



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120303871 A

(43) 申请公布日 2025. 07. 11

(21) 申请号 202380085663.5

筒井健斗 佐佐木则明

(22) 申请日 2023.11.16

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(30) 优先权数据

专利代理师 韩丁

2022-212351 2022.12.28 JP

2023-088233 2023.05.29 JP

2023-125072 2023.07.31 JP

(51) Int. Cl.

H02P 5/46 (2006.01)

G05D 3/00 (2006.01)

G05D 3/12 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.06.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/041325 2023.11.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/142654 JA 2024.07.04

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本

(72) 发明人 藤森雄大 伊藤银平 松冈广登

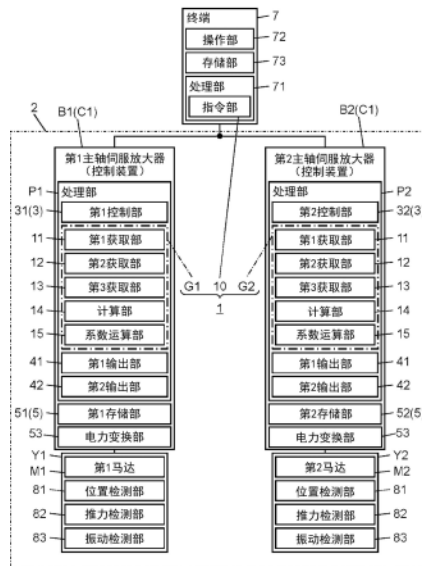
权利要求书3页 说明书38页 附图23页

(54) 发明名称

测量系统、控制装置、测量方法以及程序

(57) 摘要

在同步驱动系统中抑制2主轴间的干涉的影响。测量系统(1)具备指令部(10)、第1获取部(11)、第2获取部(12)和计算部(14)。指令部(10)向第1控制部(31)以及第2控制部(32)提供相同的位置指令,使第1控制部(31)以及第2控制部(32)进行第1马达(M1)以及第2马达(M2)的控制,以使得进行第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)同步地向指定的位置移动的试验动作。第1获取部(11)获取与试验动作中的施加于第1主轴(Y1)的第1力以及施加于第2主轴(Y2)的第2力有关的第1信息。第2获取部(12)获取与试验动作中的第1马达(M1)以及第2马达(M2)的位置相关的第2信息。计算部(14)基于第1信息以及第2信息,来计算第1马达(M1)或第2马达(M2)的位置校正量,使得校正第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)之间的位置偏移。



1. 一种测量系统,进行应用于同步驱动系统的位置校正量的测定,

所述同步驱动系统具备:第1主轴以及第2主轴,经由副轴而相互平行地连结,分别具有第1马达以及第2马达;和第1控制部以及第2控制部,分别控制所述第1马达以及所述第2马达,使得所述第1主轴以及所述第2主轴同步地在轴方向上移动,

所述测定系统具备:

指令部,向所述第1控制部以及所述第2控制部提供相同的位置指令,使所述第1控制部以及所述第2控制部执行所述第1马达以及所述第2马达的控制,以使得进行所述第1主轴以及所述第2主轴同步地向指定的位置移动的试验动作;

第1获取部,获取与所述试验动作中的施加于所述第1主轴的第1力以及施加于所述第2主轴的第2力有关的第1信息;

第2获取部,获取与所述试验动作中的所述第1马达以及所述第2马达的位置有关的第2信息;和

计算部,基于所述第1信息以及所述第2信息,来计算所述第1马达以及所述第2马达中的至少一者的所述位置校正量,使得校正所述第1主轴以及所述第2主轴之间的位置偏移。

2. 根据权利要求1所述的测量系统,其中,

所述计算部求出同一时间下的所述第1力以及所述第2力的差分值,将校正系数与该差分值相乘来计算所述位置校正量。

3. 根据权利要求2所述的测量系统,其中,

所述测量系统还具备:

第3获取部,获取第3信息,所述第3信息与关于将所述第1马达以及所述第2马达各自包括在内的驱动系统中的振动的频率特性有关;和

系数运算部,基于所述第1主轴以及所述第2主轴各自的负载质量、和所述第3信息,来运算所述校正系数。

4. 根据权利要求2所述的测量系统,其中,

所述测量系统还具备运算所述校正系数的系数运算部,

所述试验动作还包含:特定试验动作,提供不同的位置指令,并且所述第1主轴以及所述第2主轴同步地向指定的位置移动,以使得在所述第1主轴与所述第2主轴之间产生给定的移动量的偏移,

所述系数运算部基于与所述特定试验动作中的所述第1力以及所述第2力有关的第4信息以及所述给定的移动量,来运算所述校正系数。

5. 根据权利要求4所述的测量系统,其中,

所述试验动作还包含:基准试验动作,提供相同的位置指令,并且所述第1主轴以及所述第2主轴同步地向指定的位置移动,

所述系数运算部基于所述第4信息、所述给定的移动量以及与所述基准试验动作中的所述第1力以及所述第2力有关的第5信息,来运算所述校正系数。

6. 根据权利要求5所述的测量系统,其中,

所述第4信息包含与特定差分值有关的信息,所述特定差分值是所述特定试验动作中的同一时间下的所述第1力以及所述第2力的差分值,

所述第5信息包含与基准差分值有关的信息,所述基准差分值是所述基准试验动作中

的同一时间下的所述第1力以及所述第2力的差分值,

所述系数运算部基于所述特定差分值相对于所述基准差分值的变化量以及所述给定的移动量,来运算所述校正系数。

7. 根据权利要求1所述的测量系统,其中,

所述计算部以所述第1马达以及所述第2马达中的任一者的位置为基准,来计算另一者的所述位置校正量。

8. 根据权利要求1所述的测量系统,其中,

所述测量系统还具备:处理部,获取所述试验动作的起点、所述试验动作的终点以及校正点数,来作为应用于所述试验动作的参数,所述校正点数是在从所述起点到所述终点之间计算所述位置校正量的点数,

所述处理部根据所述校正点数、所述起点以及所述终点来运算校正间隔。

9. 根据权利要求1所述的测量系统,其中,

所述测量系统还具备:处理部,使显示部显示至少包含所述位置校正量的数据,所述处理部进行显示单位的变换,使得在所述显示部的画面上以特定的单位显示的所述数据的数值以根据选择操作而选择的另外的单位来显示。

10. 根据权利要求1所述的测量系统,其中,

所述测量系统还具备:处理部,使显示部显示至少包含所述位置校正量的数据,

所述处理部使所述数据以根据选择操作而选择的显示形式来显示,

所述显示形式是表形式、图形式、图表形式以及直方图形式中的任意形式。

11. 根据权利要求1所述的测量系统,其中,

所述测量系统还具备:

处理部,使显示部显示至少包含所述位置校正量的数据;和

存储部,每当执行所述试验动作时,将所述数据存储为履历信息,

所述处理部使所述存储部中存储的过去的多个所述数据之中根据选择操作而选择的2个以上的所述数据以能够相互比较的方式来显示。

12. 根据权利要求11所述的测量系统,其中,

所述处理部使2个以上的所述数据以根据选择操作而选择的显示形式来显示,

所述显示形式是表形式、图形式、图表形式以及直方图形式中的任意形式。

13. 一种控制装置,具备从权利要求1所述的测量系统被输入所述位置指令的所述第1控制部以及所述第2控制部中的任一个控制部,

所述控制部基于所述位置指令,来执行所述第1马达以及所述第2马达之中对应的马达的控制,使得进行所述第1主轴以及所述第2主轴之中对应的主轴向所述指定的位置移动的所述试验动作,

所述控制装置还具备:

第1输出部,输出与所述试验动作中的施加于所述主轴的力有关的所述第1信息;和

第2输出部,输出与所述试验动作中的所述马达的位置有关的所述第2信息。

14. 一种控制装置,具备从权利要求1所述的测量系统被输入所述位置指令的所述第1控制部以及所述第2控制部中的任一个控制部,

所述控制装置具有与所述测量系统中的所述指令部、所述第1获取部、所述第2获取部

以及所述计算部有关的功能之中的、至少一部分的功能。

15. 一种控制装置,具备从权利要求1所述的测量系统被输入所述位置指令的所述第1控制部以及所述第2控制部中的任一个控制部,

所述控制装置还具备:存储部,对包含由所述计算部计算出的所述位置校正量的校正信息进行存储,

所述控制部在所述试验动作或通常的运转动作中,基于所述存储部中存储的所述校正信息,来执行所述第1马达以及所述第2马达之中对应的马达的控制。

16. 一种测量方法,进行应用于同步驱动系统的位置校正量的测定,

所述同步驱动系统具备:第1主轴以及第2主轴,经由副轴而相互平行地连结,分别具有第1马达以及第2马达;和第1控制部以及第2控制部,分别控制所述第1马达以及所述第2马达,使得所述第1主轴以及所述第2主轴同步地在轴方向上移动,

所述测定方法包括:

指令处理步骤,向所述第1控制部以及所述第2控制部提供相同的位置指令,使所述第1控制部以及所述第2控制部执行所述第1马达以及所述第2马达的控制,以使得进行所述第1主轴以及所述第2主轴同步地向指定的位置移动的试验动作;

第1获取处理步骤,获取与所述试验动作中的施加于所述第1主轴的第1力以及施加于所述第2主轴的第2力有关的第1信息;

第2获取处理步骤,获取与所述试验动作中的所述第1马达以及所述第2马达的位置有关的第2信息;和

计算处理步骤,基于所述第1信息以及所述第2信息,来计算所述第1马达以及所述第2马达中的至少一者的所述位置校正量,使得校正所述第1主轴以及所述第2主轴之间的位置偏移。

17. 一种程序,用于使1个以上的处理器执行权利要求16所述的测量方法。

测量系统、控制装置、测量方法以及程序

技术领域

[0001] 本公开一般涉及测量系统、控制装置、测量方法以及程序。更详细地,本公开涉及进行应用于对平行的2个主轴进行同步驱动的同轴驱动系统的位置校正量的测定的测量系统、同步驱动系统的控制装置、测量方法以及程序。

背景技术

[0002] 在专利文献1中,对于位置控制系统存在公开。位置控制系统具有通用个人计算机(PC)、X轴伺服放大器、Y1轴伺服放大器以及Y2轴伺服放大器。Y2轴伺服放大器基于从通用PC输入的Y轴位置指令,来控制Y2轴线性马达的驱动。Y2轴伺服放大器具备对与Y轴位置指令的各给定值对应的轴间校正值进行存储的校正值表格存储部。Y2轴伺服放大器从校正值表格存储部获取与输入的Y轴位置指令对应的轴间校正值,基于将其与输入的Y轴位置指令相加或相减所得到的Y2轴校正位置指令,来控制Y2轴线性马达的驱动。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2017-41075号公报

发明内容

[0006] 在专利文献1所记载的位置控制系统中,为了进行Y1轴与Y2轴的轴间的位置校正,基于Y1轴与Y2轴的位置(偏差)来求出校正值。然而,在基于位置偏差的校正中,有可能无法抑制由于Y1轴(第1主轴)与Y2轴(第2主轴)的干涉而可能产生的影响(例如轴的扭转等所引起的装置劣化)。

[0007] 本公开鉴于上述事由而完成,目的在于提供能够实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响的测量系统、控制装置、测量方法以及程序。

[0008] 本公开的一方式涉及的测量系统进行应用于同步驱动系统的位置校正量的测定。所述同步驱动系统具备第1主轴以及第2主轴、和第1控制部以及第2控制部。所述第1主轴以及所述第2主轴经由副轴而相互平行地连结。所述第1主轴以及所述第2主轴分别具有第1马达以及第2马达。所述第1控制部以及所述第2控制部分别控制所述第1马达以及所述第2马达,使得所述第1主轴以及所述第2主轴同步地在轴方向上移动。所述测量系统具备指令部、第1获取部、第2获取部和计算部。所述指令部向所述第1控制部以及所述第2控制部提供相同的位置指令,使所述第1控制部以及所述第2控制部执行所述第1马达以及所述第2马达的控制,以使得进行所述第1主轴以及所述第2主轴同步地向指定的位置移动的试验动作。所述第1获取部获取与所述试验动作中的施加于所述第1主轴的第1力以及施加于所述第2主轴的第2力有关的第1信息。所述第2获取部获取与所述试验动作中的所述第1马达以及所述第2马达的位置有关的第2信息。所述计算部基于所述第1信息以及所述第2信息,来计算所述第1马达以及所述第2马达中的至少一者的所述位置校正量,使得校正所述第1主轴以及所述第2主轴之间的位置偏移。

[0009] 本公开的另一方式涉及的控制装置具备从上述的测量系统被输入所述位置指令的所述第1控制部以及所述第2控制部中的任一个控制部。所述控制部基于所述位置指令来执行所述第1马达以及所述第2马达之中对应的马达的控制,使得进行所述第1主轴以及所述第2主轴之中对应的主轴向所述指定的位置移动的所述试验动作。所述控制装置还具备第1输出部和第2输出部。所述第1输出部输出与所述试验动作中的施加于所述主轴的力有关的所述第1信息。所述第2输出部输出与所述试验动作中的所述马达的位置有关的所述第2信息。

[0010] 本公开的另一方式涉及的控制装置具备从上述的测量系统被输入所述位置指令的所述第1控制部以及所述第2控制部中的任一个控制部。所述控制装置具有与上述的测量系统中的所述指令部、所述第1获取部、所述第2获取部以及所述计算部有关的功能之中的至少一部分的功能。

[0011] 本公开的又一方式涉及的控制装置具备从上述的测量系统被输入所述位置指令的所述第1控制部以及所述第2控制部中的任一个控制部。所述控制装置还具备:存储部,对包含由所述计算部计算出的所述位置校正量的校正信息进行存储。所述控制部在所述试验动作或通常的运转动作中,基于所述存储部中存储的所述校正信息,来执行所述第1马达以及所述第2马达之中对应的马达的控制。

[0012] 本公开的又一方式涉及的测量方法进行应用于同步驱动系统的位置校正量的测定。所述同步驱动系统具备第1主轴以及第2主轴、和第1控制部以及第2控制部。所述第1主轴以及所述第2主轴经由副轴而相互平行地连结。所述第1主轴以及所述第2主轴分别具有第1马达以及第2马达。所述第1控制部以及所述第2控制部分别控制所述第1马达以及所述第2马达,使得所述第1主轴以及所述第2主轴同步地在轴方向上移动。所述测量方法包括指令处理步骤、第1获取处理步骤、第2获取处理步骤和计算处理步骤。在所述指令处理步骤中,向所述第1控制部以及所述第2控制部提供相同的位置指令,使所述第1控制部以及所述第2控制部执行所述第1马达以及所述第2马达的控制,以使得进行所述第1主轴以及所述第2主轴同步地向指定的位置移动的试验动作。在所述第1获取处理步骤中,获取与所述试验动作中的施加于所述第1主轴的第1力以及施加于所述第2主轴的第2力有关的第1信息。在所述第2获取处理步骤中,获取与所述试验动作中的所述第1马达以及所述第2马达的位置有关的第2信息。在所述计算处理步骤中,基于所述第1信息以及所述第2信息,来计算所述第1马达以及所述第2马达中的至少一者的所述位置校正量,使得校正所述第1主轴以及所述第2主轴之间的位置偏移。

[0013] 本公开的又一方式涉及的程序是用于使1个以上的处理器执行上述的测量方法的程序。

[0014] 根据本公开的测量系统、控制装置、测量方法以及程序,有能够实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响这样的优点。

附图说明

[0015] 图1是一实施方式涉及的测量系统以及应用该测量系统的同步驱动系统的概略结构框图。

[0016] 图2是如上的同步驱动系统以及周边结构的概略图。

- [0017] 图3是用于说明如上的测量系统中的与校正量测定处理有关的动作的流程图。
- [0018] 图4是用于说明如上的测量系统中的与校正量最优化处理有关的动作的流程图。
- [0019] 图5是用于说明如上的测量系统中的变形例1的概略结构框图。
- [0020] 图6是用于说明如上的测量系统中的变形例2的概略结构框图。
- [0021] 图7是用于说明如上的测量系统中的变形例3的概略结构框图。
- [0022] 图8是用于说明如上的测量系统中的变形例4的与校正系数的获取有关的动作的流程图。
- [0023] 图9是如上的变形例4中的校正值确认画面的概念图。
- [0024] 图10是如上的变形例4中的操作画面的概念图。
- [0025] 图11是如上的变形例4中的参数设定画面的概念图。
- [0026] 图12是如上的变形例4中的校正值确认画面的概念图。
- [0027] 图13是如上的变形例4中的推力差确认画面的概念图。
- [0028] 图14是如上的变形例4中的推力差确认画面的概念图。
- [0029] 图15是如上的变形例4中的推力差确认画面的概念图。
- [0030] 图16是如上的变形例4中的校正值确认画面的概念图。
- [0031] 图17是用于对如上的测量系统中的变形例5的第1功能(单位变换功能)进行说明的画面的概念图。
- [0032] 图18是用于对如上的第1功能进行说明的画面的概念图。
- [0033] 图19A是用于说明如上的变形例5的第2功能(向图形式的变换功能)的画面的概念图。
- [0034] 图19B是用于对如上的变形例5的第2功能(向图形式的变换功能)进行说明的画面的概念图。
- [0035] 图20是用于对如上的变形例5的第3功能(日期信息的关联建立功能)进行说明的画面的概念图。
- [0036] 图21A是用于对如上的变形例5的第4功能(向图表形式的变换功能)进行说明的画面的概念图。
- [0037] 图21B是用于对如上的变形例5的第4功能(向图表形式的变换功能)进行说明的画面的概念图。
- [0038] 图22A是用于对如上的变形例5的第5功能(向直方图形式的变换功能)进行说明的画面的概念图。
- [0039] 图22B是用于对如上的变形例5的第5功能(向直方图形式的变换功能)进行说明的画面的概念图。
- [0040] 图23是用于对如上的变形例5的第6功能(过去数据的比较显示功能)进行说明的画面的概念图。
- [0041] 图24A是用于对如上的变形例5的第7功能(针对过去数据以另外的显示形式的比较显示功能)进行说明的画面的概念图。
- [0042] 图24B是用于对如上的变形例5的第7功能(针对过去数据以另外的显示形式的比较显示功能)进行说明的画面的概念图。

具体实施方式

[0043] (概要)

[0044] 以下,关于实施方式以及变形例涉及的测量系统、控制装置、测量方法以及程序,使用附图来说明。另外,下述的实施方式以及变形例不过是本公开的各种实施方式之一。此外,下述的实施方式以及变形例只要能够达成本公开的目的,则能够根据设计等进行各种变更。此外,也能够适当组合变形例的结构。

[0045] 下述的实施方式以及变形例中说明的各图是示意性的图,各构成要素的大小以及厚度各自之比未必反映了实际的尺寸比。

[0046] 图1是一实施方式涉及的测量系统1以及应用该测量系统1的同步驱动系统2的概略结构框图。图2是一实施方式的同步驱动系统2以及周边结构的概略图。一实施方式涉及的测量系统1(参照图1)进行应用于同步驱动系统2(参照图2)的位置校正量的测定。以下,如图2所示,设想同步驱动系统2是具有所谓的机架机构的同步驱动装置(系统)。机架机构中的Y1轴、Y2轴以及X轴分别相当于本公开中的第1主轴Y1、第2主轴Y2以及副轴X1(参照图2)。不过,同步驱动系统2也可以是具有机架机构以外的机构的多轴同步驱动装置(系统)。

[0047] 同步驱动系统2具备第1主轴Y1以及第2主轴Y2、和第1控制部31以及第2控制部32。第1主轴Y1以及第2主轴Y2经由副轴X1而相互平行地连结(参照图2)。第1主轴Y1以及第2主轴Y2分别具有第1马达M1以及第2马达M2。第1控制部31以及第2控制部32分别控制第1马达M1以及第2马达M2,使得第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地在轴方向D1(参照图2)上移动。在下述的实施方式中,第1控制部31设置于对第1主轴Y1的第1马达M1进行驱动控制的第1主轴伺服放大器B1(控制装置C1)。此外,第2控制部32设置于对第2主轴Y2的第2马达M2进行驱动控制的第2主轴伺服放大器B2(控制装置C1)。

[0048] 以下,设想第1马达M1以及第2马达M2分别为线性伺服马达。不过,第1马达M1以及第2马达M2不限于线性伺服马达,也可以是旋转型的伺服马达。在该情况下,第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自例如可以具有旋转型的伺服马达以及将从旋转型的伺服马达的输出轴传递的旋转运动变换为直线运动的滚珠丝杠机构等。

[0049] 作为一例,同步驱动系统2是3轴的驱动装置。如图2所示,同步驱动系统2还进一步具备相当于X轴的副轴X1以及控制副轴X1的控制装置(副轴伺服放大器B3),能够沿着X轴驱动控制被设置于副轴X1的头Z1。同步驱动系统2可以还具备用于使头Z1在Z轴方向上移动的马达以及控制装置。头Z1也可以是机械臂,同步驱动系统2可以还具备控制机械臂的控制装置。

[0050] 同步驱动系统2能够在工厂等设施内,应用于半导体部件等的安装机、构件的加工机、或成品、半成品的搬送机等。例如,同步驱动系统2能够利用副轴X1的头Z1(机械臂)来进行对象物(工件)的拾取,驱动控制副轴X1、第1主轴Y1以及第2主轴Y2,来使工件在X轴以及Y轴(用图2来说为轴方向D1)的方向中的至少一者上移动。

[0051] 另外,假设作业者在工厂等设施内的同步驱动系统2的新导入或移设时,进行组装同步驱动系统2的各种装置的作业。此时,即使作业者想要将第1主轴Y1以及第2主轴Y2组装为相互平行,也可能在第1主轴Y1以及第2主轴Y2间产生稍微的位置偏移。此外,由于同步驱动系统2的经年劣化,也可能在第1主轴Y1以及第2主轴Y2间产生位置偏移。然而,这样的轴间的位置偏移在第1主轴Y1以及第2主轴Y2的同步驱动控制中,可能导致位置精度的下降。

例如,在半导体部件等的安装工序中,由于位置精度的下降,有可能无法将半导体部件安装于正确的安装位置。并且,这样的位置偏移也可能产生由于第1主轴Y1与第2主轴Y2的干涉而可能产生的影响(例如第1主轴Y1、第2主轴Y2、或副轴X1的扭转等所引起的装置劣化)。

[0052] 因此,测量系统1具有下述的结构,使同步驱动系统2进行试验动作来进行位置校正量的测定。同步驱动系统2在通常的运转动作时,使用测量系统1测定出的位置校正量,来校正第1马达M1以及第2马达M2中的至少一者的位置,由此抵消第1主轴Y1与第2主轴Y2的位置偏移。

[0053] 具体地,如图1所示,测量系统1具备指令部10、第1获取部11、第2获取部12和计算部14。

[0054] 指令部10向第1控制部31以及第2控制部32提供相同的位置指令,使第1控制部31以及第2控制部32执行第1马达M1以及第2马达M2的控制,以使得进行第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地向指定的位置移动的试验动作。在后述的实施方式中,设想指令部10的功能设置于终端7。不过,如也在后述的变形例中说明的那样,指令部10的功能可以设置于终端7以外的装置。

[0055] 第1获取部11获取与试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1力以及施加于第2主轴Y2的第2力有关的第1信息。第2获取部12获取与试验动作中的第1马达M1以及第2马达M2的位置有关的第2信息。计算部14基于第1信息以及第2信息,来计算第1马达M1以及第2马达M2中的至少一者的位置校正量,使得校正第1主轴Y1以及第2主轴Y2之间的位置偏移。在后述的实施方式中,设想第1获取部11、第2获取部12以及计算部14的功能设置于第1主轴伺服放大器B1(控制装置C1)以及第2主轴伺服放大器B2(控制装置C1)各自。不过,如也在后述的变形例中说明的那样,这些功能的至少一部分可以设置于控制装置C1以外的装置。此外,这些功能也可以仅设置于第1主轴伺服放大器B1以及第2主轴伺服放大器B2中的任一者。此外,即使这些功能被设置于第1主轴伺服放大器B1以及第2主轴伺服放大器B2这两者,在任一者的主轴伺服放大器中,也可以利用这些功能的一部分或全部的功能。

[0056] 根据上述的测量系统1,应用于同步驱动系统2的位置校正量基于与施加于第1主轴Y1的第1力以及施加于第2主轴Y2的第2力有关的第1信息、以及第2信息来计算。因此,与根据Y1轴与Y2轴的位置偏差来计算校正值的专利文献1的位置控制系统不同,不仅在提高驱动控制的精度这样的观点上,而且例如还能够实现抑制由于轴的扭转等所引起的装置劣化之类的轴间(Y1轴与Y2轴之间)的干涉而可能产生的影响。另外,如后述那样,为了便于说明,设想第1力以及第2力为沿着Y轴的推力,但除了推力以外还能够包含绕Y轴的力(转矩)。

[0057] 此外,一方式涉及的测量方法进行应用于上述的同步驱动系统2的位置校正量的测定。测量方法包括指令处理步骤、第1获取处理步骤、第2获取处理步骤和计算处理步骤。在指令处理步骤中,向第1控制部31以及第2控制部32提供相同的位置指令,使第1控制部31以及第2控制部32执行第1马达M1以及第2马达M2的控制,以使得进行第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地向指定的位置移动的试验动作。在第1获取处理步骤中,获取与试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1力以及施加于第2主轴Y2的第2力有关的第1信息。在第2获取处理步骤中,获取与试验动作中的第1马达M1以及第2马达M2的位置有关的第2信息。在计算处理步骤中,基于第1信息以及第2信息,来计算第1马达M1以及第2马达M2中的至少一者的位置校正量,使得校正第1主轴Y1以及第2主轴Y2之间的位置偏移。在上述的测量方法中,有可实现抑

制由于轴间(Y1轴与Y2轴之间)的干涉而可能产生的影响这样的优点。

[0058] 该测量方法在计算机系统(测量系统1)上使用。也就是说,该测量方法也能够通过计算机程序来具现化。一方式涉及的程序是用于使1个以上的处理器执行上述的测量方法的程序。程序也可以记录于计算机可读取的非瞬时性记录介质。

[0059] (详情)

[0060] (1)整体结构

[0061] 以下,对于本实施方式涉及的测量系统1、同步驱动系统2以及包括其周边结构的整体的系统,参照图1以及图2来详细地说明。

[0062] 测量系统1构成为进行应用于同步驱动系统2的位置校正量的测定。在本实施方式中,测量系统1的多个功能分散地设置于第1主轴伺服放大器B1(控制装置C1)、第2主轴伺服放大器B2(控制装置C1)以及终端7。另外,所谓周边结构,若用图2的图示例来说,则是上位控制器6。上位控制器6也可以处理为同步驱动系统2的结构。

[0063] 在本公开中,有时将根据来自测量系统1的位置指令来进行与位置校正量的测定相关的同步驱动系统2等的动作称为“试验动作”。此外,有时将利用通过测量系统1的测定而得到的位置校正量来进行与针对对象物(工件)的处理的通常的运转相关的同步驱动系统2等的动作称为“通常的运转动作”。

[0064] 设想试验动作能够在工厂等设施内的同步驱动系统2的新导入或移设时,在进行了同步驱动系统2的各种装置的组装作业之后执行。此外,设想试验动作能够在同步驱动系统2的定期维护时、在同步驱动系统2中发生某种不良情况并进行确认以及恢复作业之后、或在进行同步驱动系统2中的装置/部件更换之后执行。

[0065] (2)同步驱动系统

[0066] 同步驱动系统2具备第1主轴Y1、第2主轴Y2、副轴X1、头Z1、第1主轴伺服放大器B1(控制装置C1)、第2主轴伺服放大器B2(控制装置C1)以及副轴伺服放大器B3。以下,为了便于说明,有时也将第1主轴伺服放大器B1简称为“第1放大器B1”,将第2主轴伺服放大器B2简称为“第2放大器B2”。

[0067] 第1主轴Y1以及第2主轴Y2经由副轴X1,沿着轴方向D1而相互平行地连结。副轴X1连结第1主轴Y1以及第2主轴Y2,使得与第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自正交。

[0068] 第1主轴Y1具有第1马达M1(线性伺服马达)、位置检测部81(线性标尺)、推力检测部82和振动检测部83。另外,第1主轴Y1的推力检测部82不是必须的结构,可以适当省略。除此以外,第1主轴Y1可以还具有检测第1马达M1的速度的速度传感器以及检测第1马达M1的推力的推力传感器等。

[0069] 在本实施方式中,作为一例,将第1马达M1、和通过第1马达M1的动力而被驱动的负载规定为驱动系统A1。负载能够包括副轴X1、将副轴X1和第1马达M1连结的连结部位、以及头Z1等。

[0070] 以下,有时将第1主轴Y1侧的驱动系统A1称为第1驱动系统A11。在第1马达M1为旋转型的伺服马达并且与滚珠丝杠机构连结的情况下,旋转型的伺服马达以及滚珠丝杠机构也成为第1驱动系统A11的一部分。

[0071] 第2主轴Y2具有与第1主轴Y1实质上同样的结构。第2主轴Y2具有第2马达M2(线性伺服马达)、位置检测部81(线性标尺)、推力检测部82和振动检测部83。另外,第2主轴Y2的

推力检测部82不是必须的结构,可以适当省略。除此以外,第2主轴Y2可以还具有检测第2马达M2的速度的速度传感器以及检测第2马达M2的推力的推力传感器等。

[0072] 在本实施方式中,作为一例,将第2马达M2、和通过第2马达M2的动力而被驱动的负载规定为驱动系统A1。负载能够包括副轴X1、将副轴X1和第2马达M2连结的连结部位、以及头Z1等。

[0073] 以下,有时将第2主轴Y2侧的驱动系统A1称为第2驱动系统A12。在第2马达M2为旋转型的伺服马达并且与滚珠丝杠机构连结的情况下,旋转型的伺服马达以及滚珠丝杠机构也成为第2驱动系统A12的一部分。

[0074] 第1主轴Y1(第1马达M1)按照第1放大器B1的控制,沿着Y轴(轴方向D1)直线地驱动负载。此外,第2主轴Y2(第2马达M2)按照第2放大器B2的控制,沿着Y轴(轴方向D1)直线地驱动负载。不过,第1放大器B1以及第2放大器B2分别控制第1马达M1以及第2马达M2,使得第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地在轴方向D1上移动。

[0075] 这里,省略详细的说明,但副轴X1具有马达(线性伺服马达)和位置检测部(线性标尺)。副轴X1按照副轴伺服放大器B3的控制,沿着X轴直线地驱动负载(头Z1)。

[0076] 第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自的位置检测部81由编码器等构成。各位置检测部81检测第1马达M1以及第2马达M2之中的对应的马达的位置。第1主轴Y1的位置检测部81将包含与第1马达M1的位置有关的检测值在内的位置检测信号(电信号)向第1放大器B1输出。第2主轴Y2的位置检测部81将包含与第2马达M2的位置有关的检测值在内的位置检测信号向第2放大器B2输出。第1放大器B1以及第2放大器B2基于位置检测信号和来自上位控制器6的运转用的控制信号(以下,仅称为控制信号),来同步驱动控制第1马达M1以及第2马达M2,使得一边进行反馈控制一边执行给定的作业动作。

[0077] 此外,第1放大器B1以及第2放大器B2基于包含后述的位置指令的试验用的控制信号(以下,简称为试验信号),来同步驱动控制第1马达M1以及第2马达M2,使得执行给定的试验动作。

[0078] 在本实施方式中,“施加于马达的力”基于来自第1放大器B1以及第2放大器B2的针对第1马达M1以及第2马达M2的指令值(例如推力的指令值或转矩的指令值)来运算。不过,可以利用第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自具有的推力检测部82,来检测施加于各马达的力(推力)。

[0079] 第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自的推力检测部82配置于第1马达M1以及第2马达M2之中的对应的马达,使得检测施加于该马达的力。各推力检测部82例如包括压电式、磁致伸缩式或应变计式等的力传感器。

[0080] 这里所说的“施加于马达的力”,不仅是指在驱动负载时从负载接受的应力,还能够包含起因于轴间的位置偏移而经由副轴X1从另一个马达侧接受应力所引起的沿着Y轴的扭转的力。总之,“施加于马达的力”能够包含沿着Y轴的推力。另外,在第1主轴Y1以及第2主轴Y2之间的位置偏移不仅存在Y轴的偏移而且还存在X轴、Z轴的偏移的情况下,“施加于马达的力”还能够包含绕Y轴的扭转的力(转矩)。不过,以下,为了使说明变得简单,设想“施加于马达的力”主要是推力来说明。例如,施加于第1马达M1的力能够包含起因于轴间的位置偏移而经由副轴X1从第2马达M2侧接受应力所引起的沿着Y1轴的扭转的力。此外,施加于第2马达M2的力能够包含起因于轴间的位置偏移而经由副轴X1从第1马达M1侧接受应力所引

起的沿着Y2轴的扭转的力。

[0081] 如上述那样,在本实施方式中,施加于第1马达M1以及第2马达M2的推力基于针对第1马达M1以及第2马达M2的推力的指令值等来运算。不过,在利用推力检测部82的情况下,如下那样。第1主轴Y1的推力检测部82将包含与施加于第1马达M1的推力有关的检测值的推力检测信号(电信号)向第1放大器B1输出。第2主轴Y2的推力检测部82将包含与施加于第2马达M2的推力有关的检测值的推力检测信号向第2放大器B2输出。

[0082] 第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自的振动检测部83配置于第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12之中对应的驱动系统A1,使得检测该驱动系统A1的振动。各振动检测部83例如包括加速度传感器或陀螺仪传感器等。第1主轴Y1的振动检测部83将包含与第1驱动系统A11的振动有关的检测值的振动检测信号(电信号)向第1放大器B1输出。第2主轴Y2的振动检测部83将包含与第2驱动系统A12的振动有关的检测值的振动检测信号向第2放大器B2输出。

[0083] 第1放大器B1相当于一方式涉及的控制装置C1。如图1所示,第1放大器B1具备处理部P1、第1存储部51(相当于存储部5)和电力变换部53。换言之,控制装置C1(第1放大器B1)具备存储部5(第1存储部51)。

[0084] 处理部P1包括具有1个以上的处理器以及存储器的计算机系统。通过计算机系统的处理器执行记录于计算机系统的存储器的程序,来实现处理部P1的至少一部分的功能。程序可以记录于存储器,也可以通过因特网等电信线路而提供,还可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质而提供。

[0085] 处理部P1具有第1控制部31(相当于控制部3)、第1输出部41、第2输出部42和第1测量处理部G1。换言之,控制装置C1(第1放大器B1)具备第1输出部41和第2输出部42。

[0086] 第1控制部31按照来自上位控制器6的与Y轴有关的控制信号以及来自位置检测部81的位置检测信号(也就是说,当前的第1马达M1的位置),来决定第1驱动系统A11的控制值。控制值例如能够包含与Y1轴有关的第1马达M1的位置的指令值、第1马达M1的推力的指令值以及第1马达M1的速度的指令值等。第1控制部31基于决定出的控制值,控制电力变换部来调整向第1马达M1供给的电力(驱动电流)。由此,第1控制部31将第1主轴Y1驱动到Y1轴上的给定位置。

[0087] 此外,若从测量系统1(后述的指令部10)被输入包含位置指令的试验信号,则第1控制部31执行给定的试验动作。换言之,控制装置C1(第1放大器B1)具备从测量系统1被输入位置指令的第1控制部31(控制部3)。第1控制部31(控制部3)基于位置指令,来执行第1马达M1的控制,使得进行第1主轴Y1向指定的位置移动的试验动作。在试验动作中指定的位置被设定于主轴(Y1、Y2)在通常的运转动作中能够移动的规定的可动范围内。

[0088] 在本实施方式中,作为一例,设想1次量的试验动作是主轴(第1主轴Y1以及第2主轴Y2)同步地从Y轴的原点位置(开始位置)移动到位置指令中指定的Y轴的正侧的位置(结束位置)的移动动作。另外,开始位置也可以为原点位置以外。以下,将试验动作中的从开始位置到结束位置为止的移动范围称为“校正范围”。位置指令例如包含校正范围的信息。

[0089] 此外,1次量的试验动作不限于上述那样的移动动作。1次量的试验动作也可以是,主轴同步地从Y轴的原点位置(开始位置)移动到Y轴的负侧的位置(结束位置)的移动动作。此外,1次量的试验动作也可以是,主轴同步地从Y轴的原点位置(开始位置)移动到Y轴的正侧的位置并再次回到原点位置(结束位置)的往复动作。此外,1次量的试验动作也可以

包括如下的正侧和负侧这两侧的往复动作：主轴同步地从Y轴的原点位置(开始位置)移动到Y轴的正侧的位置,并再次回到原点位置,进一步移动到Y轴的负侧的位置,并且再次回到原点位置(结束位置)。

[0090] 处理部P1的第1输出部41输出与试验动作中的施加于主轴的力(推力)有关的第1信息。具体地,处理部P1基于第1马达M1的推力的指令值等,来运算第1推力值。处理部P1生成包含第1推力值的第1信息,并使其从第1输出部41输出。第1马达M1的推力的指令值是能够基于来自位置检测部81的位置检测信号(也就是说,当前的第1马达M1的位置)、当前的第1马达M1的速度等来决定的控制值的参数之一。或者,也可以是,若从第1主轴Y1的推力检测部82被输入推力检测信号,则处理部P1基于推力检测信号中包含的检测值,来生成包含第1推力值的第1信息,并使其从第1输出部41输出。这里,第1输出部41将第1信息输出到被安装在处理部P1内的第1测量处理部G1。另外,第1测量处理部G1是测量系统1的一部分,详情在后面叙述。

[0091] 处理部P1的第2输出部42输出与试验动作中的马达的位置有关的第2信息。具体地,若在试验动作中从第1主轴Y1的位置检测部81被输入位置检测信号,则处理部P1基于位置检测信号中包含的检测值,来生成包含第1马达M1的位置的第2信息,并使其从第2输出部42输出。这里,第2输出部42将第2信息输出到被安装在处理部P1内的第1测量处理部G1。另外,位置检测信号的检测值不仅在试验动作中利用,还在决定通常的运转动作中的控制值时利用。

[0092] 此外,处理部P1在试验动作中,进行激振处理,在第1马达M1的驱动控制中,以给定的范围将各种振动频率的激振力赋予至第1驱动系统A11。若从第1主轴Y1的振动检测部83被输入与该激振力相应的振动检测信号,则处理部P1将振动检测信号中包含的检测值的信息输出到第1测量处理部G1。

[0093] 第1存储部51包括闪存等可电改写的非易失性的半导体存储器。第1存储部51构成能够对包含由测量系统(后述的计算部14)计算出的位置校正量的校正信息进行存储(保存)。第1存储部51中保存的校正信息能够由处理部P1更新。

[0094] 第2放大器B2相当于一方式涉及的控制装置C1。在本实施方式中,作为一例,第2放大器B2具有与第1放大器B1实质上同样的功能。如图1所示,第2放大器B2具备处理部P2、第2存储部52(相当于存储部5)和电力变换部53。换言之,控制装置C1(第2放大器B2)具备存储部5(第2存储部52)。

[0095] 处理部P2包括具有1个以上的处理器以及存储器的计算机系统。通过计算机系统的处理器执行记录于计算机系统的存储器的程序,来实现处理部P2的至少一部分的功能。程序可以记录于存储器,也可以通过因特网等电信线路而提供,还可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质而提供。

[0096] 处理部P2具有第2控制部32(相当于控制部3)、第1输出部41、第2输出部42、和第2测量处理部G2。换言之,控制装置C1(第2放大器B2)具备第1输出部41、和第2输出部42。

[0097] 第2控制部32按照来自上位控制器6的与Y轴有关的控制信号以及来自位置检测部81的位置检测信号(也就是说,当前的第2马达M2的位置),来决定第2驱动系统A12的控制值。控制值例如能够包含与Y2轴有关的第2马达M2的位置的指令值、第2马达M2的推力的指令值以及第2马达M2的速度的指令值等。第2控制部32基于决定出的控制值,控制电力变换

部来调整向第2马达M2供给的电力(驱动电流)。由此,第2控制部32将第2主轴Y2驱动到Y2轴上的给定位置。

[0098] 此外,若从测量系统1(后述的指令部10)被输入包含位置指令的试验信号,则第2控制部32执行给定的试验动作。换言之,控制装置C1(第2放大器B2)具备从测量系统1被输入位置指令的第2控制部32(控制部3)。第2控制部32(控制部3)基于位置指令,来执行第2马达M2的控制,使得进行第2主轴Y2向指定的位置移动的试验动作。

[0099] 处理部P2的第1输出部41输出与试验动作中的施加于主轴的力(推力)有关的第1信息。具体地,处理部P2基于第2马达M2的推力的指令值等,来运算第2推力值。处理部P2生成包含第2推力值的第1信息,并使其从第1输出部41输出。第2马达M2的推力的指令值是能够基于来自位置检测部81的位置检测信号(也就是说,当前的第2马达M2的位置)、当前的第2马达M2的速度等来决定的控制值的参数之一。或者,也可以是,若从第2主轴Y2的推力检测部82被输入推力检测信号,则处理部P2基于推力检测信号中包含的检测值,来生成包含第2推力值的第1信息,并使其从第1输出部41输出。这里,第1输出部41将第1信息输出到被安装在处理部P2内的第2测量处理部G2。另外,第2测量处理部G2是测量系统1的一部分,详情在后面叙述。

[0100] 处理部P2的第2输出部42输出与试验动作中的马达的位置有关的第2信息。具体地,若在试验动作中从第2主轴Y2的位置检测部81被输入位置检测信号,则处理部P2基于位置检测信号中包含的检测值,来生成包含第2马达M2的位置的第2信息,并使其从第2输出部42输出。这里,第2输出部42将第2信息输出到被安装在处理部P2内的第2测量处理部G2。另外,位置检测信号的检测值不仅在试验动作利用,还在决定通常的运转动作中的控制值时利用。

[0101] 此外,处理部P2在试验动作中,进行激振处理,在第2马达M2的驱动控制中,以给定的范围将各种振动频率的激振力赋予至第2驱动系统A12。若从第2主轴Y2的振动检测部83被输入与该激振力相应的振动检测信号,则处理部P2将振动检测信号中包含的检测值的信息输出到第2测量处理部G2。

[0102] 第2存储部52包括闪存等可电改写的非易失性的半导体存储器。第2存储部52构成为能够对包含由测量系统(后述的计算部14)计算出的位置校正量的校正信息进行存储(保存)。第2存储部52中保存的校正信息能够由处理部P2更新。

[0103] 像这样构成的第1放大器B1以及第2放大器B2从上位控制器6接收同步了的控制信号,使第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地驱动到给定位置。除了该同步驱动以外,副轴伺服放大器B3也按照来自上位控制器6的与X轴有关的控制信号以及来自位置检测部的位置检测信号,来决定驱动系统的控制值,并将副轴X1驱动到X轴上的给定位置。其结果,同步驱动系统2进行与头Z1有关的X-Y坐标位置的驱动控制。

[0104] 特别是,控制部3在试验动作或通常的运转动作中,基于存储部5中存储的校正信息,来执行第1马达M1以及第2马达M2之中的对应的马达的控制。

[0105] 具体地,第1放大器B1的第1控制部31例如在通常的运转动作中,基于第1存储部51中存储的位置校正量来校正第1马达M1的位置。第1控制部31基于校正后的位置(校正位置)来决定控制值,并调整驱动电流而执行第1马达M1的控制。

[0106] 此外,第2放大器B2的第2控制部32例如在通常的运转动作中,基于第2存储部52中

存储的位置校正量来校正第2马达M2的位置。第2控制部32基于校正位置来决定控制值,并调整驱动电流而执行第2马达M2的控制。

[0107] 此外,第1控制部31以及第2控制部32不仅在通常的运转动作中,也有时还在试验动作中,基于存储部5中存储的最近的位置校正量来进行校正。详情在后面叙述,但为了进行位置校正量的最优化,有时也会重复执行试验动作。在该情况下,也能够试验动作中基于存储部5中存储的位置校正量来进行校正,从而进行对应的马达的控制。另外,在同步驱动系统2的新导入时在装置的组装后初次执行试验动作的情况下,有时在存储部5(第1存储部51、第2存储部52)中尚未保存校正信息。在该情况下,控制部3(第1控制部31、第2控制部32)在试验动作中,在无校正信息的情况下,执行对应的马达的控制。

[0108] (3) 上位控制器

[0109] 上位控制器6包括具有1个以上的处理器以及存储器的计算机系统。通过计算机系统的处理器执行记录于计算机系统的存储器的程序,来实现上位控制器6的至少一部分的功能。程序可以记录于存储器,也可以通过因特网等电信线路而提供,还可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质而提供。

[0110] 上位控制器6例如利用可编程逻辑控制器(PLC)等来构成,控制第1放大器B1、第2放大器B2以及副轴伺服放大器B3的动作。上位控制器6与第1放大器B1、第2放大器B2以及副轴伺服放大器B3能够通信地连接,向这些伺服放大器输出控制信号。由此,上位控制器6控制第1放大器B1、第2放大器B2以及副轴伺服放大器B3的动作。通信方式既可以是无线也可以是有线。控制信号包含用于指定包括头Z1等的负载的X-Y坐标位置、动作的数据。

[0111] (4) 终端

[0112] 在本实施方式中,作为一例,如图2所示,设想终端7是笔记本个人电脑。然而,终端7也可以是平板终端或智能电话等便携式终端,也可以是台式的个人计算机或服务器装置。

[0113] 终端7与第1放大器B1以及第2放大器B2能够通信地连接。设想如下的使用方式:终端7例如在通常的运转动作时,设为与第1放大器B1以及第2放大器B2不连接,仅在在进行试验动作的情况下,与第1放大器B1以及第2放大器B2连接。

[0114] 如图1所示,终端7具备显示部70(参照图2)、处理部71、操作部72和存储部73。

[0115] 处理部71包括具有1个以上的处理器以及存储器的计算机系统。通过计算机系统的处理器执行记录于计算机系统的存储器的程序,来实现处理部71的至少一部分的功能。程序可以记录于存储器,也可以通过因特网等电信线路而提供,还可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质而提供。

[0116] 处理部71具有指令部10。指令部10是测量系统1的一部分。换言之,处理部71具有作为测量系统1的指令部10的功能。在终端7预先安装有专用的应用软件,该专用的应用软件与第1放大器B1以及第2放大器B2通信,并且用于使得还具有指令部10的功能。

[0117] 指令部10向第1放大器B1以及第2放大器B2,输出(发送)与第1主轴Y1以及第2主轴Y2的Y轴上的位置有关的相同的位置指令(试验信号)。在第1放大器B1以及第2放大器B2中,基于被输入的试验信号,来执行第1马达M1以及第2马达M2的控制,使得第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地进行试验动作。也就是说,指令部10生成成为用于使试验动作开始的触发的试验信号,并输出(发送)到第1放大器B1以及第2放大器B2。

[0118] 显示部70例如由液晶显示器或有机EL(Electro-Luminescence,电致发光)显示器

构成。显示部70可以由触摸面板式的显示器构成。

[0119] 操作部72例如包括鼠标、键盘以及定点设备等之中的1种以上。作业者一边参照显示部70所显示的信息,一边对操作部72进行操作,并输入信息。作业者例如为了开始试验动作,利用操作部72来启动专用的应用软件,进行与针对第1放大器B1以及第2放大器B2的上述的位置指令的输出执行有关的操作输入。显示部70在由触摸面板式的显示器构成的情况下,还兼具作为操作部72的功能。

[0120] 存储部73包括闪存等可电改写的非易失性的半导体存储器。存储部73例如存储(保存)与位置指令等有关的信息。存储部73也可以是处理部71的存储器。

[0121] (5) 测量系统

[0122] 以下,对测量系统1的结构详细地进行说明。

[0123] 测量系统1包括具有1个以上的处理器以及存储器的计算机系统。通过计算机系统的处理器执行记录于计算机系统的存储器的程序,来实现测量系统1的至少一部分的功能。程序可以记录于存储器,也可以通过因特网等电信线路而提供,还可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质而提供。

[0124] 如图1所示,测量系统1具备指令部10、第1测量处理部G1和第2测量处理部G2。不过,在本实施方式中,作为一例,指令部10、第1测量处理部G1以及第2测量处理部G2的功能分散地设置于多个装置。即,指令部10的功能安装在终端7的处理部71内。另一方面,第1测量处理部G1的功能安装在第1放大器B1(控制装置C1)的处理部P1内,第2测量处理部G2的功能安装在第2放大器B2(控制装置C1)的处理部P2内。

[0125] 第1测量处理部G1具有第1获取部11、第2获取部12、第3获取部13、计算部14和系数运算部15。换言之,第1测量处理部G1具有作为第1获取部11、第2获取部12、第3获取部13、计算部14以及系数运算部15的功能。因此,可以说,本实施方式的控制装置C1具有与测量系统1中的指令部10、第1获取部11、第2获取部12以及计算部14有关的功能之中的、至少一部分的功能(这里,为第1获取部11、第2获取部12以及计算部14)。

[0126] 第2测量处理部G2具有与第1测量处理部G1大致同样的功能(第1获取部11、第2获取部12、第3获取部13、计算部14以及系数运算部15)。

[0127] 第1获取部11从第1输出部41获取与试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1力(例如推力)以及施加于第2主轴Y2的第2力(例如推力)有关的第1信息。在本实施方式中,第1获取部11的功能被划分在第1测量处理部G1和第2测量处理部G2中。即,第1测量处理部G1的第1获取部11获取与运算出的第1推力值有关的第1信息,来作为试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1力。或者,第1测量处理部G1的第1获取部11也可以基于来自第1主轴Y1的推力检测部82的推力检测信号中包含的检测值,来获取与试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1推力值有关的第1信息。第1测量处理部G1的第1获取部11将第1信息输入到本机的计算部14。

[0128] 此外,第2测量处理部G2的第1获取部11获取与运算出的第2推力值有关的第1信息,来作为试验动作中的施加于第2主轴Y2的第2力。或者,第2测量处理部G2的第1获取部11也可以基于来自第2主轴Y2的推力检测部82的推力检测信号中包含的检测值,来获取与试验动作中的施加于第2主轴Y2的第2推力值有关的第1信息。第2测量处理部G2的第1获取部11将第1信息输入到本机的计算部14。

[0129] 此外,第1放大器B1以及第2放大器B2各自具有将本机的第1获取部11获取到的第1

信息直接或经由终端7等而向另一个主轴伺服放大器侧发送的功能。通信方式既可以是无线也可以是有线。

[0130] 第2获取部12从第2输出部42获取与试验动作中的第1马达M1以及第2马达M2的位置有关的第2信息。在本实施方式中,第2获取部12的功能被划分在第1测量处理部G1和第2测量处理部G2中。即,第1测量处理部G1的第2获取部12基于来自第1主轴Y1的位置检测部81的位置检测信号中包含的检测值,来获取与试验动作中的第1马达M1的位置有关的第2信息。第1测量处理部G1的第2获取部12将第2信息输入到本机的计算部14。

[0131] 此外,第2测量处理部G2的第2获取部12基于来自第2主轴Y2的位置检测部81的位置检测信号中包含的检测值,来获取与试验动作中的第2马达M2的位置有关的第2信息。第2测量处理部G2的第2获取部12将第2信息输入到本机的计算部14。

[0132] 此外,第1放大器B1以及第2放大器B2各自具有将本机的第2获取部12获取到的第2信息直接或经由终端7等而向另一个主轴伺服放大器侧发送的功能。通信方式既可以是无线也可以是有线。

[0133] 第3获取部13获取第3信息,第3信息与关于将第1马达M1以及第2马达M2各自包括在内的驱动系统A1中的振动的频率特性有关。在本实施方式中,第3获取部13的功能被划分在第1测量处理部G1和第2测量处理部G2中。即,第1测量处理部G1的第3获取部13基于来自第1主轴Y1的振动检测部83的振动检测信号中包含的检测值,来获取与关于包括第1马达M1的第1驱动系统A11中的振动的频率特性(例如谐振频率以及反谐振频率)有关的第3信息。第1测量处理部G1的第3获取部13将第3信息输入到本机的计算部14。

[0134] 此外,第2测量处理部G2的第3获取部13基于来自第2主轴Y2的振动检测部83的振动检测信号中包含的检测值,来获取与关于包括第2马达M2的第2驱动系统A12中的振动的频率特性(例如谐振频率以及反谐振频率)有关的第3信息。第2测量处理部G2的第3获取部13将第3信息输入到本机的计算部14。

[0135] 此外,第1放大器B1以及第2放大器B2各自具有将本机的第3获取部13获取到的第3信息直接或经由终端7等而向另一个主轴伺服放大器侧发送的功能。通信方式既可以是无线也可以是有线。

[0136] 第3获取部13例如针对来自振动检测部83的振动检测信号中包含的检测值,对时间系列数据中的每一个进行频率分析(Fast Fourier Transform(快速傅里叶变换):FFT),求出其差分,由此获取(测量)对应的驱动系统A1的谐振频率以及反谐振频率。

[0137] 另外,作为用于得到振动的频率特性的手段,并非必须利用振动检测部83。换言之,用于测定振动的频率特性的手段没有特别限定。例如,也可以针对从第1放大器B1以及第2放大器B2向第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12的输入信息(马达速度、推力等的指令值),基于来自第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12的输出信息(马达速度、推力等的实测值)来间接地测定振动的频率特性。

[0138] 此外,在上述的激振处理中,对所提供的振动的频率也没有特别限定。例如,也可以生成包含全部的频率分量的信号,并提供给第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12(利用了白噪声的测定)。此外,也可以生成频率随时间变化的波形的信号,并提供给第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12(利用了正弦波扫描的测定)。此外,或者,也可以生成将给定频率范围内的多个正弦波合成所得的波形的信号,并提供给第1驱动系统A11以及第2驱动系统

A12(利用了多正弦的测定)。

[0139] 测量系统1也可以将用于得到第1信息(推力)的试验动作、和用于得到频率特性的(例如利用了白噪声的)试验动作分开地在不同的时机执行。

[0140] 计算部14基于第1信息以及第2信息,来计算与第1马达M1以及第2马达M2中的至少一者的位置有关的校正量、即位置校正量,使得校正第1主轴Y1以及第2主轴Y2之间的位置偏移(校正量测定处理的执行)。计算部14将计算出的位置校正量存储(新追加或更新)在本机的存储部5中。

[0141] 在本实施方式中,在第1测量处理部G1和第2测量处理部G2这两者中具有计算部14的功能。因此,第1测量处理部G1的计算部14能够执行针对第1马达M1的位置的校正量测定处理,此外,第2测量处理部G2的计算部14也能够执行针对第2马达M2的位置的校正量测定处理。

[0142] 例如在1次试验动作中,可以由第1放大器B1以及第2放大器B2各自单独地计算位置校正量。在该情况下,第1测量处理部G1的计算部14能够以从第2放大器B2获取的第2信息中的第2马达M2的位置为基准来计算第1马达M1的位置校正量,并存储于第1存储部51。此外,第2测量处理部G2的计算部14能够以从第1放大器B1获取的第2信息中的第1马达M1的位置为基准来计算第2马达M2的位置校正量,并存储于第2存储部52。不过,若像这样由第1放大器B1以及第2放大器B2各自单独地计算位置校正量,则有时不容易进行在同步驱动系统2整体上观察时的马达位置调整。

[0143] 因此,在1次试验动作中,可以仅使第1测量处理部G1的计算部14以及第2测量处理部G2的计算部14之中的任一个计算部14执行校正量测定处理,并使另一个计算部14处于不执行校正量测定处理的休止状态。换言之,计算部14可以以第1马达M1以及第2马达M2中的任一者的位置为基准,计算另一者的位置校正量。例如,可以仅使第1测量处理部G1的计算部14执行校正量测定处理,计算部14以从第2放大器B2获取的第2信息中的第2马达M2的位置为基准,来计算与第1马达M1的位置有关的校正量(位置校正量)。

[0144] 关于使第1放大器B1以及第2放大器B2之中的哪一者计算位置校正量,可以设为作业者能够操作终端7的操作部72来指定,并且可以将该指定信息包含于从终端7输出的试验信号。

[0145] 接着,对位置校正量的具体的计算方法的一例进行说明。

[0146] 计算部14求出同一时间下的第1力(第1推力值)以及第2力(第2推力值)的差分值,并将校正系数与该差分值相乘来计算位置校正量。不过,位置校正量不限于根据同一时间下的第1力(第1推力值)以及第2力(第2推力值)的差分值来求出。例如,计算部14可以根据针对第1力以及第2力的、某个给定期间内的采样数据中的变化量、平均值、最大值、最小值或中心值等彼此的差分值来求出。

[0147] 与上述差分值相乘的校正系数也可以是保存于存储部5的预先决定的给定值,但本实施方式的测量系统1具有对该校正系数进行运算的功能。即,系数运算部15基于第1主轴Y1以及第2主轴Y2各自的负载质量和第3信息,来运算校正系数。系数运算部15例如接受来自计算部14的运算指令,来运算校正系数。

[0148] 在本实施方式中,在第1放大器B1和第2放大器B2这两者中具有系数运算部15的功能。第1放大器B1的系数运算部15使用本机的第3获取部13获取到的第3信息中的频率特性、

和从第2放大器B2获取的第3信息中的频率特性。第2放大器B2的系数运算部15使用本机的第3获取部13获取到的第3信息中的频率特性、和从第1放大器B1获取的第3信息中的频率特性。

[0149] 这里,校正系数表示第1主轴Y1以及第2主轴Y2间的结合刚性的大小,负载质量以及各驱动系统A1的振动频率特性(谐振频率、反谐振频率)越大,则校正系数的值越大。其结果,系数运算部15例如利用与第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12有关的谐振频率 f_1 、反谐振频率 f_2 以及负载质量 M 的函数 $F(f_1, f_2, M)$,来运算校正系数。第1放大器B1以及第2放大器B2各自将与本机对应的驱动系统A1的负载质量保存于本机的存储部5,在将第3信息发送给另一个主轴伺服放大器时,将负载质量的信息包含在第3信息中来发送。或者,各驱动系统A1的负载质量也可以从终端7输入。

[0150] 测量系统1在试验动作中,以采样周期随时获取第1信息、第2信息以及第3信息,计算部14例如按每个采样周期(或者按比采样周期长的每个间隔),计算位置校正量。总之,计算部14计算与在试验动作中移动的马达(M1或M2)的多个位置有关的多个位置校正量。计算部14将计算出的多个位置校正量作为校正信息例如以表格形式保存于存储部5。位置校正量并非必须以表格形式保存,多个位置和多个位置校正量以一对一地建立对应的方式保存于存储部5即可。

[0151] 测量系统1保存于存储部5的校正信息除了位置校正量的信息以外,例如还能够包含第1力(第1推力值)以及第2力(第2推力值)的差分值(推力差)的信息、校正系数的信息、校正位置的信息以及振动频率特性的信息。

[0152] (6) 测量系统的动作(校正量测定处理)

[0153] 以下,关于测量系统1中的包括校正量测定处理的动作的一系列流程,参照图3来说明。图3是用于说明一实施方式的测量系统1中的与校正量测定处理有关的动作的流程图。图3所示的流程图不过是与测量系统1有关的动作流程的一例,也可以适当变更处理的顺序,也可以适当追加或省略处理。在图3中,对于第1主轴Y1以及第2主轴Y2,分别仅标记为Y1轴以及Y2轴。以下,设想测量系统1仅使第1放大器B1的计算部14执行校正量测定处理,第1放大器B1的计算部14以来自第2放大器B2的第2信息的第2马达M2的位置为基准,来计算第1马达M1的位置校正量。

[0154] 例如,假设作业者在工厂等设施内的同步驱动系统2的新导入时,完成了对同步驱动系统2的各种装置进行组装的作业。然而,即使作业者想要将第1主轴Y1以及第2主轴Y2组装为相互平行,也可能在第1主轴Y1以及第2主轴Y2间产生稍微的位置偏移。作业者将终端7连接于第1放大器B1以及第2放大器B2(既可以是无线连接也可以是有线连接),使得成为能够与它们通信的状态。

[0155] 作业者在终端7上启动专用的应用软件,进行用于发送成为触发的试验信号以执行试验动作的操作输入。其结果,终端7的指令部10(测量系统1的一部分)将同步了的位置指令的试验信号发送到第1放大器B1以及第2放大器B2(ST1:在Y1轴和Y2轴中通信同步)。该发送位置指令的试验信号的步骤对应于一方式涉及的测定方法的指令处理步骤。

[0156] 第1放大器B1(第1控制部31)以及第2放大器B2(第2控制部32)基于位置指令,来控制第1马达M1以及第2马达M2,使得执行试验动作(从校正范围的开始位置到结束位置的移动动作)。即,第1控制部31以及第2控制部32使第1主轴Y1以及第2主轴Y2移动到位置指令中

指定的校正范围的开始位置(ST2)。然后,第1控制部31以及第2控制部32进行直至到达位置指令中指定的校正范围的结束位置为止的第1主轴Y1以及第2主轴Y2的移动开始(ST3)。

[0157] 测量系统1在试验动作中、即在第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地从开始位置持续移动到结束位置的过程中,获取第1信息(推力)、第2信息(位置)、第3信息(振动频率特性)(ST4)。该获取第1信息的步骤以及获取第2信息的步骤分别对应于一方式涉及的测定方法的第1获取处理步骤以及第2获取处理步骤。

[0158] 测量系统1(第1放大器B1的计算部14)执行校正量测定处理,计算施加于第1主轴Y1的第1力(第1推力值)与施加于第2主轴Y2的第2力(第2推力值)的差分(推力差)(ST5)。并且,在校正量测定处理中,测量系统1(第1放大器B1的系数运算部15)运算校正系数,测量系统1(第1放大器B1的计算部14)将校正系数与推力差相乘,来计算位置校正量(ST6)。该计算位置校正量的步骤对应于一方式涉及的测定方法的计算处理步骤。

[0159] 若第1主轴Y1以及第2主轴Y2这两主轴的到达结束位置的移动完成(ST7:是),则测量系统1将按每个采样周期或按比采样周期长的每个间隔计算出的、与多个位置有关的多个位置校正量作为校正信息,以表格形式保存于存储部5。即,第1放大器B1的计算部14将与第1马达M1的多个位置有关的多个位置校正量的信息保存于本机的第1存储部51。然后,测量系统1结束试验动作。测量系统1重复步骤ST4~ST6,直到两主轴的到达结束位置的移动完成为止(ST7:否)。也就是说,测量系统1在第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地从开始位置持续移动到结束位置的过程中,重复进行计算位置校正量的校正量测定处理。在本实施方式的测量系统1中,在从开始位置到结束位置的移动中,能够不暂时停止第1主轴Y1以及第2主轴Y2,而以连续的移动执行来进行位置校正量的测定。

[0160] 测量系统1也可以使终端7的显示部70显示存储部5中保存的校正信息,使得作业者能够视觉地确认校正信息。也可以是,作业者能够在终端7上,使用操作部72手动地修正校正信息的一部分。若是上述动作例,则终端7也可以根据作业者的操作输入,来使第1放大器B1更新第1放大器B1的第1存储部51中保存的校正信息。

[0161] 若作业者结束试验动作,并且校正信息的确认也完成,则相对于第1放大器B1以及第2放大器B2将处于连接状态的终端7设为非连接状态。

[0162] 另外,在同步驱动系统2中,在通常的运转动作时,第1放大器B1利用本机的第1存储部51中存储的、包含位置校正量等的校正信息。第1放大器B1在通常的运转动作时,一边参照校正信息,一边进行针对第1马达M1的位置的校正,使得校正第1主轴Y1以及第2主轴Y2之间的位置偏移。第1控制部31例如在通常的运转动作时从上位控制器6接受到使第1马达M1从第1位置移动到第2位置的指令的情况下,基于与从第1位置到第2位置的各位置对应的(加上了位置校正量的)校正位置,决定控制值,并控制电力变换部来调整向第1马达M1供给的电力(驱动电流)。

[0163] (7) 测量系统的动作(校正量最优化处理)

[0164] 另外,在上述“(6) 测量系统的动作(校正量测定处理)”一栏中,作为一例,测量系统1将进行1次试验动作而计算出的位置校正量(校正信息)保存于存储部5并结束处理。然而,测量系统1可以构成为,接着再次进行试验动作,不过,在将存储部5中保存的位置校正量(校正信息)纳入考虑的基础上,执行校正量测定处理,进行位置校正量的最优化(校正量最优化处理的执行)。具体地,作为校正量最优化处理,测量系统1重复进行试验动作和校正

量测定处理,直到满足特定的条件为止。作为一例,“特定的条件”是,在第N次(N为1以上的整数)试验动作中计算出的位置校正量与在第(N+1)次试验动作中计算出的位置校正量之差为阈值以下。进行比较的第N次试验动作的位置校正量和第(N+1)次试验动作的位置校正量可以是与多个位置有关的多个位置校正量的合计彼此、或平均值彼此,也可以是多个位置校正量的最大值彼此,还可以是针对某个相同的位置的位置校正量彼此。

[0165] 在本实施方式中,设想测量系统1构成为,例如能够通过终端7来选择校正量最优化处理的有效/无效。在校正量最优化处理的无效被选择了的情况下,测量系统1执行上述“(6)测量系统的动作(校正量测定处理)”一栏所说明那样的动作流程。在校正量最优化处理的有效被选择了的情况下,测量系统1执行后述的动作流程。

[0166] 以下,关于校正量最优化处理,参照图4来说明。图4是用于说明一实施方式的测量系统1中的与校正量最优化处理有关的动作的流程图。图4所示的流程图不过是与测量系统1有关的动作流程的一例,也可以适当变更处理的顺序,也可以适当追加或省略处理。另外,关于与位置校正量的计算有关的动作流程,设为与上述“(6)测量系统的动作(校正量测定处理)”一栏所说明的动作流程相同,因此这里适当省略详细的说明。

[0167] 作业者在终端7上启动专用的应用软件,进行用于发送成为触发的试验信号以执行试验动作的操作输入。此时,作业者例如通过使用操作部72来指定校正量最优化处理的“有效”,从而生成包含该指定信息的试验信号。终端7的指令部10将同步了的位置指令的试验信号发送到第1放大器B1以及第2放大器B2。被输入了试验信号的第1放大器B1以及第2放大器B2开始试验动作(ST11),测量系统1(第1放大器B1的计算部14)执行校正量最优化处理以及校正量测定处理。

[0168] 然后,测量系统1(第1放大器B1的计算部14)完成针对第1次试验动作的位置校正量的测定(ST12)。第1放大器B1的计算部14将关于第1次试验动作的与第1马达M1的多个位置有关的多个位置校正量的信息保存于本机的第1存储部51(存储部5)(ST13)。

[0169] 接着,第1放大器B1以及第2放大器B2开始第2次试验动作(ST14)。第1放大器B1利用基于第1存储部51中保存的最近的位置校正量(第1次试验动作的位置校正量)校正后的位置决定控制值,并进行第1马达M1的控制。

[0170] 然后,测量系统1(第1放大器B1的计算部14)完成针对第2次试验动作的位置校正量的测定(ST15)。第1放大器B1的计算部14将关于第2次试验动作的与第1马达M1的多个位置有关的多个位置校正量的信息保存于本机的第1存储部51(存储部5)(ST16)。

[0171] 这里,测量系统1(例如计算部14)判定是否满足特定的条件,也就是说,判定上次(这里为第1次)试验动作的位置校正量与本次(这里为第2次)试验动作的位置校正量之差是否为阈值以下(ST17)。若满足特定的条件,也就是说,若该差为阈值以下(ST17:是),则测量系统1将最近的位置校正量决定为最优位置校正量。然后,测量系统1不再进行试验动作和位置校正量的测定,而结束校正量最优化处理。另一方面,若不满足特定的条件,也就是说,若该差大于阈值(ST17:否),则测量系统1回到步骤ST14,开始下次试验动作。

[0172] 测量系统1也可以使终端7的显示部70显示校正信息,使得作业者能够视觉地确认包含最优位置校正量等的校正信息。也可以设为,作业者能够在终端7上,使用操作部72手动地修正校正信息的一部分。例如,终端7也可以根据作业者的操作输入,来更新第1放大器B1的第1存储部51中保存的最优位置校正量(校正信息)。

[0173] 另外,在同步驱动系统2中,在通常的运转动作时,第1放大器B1利用本机的第1存储部51中存储的最优位置校正量(校正信息)。

[0174] (8) 优点

[0175] 如以上那样,根据本实施方式涉及的测量系统1,应用于同步驱动系统2的位置校正量基于与施加于第1主轴Y1的第1力以及施加于第2主轴Y2的第2力有关的第1信息(例如推力)、和第2信息(位置)来计算。同步驱动系统2例如能够通过通常在运转动作时应用位置校正量来进行第1马达M1以及第2马达M2的驱动控制,从而降低力的干涉。因此,与根据Y1轴与Y2轴的位置偏差来计算校正值的专利文献1中公开的位置控制系统不同,不仅在提高驱动控制的精度这样的观点上,而且例如可实现抑制由于轴的扭转等所引起的装置劣化这样的轴间(Y1轴与Y2轴之间)的干涉而可能产生的影响。

[0176] 此外,在测量系统1中,基于第1力(第1推力值)与第2力(第2推力值)的差分值(推力差)来计算位置校正量,因此与位置校正量有关的精度变得更加优良,能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0177] 此外,在测量系统1中,作为试验动作而使第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地从开始位置持续移动到结束位置,由此能够进行位置校正量的测定。因此,例如,与每次使第1主轴Y1以及第2主轴Y2在规定的测定位置停止来执行用于测定的处理的情况相比,可实现测定时间的缩短。

[0178] 此外,在测量系统1中,与通常的运转动作独立地,事先进进行试验动作来测定位置校正量。然后,包含由测量系统1计算出的位置校正量的校正信息被保存于第1放大器B1以及第2放大器B2中的至少一者的存储部5(在上述的动作例中为第1放大器B1的第1存储部51)。第1放大器B1以及第2放大器B2中的至少一者(在上述的动作例中为第1放大器B1)在通常的运转动作时,参照本机的存储部5中保存的校正信息,来驱动控制对应的马达。因此,在通常的运转动作时,能够不需要第1放大器B1与第2放大器B2之间的通信(也包括经由上位控制器6的通信)。

[0179] (9) 变形例

[0180] 以下,列举上述实施方式的变形例。以下说明的变形例能够适当组合来应用。

[0181] 与上述实施方式涉及的测量系统1同样的功能也可以通过测量方法、计算机程序、或记录有计算机程序的非瞬时性记录介质等来具现化。

[0182] 本公开中的测量系统1包括计算机系统。计算机系统将作为硬件的处理器以及存储器设为主结构。通过处理器执行记录于计算机系统的存储器的程序,来实现作为本公开中的测量系统1的功能。程序可以预先记录于计算机系统的存储器,也可以通过电信线路而提供,也可以记录于计算机系统可读的存储器卡、光盘、硬盘驱动等非瞬时性记录介质而提供。计算机系统的处理器由包括半导体集成电路(IC)或大规模集成电路(LSI)的1个或多个电子电路构成。这里所说的IC或LSI等集成电路根据集成的程度而叫法不同,包括被称为系统LSI、VLSI(Very Large Scale Integration,超大规模集成电路)、或ULSI(Ultra Large Scale Integration,甚大规模集成电路)的集成电路。并且,关于可在LSI的制造后编程的FPGA(Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)、或能够进行LSI内部的接合关系的重构或LSI内部的电路分区的重构的逻辑器件,也能够作为处理器而采用。多个电子电路也可以集中于1个芯片,也可以分散地设置于多个芯片。多个芯片也可以集中于

1个装置,也可以分散地设置于多个装置。这里所说的计算机系统包括具有1个以上的处理器以及1以上的存储器的微控制器。因此,关于微控制器,也由包括半导体集成电路或大规模集成电路的1个或多个电子电路构成。

[0183] 此外,测量系统1中的多个功能集中在1个壳体内并非是必须的结构。例如,测量系统1的构成要素也可以分散地设置在多个壳体中。

[0184] 相反地,测量系统1中的多个功能也可以集中在1个壳体内。并且,测量系统1的至少一部分的功能、例如测量系统1的一部分的功能也可以通过云(云计算)等来实现。

[0185] 在上述实施方式中,测量系统1具备第1测量处理部G1以及第2测量处理部G2这两者,但并非必须具备两者,可以仅具备任一者。不过,无测量处理部的主轴伺服放大器优选具有将第1信息、第2信息以及第3信息输出到外部的装置的功能。

[0186] 第1放大器B1以及第2放大器B2间的第1信息、第2信息以及第3信息的交换也可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质来进行。位置校正量等校正信息也可以记录于存储器卡等非瞬时性记录介质来被利用。

[0187] 在上述实施方式中,测量系统1还在试验动作中随时进行位置校正量的计算,但也可以使用在试验动作中获取到的第1信息、第2信息以及第3信息,在试验动作的结束后进行位置校正量的计算。

[0188] 在上述实施方式中,关于第3信息(振动频率特性),与第1信息(推力)同样地,测量系统1在相同的试验动作中获取。然而,第3信息(振动频率特性)也可以通过与上述试验动作独立的试验动作来获取。

[0189] 在上述实施方式中,测量系统1的指令部10的功能安装在终端7的处理部71内。然而,例如,如图5所示,指令部10的功能也可以安装在上位控制器6内。图5是用于说明测量系统1中的变形例1的概略结构框图。作业者利用附设于上位控制器6的用户接口,进行用于发送试验信号的操作输入,由此,上位控制器6的指令部10将同步了的位置指令的试验信号发送到第1放大器B1以及第2放大器B2。试验动作中的第1信息、第2信息以及第3信息的交换也可以在第1放大器B1以及第2放大器B2间利用直接的通信来进行,也可以利用经由另外的装置(例如上位控制器6等)的间接的通信来进行。

[0190] 或者,例如,如图6所示,指令部10的功能也可以安装在控制装置C1内。图6是用于说明测量系统1中的变形例2的概略结构框图。在图6的图示例中,指令部10的功能仅安装在第1放大器B1内,但也可以仅安装在第2放大器B2内,或者也可以安装在两者的主轴伺服放大器内。作业者利用附设于第1放大器B1的用户接口,来进行用于发送试验信号的操作输入。其结果,第1放大器B1的指令部10将同步了的位置指令的试验信号发送到本机内的第1测量处理部G1、和第2放大器B2的第2测量处理部G2。试验动作中的第1信息、第2信息以及第3信息的交换也可以在第1放大器B1以及第2放大器B2间利用直接的通信来进行,也可以利用经由另外的装置(例如上位控制器6等)的间接的通信来进行。

[0191] 并且,或者,例如,如图7所示,测量系统1的全部的功能也可以安装在终端7的处理部71内。图7是用于说明测量系统1中的变形例3的概略结构框图。在该情况下,第1放大器B1以及第2放大器B2各自的第1输出部41将试验动作中的第1信息(推力)输出到终端7。第1放大器B1以及第2放大器B2各自的第2输出部42将试验动作中的第2信息(马达的位置)输出到终端7。此外,第1放大器B1以及第2放大器B2各自将试验动作中的第3信息(振动频率特性)

输出到终端7。另一方面,终端7将包含计算部14计算出的位置校正量等的校正信息发送到第1放大器B1以及第2放大器B2中的至少一者,并使其保存于存储部5。

[0192] (10)与校正系数有关的变形例

[0193] 以下,关于测量系统1中的变形例4(本变形例),参照图8~图16来说明。

[0194] 在上述实施方式中,计算部14求出同一时间下的第1力(推力、或转矩)以及第2力(推力、或转矩)的差分,将校正系数与该差分相乘来计算位置校正量。此外,在上述实施方式中,关于该校正系数,系数运算部15利用与第1驱动系统A11以及第2驱动系统A12有关的谐振频率 f_1 、反谐振频率 f_2 以及负载质量 M 的函数 $F(f_1, f_2, M)$ 来运算。

[0195] 本变形例的测量系统1与上述实施方式的测量系统1同样地,具备对校正系数进行运算的系数运算部15。不过,在本变形例的测量系统1中,其运算方法与上述实施方式的测量系统1不同。本变形例的在测量系统1中,指令部10执行第1马达M1以及第2马达M2的控制,使得进行校正系数的运算用的试验动作。

[0196] 具体地,试验动作还包括如下的“特定试验动作”:提供不同的位置指令,使得在第1主轴Y1与第2主轴Y2之间产生给定的移动量的偏移,并且第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地向指定的位置移动。系数运算部15基于与特定试验动作中的第1力以及第2力有关的第4信息以及给定的移动量,来运算校正系数。

[0197] 这里所说的“给定的移动量的偏移”是指允许移动量以下的偏移,例如设想为允许移动量的90%左右的偏移。允许移动量是认为经由副轴X1相互平行地连结的第1主轴Y1以及第2主轴Y2不会由于“偏移”而发生故障、破损的允许量。

[0198] 例如对第1主轴Y1设定给定的移动量的偏移。即,能够设定为,第1主轴Y1相对于移动到基准的位置的第2主轴Y2,向Y轴(轴方向D1)的正侧(或负侧)偏移给定的移动量。这里所说的“基准的位置”例如是指未将上述实施方式所说明的位置校正量纳入考虑的位置。

[0199] 或者,例如也可以对第2主轴Y2设定给定的移动量的偏移。即,能够设定为,第2主轴Y2相对于移动到基准的位置的第1主轴Y1,向Y轴的正侧(或负侧)偏移给定的移动量。

[0200] 进一步地,或者,例如也可以对第1主轴Y1和第2主轴Y2这两者设定给定的移动量的偏移。即,能够设定为,第1主轴Y1相对于基准的位置,向Y轴的正侧(或负侧)偏移第1移动量,并且第2主轴Y2相对于基准的位置,向与第1主轴Y1所偏移的一侧相反的一侧、也就是Y轴的负侧(或正侧)偏移第2移动量。在该情况下,第1移动量与第2移动量的合计成为给定的移动量。

[0201] 第4信息由第1获取部11获取。即,第1获取部11从第1输出部41获取与特定试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1力(例如推力)以及施加于第2主轴Y2的第2力(例如推力)有关的第4信息。

[0202] 在本变形例中,作为一例,除了特定试验动作以外,试验动作还包括提供相同的位置指令并且第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地向指定的位置移动的“基准试验动作”,来作为校正系数的运算用的试验动作。系数运算部15基于第4信息、给定的移动量以及与基准试验动作中的第1力以及第2力有关的第5信息,来运算校正系数。在基准试验动作中,不设定特定试验动作那样的“给定的移动量的偏移”,第1主轴Y1以及第2主轴Y2移动到基准的位置。

[0203] 第5信息由第1获取部11获取。即,第1获取部11从第1输出部41获取与基准试验动作中的施加于第1主轴Y1的第1力(例如推力)以及施加于第2主轴Y2的第2力(例如推力)有

关的第5信息。

[0204] 在本变形例中,作为一例,第4信息包含与特定试验动作中的同一时间下的第1力以及第2力的差分即特定差分有关的信息。第5信息包含与基准试验动作中的同一时间下的第1力以及第2力的差分即基准差分有关的信息。系数运算部15基于特定差分相对于基准差分的变化量以及给定的移动量,来运算校正系数。

[0205] 例如,系数运算部15运算基准差分 $\Delta t1$ (例如,基准试验动作中的第1推力值-第2推力值),此外,运算特定差分 $\Delta t2$ (例如,特定试验动作中的第1推力值-第2推力值)。此外,系数运算部15运算由“给定的移动量的偏移”引起的第1主轴Y1的位置与第2主轴Y2的位置的位置差 Δd 。

[0206] 系数运算部15运算 $\Delta t2 - \Delta t1$,来作为特定差分相对于基准差分的变化量。然后,系数运算部15运算 $\Delta d / (\Delta t2 - \Delta t1)$,来作为校正系数。 Δd 可以是针对各位置运算出的位置差的代表值(平均值、中心值、最频值等)。此外, $\Delta t2 - \Delta t1$ 可以是针对各位置运算出的变化量的代表值(平均值、中心值、最频值等)。

[0207] 另外,作为校正系数的运算用的试验动作,并非必须执行基准试验动作。例如,也可以改变给定的移动量来进行2次特定试验动作,并基于这些变化量来运算校正系数。此外,执行基准试验动作和特定试验动作的顺序也没有特别限定。

[0208] 以下,关于本变形例涉及的测量系统1中的与校正系数的获取以及校正量测定有关的动作的一系列流程,参照图8所示的流程图,同时适当参照示出UI(用户接口)画面的概念图的图9~图16来说明。图8是用于说明本变形例的测量系统中的与校正系数的获取有关的动作的流程图。图9是本变形例中的校正值确认画面的概念图。图10是本变形例中的操作画面的概念图。图11是本变形例中的参数设定画面的概念图。图12是本变形例中的校正值确认画面的概念图。图13是本变形例中的推力差确认画面的概念图。图14是本变形例中的推力差确认画面的概念图。图15是本变形例中的推力差确认画面的概念图。图16是本变形例中的校正值确认画面的概念图。图8所示的流程图不过是测量系统1的与校正系数的获取有关的动作流程的一例,也可以适当变更处理的顺序,也可以适当追加或省略处理。

[0209] 以下,在特定试验动作时,设想设定为,第1主轴Y1相对于移动到基准的位置的第2主轴Y2,向Y轴的正侧偏移给定的移动量。另外,也可以是,关于使第1主轴Y1以及第2主轴Y2之中的哪一个主轴偏移,能够根据用户设定而适当变更。

[0210] 图9~图16所示的UI画面能够显示于终端7的显示部70(参照图2)。图9~图16中的显示在各UI画面上的数值只是一例,没有特别限定。此外,图9~图16中的显示在UI画面上的“推力差”也可以是“转矩差”。

[0211] 作业者例如为了开始试验动作,利用操作部72(参照图1)来启动专用的应用软件,并进行与针对第1放大器B1以及第2放大器B2的位置指令的输出执行有关的操作输入。

[0212] 首先,若作业者启动专用的应用软件,则终端7的处理部71在显示部70的画面上,显示操作画面G102(参照图10)。

[0213] 操作画面G102包含示出多个(在图示例为9个)指示内容CMD1(字符串数据)的操作区域R1、和与多个指示内容CMD1分别对应的多个(在图示例为9个)状态显示区域R2。

[0214] 各操作区域R1是作为用于执行对应的指示内容CMD1的执行按钮而发挥功能的区域。若用鼠标(操作部72)的指示器等按压任意的操作区域R1,则执行与该操作区域R1对应

的指示内容CMD1的处理。例如,在测量系统1正在执行“自动校正开始”的指示内容CMD1的处理时,对应的操作区域R1成为灰色的状态。

[0215] 各状态显示区域R2是显示对应的指示内容CMD1的处理是否在执行中的区域。例如,在测量系统1正在执行“自动校正开始”的指示内容CMD1的处理时,对应的状态显示区域R2成为绿色的点亮状态。例如,在测量系统1并不是正在执行“自动校正开始”的指示内容CMD1的处理时,对应的状态显示区域R2成为非点亮状态。

[0216] 此外,终端7的处理部71响应于应用程序的启动,自动地读入第1放大器B1的第1存储部51中保存的校正信息(位置校正量等)。另外,在校正信息被保存于第2放大器B2的第2存储部52的情况下,处理部71从第2存储部52读入校正信息。

[0217] 处理部71在存在当前的状态下无法受理指定的指示内容CMD1的情况下,为了通知该意思而进行画面控制,使得将该操作区域R1以灰色显示,并且无法用鼠标(操作部72)的指示器等按下该操作区域R1。处理部71例如在正在读入校正信息等数据的情况下,为了向作业者通知无法受理全部的指示内容CMD1的指定而进行画面控制,使得将全部的操作区域R1以灰色显示,任一操作区域R1都无法按下。

[0218] 此外,处理部71将包含所读入的位置校正量等的校正值确认画面G101(参照图9;在图9~图16中,将位置校正量记载为“校正值”)显示于显示部70。

[0219] 校正值确认画面G101包含示出多个校正点的编号(在图9中为“1”~“10”)的显示区域A100、示出针对各校正点的“校正位置[脉冲]”的显示区域A101以及示出针对各校正点的“校正值[脉冲]”的显示区域A102。在校正值确认画面G101中,作为一例,校正位置以及校正值(位置校正量)以向马达(例如第1马达M1)的指令脉冲量的单位示出。另外,校正位置是成为校正的对象的位置,相当于上述的“基准的位置”。在图9中示出了默认数值的校正位置,但校正点的数量(校正点数)以及校正位置能够通过后述的参数设定画面G103(参照图11)来进行设定变更。

[0220] 此外,校正值确认画面G101包含示出针对多个校正点的“去(往复动作时的去程)”中的推力差[0.1%]的显示区域A103以及示出“返(往复动作时的返程)”中的推力差[0.1%]的显示区域A104。另外,针对各校正位置将“去”中的推力差和“返”中的推力差进行平均所得的值作为“推力差”,从而运算位置校正量(推力差 \times 校正系数)。

[0221] 在本变形例中,设想1次量的试验动作是主轴同步地从Y轴的开始位置(第1原点位置)移动到Y轴的正侧的位置,并回到结束位置(第2原点位置;可以与第1原点位置相同,也可以不同)的往复动作。另外,开始测定的开始位置以及结束测定的结束位置未必与第1原点位置以及第2原点位置相同,例如能够位于比第1原点位置以及第2原点位置靠正侧处。

[0222] 在图9中,作为一例,示出“校正值”、“去”以及“返”被全部清零了的状态。

[0223] 在应用程序的初次启动时,若校正量测定处理一次也没执行,则校正值确认画面G101上的校正值(位置校正量)可以全部为零。

[0224] 若已经执行了一次校正量测定处理,则校正值确认画面G101上的校正值(位置校正量)可以显示零以外的数值。作业者在想要将校正值清零的情况下,按压显示在操作画面G102上的与“校正值表格清零”的指示内容CMD1对应的操作区域R1。其结果,处理部71执行将全部的校正值(位置校正量)清零的处理。

[0225] 此外,处理部71将用于设定与试验动作有关的各种参数的数值的参数设定画面

G103(参照图11)显示于显示部70。

[0226] 参数设定画面G103包含示出各种参数的名称(字符串数据)的显示区域R3、和受理该参数的数值输入的输入区域R4。以下,对显示于参数设定画面G103的各种参数进行说明。

[0227] 参数“校正点数”是测定校正量(位置校正量)的校正点的点数。在图11的例子中,输入了“101”,在该情况下,在校正值确认画面G101中,能够确认针对校正点“1”~“101”的校正位置以及校正量等(在图9中仅图示了校正点“1”~“10”)。

[0228] 参数“校正间隔[脉冲]”是校正点的间隔,以向马达(例如第1马达M1)的指令脉冲量的单位示出。若将校正间隔乘以校正点数,则得到成为校正对象的距离。在图11的例子中,输入了“2700”,在反映了该数值的图12所示的校正量确认画面G101中,校正点“2”、“3”、“4”……的校正位置成为2700、5400、8100……。

[0229] 参数“测定开始位置[脉冲]”是第1个点的校正点的位置,以向马达(例如第1马达M1)的指令脉冲量的单位示出。在图11的例子中,输入了“0”,在反映了该数值的图12所示的校正量确认画面G101中,校正点“1”的校正位置成为0。

[0230] 参数“往复移动次数”是在获取推力差的数据时进行的往复动作的次数,获取该次数量的推力差的数据,其代表值(例如平均值)作为真正的推力差而被采用。

[0231] 参数“校正系数”是为了求出校正量(位置校正量)而与推力差相乘的参数。在图11的例子中,“0.100”被预先设定为初始值。校正系数能够通过进行上述的特定试验动作以及基准试验动作、并执行校正系数的运算处理来更新。也就是说,该“校正系数”是自动地更新的参数,是无需作业者(用户)直接输入的参数。

[0232] 参数“调整次数”是调整校正量的次数。在上述实施方式中,说明了如下方面:测量系统1执行重复进行校正量测定用的试验动作和校正量测定处理的校正量最优化处理,直到满足特定的条件为止。在本变形例中,测量系统1执行以该“调整次数”所指定的次数重复进行校正量测定用的试验动作和校正量测定处理的校正量最优化处理。

[0233] 参数“往复动作起点[脉冲]”是试验动作的上述的第1原点位置,即成为在获取推力差的数据时进行的往复动作的起点的位置,以向马达(例如第1马达M1)的指令脉冲量的单位示出。参数“往复动作起点[脉冲]”优选设定比开始测定的开始位置小的值。

[0234] 参数“往复动作终点[脉冲]”是试验动作的上述的第2原点位置,即成为在获取推力差的数据时进行的往复动作的终点的位置,以向马达(例如第1马达M1)的指令脉冲量的单位示出。参数“往复动作终点[脉冲]”优选设定比最后的校正点的位置大的值。

[0235] 参数“校正系数运算用移动量(偏移)”是在上述的特定试验动作中利用的“给定的移动量”。在本变形例中,作为一例,预先设定了“10”(单位为[脉冲])。参数“校正系数运算用移动量(偏移)”优选被设定为上述的允许移动量以下。

[0236] 若在参数设定画面G103中结束上述的各种参数的设定作业,则作业者按压操作画面G102(参照图10)中的与“参数写入”的指示内容CMD1对应的操作区域R1。其结果,所设定的各种参数例如被保存于终端7的存储部73(或者也可以是第1放大器B1的第1存储部51或第2放大器B2的第2存储部52等)。

[0237] 另一方面,若作业者按压操作画面G102中的与“参数读入”的指示内容CMD1对应的操作区域R1,则上次保存于存储部73(或者,第1存储部51或第2存储部52等)的各种参数被显示在参数设定画面G103上。

[0238] [校正系数的获取]

[0239] 作业者在进行校正量测定处理之前,执行校正系数的获取。作业者按压操作画面G102(参照图10)中的与“校正系数获取”的指示内容CMD1对应的操作区域R1。其结果,测量系统1开始与校正系数的获取有关的一系列的动作(参照图8的流程图)。

[0240] 首先,测量系统1在第1主轴Y1与第2主轴Y2中取得通信的同步(步骤ST21)。

[0241] 测量系统1执行提供相同的位置指令并且第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地向指定的位置移动的“基准试验动作”(步骤ST22)。在基准试验动作中,也能够应用参数设定画面G103中设定的参数的至少一部分(例如,校正点数、校正间隔等)。

[0242] 测量系统1运算基准试验动作中获取的、各校正点处的第1主轴Y1的第1推力值与第2主轴Y2的第2推力值之差,即基准差分值 $\Delta t1$ (步骤ST23)。

[0243] 接着,测量系统1执行“特定试验动作”(步骤ST24),该“特定试验动作”提供不同的位置指令,并且第1主轴Y1以及第2主轴Y2同步地向指定的位置移动,以使得在第1主轴Y1与第2主轴Y2之间产生给定的移动量(在图11的例子中10[脉冲])的偏移。第1主轴Y1以及第2主轴Y2之中的一者(这里为第1主轴Y1)移动为在各校正点的全部处都偏移给定的移动量。在特定试验动作中,也能够应用参数设定画面G103中设定的参数的至少一部分(例如,移动量(偏移)、校正点数、或校正间隔等)。

[0244] 测量系统1针对各校正点,运算由移动量的偏移引起的第1主轴Y1的位置与第2主轴Y2的位置的位置差 Δd (步骤ST25)。此外,测量系统1求出全部的校正点处的位置差的平均值(也可以为平均值以外的代表值),将该平均值设为最终的位置差 Δd 。

[0245] 此外,测量系统1运算特定试验动作中获取的、各校正点的第1主轴Y1的第1推力值与第2主轴Y2的第2推力值之差,即特定差分值 $\Delta t2$ (步骤ST26)。

[0246] 最后,测量系统1求出全部的校正点处的 $(\Delta t2 - \Delta t1)$ 的平均值(也可以为平均值以外的代表值),将该平均值设为最终的 $(\Delta t2 - \Delta t1)$,并运算 $\Delta d / (\Delta t2 - \Delta t1)$ 来作为校正系数(步骤ST27)。由此,与校正系数的获取有关的一系列的动作结束。另外,也可以是,测量系统1求出全部的校正点处的 $\Delta t1$ 的平均值,求出全部的校正点处的 $\Delta t2$ 的平均值,将平均值彼此之差设为最终的 $(\Delta t2 - \Delta t1)$,并运算 $\Delta d / (\Delta t2 - \Delta t1)$ 来作为校正系数。

[0247] 像这样获取到的校正系数被自动地更新为参数“校正系数”。初始值的校正系数“0.100”(参照图11)被自动地更新为获取到的新校正系数(例如“0.080”)。作业者能够在参数设定画面G103(参照图11)上确认更新后的参数“校正系数”。

[0248] [自动校正动作的执行]

[0249] 接着,作业者按压操作画面G102(参照图10)中的与“自动校正开始”的指示内容CMD1对应的操作区域R1。其结果,测量系统1开始自动校正动作、即包含校正量测定处理的一系列的动作(校正量测定处理的动作流程参照图3所示的流程图)。另外,如上述那样,以参数设定画面G103中设定的调整次数(校正量最优化处理的处理次数)的次数来重复执行校正量测定用的试验动作和校正量测定处理。另外,若操作画面G102(参照图10)中的与“往复动作开始”的指示内容CMD1对应的操作区域R1被按压,则测量系统1执行往复动作,但不执行校正值(位置校正量)的运算等处理。“往复动作开始”的操作区域R1例如能够用于确认当前的推力差的状态。

[0250] 在自动校正动作的执行中,如图12的校正值确认画面G101以及图13的推力差确认

画面G104所示,实时地显示对各校正点处的校正值(位置校正量)或各校正点处的推力差的平均值等进行运算的样子。

[0251] 这里对推力差确认画面G104进行说明。处理部71将用于确认作为测定结果的推力差(也可以为转矩差)的推力差确认画面G104(参照图13~图15)显示于显示部70。

[0252] 推力差确认画面G104示出表示调整次数的编号(例如“1”为第1次调整,也就是说第1次校正量最优化处理)的显示区域C100。此外,推力差确认画面G104包含针对各调整的示出“去(去程)的推力差平均”(例如显示为绝对值)的显示区域R6、示出“返(返程)的推力差平均”(例如显示为绝对值)的显示区域R7以及示出“去/返的推力差的平均值较大的一方”(例如显示为绝对值)的显示区域R5。此外,推力差确认画面G104包含受理针对各调整的“应用的数据选择”的选择输入的输入区域R8。

[0253] “去的推力差平均”是指,各调整中的往复动作的去程的第1推力值与第2推力值的推力差的、针对全部的校正点量的平均值。此外,“返的推力差平均”是指,各调整中的往复动作的返程的第1推力值与第2推力值的推力差的、针对全部的校正点量的平均值。“去/返的推力差的平均值较大的一方”是指,各调整中的“去的推力差平均”和“返的推力差平均”之中较大的一方的值。用图13的例子来说,当调整次数为第1次(也就是说“1”)时,在“去的推力差平均”=528和“返的推力差平均”=400中,“去程的推力差平均”=528这一方较大,因此在“去/返的推力差的平均值较大的一方”中显示了528。

[0254] 自动校正动作完成的条件例如是下述的“第一条件”和“第二条件”这2个条件,若任一者成立,则测量系统1完成自动校正动作。

[0255] “第一条件”是参数设定画面G103中设定的调整次数的次数量的测定(校正量测定用的试验动作和校正量测定处理)结束。

[0256] “第二条件”是操作画面G102(参照图10)中的与“自动校正强制完成”的指示内容CMD1对应的操作区域R1被按压。若在自动校正动作的执行中指示了“自动校正强制完成”,则测量系统1在当前测定中的推力差的获取完成的时间点,即使调整次数的次数量的测定未结束也强制地完成自动校正动作。

[0257] 作业者例如确认推力差确认画面G104等,在判断为推力差收敛到某种程度并且即使继续进行进一步的调整(最优化处理)也得不到效果时,可以为了缩短时间而在操作画面G102选择“自动校正强制完成”。例如,在图14所示的推力差确认画面G104中,框D100内所示的调整次数为第11次~第17次的推力差在“45”前后而收敛到某种程度,预想即使继续进行调整,推力差也不会进一步变小。作业者也可以在第17次的调整(最优化)结束的时间点,选择“自动校正强制完成”。

[0258] 作业者在第一条件或第二条件成立从而自动校正动作完成之后,在推力差确认画面G104,确认进行了调整的量的推力差,并选择应用哪次调整的推力差,换言之选择应用哪次调整的校正量(位置校正量)。例如,在图15的例子中,作业者在调整(最优化处理)21次量的“去/返的推力差的平均值较大的一方”中,选择了示出最小的“44”的调整次数为第19次的调整。即,若作业者用鼠标的指示器等按压与调整次数为第19次的调整对应的输入区域R8,则在相应的输入区域R8,如图15所示那样显示为“选择中”。

[0259] 在选择了调整次数第19次的状态下,作业者按压操作画面G102(参照图10)中的与“选择数据校正量反映”的指示内容CMD1对应的操作区域R1。其结果,测量系统1使用如上述

那样运算出的反映后的校正系数,来运算与调整次数第19次中的各校正点有关的校正量(位置校正量)=推力差(如上述那样,在该校正位置处的“去”的推力差与“返”的推力差的平均)×校正系数,并反映其结果。例如,如图16的校正量确认画面G101所示,显示与调整次数第19次中的各校正点有关的“去”的推力差、“返”的推力差以及反映后的校正量(位置校正量)。反映后的校正量(位置校正量)也被发送到第1放大器B1(在将校正量保存于第2放大器B2的情况下,被发送到第2放大器B2)。

[0260] 作业者在再次按压并执行操作画面G102中的“自动校正开始”之前,能够将在推力差确认画面G104选择另外的调整次数并执行操作画面G102中的“选择数据校正量反映”的作业进行任意次。

[0261] 作业者若在校正量确认画面G101确认反映后的校正量等,并决定以该内容进行设定,则按压操作画面G102中的与“EEPROM写入”的指示内容CMD1对应的操作区域R1。其结果,反映后的校正量(位置校正量)的数据被保存于第1放大器B1的第1存储部51(EEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory,电可擦除可编程只读存储器))。

[0262] 像这样,在本变形例中,测量系统1基于由特定试验动作得到的测定结果来运算校正系数,使用该校正系数来运算校正量(位置校正量),因此能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0263] 另外,在图11的例子中,为了实现校正量(位置校正量)的表格设计的简化,设想3个参数:校正间隔[脉冲]、往复动作的起点[脉冲]以及往复动作的终点[脉冲]的值分别由作业者(用户)输入并指定。而且,通过作业者输入这些参数的值,从而测量系统1自动地运算并设定校正点数(换言之,分割数)。在像这样指定校正间隔的情况下,可保证以与物理距离相当的脉冲数为基准的设计。

[0264] 不过,不限于此,也可以取代校正间隔,由作业者指定校正点数(分割数)。即,也可以是,为了实现位置校正量的表格设计的简化,3个参数:校正点数(分割数)、往复动作的起点以及往复动作的终点由作业者输入,并且测量系统1自动地运算并设定校正间隔。

[0265] 换言之,测量系统1具备处理部(这里,作为一例,为终端7的处理部71)。处理部71获取试验动作的起点、试验动作的终点以及在从起点到终点之间计算位置校正量的点数即校正点数(分割数),来作为应用于试验动作(例如往复动作)的参数。处理部71根据校正点数、起点以及终点来运算校正间隔。

[0266] 在像这样由用户指定校正点数(分割数)的情况下,为了存储位置校正量的数据所需要的(存储部5等的)存储量以何种程度增加得以保证,可保证以存储量为基准的设计。

[0267] (11)与各种辅助功能有关的变形例

[0268] 以下,关于变形例5(本变形例)涉及的测量系统1,参照图17~图24B来说明。图17是用于说明本变形例的测量系统中的第1功能(单位变换功能)的画面的概念图。图18是用于说明本变形例的第1功能的画面的概念图。图19A是用于说明本变形例的第2功能(向图形式的变换功能)的画面的概念图。图19B是用于说明本变形例的第2功能(向图形式的变换功能)的画面的概念图。图20是用于说明本变形例的第3功能(日期信息的关联建立功能)的画面的概念图。图21A是用于说明本变形例的第4功能(向图表形式的变换功能)的画面的概念图。图21B是用于说明本变形例的第4功能(向图表形式的变换功能)的画面的概念图。图22A

是用于说明本变形例的第5功能(向直方图形式的变换功能)的画面的概念图。图22B是用于说明本变形例的第5功能(向直方图形式的变换功能)的画面的概念图。图23是用于说明本变形例的第6功能(过去数据的比较显示功能)的画面的概念图。图24A是用于说明本变形例的第7功能(针对过去数据以另外的显示形式的比较显示功能)的画面的概念图。图24B是用于说明本变形例的第7功能(针对过去数据以另外的显示形式的比较显示功能)的画面的概念图。变形例5涉及的测量系统1具有辅助作业者(用户)的各种辅助功能(第1~第7功能)。图17~图24B所示的各种用户画面(窗口画面)能够显示于终端7的显示部70(参照图2)。显示在图17~图24B中的各用户画面上的数值只是一例,没有特别限定。此外,显示在图17~图24B之中的若干附图中的用户画面上的(Y1轴与Y2轴的)“转矩差”也可以是“推力差”。

[0269] 变形例5中的辅助功能主要是用户在用户画面上确认与位置校正量的测定有关的信息时辅助用户的功能。所谓该“与位置校正量的测定有关的信息”,能够包含与试验动作有关的设定条件、试验动作中的Y1轴、Y2轴的状态以及与位置校正量的测定结果等有关的数据(也包含过去的数据)。

[0270] [第1功能]

[0271] 变形例5涉及的测量系统1具有第1功能(单位变换功能),来作为辅助功能之一。以下,关于第1功能,参照图17、图18来说明。

[0272] 测量系统1能够将图17所示的用户画面G201显示于终端7的显示部70。若用户例如利用操作部72(参照图1)在终端7启动专用的应用软件,并进行用于开始试验动作的操作输入,则显示用户画面G201。用户画面G201也可以是通过执行用于打开后述的过去的的数据文件FL1的操作而显示的画面。

[0273] 作为一例,用户画面G201包含显示与第1主轴Y1(即Y1轴)有关的设定条件、状态的第1区域H1、以及显示与第2主轴Y2(即Y2轴)有关的设定条件、状态的第2区域H2。用户画面G201示出了以Y1轴的位置为基准来计算Y2轴的位置校正量的情况下的一例,其结果,Y1轴被标记为“基准轴”,Y2轴被标记为“校正轴”。

[0274] 此外,用户画面G201包含以表格(表)形式示出与校正位置以及校正值(位置校正量)等有关的测定结果的表格显示区域H3。该表格显示区域H3也可以说是图9所示的包含校正位置以及校正值等的校正值确认画面G101的显示例的变形例。在图17的例子中,为了方便起见,示出了与3个校正点的编号(“No.1”~“No.3”)对应的校正位置以及校正值等,但校正点的数量没有特别限定,例如可以是10个以上。

[0275] 此外,用户画面G201包含能够输入试验动作中的移动速度以及加减速度等设定条件(参数的数值等)的设定区域H4。这些设定条件能够作为试验动作前的准备而由用户设定(输入)。

[0276] 用户画面G201所显示的[指令单位]例如与图9的校正值确认画面G101同样地,是向马达(M1、M2)的指令脉冲量的单位即[脉冲]。

[0277] 用户在用户画面G201,确认第1区域H1以及第2区域H2,若在设定区域H4完成设定条件的输入,并完成试验动作的准备,则用画面上的指示器等对鼠标(操作部72)进行操作来按压右下的示出“调整开始”的操作区域H5。于是,开始试验动作(位置校正量的测定)。另外,在停止试验动作(位置校正量的测定)的情况下,用户能够通过用指示器等按压示出“调整停止”的操作区域H6来停止试验动作。

[0278] 总之,第1区域H1、第2区域H2、表格显示区域H3以及设定区域H4等同时显示在一个画面(用户画面G201)上,可实现用户的便利性。

[0279] 这里,用户画面G201还包含用于用户选择(指定)显示单位的选择区域H7。若用户用画面上的指示器等按压选择区域H7的下箭头标志,则能够选择的多个显示单位的一览作为列表被显示(所谓的下拉功能)。在图17的例子中,列表包含[指令单位(脉冲)]以及距离单位[mm]、[μm]、[inch]这4个显示单位,作为初始设定而选择了[指令单位(脉冲)]。

[0280] 用户通过从该列表中选择[指令单位]以外的1个显示单位,从而在用户画面G201中显示为[指令单位]的数值被变换为所选择的显示单位的数值来显示。

[0281] 换言之,测量系统1具备处理部(这里,作为一例,为终端7的处理部71)。处理部71使至少包含位置校正量(校正值)的数据显示于显示部70。处理部71进行显示单位的变换,使得在显示部70的画面上以特定的单位显示的数据的数值以根据(用户的)选择操作而选择的另外的单位来显示。

[0282] 图18示出由于用户在选择区域H7选择了距离[mm]作为显示单位从而[指令单位]变换为距离[mm]的用户画面G202。也就是说,由于选择了显示单位[mm],从而在用户画面G202中,对应的数值被变换而显示。用户画面G202除了显示单位[mm]和其数值以外,与图17的用户画面G201相同。若用户再次在选择区域H7中选择[指令单位(脉冲)],则回到图17的用户画面G201。

[0283] 对于用户而言,有时以指令单位(脉冲)显示的数值难以直观地理解。在第1功能中,用户能够在选择区域H7选择实际的距离[mm]、[μm]、[inch]中的任一者,其结果,用户能够以容易直观地理解的数值确认设定条件、测定结果等。

[0284] 另外,若用户在用户画面G201的选择区域H7选择显示单位,则可以在后述的与第2功能~第7功能有关的用户画面中,也自动地显示在用户画面G201中选择的单位下的数值。具体地,例如若在用户画面G201选择距离[mm],则可以分别在图19A、图19B所示的用户画面G301、G302中,也以距离[mm]的单位自动地显示数值。此外,可以设为,在与第2功能~第7功能有关的用户画面中也显示选择区域H7,用户也能够在与第2功能~第7功能有关的用户画面中进行显示单位的选择。

[0285] [第2功能]

[0286] 变形例5涉及的测量系统1具有第2功能(向图形式的变换功能)来作为辅助功能之一。以下,关于第2功能,参照图19A、图19B来说明。

[0287] 测量系统1能够将图19A所示的用户画面G301以及图19B所示的用户画面G302显示于终端7的显示部70。

[0288] 用户画面G301例如与图17的用户画面G201以及图18的用户画面G202同样地,包含表格显示区域H3。用户画面G301可以是用户画面G201或G202的一部分,也可以是与用户画面G201、G202独立地显示的画面。用户画面G301也可以是通过执行用于打开后述的过去的的数据文件FL1的操作而显示的画面。

[0289] 此外,用户画面G301还包含选择区域H8,选择区域H8用于用户选择(指定)与包含校正位置、校正值以及转矩差等的数据有关的显示形式。若用户用画面上的指示器等按压选择区域H8的下箭头标志,则能够选择的多个显示形式的一览作为列表而被显示(下拉功能)。

[0290] 在图19A的例子中,列表包含[表形式]和[图形式]这2个显示形式,选择表格显示区域H3那样的[表形式]来作为初始设定。

[0291] 用户从该列表中选择[表形式]以外的1个显示形式,这里选择[图形式],由此,如图19B所示,对包含校正位置、校正值以及转矩差等的的数据以图形式被标记的用户画面G302进行显示。用户画面G302可以在保持用户画面G301被显示的状态下追加进行显示,也可以关闭用户画面G301并取代其而进行显示。总之,测量系统1具有使在画面上以特定的显示形式显示的包含校正值等的的数据变换为根据用户的选择操作而选择的另外的显示形式(在该例子中从表形式向图形式变换)来显示的第2功能。

[0292] 用户画面G302包含图显示区域H9,该图显示区域H9描绘出将Y1轴以及Y2轴的各轴进行了示意化的横轴,在该横轴示出3个校正点的编号(“1”~“3”),并示出了每个校正点的校正轴的Y2轴相对于基准轴的Y1轴的位置的校正位置、校正值以及转矩差。

[0293] 根据第2功能,用户能够根据选择操作,使包含校正值等的的数据简单地以表形式来显示或以图形式来显示。因此,用户更容易确认包含校正值等的的数据。特别是,通过包含校正值等的的数据以图形式被显示,从而用户容易更直观地理解。

[0294] 另外,在该例子中,设想使已经以特定的显示形式处于显示中的数据根据用户的选择操作被变换为另外的显示形式来显示而进行了说明,但并非必须进行“从特定的显示形式向另外的显示形式的变换”。也就是说,测量系统1的处理部(这里为处理部71)也可以使至少包含位置校正量(校正值)的数据以根据(用户的)选择操作而选择的显示形式(这里为表形式或图形式)显示于显示部70。

[0295] [第3功能]

[0296] 变形例5涉及的测量系统1具有第3功能(日期信息的关联建立功能)来作为辅助功能之一。以下,关于第3功能,参照图20来说明。

[0297] 测量系统1能够将图20所示的用户画面G401显示于终端7的显示部70。

[0298] 用户画面G401例如与图17的用户画面G201以及图18的用户画面G202同样地,包含表格显示区域H3以及设定区域H4等。用户画面G401可以是用户画面G201或G202的一部分,也可以是与用户画面G201、G202独立地显示的画面。

[0299] 用户画面G401例如是能够通过用户用画面上的指示器等选择1个或多个数据文件FL1(参照图20)之中的1个、并执行用于打开该数据文件FL1的操作而显示的画面。数据文件FL1能够包含过去执行试验动作时的校正值(位置校正量)等测定结果以及在测定时设定的设定条件(参数的数值)等的至少一部分的数据。在图20的例子中,过去执行试验动作时的测定结果被显示于表格显示区域H3,在该测定时设定的参数的数值被显示于设定区域H4。

[0300] 数据文件FL1并非必须包含测定结果和设定条件这两者。例如,数据文件FL1可以仅包含测定结果和设定条件之中设定条件的管理用的设定条件,也可以相反地仅包含测定结果的管理用的测定结果。数据文件FL1例如能够在测定的结束后被保存于存储部73等,并在任意的时机显示内容。

[0301] 这里,测量系统1具有在生成数据文件FL1时将上述的数据与执行试验动作(校正值的测定)的日期信息建立关联的第3功能。换言之,测量系统每当执行试验动作时生成将上述的数据与日期信息建立了关联的数据文件FL1并进行保存。通过打开数据文件FL1而显示的用户画面G401还包含日期显示区域H10。在图20的例子中,日期显示区域H10示出与试

验动作有关的日期信息,该试验动作使用被显示于设定区域H4的参数的数值等来执行,并得到了在表格显示区域H3显示中的测定结果。在图20的例子中,日期信息像“测定日:2023/07/10 14:27”这样示出实施校正值的测定的年月日和时刻(例如校正值的测定结束的时刻)。

[0302] 根据第3功能,用户容易管理过去的的数据(数据文件FL1)。此外,用户在例如浏览过去的测定结果、过去的测定所使用的设定条件,或者再次使用在过去的测定时使用的设定条件并之后开始进行测定的情况下,能够在日期显示区域H10确认实施了测定的日期信息。因此,进一步提高便利性。另外,在再次使用过去的设定条件来进行测定的情况下,若用指示器等按压处于图20的用户画面G401的右下的“调整开始”,则能够执行使用了被显示于设定区域H4的参数的数值等的试验动作。

[0303] [第4功能]

[0304] 变形例5涉及的测量系统1具有第4功能(向图表形式的变换功能)来作为辅助功能之一。以下,关于第4功能,参照图21A、图21B来说明。第4功能是与参照图19A、图19B说明过的第2功能类似的功能。

[0305] 测量系统1能够将图21A所示的用户画面G501以及图21B所示的用户画面G502显示于终端7的显示部70。

[0306] 用户画面G501例如与图17的用户画面G201、图18的用户画面G202、图19A的用户画面G301以及图20的用户画面G401同样地,包含表格显示区域H3。用户画面G501可以是用户画面G201或G202的一部分,也可以是用户画面G301,也可以是与用户画面G201、G202、G301独立地显示的画面。也就是说,用户画面G501也可以是像用户画面G201那样通过试验动作的开始而显示的画面,也可以是像图20的用户画面G401那样通过执行用于打开过去的的数据文件FL1的操作而显示的画面。

[0307] 此外,用户画面G501还包含变更区域H11,变更区域H11用于用户将包含校正位置、校正值以及转矩差等的数据的显示形式从表形式变更(变换)为另外的显示形式。若用户画面上的指示器等按压变更区域H11的下箭头标志,则能够选择的多个显示形式的一览作为列表而被显示(下拉功能)。在图21A的例子中,列表包含[图表]和[直方图]这2个显示形式。

[0308] 通过用户从该列表中选择[图表],从而如图21B所示,基于包含校正位置、校正值以及转矩差等的数据来显示以图表形式标记的用户画面G502。用户画面G502可以在保持用户画面G501被显示的状态下追加显示,也可以关闭用户画面G501并取代其而显示。

[0309] 像这样,测量系统1具有第4功能,第4功能使在画面上以特定的显示形式(这里为表形式)显示的包含校正值等的的数据,以根据用户的选择操作而选择的另外的显示形式(这里图表形式)来显示。

[0310] 用户画面G502包含图表显示区域H12,图表显示区域H12将校正点设为横轴(还一并记载Y1轴的位置),并将Y2轴的位置相对于Y1轴的位置的校正值设为纵轴。在图表显示区域H12中,示出了基于表格显示区域H3所示的测定结果的折线曲线图。在图表显示区域H12中,还一并记载了测定结果的转矩差。

[0311] 根据第4功能,用户能够使包含校正值等的的数据简单地以表形式来显示或以图表形式来显示。因此,用户更容易确认包含校正值等的的数据。特别是,通过包含校正值等的数

据以图表形式被显示,从而用户容易更直观地理解校正点间的校正值的变化比例。

[0312] 另外,在该例子中,设想使已经以特定的显示形式处于显示中的数据根据用户的选择操作而变换为另外的显示形式来显示,从而进行了说明,但并非必须进行“从特定的显示形式向另外的显示形式的变换”。也就是说,测量系统1的处理部(这里为终端7的处理部71)也可以使至少包含位置校正量(校正值)的数据以根据(用户的)选择操作而选择的显示形式(这里图表形式)来显示于显示部70。

[0313] [第5功能]

[0314] 变形例5涉及的测量系统1具有第5功能(向直方图形式的变换功能)来作为辅助功能之一。以下,关于第5功能,参照图22A、图22B来说明。第5功能是相当于参照图21A、图21B说明的第4功能的变形例的功能。

[0315] 测量系统1能够将图22A所示的用户画面G503以及图21B所示的用户画面G504显示于终端7的显示部70。

[0316] 图22A的用户画面G503与图21A的用户画面G501等同样地,包含表格显示区域H3。另外,在图22A中,例示了校正点的数量、测定结果的数值与图21A不同的表格显示区域H3。此外,用户画面G503与用户画面G501同样地,还包含变更区域H11。在图22A的例子中,列表也包含[图表]和[直方图]这2个显示形式。

[0317] 通过用户从该列表中选择[直方图],从而如图22B所示,基于包含校正值等的数据来显示以直方图形式标记的用户画面G504。用户画面G504可以在保持用户画面G503被显示的状态下追加显示,也可以关闭用户画面G503并取代其而进行显示。

[0318] 像这样,测量系统1具有第5功能,第5功能使在画面上以特定的显示形式(这里为表形式)显示的包含校正值等的的数据,以根据用户的选择操作而选择的另外的显示形式(这里直方图形式)来显示。

[0319] 用户画面G504包含直方图显示区域H13,直方图显示区域H13将频次(频度)设为纵轴,将与校正值有关的等级(区间)设为横轴,并示出各区间所包含的(测定结果的)校正值的次数(频次)的分布特性(直方图)。

[0320] 根据第5功能,用户能够使包含校正位置、校正值以及转矩差等的的数据简单地以表形式来显示、或以直方图形式来显示。因此,用户更容易确认这些数据。特别是,通过这些数据以直方图形式被显示,从而用户容易更直观地理解校正值的偏差情况。

[0321] 另外,在该例子中,也设想使已经以特定的显示形式处于显示中的数据根据用户的选择操作而变换为另外的显示形式来显示而进行了说明,但并非必须进行“从特定的显示形式向另外的显示形式的变换”。也就是说,测量系统1的处理部(这里为终端7的处理部71)也可以使至少包含位置校正量(校正值)的数据以根据(用户的)选择操作而选择的显示形式(这里直方图形式)来显示于显示部70。根据选择操作而选择的数据的显示形式优选为表形式、图形式、图表形式以及直方图形式中的任意形式。

[0322] 此外,图21B的图表显示区域H12和图22B的直方图显示区域H13不仅可择一地切换,也可以同时显示于一个画面。例如,也可以将表格显示区域H3包含在内,在一个画面同时显示图表显示区域H12以及直方图显示区域H13。

[0323] [第6功能]

[0324] 变形例5涉及的测量系统1具有第6功能(过去数据的比较显示功能)来作为辅助功

能之一。以下,关于第6功能,参照图23来说明。

[0325] 测量系统1能够将图23所示的用户画面G601以及用户画面G602显示于终端7的显示部70。

[0326] 用户进行如下操作:例如在示出保存有各自至少包含测定结果的多个数据文件FL1的文件夹的特定的画面上,用指示器等选择认为想要对彼此的测定结果进行比较的任意2个以上的数据文件FL1。另外,关于数据文件FL1,在第3功能一栏进行了说明,因此省略这里的详细的说明。此外,以下,作为一例,对2个数据文件FL1被选择的情况进行说明,但也可以是3个以上(例如3个)的数据文件FL1被选择并进行比较。

[0327] 用户画面G601是示出作为比较对象而由用户选择的第1数据文件FL11和第2数据文件FL12的画面的一例。

[0328] 在图23的例子中,第1数据文件FL11是包含在测定日为2023年7月10日且在时刻14时27分得到的测定结果的过去的数据文件。此外,第2数据文件FL12是包含在测定日为2023年8月3日且在时刻15时14分得到的测定结果的过去的数据文件。

[0329] 例如,第2数据文件FL12包含最近的数据,第1数据文件FL11能够包含比第2数据文件FL12的数据旧的数据。更具体地,用户有时选择进行本次测定而生成的第2数据文件FL12、和进行上次测定而生成的第1数据文件FL11,进行校正值等的比较,并进行Y1轴、Y2轴等装置的经年劣化的程度等的判断。

[0330] 若用户选择第1数据文件FL11和第2数据文件FL12,并在画面上用指示器等按压用于执行比较的操作按钮,则显示用户画面G602。用户画面G602可以在保持用户画面G601被显示的状态下追加显示,也可以关闭用户画面G601并取代其而进行显示。

[0331] 用户画面G602包含第1数据文件FL11中的校正值等测定结果和第2数据文件FL12中的校正值等测定结果以[表形式]左右排列的表格显示区域H14。

[0332] 这里,测量系统1针对判定为相对于第1数据文件FL11的测定结果的数值的差大于给定值的、第2数据文件FL12的测定结果的数值,在表格显示区域H14内进行强调显示H15。作为强调显示H15,测量系统1例如针对成为对象的数值,用框包围或通过着色来进行显示。也就是说,测量系统1在表格显示区域H14内进行强调显示H15,关于那样的数值的存在而对用户进行注意唤起。

[0333] 也就是说,测量系统1具有第6功能,该第6功能针对根据用户的选择操作而指定的2个以上(这里,作为一例为2个)的过去数据,使其以表形式来显示,以使得容易进行比较。此外,测量系统1还具有如下的功能:针对所指定的2个以上(这里作为一例为2个)的过去数据,进行自动比较判定,若是判定为差大于给定值的数值,则针对该数值进行强调显示H15。

[0334] 像这样,测量系统1具备处理部和存储部(这里,作为一例,为处理部71和存储部73)。处理部71使至少包含位置校正量(校正值)的数据显示于显示部70。每当执行试验动作时,存储部73将数据存储为履历信息(数据文件FL1的存储)。处理部71使存储部73中存储的过去的多个数据(数据文件FL1)之中、根据选择操作而选择的2个以上的数据(数据文件FL1)以能够相互比较的方式来显示。此外,处理部71使2个以上的数据以根据选择操作而选择的显示形式(这里为表形式)来显示。

[0335] 根据第6功能,至少包含校正值的过去的2个以上的数据在一个画面以表形式来显示,因此能够进行辅助,以使得用户容易确认Y1轴、Y2轴等装置的特性。特别是,用户对新的

数据和旧的数据这2个(或2个以上)数据进行比较,并且在新的数据的校正值比旧的数据的校正值更大的情况下,容易进行Y1轴、Y2轴等装置的经年劣化正在进展这样的判断。

[0336] 上述的“若有判定为差大于给定值的数值”这样的用于进行强调显示的判定条件只是一例,不限于于此。例如,也可以相反地,若是判定为差小于规定值的数值,则针对该数值进行强调显示H15,也可以是,若是差处于“给定的范围外(或给定的范围内)”的数值,则针对该数值进行强调显示H15。

[0337] 进一步地,或者也可以是,以“若有判定为差大于成为比较对象的(例如第1数据文件FL11的)数值的5%(或小于5%)的数值”这样的判定条件,也就是以使用了“比例”的判定条件,进行强调显示H15。此外,可以根据存在差异的参数的种类而适当变更判定条件。

[0338] 此外,也可以是,上述的给定值、规定值、给定的范围、比例能够由用户在用户画面适当地指定。

[0339] [第7功能]

[0340] 变形例5涉及的测量系统1具有第7功能(以图表形式进行的比较显示功能以及以直方图形式进行的比较显示功能)来作为辅助功能之一。以下,关于第7功能,参照图24A、图24B来说明。第7功能是相当于参照图23说明的第6功能的变形例的功能。

[0341] 测量系统1能够将图24A所示的用户画面G603以及图24B所示的用户画面G604显示于终端7的显示部70。

[0342] 用户例如进行如下操作:在示出保存有各自至少包含测定结果的多个数据文件FL1的文件夹的特定的画面上,用指示器等选择认为想要对彼此的测定结果进行比较的任意2个以上的数据文件FL1。这里,作为一例,设想选择了第6功能中说明的第1数据文件FL11和第2数据文件FL12。也就是说,对2个数据文件FL1被选择了的情况进行说明。然而,也可以选择3个以上(例如3个)的数据文件FL1。关于数据文件FL1、第1数据文件FL11以及第2数据文件FL12,在第3功能一栏以及第6功能一栏进行了说明,因此省略这里的详细的说明。

[0343] 若用户选择第1数据文件FL11和第2数据文件FL12,并在画面上用指示器等按压用于执行比较的操作按钮,则显示用户画面G603(参照图24A)。用户画面G603也可以与图23的表形式的用户画面G602成组地显示。

[0344] 用户画面G603与例如图21B的用户画面G502同样地,包含将校正点设为横轴(还一并记载Y1轴的位置)、并将Y2轴的位置相对于Y1轴的位置的校正值设为纵轴的图表显示区域H16。图表显示区域H16例如示出表示图23的表格显示区域H3中的第1数据文件FL11的测定结果(校正值)的折线曲线图W1、和表示第2数据文件FL12的测定结果(校正值)的折线曲线图W2。

[0345] 此外,用户画面G603还包含用于用户从图表形式和直方图形式这2个显示形式选择1个显示形式的选择区域H17。若用户用画面上的指示器等按压选择区域H17的下箭头标志,则能够选择的多个显示形式的一览作为列表而被显示(下拉功能)。在图24A的例子中,列表包含[图表]和[直方图]这2个显示形式。这里选择了[图表]来作为初始设定。用户能够通过从该列表中选择[图表]或[直方图],来将显示形式切换为图表形式(参照图24A)或直方图形式(参照图24B)。

[0346] 如图24B所示,例如与图22B的用户画面G504同样地,用户画面G604包含直方图显示区域H18,直方图显示区域H18将频次(频度)设为纵轴,将与校正值有关的等级(区间)设

为横轴,并示出各区间所包含的(测定结果的)校正值的次数(频次)的分布图(直方图)。用户画面G604与用户画面G603同样地,还包含选择区域H17。

[0347] 直方图显示区域H18例如示出基于第1数据文件FL11的测定结果的各区间的校正值的次数的分布特性Q1、和基于第2数据文件FL12的测定结果的各区间的校正值的次数的分布特性Q2。

[0348] 像这样,测量系统1具有第7功能,第7功能针对根据用户的选择操作而指定的2个以上的过去数据,使其以与来自用户的选择操作相应的显示形式(图表形式、直方图形式)来显示,使得容易进行比较。

[0349] 根据第7功能,至少包含校正值的过去的2个以上的数据在一个画面以图表形式、或直方图形式来显示,因此能够进行辅助以使得用户容易确认Y1轴、Y2轴等装置的特性。特别是,用户对以图表形式显示的新的数据和旧的数据这2个(或2个以上)数据进行比较,根据校正点间的校正值的变化比例的差异,容易更直观地理解Y1轴、Y2轴等装置的经年劣化的进展程度。此外,用户对以直方图形式显示的新的数据和旧的数据这2个(或2个以上)数据进行比较,根据校正值的偏差情况的差异,容易更直观地理解Y1轴、Y2轴等装置的经年劣化的进展程度。

[0350] 另外,图表显示区域H16和直方图显示区域H18不仅可择一地切换,也可以同时显示于一个画面。例如,也可以还将图23的表格显示区域H14包含在内,在一个画面同时显示图表显示区域H16以及直方图显示区域H18。

[0351] 此外,选择区域H17也可以显示于图23的用户画面G602,在列表中,也可以包含表形式、图表形式、直方图形式这3个显示形式,用户能够从3个显示形式中选择。

[0352] 另外,在该例子中,也设想使已经以特定的显示形式处于显示中的数据根据用户的选择操作而变换为另外的显示形式来显示而进行了说明,但并非必须进行“从特定的显示形式向另外的显示形式的变换”。也就是说,处理部71也可以使存储部73中存储的过去的多个数据(数据文件FL1)之中、根据选择操作而选择的2个以上的数据(数据文件FL1)以能够相互比较的方式来显示。此外,处理部71也可以使2个以上的数据以根据选择操作而选择的显示形式(这里为图表形式、或直方图形式)来显示。另外,根据选择操作而选择的2个以上的数据的显示形式优选为表形式、图形式、图表形式以及直方图形式中的任意形式。

[0353] (总结)

[0354] 根据以上说明的实施方式等,公开了以下的方式。

[0355] 第1方式涉及的测量系统(1)进行应用于同步驱动系统(2)的位置校正量的测定。同步驱动系统(2)具备第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)、和第1控制部(31)以及第2控制部(32)。第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)经由副轴(X1)而相互平行地连结。第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)分别具有第1马达(M1)以及第2马达(M2)。第1控制部(31)以及第2控制部(32)分别控制第1马达(M1)以及第2马达(M2),使得第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)同步地在轴方向(D1)上移动。测量系统(1)具备指令部(10)、第1获取部(11)、第2获取部(12)和计算部(14)。指令部(10)向第1控制部(31)以及第2控制部(32)提供相同的位置指令,使第1控制部(31)以及第2控制部(32)执行第1马达(M1)以及第2马达(M2)的控制,以使得进行第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)同步地向指定的位置移动的试验动作。第1获取部(11)获取与试验动作中的施加于第1主轴(Y1)的第1力以及施加于第2主轴(Y2)的第2力有关的第1信息。第2获取部

(12) 获取与试验动作中的第1马达 (M1) 以及第2马达 (M2) 的位置有关的第2信息。计算部 (14) 基于第1信息以及第2信息, 来计算第1马达 (M1) 以及第2马达 (M2) 中的至少一者的位置校正量, 使得校正第1主轴 (Y1) 以及第2主轴 (Y2) 之间的位置偏移。

[0356] 根据上述的方式, 应用于同步驱动系统 (2) 的位置校正量基于与施加于第1主轴 (Y1) 的第1力以及施加于第2主轴 (Y2) 的第2力有关的第1信息以及第2信息来计算。因此, 在测量系统 (1) 中, 有可实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响这样的优点。

[0357] 第2方式涉及的测量系统 (1) 在第1方式中, 计算部 (14) 求出同一时间下的第1力以及第2力的差分值, 将校正系数与该差分值相乘来计算位置校正量。

[0358] 根据上述的方式, 与位置校正量有关的精度变得更加优良, 能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0359] 第3方式涉及的测量系统 (1) 在第2方式中, 还具备第3获取部 (13)、和系数运算部 (15)。第3获取部 (13) 获取第3信息, 第3信息与关于将第1马达 (M1) 以及第2马达 (M2) 各自包括在内的驱动系统 (A1) 中的振动的频率特性有关。系数运算部 (15) 基于第1主轴 (Y1) 以及第2主轴 (Y2) 各自的负载质量和第3信息, 来运算校正系数。

[0360] 根据上述的方式, 与位置校正量有关的精度变得更加优良, 能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0361] 第4方式涉及的测量系统 (1) 在第2方式中, 还具备运算校正系数的系数运算部 (15)。试验动作还包括特定试验动作, 该特定试验动作提供不同的位置指令, 并且第1主轴 (Y1) 以及第2主轴 (Y2) 同步地向指定的位置移动, 使得在第1主轴 (Y1) 与第2主轴 (Y2) 之间产生给定的移动量的偏移。系数运算部 (15) 基于与特定试验动作中的第1力以及第2力有关的第4信息以及给定的移动量, 来运算校正系数。

[0362] 根据上述的方式, 与位置校正量有关的精度变得更加优良, 能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0363] 第5方式涉及的测量系统 (1) 在第4方式中, 试验动作还包括基准试验动作, 该基准试验动作提供相同的位置指令, 从而第1主轴 (Y1) 以及第2主轴 (Y2) 同步地向指定的位置移动。系数运算部 (15) 基于第4信息、给定的移动量以及与基准试验动作中的第1力以及第2力有关的第5信息, 来运算校正系数。

[0364] 根据上述的方式, 与位置校正量有关的精度变得更加优良, 能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0365] 第6方式涉及的测量系统 (1) 在第5方式中, 第4信息包含与特定差分值有关的信息, 该特定差分值是特定试验动作中的同一时间下的第1力以及第2力的差分值。第5信息包含与基准差分值有关的信息, 该基准差分值是基准试验动作中的同一时间下的第1力以及第2力的差分值。系数运算部 (15) 基于特定差分值相对于基准差分值的变化量以及给定的移动量, 来运算校正系数。

[0366] 根据上述的方式, 与位置校正量有关的精度变得更加优良, 能够进一步抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。

[0367] 第7方式涉及的测量系统 (1) 在第1~第6方式中的任一方式中, 计算部 (14) 以第1马达 (M1) 以及第2马达 (M2) 中的任一者的位置为基准, 来计算另一者的位置校正量。

[0368] 根据上述的方式, 相比于与第1马达 (M1) 以及第2马达 (M2) 的位置独立地设定成为

基准的位置的情况,容易计算位置校正量。

[0369] 第8方式涉及的测量系统(1)在第1~第7方式中的任一方式中,还具备处理部(71)。处理部(71)获取试验动作的起点、试验动作的终点以及校正点数,来作为应用于试验动作的参数,校正点数是在从起点到终点之间计算位置校正量的点数。处理部(71)根据校正点数、起点以及终点来运算校正间隔。

[0370] 根据上述的方式,例如在用户指定校正点数的情况下,存储位置校正量的数据所需要的(存储部5等的)存储量以何种程度增加得以保证,可保证以存储量为基准的设计。

[0371] 第9方式涉及的测量系统(1)在第1~第7方式中的任一方式中,还具备处理部(71)。处理部(71)使显示部(70)显示至少包含位置校正量的数据。处理部(71)进行显示单位的变换,使得在显示部(70)的画面上以特定的单位显示的数据的数值以根据选择操作而选择的另外的单位来显示。

[0372] 根据上述的方式,用户能够以容易更直观地理解的数值来进行设定条件、测定结果等的确认。

[0373] 第10方式涉及的测量系统(1)在第1~第7方式中的任一方式中,还具备处理部(71)。处理部(71)使显示部(70)显示至少包含位置校正量的数据。处理部(71)使数据以根据选择操作而选择的显示形式来显示。显示形式是表形式、图形式、图表形式以及直方图形式中的任意形式。

[0374] 根据上述的方式,用户更容易确认数据。

[0375] 第11方式涉及的测量系统(1)在第1~第7方式中的任一方式中,还具备处理部(71)和存储部(73)。处理部(71)使显示部(70)显示至少包含位置校正量的数据。每当执行试验动作时,存储部(73)将数据存储为履历信息。处理部(71)使存储部(73)中存储的过去的多个数据之中根据选择操作而选择的2个以上的数据以能够相互比较的方式显示。

[0376] 根据上述的方式,用户容易比较包含位置校正量的过去的2个以上的数据。

[0377] 第12方式涉及的测量系统(1)在第11方式中,处理部(71)使2个以上的数据以根据选择操作而选择的显示形式显示。显示形式是表形式、图形式、图表形式以及直方图形式中的任意形式。

[0378] 根据上述的方式,用户更容易比较包含位置校正量的过去的2个以上的数据。

[0379] 第13方式涉及的控制装置(C1)具备从第1~第12方式中的任一方式中的测量系统(1)被输入位置指令的第1控制部(31)以及第2控制部(32)中的任一个控制部(3)。控制部(3)基于位置指令来执行第1马达(M1)以及第2马达(M2)之中对应的马达的控制,使得进行第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)之中对应的主轴向指定的位置移动的试验动作。控制装置(C1)还具备第1输出部(41)和第2输出部(42)。第1输出部(41)输出与试验动作中的施加于主轴的力有关的第1信息。第2输出部(42)输出与试验动作中的马达的位置有关的第2信息。

[0380] 根据上述的方式,能够提供可实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响的控制装置(C1)。

[0381] 第14方式涉及的控制装置(C1)具备从第1~第12方式中的任一方式中的测量系统(1)被输入位置指令的第1控制部(31)以及第2控制部(32)中的任一个控制部(3)。控制装置(C1)具有与测量系统(1)中的指令部(10)、第1获取部(11)、第2获取部(12)以及计算部(14)有关的功能之中的、至少一部分的功能。

[0382] 根据上述的方式,能够提供可实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响的控制装置(C1)。

[0383] 第15方式涉及的控制装置(C1)具备从第1~第12方式中的任一方式中的测量系统(1)被输入位置指令的第1控制部(31)以及第2控制部(32)中的任一控制部(3)。控制装置(C1)还具备对包含由计算部(14)计算出的位置校正量的校正信息进行存储的存储部(5)。控制部(3)在试验动作或通常的运转动作中,基于存储部(5)中存储的校正信息,来执行第1马达(M1)以及第2马达(M2)之中对应的马达的控制。

[0384] 根据上述的方式,能够提供可实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响的控制装置(C1)。

[0385] 第16方式涉及的测量方法进行应用于同步驱动系统(2)的位置校正量的测定。同步驱动系统(2)具备第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)、和第1控制部(31)以及第2控制部(32)。第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)经由副轴(X1)而相互平行地连结。第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)分别具有第1马达(M1)以及第2马达(M2)。第1控制部(31)以及第2控制部(32)分别控制第1马达(M1)以及第2马达(M2),使得第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)同步地在轴方向(D1)上移动。测量方法包括指令处理步骤、第1获取处理步骤、第2获取处理步骤和计算处理步骤。在指令处理步骤中,向第1控制部(31)以及第2控制部(32)提供相同的位置指令,使第1控制部(31)以及第2控制部(32)执行第1马达(M1)以及第2马达(M2)的控制,以使得进行第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)同步地向指定的位置移动的试验动作。在第1获取处理步骤中,获取与试验动作中的施加于第1主轴(Y1)的第1力以及施加于第2主轴(Y2)的第2力有关的第1信息。在第2获取处理步骤中,获取与试验动作中的第1马达(M1)以及第2马达(M2)的位置有关的第2信息。在计算处理步骤中,基于第1信息以及第2信息,来计算第1马达(M1)以及第2马达(M2)中的至少一者的位置校正量,使得校正第1主轴(Y1)以及第2主轴(Y2)之间的位置偏移。

[0386] 根据上述的方式,能够提供可实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响的测量方法。

[0387] 第17方式涉及的程序是用于使1个以上的处理器执行第16方式中的测量方法的程序。

[0388] 根据上述的方式,能够提供可实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响的功能。

[0389] 关于第2~12方式涉及的结构,并非是测量系统(1)所必须的结构,能够适当省略。

[0390] 产业上的可利用性

[0391] 根据本公开的测量系统、控制装置、测量方法以及程序,能够实现抑制由于轴间的干涉而可能产生的影响。因此,公开的测量系统、控制装置、测量方法以及程序在产业上是有用的。

[0392] 附图标记说明

[0393] 1 测量系统

[0394] 10 指令部

[0395] 11 第1获取部

[0396] 12 第2获取部

- [0397] 13 第3获取部
- [0398] 14 计算部
- [0399] 15 系数运算部
- [0400] 2 同步驱动系统
- [0401] 3 控制部
- [0402] 31 第1控制部
- [0403] 32 第2控制部
- [0404] 41 第1输出部
- [0405] 42 第2输出部
- [0406] 5 存储部
- [0407] 51 第1存储部
- [0408] 52 第2存储部
- [0409] 53 电力变换部
- [0410] 70 显示部
- [0411] 71 处理部
- [0412] 73 存储部
- [0413] A1 驱动系统
- [0414] A11 第1驱动系统
- [0415] A12 第2驱动系统
- [0416] C1 控制装置
- [0417] D1 轴方向
- [0418] M1 第1马达
- [0419] M2 第2马达
- [0420] P1、P2 处理部
- [0421] X1 副轴
- [0422] Y1 第1主轴
- [0423] Y2 第2主轴。

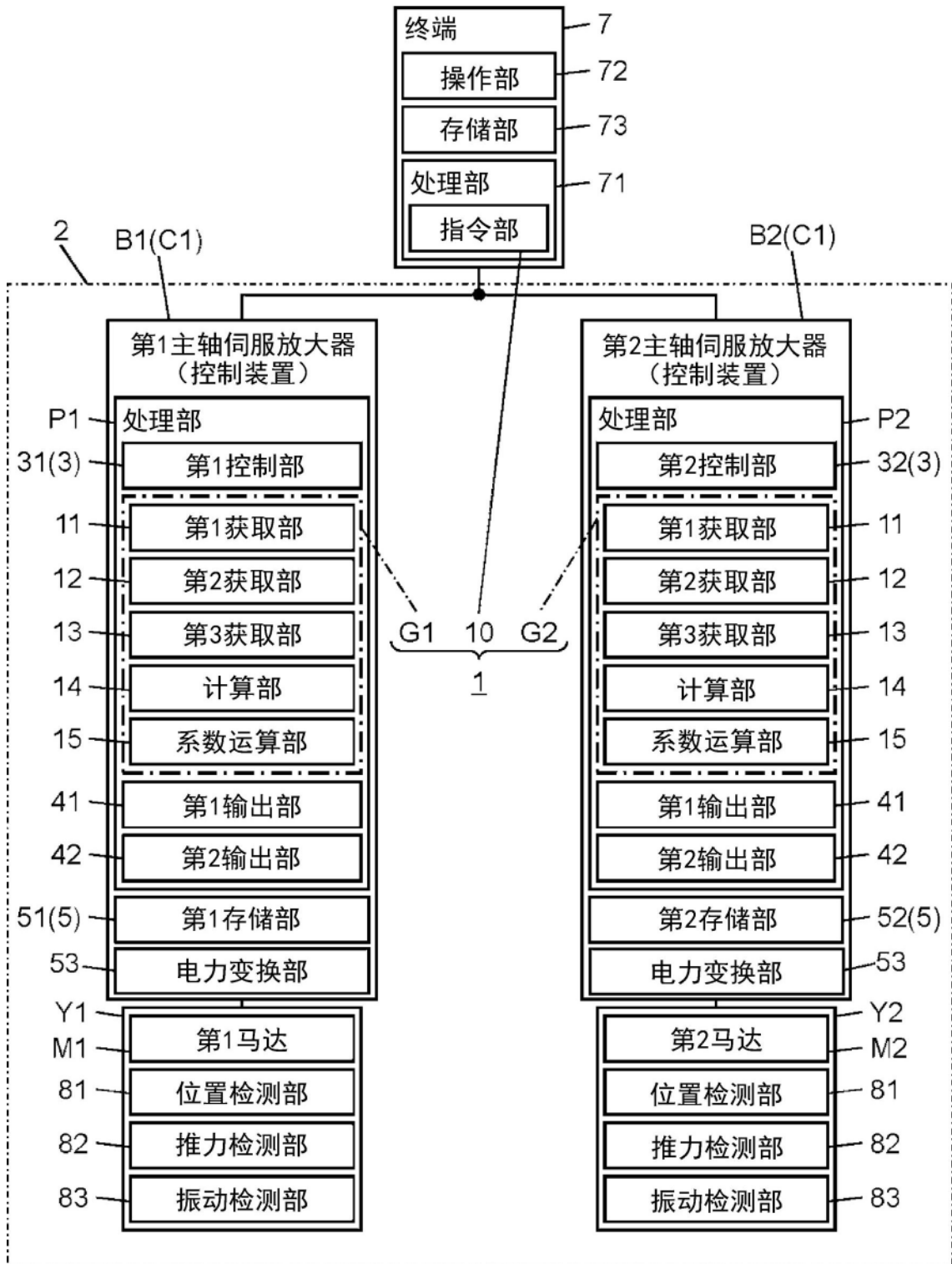


图1

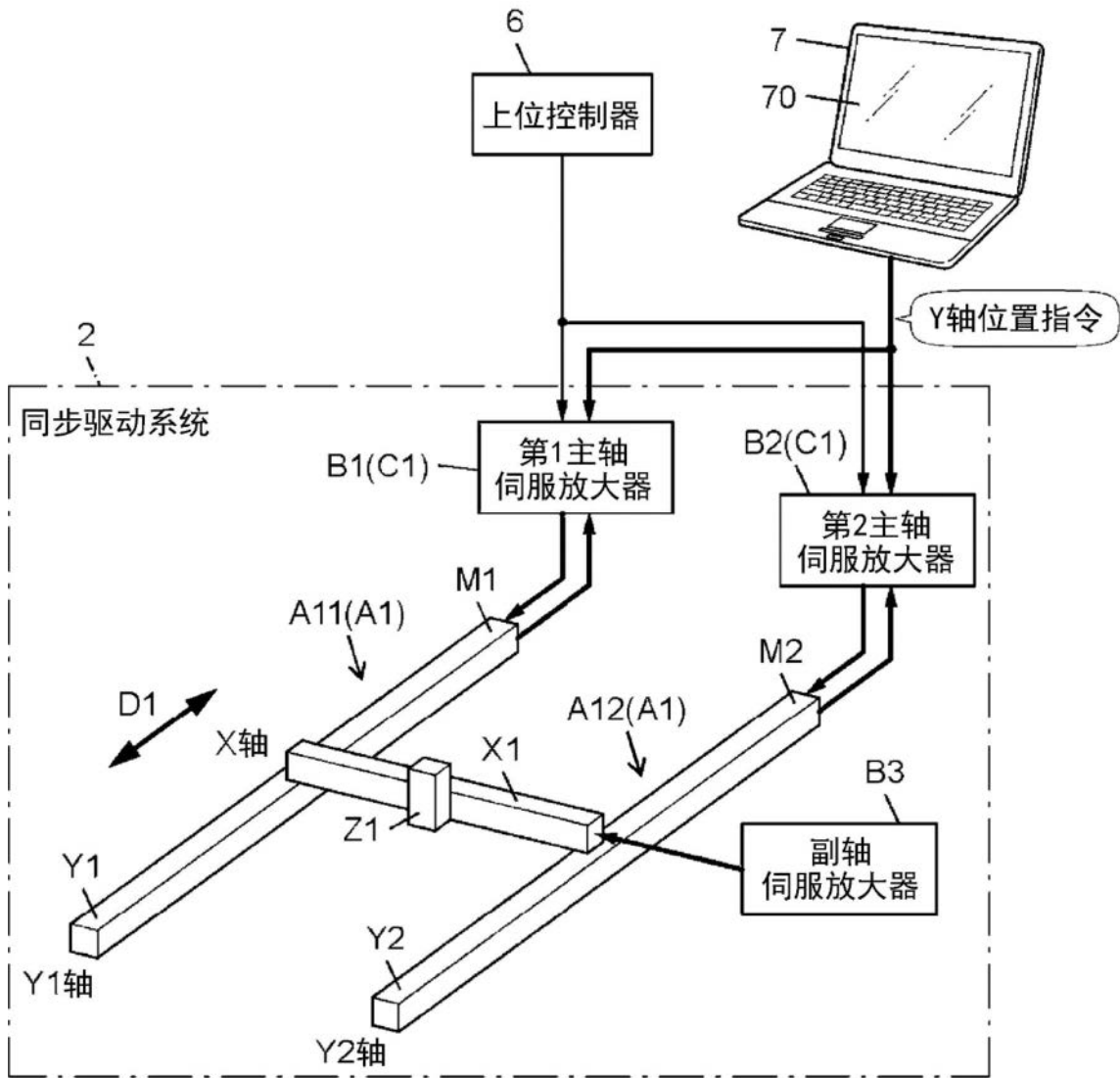


图2

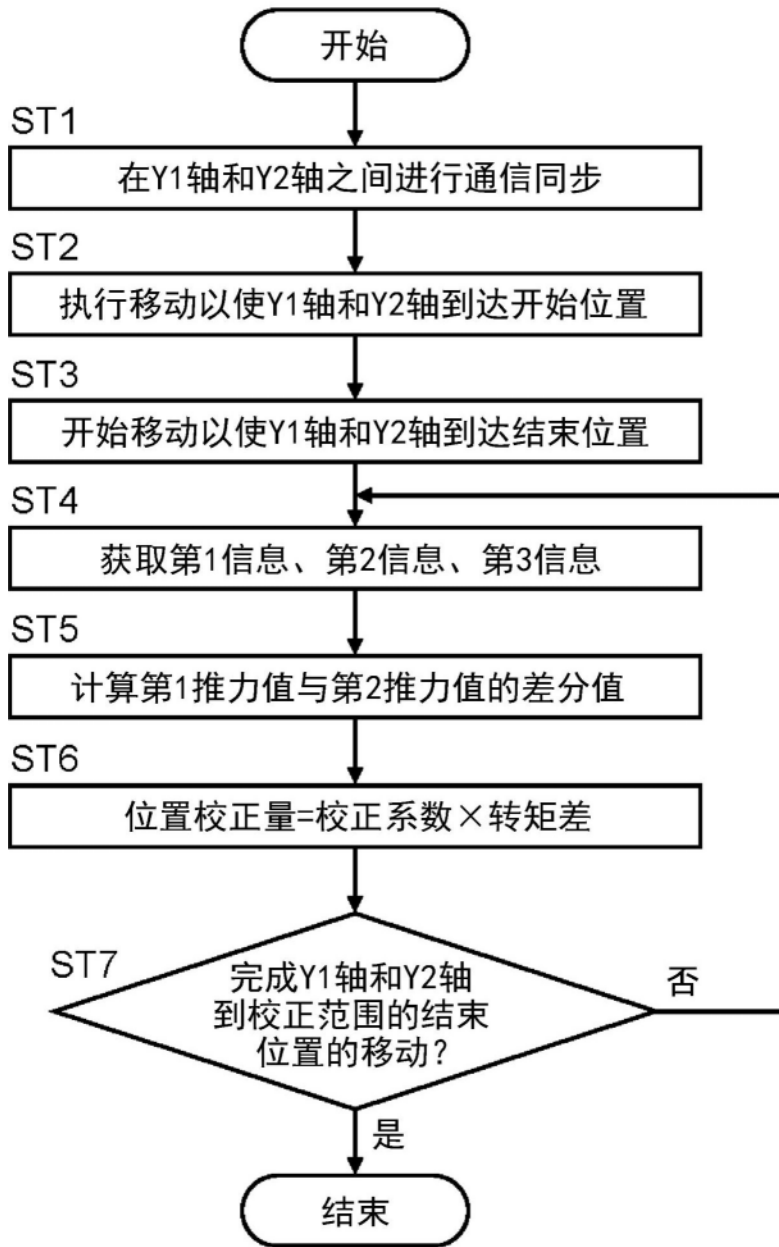


图3

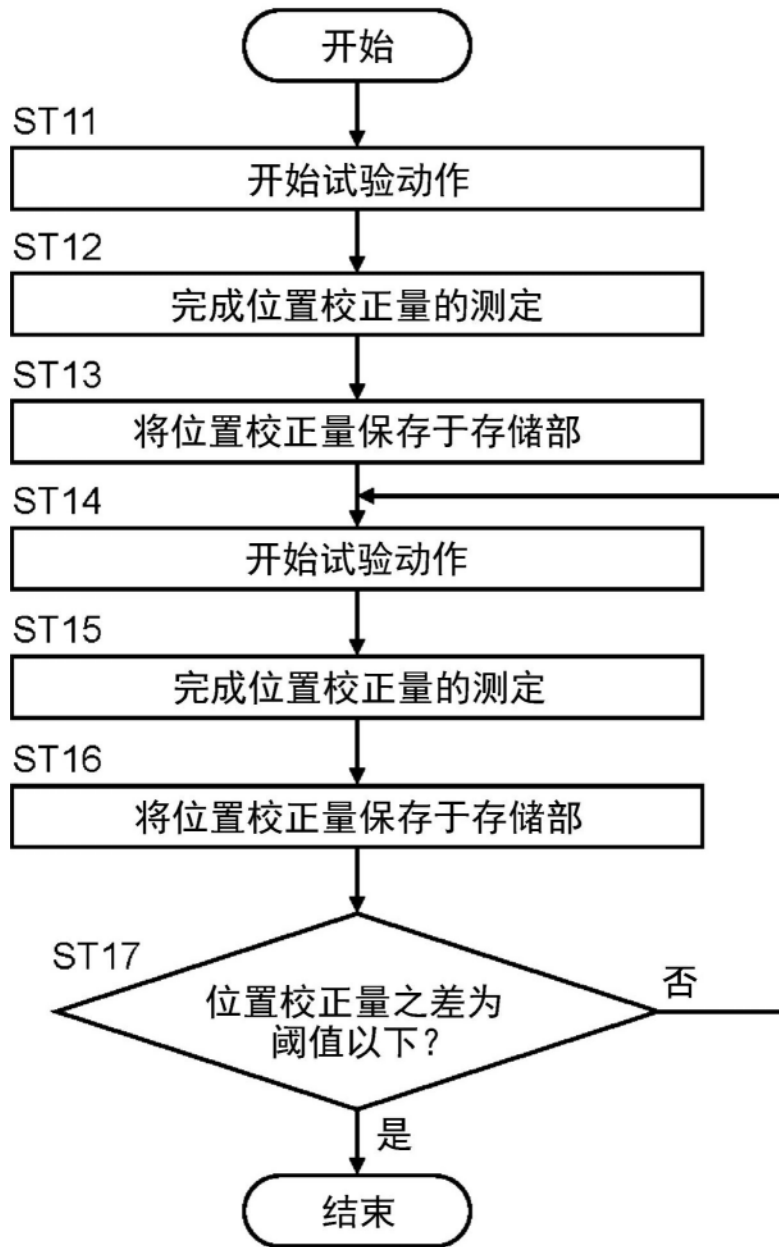


图4

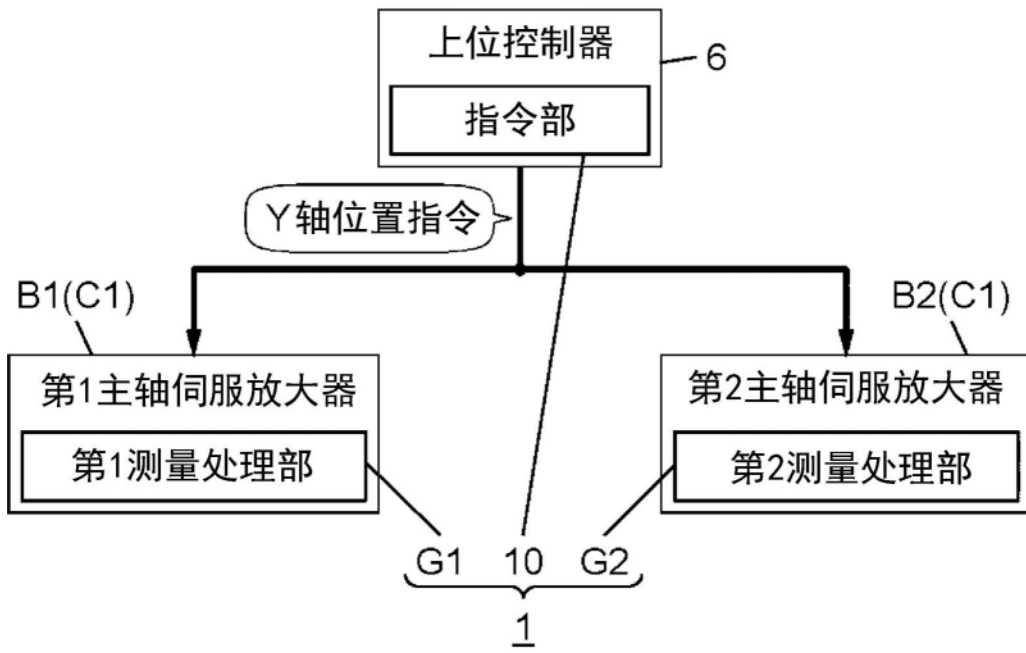


图5

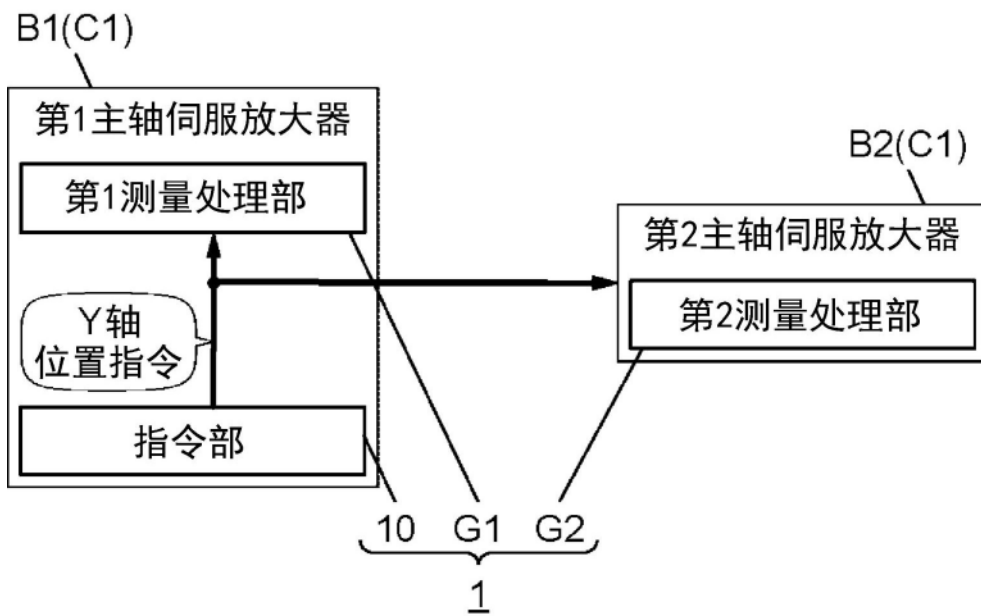


图6

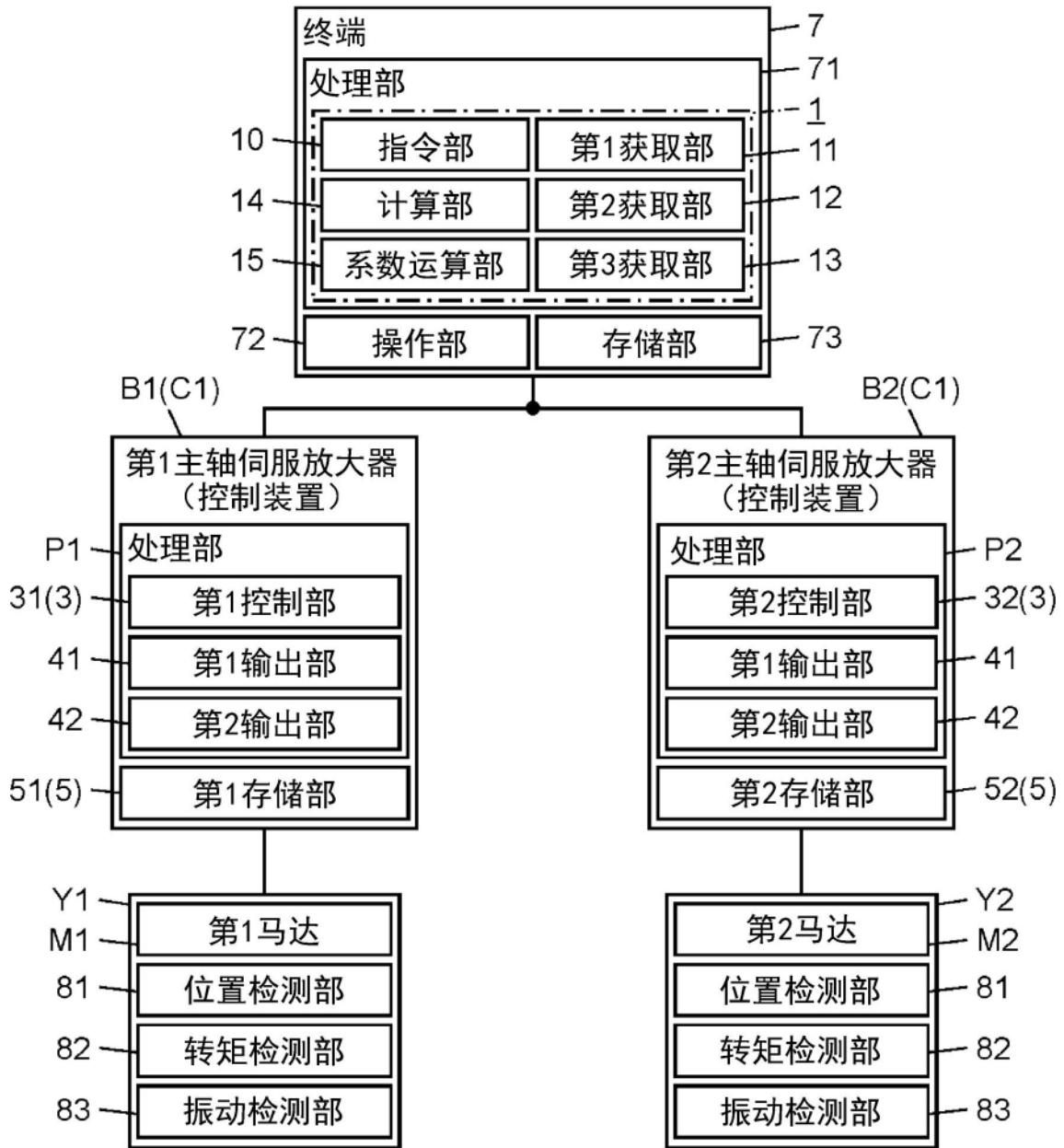


图7

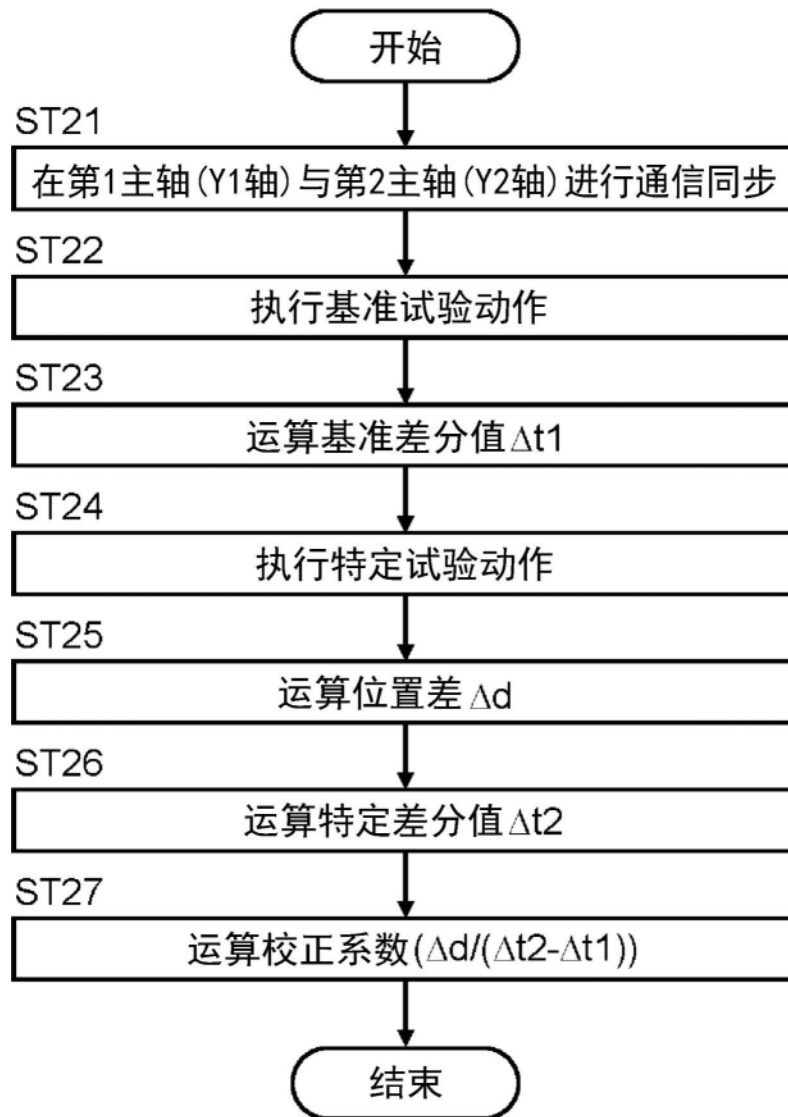


图8

G101

校正值确认画面

推力差 [0.1%]				
	校正位置 [脉冲]	校正值 [脉冲]	去	返
1	0	0	0	0
2	10000	0	0	0
3	20000	0	0	0
4	30000	0	0	0
5	40000	0	0	0
6	50000	0	0	0
7	60000	0	0	0
8	70000	0	0	0
9	80000	0	0	0
10	90000	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

A100
A101
A102
A103
A104

图9

G102

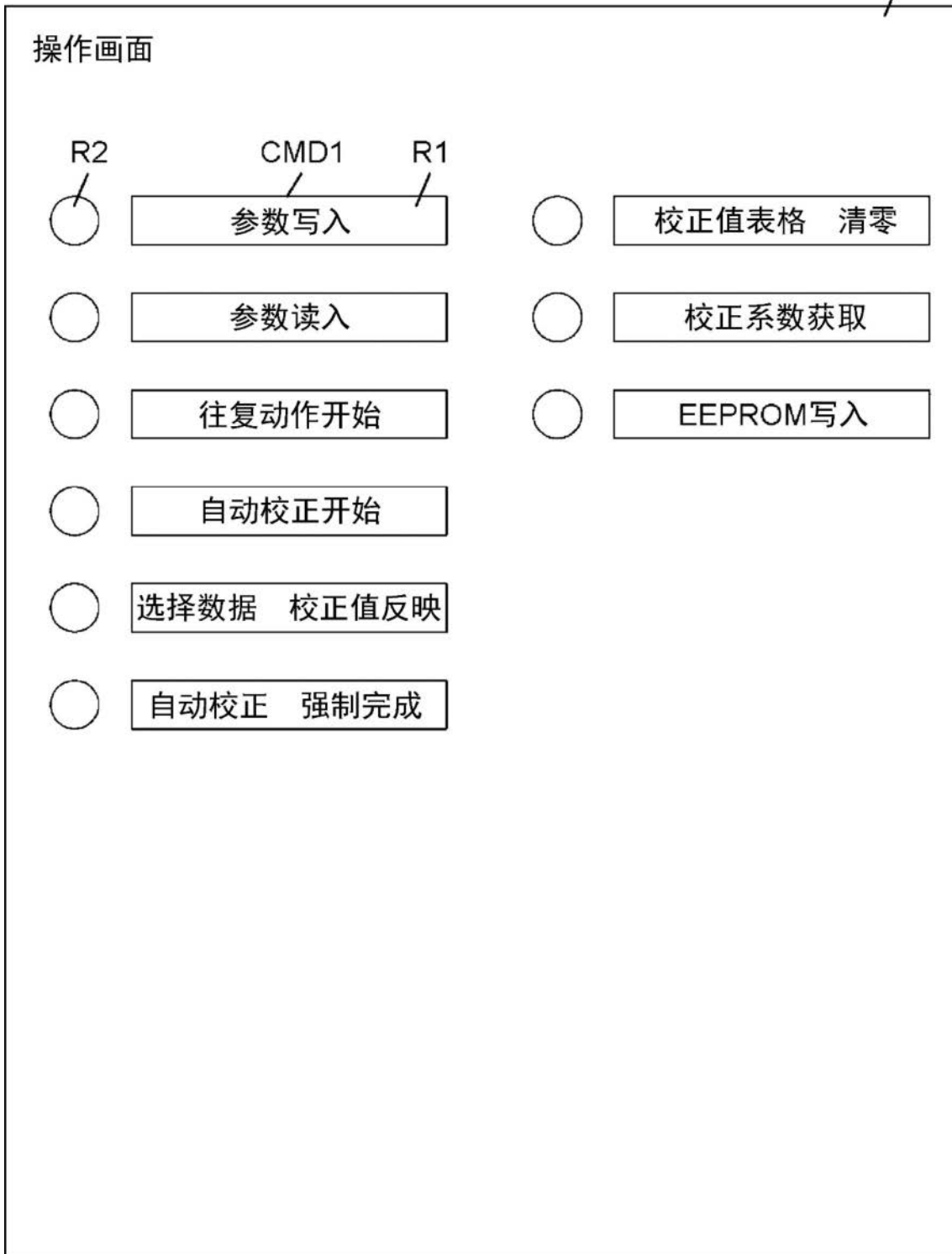


图10

G103

参数设定画面

R3 /	校正点数	101	R4 /
	校正间隔[脉冲]	2700	
	测定开始位置[脉冲]	0	
	往复移动次数	6	
	校正系数	0.100	
	调整次数	25	
	往复动作 起点[脉冲]	-20000	
	往复动作 终点[脉冲]	290000	
	校正系数运算用 移动量(偏移)	10	

图11

G101

校正值确认画面

推力差 [0.1%]				
	校正位置 [脉冲]	校正值 [脉冲]	去	返
1	0	-30	-304	-297
2	2700	-36	-370	-351
3	5400	-25	-258	-243
4	8100	-24	-245	-236
5	10800	-31	-315	-306
6	13500	-21	-214	-207
7	16200	-21	-218	-203
8	18900	-25	-256	-245
9	21600	-16	-167	-154
10	24300	-19	-194	-187
11	27000	-17	-171	-170
12	29700	-17	-179	-162
13	32400	-19	-198	-183
14	35100	-21	-216	-205
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

A100 A101 A102 A103 A104

图12

G104

推力差值确认画面

推力差 单位[0.1%]

	去/返的推力差的 平均值较大的一方	去的推力差 平均	返的推力差 平均	应用的 数据选择
1	528	528	400	
2	222	222	131	
3	123	123	43	
4	79	79	26	
5	0	0	0	
6	0	0	0	
7	0	0	0	
8	0	0	0	
9	0	0	0	
10	0	0	0	
11	0	0	0	
12	0	0	0	
13	0	0	0	
14	0	0	0	
15	0	0	0	
16	0	0	0	
17	0	0	0	
18	0	0	0	
19	0	0	0	
20	0	0	0	
21	0	0	0	
22	0	0	0	
23	0	0	0	
24	0	0	0	
25	0	0	0	

C100
R5
R6
R7
R8

图13

G104

推力差值确认画面

推力差 单位[0.1%]

	去/返的推力差的 平均值较大的一方	去的推力差 平均	返的推力差 平均	应用的 数据选择
1	528	528	400	
2	222	222	131	
3	123	123	43	
4	79	79	26	
5	63	63	36	
6	56	56	40	
7	53	53	41	
8	51	51	44	
9	48	48	45	
10	48	48	48	
11	46	46	45	
12	48	48	47	
13	46	46	44	
14	45	45	45	
15	45	45	45	
16	45	45	45	
17	46	43	46	
18	0	0	0	
19	0	0	0	
20	0	0	0	
21	0	0	0	
22	0	0	0	
23	0	0	0	
24	0	0	0	
25	0	0	0	

C100 R5 D100 R6 R7 R8

图14

G104

推力差值确认画面

推力差 单位[0.1%]

	去/返的推力差的 平均值较大的一方	去的推力差 平均	返的推力差 平均	应用的数据选择
1	528	528	400	
2	222	222	131	
3	123	123	43	
4	79	79	26	
5	63	63	36	
6	56	56	40	
7	53	53	41	
8	51	51	44	
9	48	48	45	
10	48	48	48	
11	46	46	45	
12	48	48	47	
13	46	46	44	
14	45	45	45	
15	45	45	45	
16	45	45	45	
17	46	43	46	
18	45	43	45	
19	44	44	44	选择中
20	46	42	46	
21	46	42	46	
22	0	0	0	
23	0	0	0	
24	0	0	0	
25	0	0	0	

C100
R5
R6
R7
R8

图15

G101

校正值确认画面

推力差 [0.1%]				
	校正位置 [脉冲]	校正值 [脉冲]	去	返
1	0	-33	-331	-330
2	2700	-38	-390	-371
3	5400	-27	-278	-263
4	8100	-20	-204	-197
5	10800	-33	-333	-328
6	13500	-17	-180	-161
7	16200	-18	-190	-171
8	18900	-24	-250	-231
9	21600	-3	-39	-22
10	24300	-17	-180	-161
11	27000	-12	-123	-118
12	29700	-14	-147	-134
13	32400	-17	-180	-161
14	35100	-20	-204	-197
15	37800	-12	-122	-119
16	40500	-20	-210	-191
17	43200	-12	-124	-117
18	45900	-20	-209	-192
19	48600	-19	-192	-189
20	51300	-25	-259	-242
21	54000	-18	-187	-174
22	56700	-28	-284	-277

A100 A101 A102 A103 A104

图16

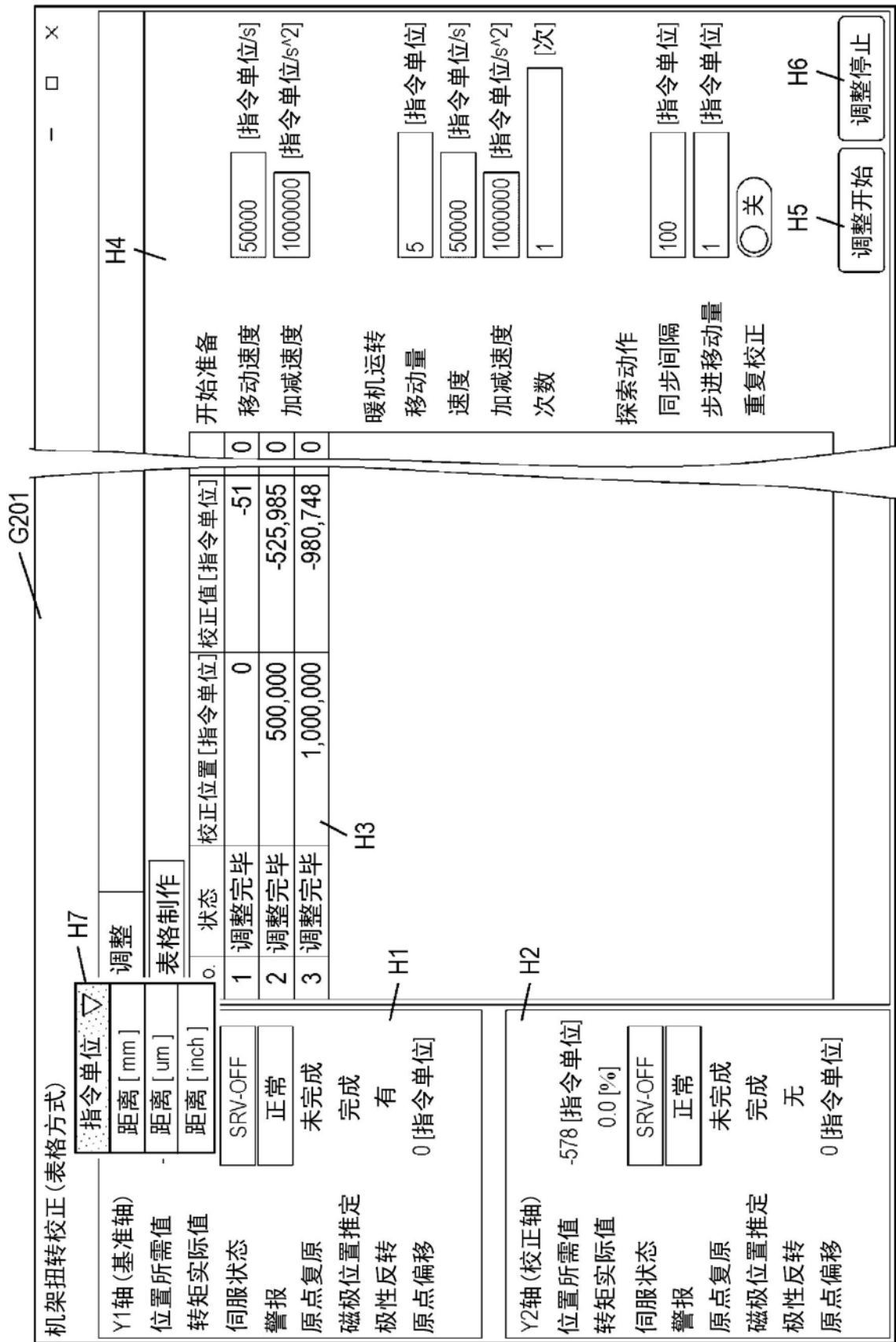


图17

G202
距离 [mm]

机架扭转校正 (表格方式)

Y1轴 (基准轴)

位置所需值 -2.40 [mm]

转矩实际值 0.0 [%]

伺服状态 SRV-OFF

警报 正常

原点复原 未完成

磁极位置推定 完成

极性反转 有

原点偏移 0 [mm]

Y2轴 (校正轴)

位置所需值 -5.78 [mm]

转矩实际值 0.0 [%]

伺服状态 SRV-OFF

警报 正常

原点复原 未完成

磁极位置推定 完成

极性反转 无

原点偏移 0 [mm]

H7
调整

表格制作			
No.	状态	校正位置 [mm]	校正值 [mm]
1	调整完毕	0	-0.51
2	调整完毕	5,000	-5,259,85
3	调整完毕	10,000	-9,807,48

H4
- □ ×

开始准备 0

移动速度 500 [mm /s]

加减速速度 10000 [mm /s^2]

暖机运转

移动量 0.05 [mm]

速度 500 [mm /s]

加减速速度 10000 [mm /s^2]

次数 1 [次]

探索动作

同步间隔 1 [mm]

步进移动量 0.01 [mm]

重复校正 ○ 关

H5
H6

调整开始
调整停止

图18

G301

H8

表格制作		H3			表形式 ▾
No.	状态	校正位置 [指令单位]	校正值 [指令单位]	转矩差 [移动平均]	图形式
1	调整完毕	0	-4,097	-0.60000	6
2	调整完毕	500,000	-37,413	-0.43333	8
3	调整完毕	1,000,000	-39,687	-0.06667	7

图19A

H9

G302

	图形式			
No.	1	2	3	
Y1轴				[指令单位]
Y2轴				[指令单位]
校正值	-4,097	-37,413	-39,687	[指令单位]
转矩差	-0.600	-0.433	-0.067	[%]

图19B

G401

调整
H4

表格制作					
No.	状态	校正位置 [指令单位]	校正值 [指令单位]	转矩差 [移动平均]	探索试行次数
1	调整完毕	0	-4,097	-0.60000	6
2	调整完毕	500,000	-37,413	-0.43333	8
3	调整完毕	1,000,000	-39,687	-0.06667	7

开始准备

移动速度 [指令单位/s]

加减速度 [指令单位/s²]

暖机运转

移动量 [指令单位]

速度 [指令单位/s]

加减速度 [指令单位/s²]

次数 [次]

探索动作

同步间隔 [指令单位]

步进移动量 [指令单位]

重复校正 关

测定日: 2023/07/10 14:27

调整开始

调整停止

图20

表格制作		H3			G501	H11
No.	状态	校正位置[指令单位]	校正值[指令单位]	转矩差[移动平均]	图表 直方图	
1	调整完毕	0	-4,097	-0.60000	6	
2	调整完毕	500,000	-37,413	-0.43333	8	
3	调整完毕	1,000,000	-39,687	-0.06667	7	

图21A

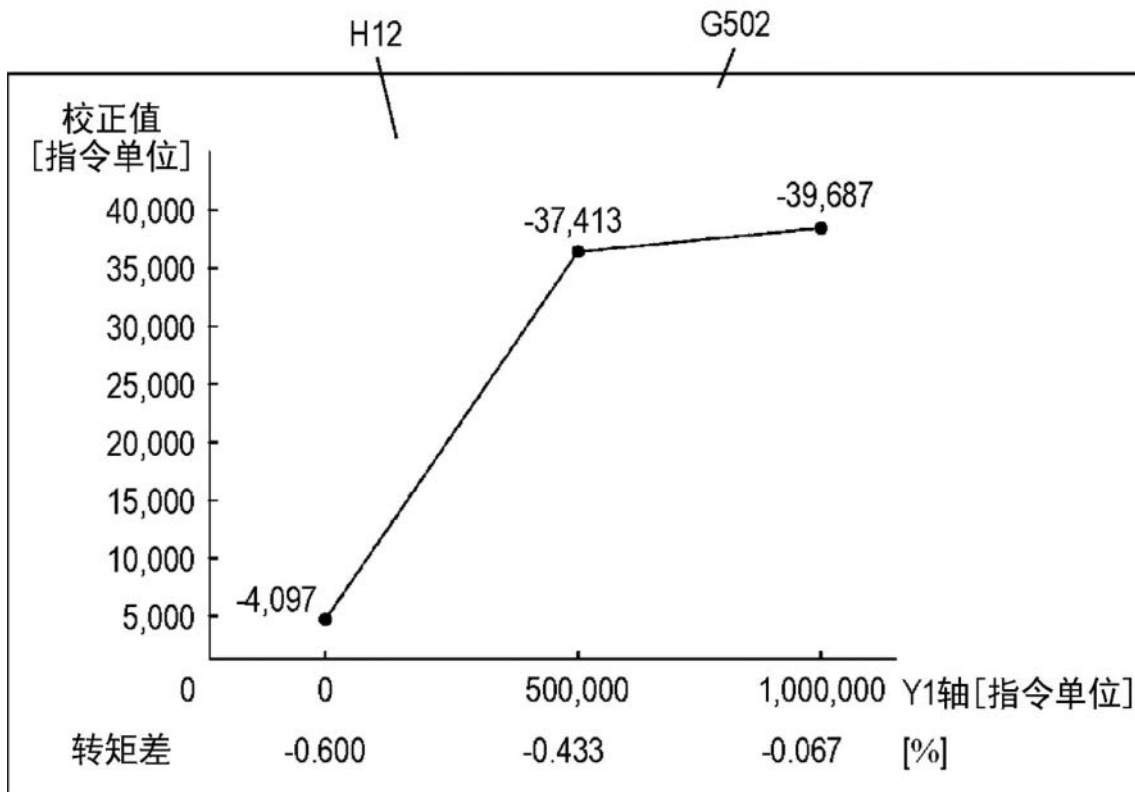


图21B

G503 / H11

表格制作		H3 /				图表 ▾ 直方图
No.	状态	校正位置[指令单位]	校正值[指令单位]	转矩差[移动平均]	探索试行次数	
1	调整完毕	0	-4,097	-0.60000	6	
2	调整完毕	500,000	-37,413	-0.43333	8	
3	调整完毕	1,000,000	-39,687	-0.06667	7	
4	调整完毕	1,500,000	-39,680	-0.00666	7	
5	调整完毕	2,000,000	-25,080	-0.00466	7	
6	调整完毕	2,500,000	-22,347	-0.00566	7	
7	调整完毕	3,000,000	-15,005	-0.03330	7	
8	调整完毕	3,500,000	-18,943	-0.00666	7	
9	调整完毕	4,000,000	-24,305	-0.01660	7	
10	调整完毕	4,500,000	-25,341	-0.02349	7	

图22A

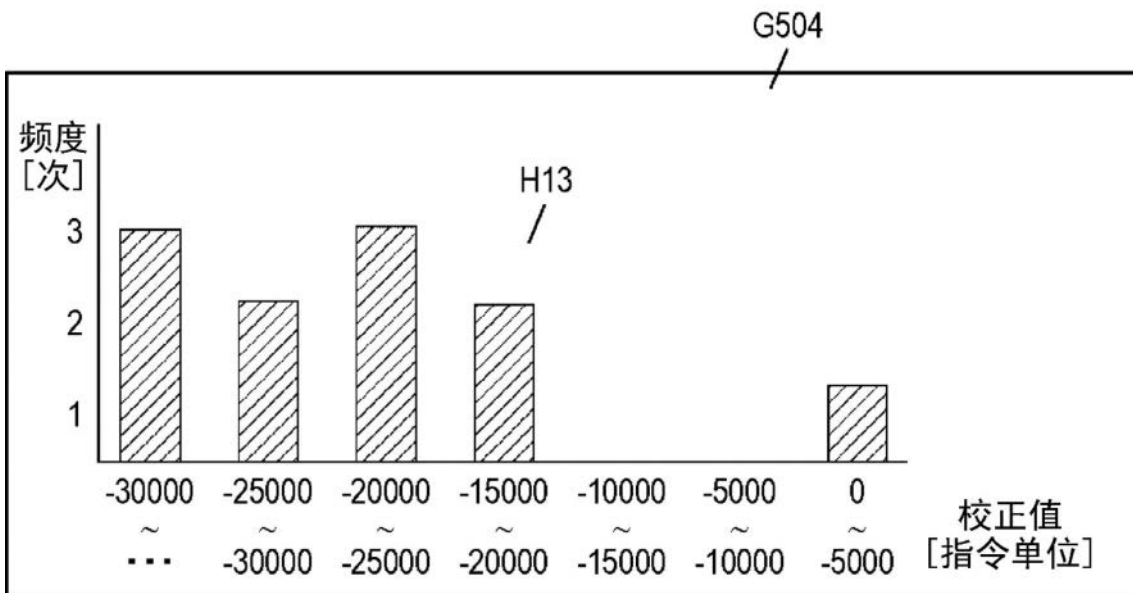


图22B

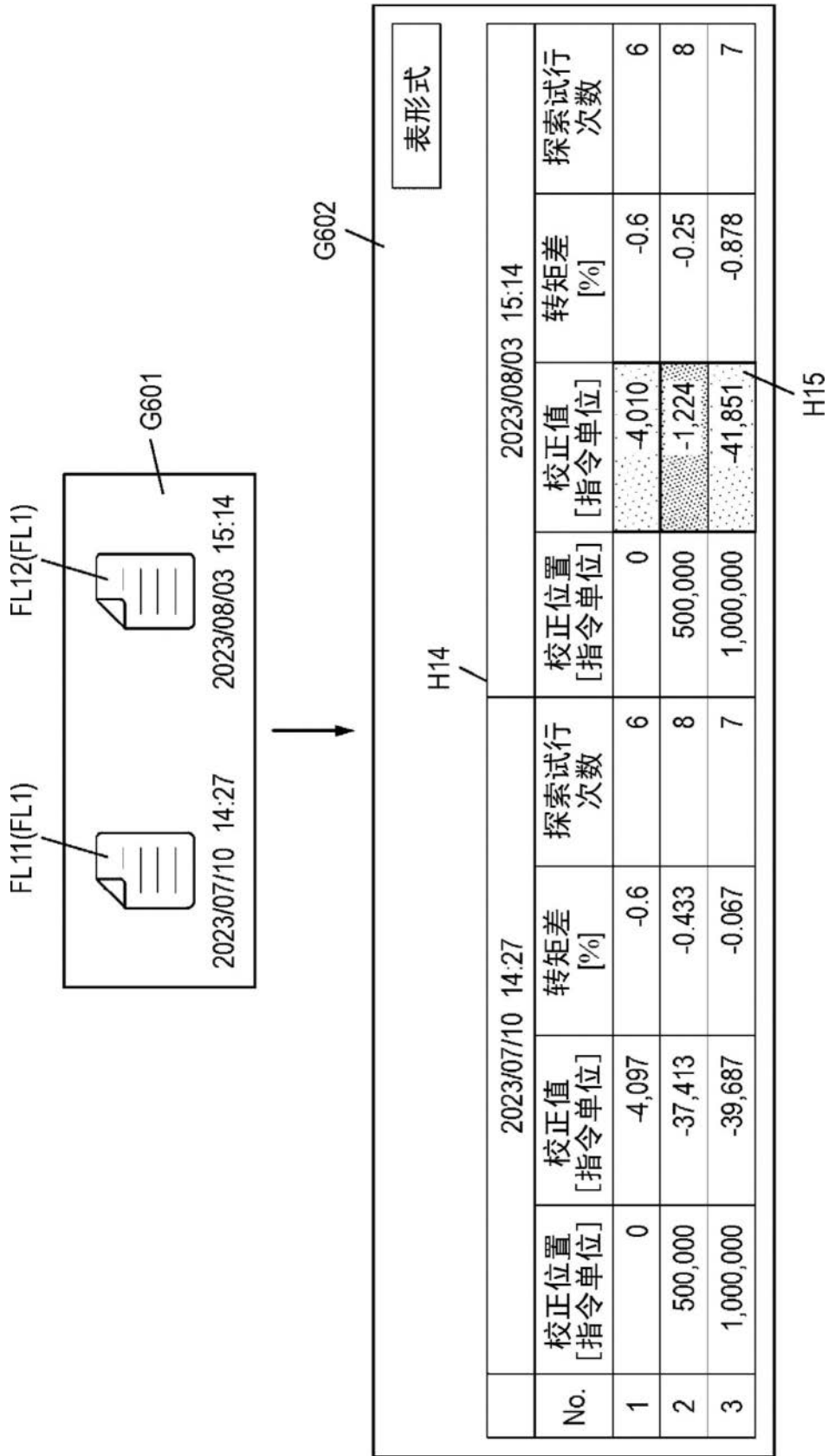


图23

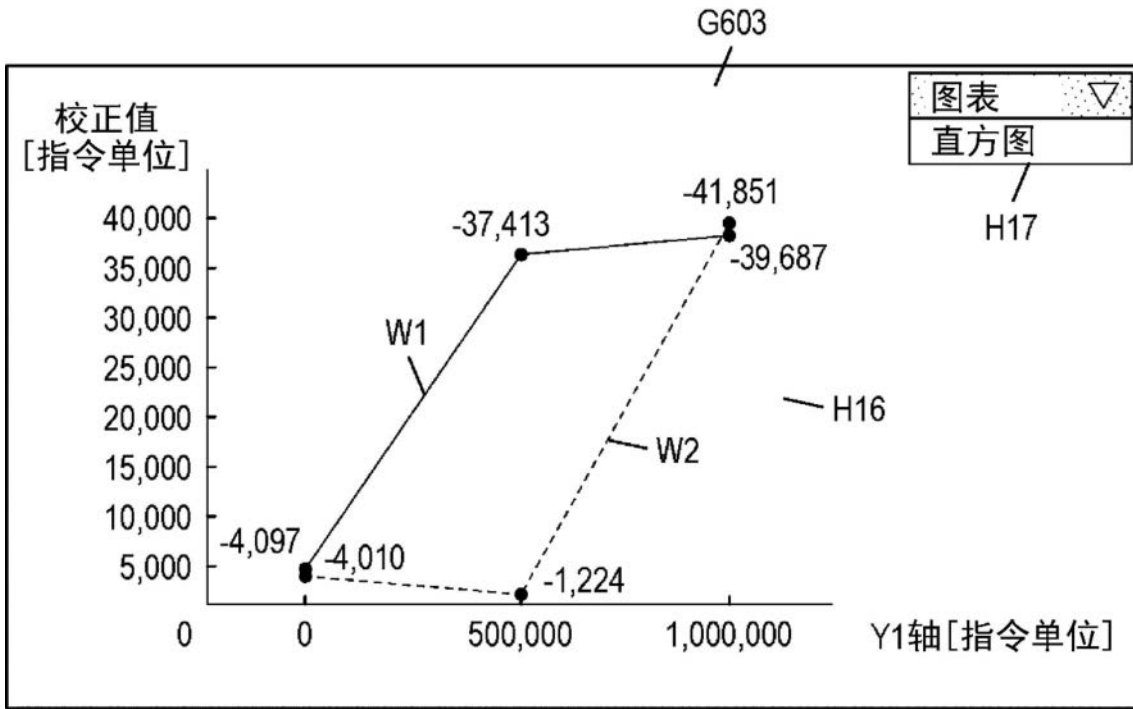


图24A

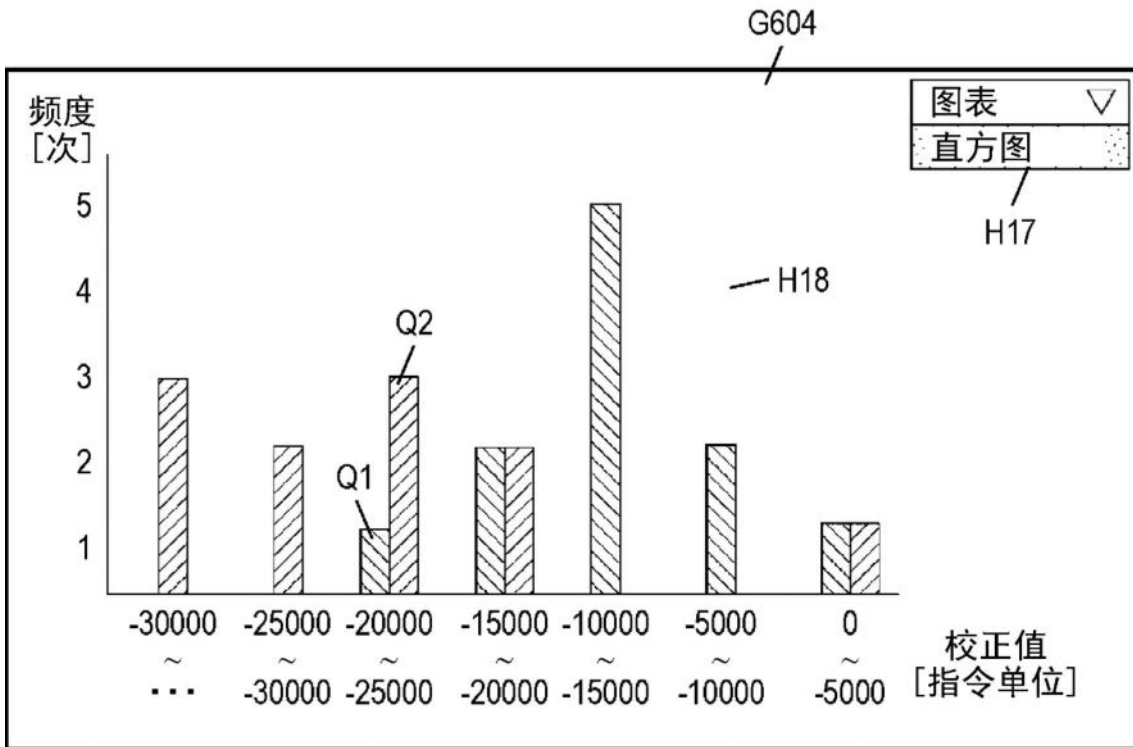


图24B