b、4c的端面在此优选地以摩擦配合的方式与测量法兰12的表面连接。

[0144] 如果将在参考系的X方向上的力和/或在参考系的Y方向上的力施加在测量法兰12处,则压电测量元件4a、4b、4c借助于压电剪切效应产生对应的测量信号。当将沿Z方向作用的扭矩施加在测量法兰12处,同样的内容适用。

[0145] 替代地或附加地,测量元件4a、4b、4c可以执行垂直于第一平面F的力测量。为此,测量元件4a、4b、4c优选地利用压电纵向效应或压电横向效应。如果力既在第一平面F中测量也垂直于第一平面测量,则优选地存在沿Z方向测量的测量元件和能够在X或XY平面中测量力的测量元件。更优选地,每个测量元件4a、4b、4c具有至少两个关于力通流串联连接的压电元件,其中第一压电元件利用压电剪切效应,且第二压电元件利用压电横向或纵向效应。

[0146] 图6示出测试台1的第三实施例,借助所述测试台在测试台运行中可以检测轴系的未对准。

[0147] 图6的第二实施例的测试台1与图5的第二实施例的主要区别在于:力传感器11没有布置在驱动机器2和加载机器14a、14b之间的功率通流中,而是布置在支撑设备10与驱动机器2之间。

[0148] 通过所述布置,当在轴系5和驱动机器2之间施加扭矩时,第一力传感器4测量通过支撑设备10施加到驱动机器2上的反作用力。

[0149] 在此,力传感器11可以优选地如图6中所示的那样沿转动轴线D的轴向方向支承。但是,同样地,驱动机器2也如在根据图1a、图1b或图7的俯视图所示的那样侧向地通过力传感器11向下或向上支承。根据压电测量元件11a、11b、11c如何作用于驱动机器2,然后使用具有压电剪切效应、压电纵向或横向效应或者如已经参照图5解释的具有两种不同效应的元件。

[0150] 同样在根据图6的实施例中,力优选地在平面C;D中和/或垂直于平面G;H测量。

[0151] 还可行的是:将根据图5的第二实施例与根据图6的第三实施例组合:因此,例如,第二实施例也可以具有测量法兰12,在所述测量法兰处布置有另一压电力传感器。然后,所述第二压电力传感器可以限定用于测量力和/或力矩的第二平面F。

[0152] 此外,可以存在用于测量加载机器14a、14b处的反作用力的另外的压电力传感器,并且所述另外的压电力传感器还可以优选地相对于支撑设备、特别是相对于基板或底板10支承相应的加载机器14a、14b,使得在此也可以测量加载机器14a、14b和支撑设备10之间的反作用力。

[0153] 根据图6的反作用力的测量相对于直接测量轴系5中的力具有以下优点:相应的力传感器4对轴系5的惯性力矩和平衡没有影响。

[0154] 图7中示出驱动系测试台的第四实施例,借助所述驱动系测试台可以检测轴系的未对准。

[0155] 驱动系3仅具有轴系5和可能的驱动机器2。与根据图1的测试台的第一实施例不同,加载机器14和驱动机器2的反作用力都相对于支撑设备10、优选地相对于加载机器14处的至少一个测量平面A、B和相对于驱动机器2处的至少一个测量平面G、H进行测量。

[0156] 但是,正如在根据图5和图6的实施例中那样,根据第一实施例或根据第二实施例的驱动系1还可以具有另外的元件,特别是变速器或差速器、轴部段等。

[0157] 然而,在所述实施例中,还可以提出:相应的力传感器4、11具有相对于力通流串联连接的两个元件,使得两个不同的测量方向、特别是两个相互正交的测量方向是可能的。特别地,所述测量方向可以在Y和X方向上对准。通过力传感器4、11的测量元件中的第三压电元件也可以测量Z方向上的力。

[0158] 图8示出根据图1、5、6或7的驱动系测试台1或设计用于控制驱动系测试台1的单独的控制单元的细节。

[0159] 信号处理装置7具有：机构8，设计用于分析力测量的测量值或测量值曲线以检测轴系5；5a，5b的未对准；机构9，用于求出加载机器或驱动机器的位置校正的目标值，以最小化未对准；和机构10，尤其接口，用于输出目标值。更优选地，信号处理装置7具有机构15，所述机构15基于输出的目标值控制调节装置12a、12、12c。信号处理装置7既与力传感器的测量元件4a、4b、4c又与调节装置12a、12、12c以信号方式连接。

[0160] 前述实施例仅是示例，所述示例决不旨在限制保护范围以及应用和结构。更确切地说，通过前面的描述为本领域技术人员提供用于实施至少一个实施例的指导，由此可以在不脱离如从本发明的权利要求和等价的特征组合中得出的保护范围的情况下，尤其在所描述的组成部分的功能和布置方面做出各种变化。特别地，各个实施例可以彼此组合，尤其是关于驱动系测试台或测量装置。因此，特别地，图5、图6和图7的驱动系测试台的实施例还可以具有调节装置12a、12b、12c。所描述的方法100的工作步骤的顺序也可以与所示的不同。同样地，可以通过基于应变计的传感器来进行力测量，特别是轴处的力测量。

[0161] 附图标记列表

[0162]	1	驱动系测试台
[0163]	2	驱动机器
[0164]	3	驱动系
[0165]	4	第一压电力传感器
[0166]	4a、4b、4c	压电测量元件
[0167]	5、5a、5b	轴系
[0168]	6	增量编码器
[0169]	7	信号处理装置
[0170]	8、9、10、15	信号处理装置的机构
[0171]	11	第二压电力传感器
[0172]	12	测量法兰
[0173]	13	差速器/变速器
[0174]	14、14a、14b	加载机器

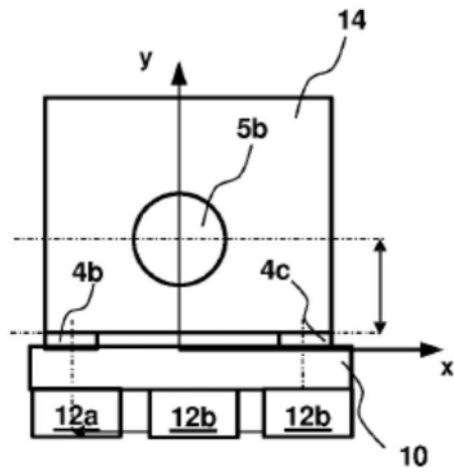


图1a

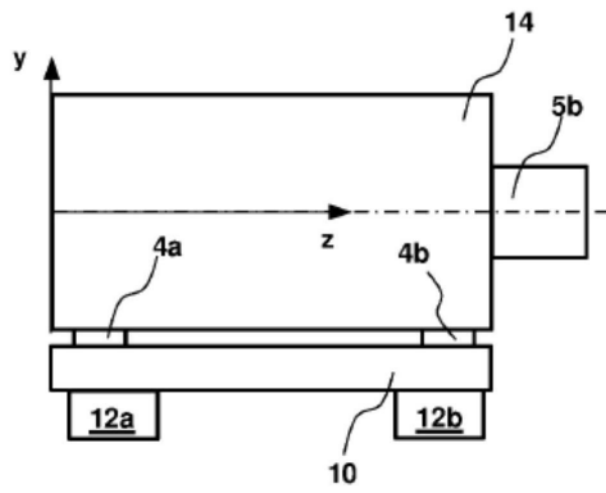


图1b

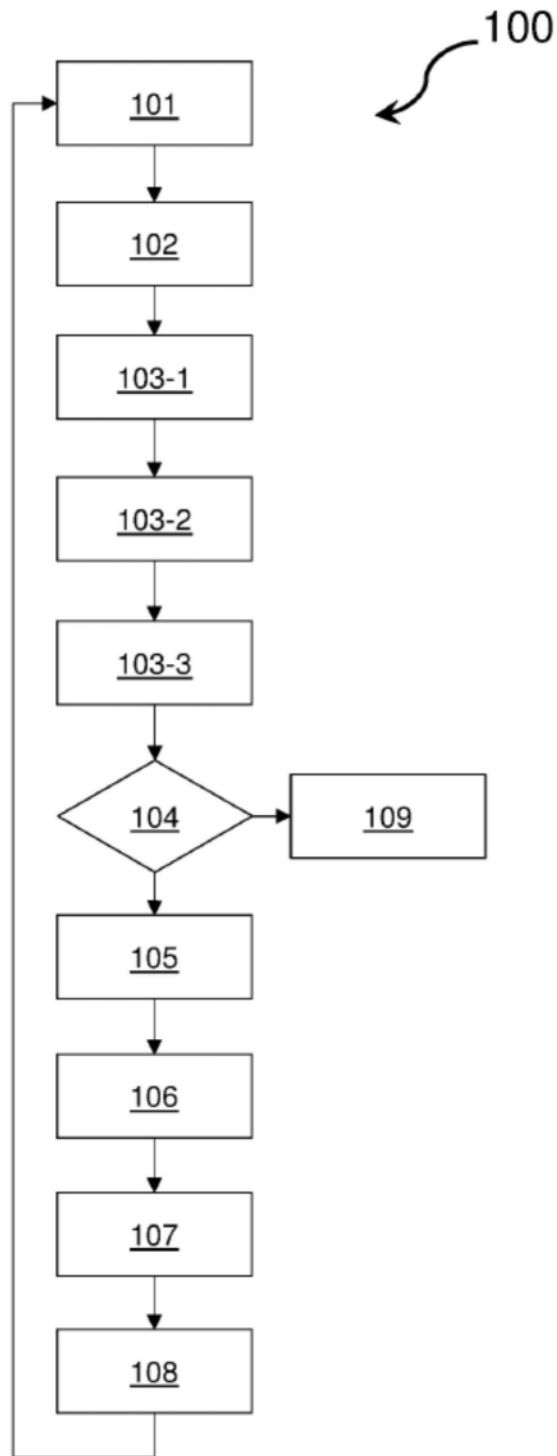


图2

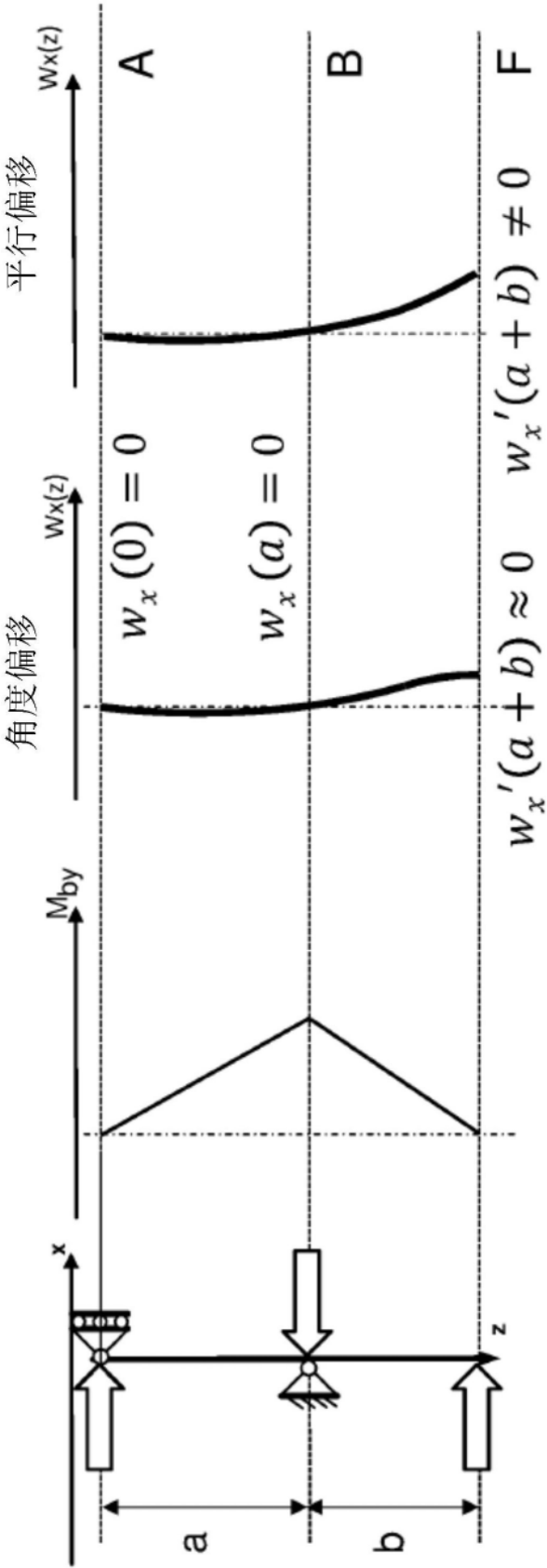


图3

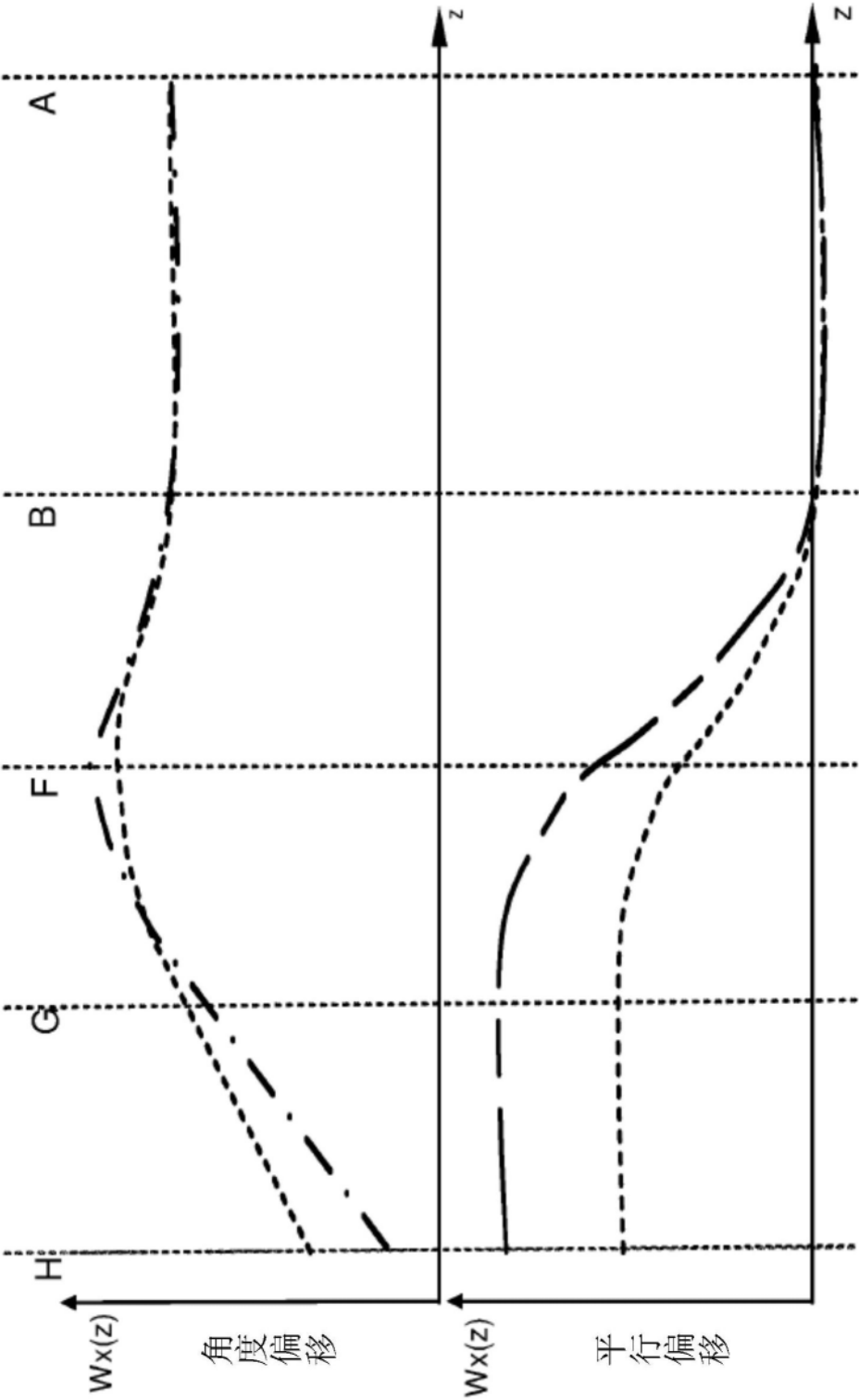


图4

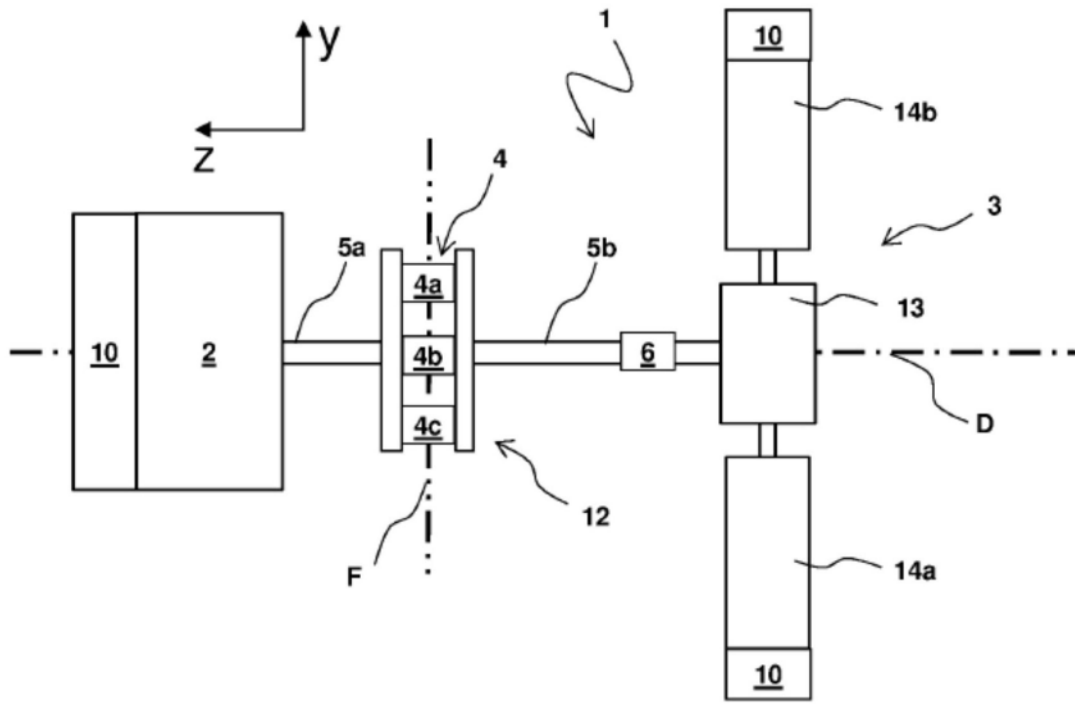


图5

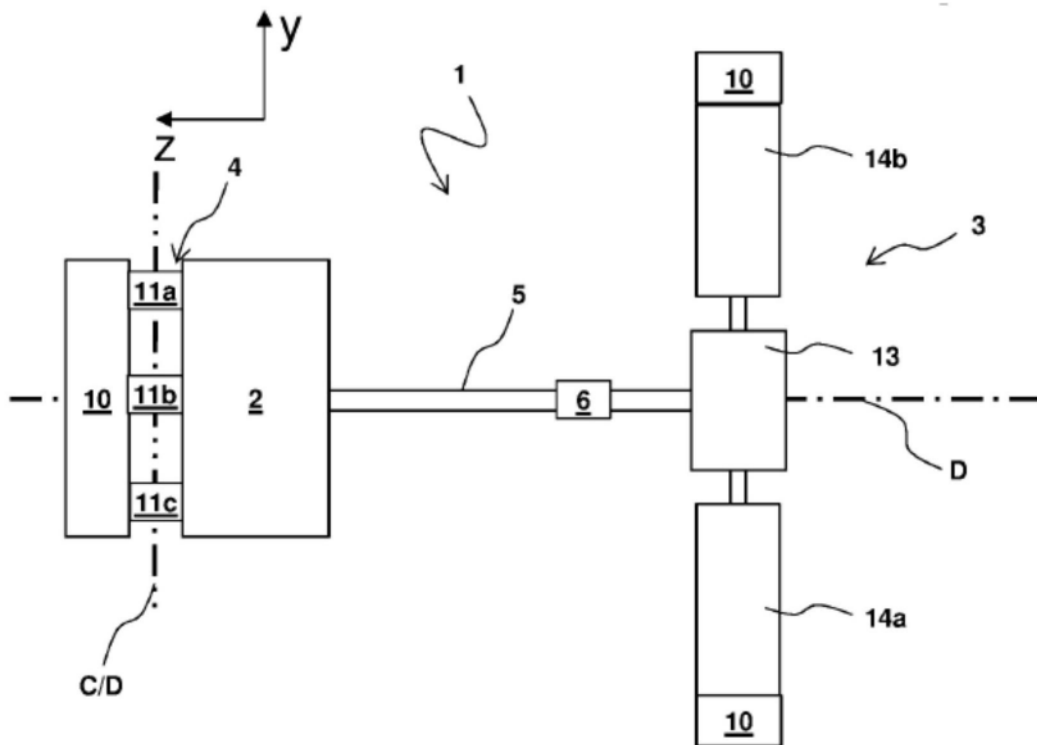


图6

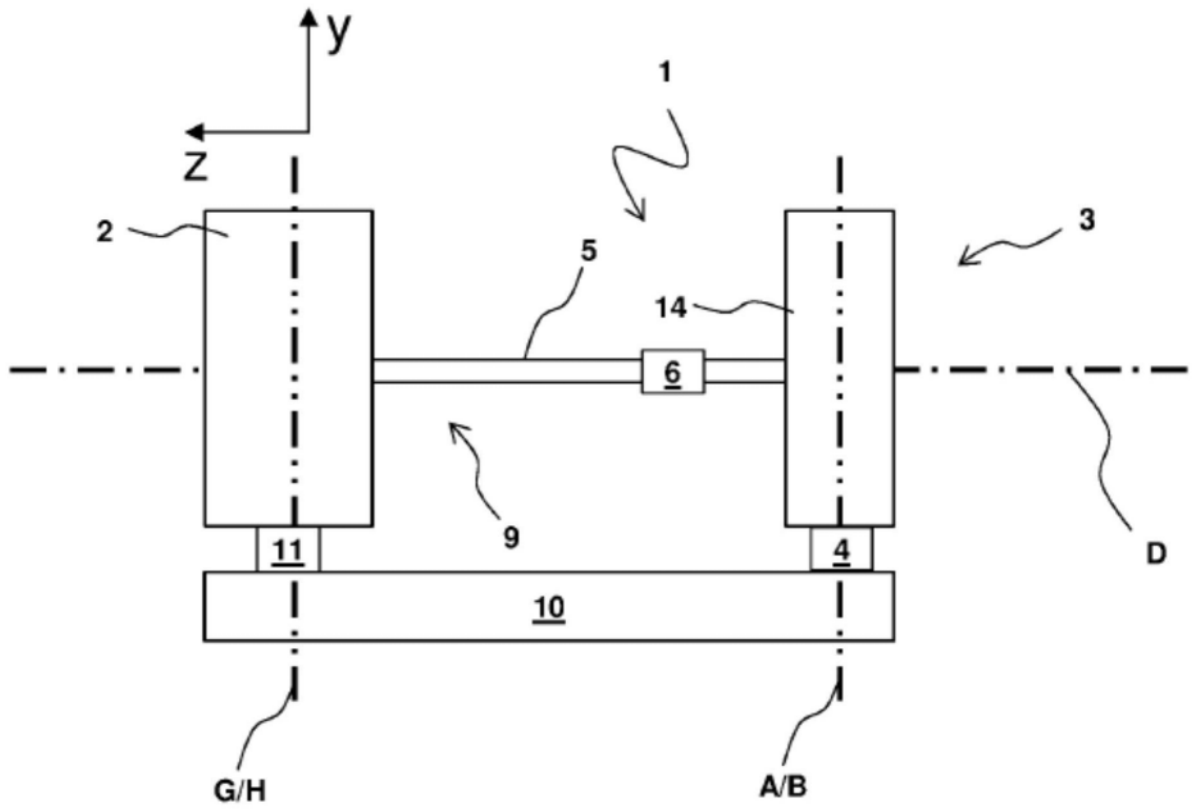


图7

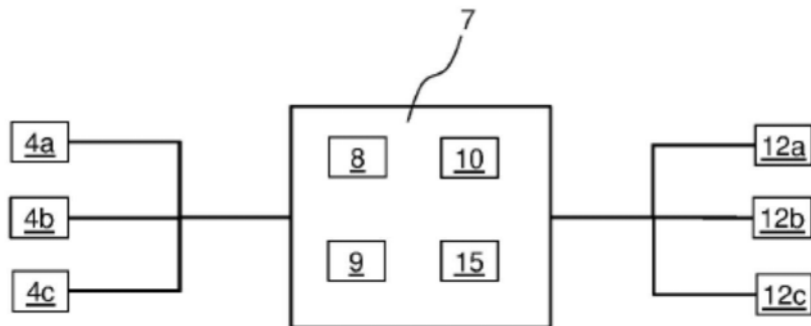


图8