



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102812407 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201180014647. 4

(22) 申请日 2011. 01. 27

(30) 优先权数据

2010-057474 2010. 03. 15 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/051611 2011. 01. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/114776 JA 2011. 09. 22

(73) 专利权人 欧姆龙株式会社

地址 日本京都

(72) 发明人 森谷俊洋

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 薛琦 朱水平

(51) Int. Cl.

G05B 19/4069(2006. 01)

审查员 魏小丽

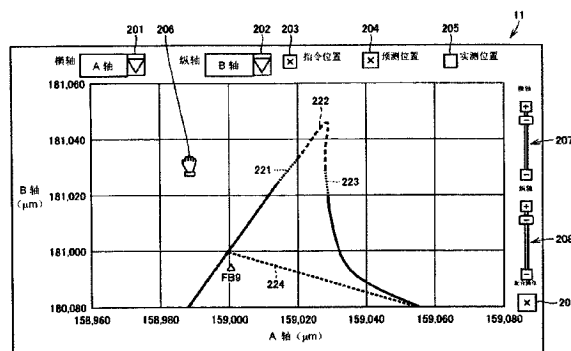
权利要求书3页 说明书22页 附图14页

(54) 发明名称

显示设备、显示控制方法

(57) 摘要

本发明提供了一种显示设备,该显示设备以一种易于用户理解的方式显示一控制目标的特定部分的一指定的指令位置与该特定部分的一响应位置之间的误差。该显示设备获取了基于一指令值的一特定部分的一响应位置,并计算出了该指令位置和该响应位置的位置差异。该显示设备确定该差异是否大于或者等于一阈值。该显示设备在屏幕上显示出了基于该指令位置的一空间轨迹,或者基于该响应位置的一空间轨迹;以及一指示一空间轨迹部分的标记,该标记处的该差异被确定为大于或者等于该阈值。该显示设备在屏幕(11)上还以一种模式显示每种空间轨迹,其中该指令位置的空间轨迹的一部分和该响应位置的空间轨迹的一部分按相同的放大率放大,该指令位置的空间轨迹的一部分与所选择的标记(FB9)对应,而该响应位置的空间轨迹的一部分与该指令位置的空间轨迹部分对应,该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠。



1. 一显示设备,其用于将控制目标的特定部分的位置变化以一轨迹显示在屏幕上,该控制目标基于一系列指令值而受驱动,该些指令值由一运动控制程序的执行输出,该显示设备包括:

一第一位置获取装置,用于获取一系列指令位置,该一系列指令位置是在忽略该控制目标的质量和摩擦的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置;

一第二位置获取装置,用于获取一系列与该一系列指令位置对应的响应位置,该响应位置是在执行一考虑该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的一系列位置,以及当基于该一系列指令值驱动该控制目标时,测得的该特定部分的一系列位置中的至少一种;

一误差计算区,用于计算该指令位置和对应该指令位置的响应位置的位置差异;

一测定区,用于确定计算得到的位置差异是否大于或者等于预定的阈值;

一第一显示数据创建区,用于创建数据,使得由该一系列指令位置形成的空间轨迹和由该一系列响应位置形成的空间轨迹中至少一种,以及一第一标记显示在该屏幕上,该第一标记用于指示该空间轨迹中算得的位置差异大于或者等于预定的阈值的一部分;

一接收单元,用于接收该第一标记的选择操作;

一第二显示数据创建区,用于创建数据,使得每一种空间轨迹以一种模式显示在该屏幕上,在该种模式下,该指令位置的空间轨迹的一部分和该响应位置的空间轨迹的一部分以一相同的放大率放大,该指令位置的该空间轨迹的该部分与所选择的第一标记对应,该响应位置的该空间轨迹的该部分与该指令位置的该空间轨迹的该部分对应,该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠;以及

一显示控制单元,用于在屏幕上显示由该第一显示数据创建区创建的数据以及由该第二显示数据创建区创建的数据。

2. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在于,该第二显示数据创建区进一步创建用于在屏幕上显示一第二标记和一第三标记的数据,该第二标记表示在一指定时间时的指令位置,该第三标记表示在该指定时间时的响应位置;

当由该第二显示数据创建区创建的数据显示在该屏幕上时,该显示控制单元显示该第二标记和该第三标记;以及

当该指定时间改变时,显示该第二标记和该第三标记的位置,该第二标记和该第三标记的位置随着该指定时间的改变而改变。

3. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在于,该第二显示数据创建区创建数据,这样当创建用于在屏幕上显示各种空间轨迹的数据时,该响应位置的放大的空间轨迹的颜色基于计算得到的差异的幅度变化;以及

当由该第二显示数据创建区创建的数据显示在屏幕上时,该显示控制单元在屏幕上显示该响应位置的放大的空间轨迹,该空间轨迹具有与计算得到的差异的幅度相应的颜色。

4. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在于,该第二显示数据创建区创建数据,这样当创建用于在屏幕上显示各种空间轨迹的数据时,该空间轨迹的一显示放大率在屏幕中分别变为一第一方向上的特定显示放大率以及与该第一方向正交的第二方向上的特定显示放大率;以及

该显示控制单元将各个空间轨迹显示在屏幕上,该各个空间轨迹在每个该第一方向和

该第二方向上按该特定显示放大率放大。

5. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在於,该显示设备还包括一用于创建数据的第三显示数据创建区,该数据包括:

用于显示一二维图的数据,该二维图具有一作为时间或者该特定部分的位移的第一轴,以及一作为该指令位置、基于该指令位置计算得到的该特定部分的速度、该响应位置或者基于该响应位置计算得到的该特定部分的速度第二轴;

用于在该二维图上显示一部分的数据,在该部分中该计算得到的差异大于或者等于一预定的阈值;

用于显示一第四标记的数据,该第四标记是该接收单元接收的选择操作的目标,其中该显示控制单元在屏幕上显示该二维图和该第四标记;以及

当该第四标记的选择操作被接受时,该第二显示数据创建区为一部分创建数据,该数据用于以放大的模式显示轨迹,该部分与所选的第四标记对应。

6. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在於,该显示设备还包括一用于创建数据的第三显示数据创建区,该数据包括:

用于显示二维图的数据,该二维图具有一作为时间或者该特定部分的位移的第一轴,以及一表示计算得到的差异的大小的第二轴;

用于在该二维图上显示一部分的数据,在该部分中该计算得到的差异大于或者等于一预定的阈值;

用于显示一第四标记的数据,该第四标记是该接收单元接收的选择操作的目标,其中该显示控制单元在屏幕上显示该二维图和该第四标记;以及

当该第四标记的选择操作被接受时,该第二显示数据创建区为一部分创建数据,该数据用于以放大的模式显示轨迹,该部分与所选的第四标记对应。

7. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在於,该显示设备还包括一用于创建数据的第三显示数据创建区,该数据包括:

用于显示一二维图的数据,该二维图具有一作为时间或者该特定部分的位移的第一轴,以及一表示沿一垂直于该指令位置的空间轨迹的切线方向的距离的第二轴,该距离从该指令位置的一空间轨迹至该响应位置的一空间轨迹;

用于在该二维图上显示一部分的数据,在该部分中该计算得到的差异大于或者等于一预定的阈值;

用于显示一第四标记的数据,该第四标记是该接收单元接收的选择操作的目标,其中该显示控制单元在屏幕上显示该二维图和该第四标记;以及

当该第四标记的选择操作被接受时,该第二显示数据创建区为一部分创建数据,该数据用于以放大的模式显示轨迹,该部分与所选的第四标记对应。

8. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在於,由该第二位置获取装置获取的一系列与该一系列指令位置对应的响应位置为在执行一种模拟的情况下基于一系列指令值的该特定部分的一系列位置,该模拟考虑该控制目标的质量和摩擦中的至少一种。

9. 一显示控制方法,用于将控制目标的特定部分的位置变化以一轨迹显示在一显示设备的屏幕上,其特征在於,该控制目标基于一系列指令值而受驱动,该些指令值由一运动控制程序的执行输出,该显示控制方法包括如下步骤:

由该显示设备的处理器获取一系列指令位置,该一系列指令位置是在由一处理器忽略该控制目标的质量和摩擦的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置;

通过该处理器获取对应于该一系列指令位置的一系列响应位置,该一系列响应位置是在该处理器执行一考虑到了该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的一系列位置,以及当基于该一系列指令值驱动该控制目标时,所测出的该特定部分的一系列位置中的至少一种;

通过该处理器计算该指令位置 and 对应于该指令位置的响应位置之间的位置差异;

通过该处理器确定计算得到的差异是否大于或者等于一预定的阈值;

通过该处理器创建第一数据,该第一数据用于使得由该一系列指令位置形成的空间轨迹和由该一系列响应位置形成的空间轨迹中的至少一种以及一标记显示在该屏幕上,该标记用于指示该空间轨迹中由该处理器算得的位置差异大于或者等于预定的阈值的一部分;

通过该处理器接收该标记的选择操作;

创建第二数据,该第二数据用于使得每一种空间轨迹以一种模式显示在该屏幕上,在该种模式下,该指令位置的一空间轨迹的一部分和该响应位置的一空间轨迹的一部分以一相同的放大率放大,该指令位置的该空间轨迹的该部分与所选择的第一标记对应,该响应位置的该空间轨迹的该部分与该指令位置的该空间轨迹的该部分对应,该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠;并且

通过该处理器在屏幕上显示该第一数据和该第二数据。

10. 如权利要求 9 所述的显示控制方法,其特征在于,获取该一系列响应位置的步骤为:获取与该一系列指令位置对应的一系列响应位置,该响应位置是在执行一种模拟的情况下基于一系列指令值的该特定部分的一系列位置,该模拟考虑该控制目标的质量和摩擦中的至少一种。

## 显示设备、显示控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种显示设备,用于显示一控制目标的特定部分的位置变化,用于将基于执行运动控制程序输出的一系列指令值而受驱动的控制目标的特定部分的位置变化以轨迹的形式在屏幕上显示出来的显示设备。

### 背景技术

[0002] 用于驱动一控制目标的运动程序是常规已知的。

[0003] 公开号为 2007-242054 的日本专利申请文件(专利文件 1)公开了采用一种机器人语言处理设备作为一种用于处理一操作程序的设备,该操作程序为运动程序。该机器人语言处理设备储存该操作程序,其中通过一移动命令来描述工业机器人的目标位置数据。该机器人语言处理设备三维地图形化地显示一机器人手臂远端的轨迹,该轨迹依照该操作程序移动。

[0004] 公开号为 6-138934 的日本专利申请文件(专利文件 2)公开了一种数值控制设备的刀具路径显示方法。该数值控制设备显示了一个由一 XY 平面上一 X 轴的伺服电机和一 Y 轴的伺服电机驱动的刀具路径。该数值控制设备显示的该刀具路径包括两种类型。一种是符合程序的理想路径。另一种是与理想路径有一误差的该工具的实际路径。该数值控制设备一次性显示了该工具的实际路径的可程式化的运动分量,并且按较大的放大率以放大的方式显示一误差分量,例如,2 万倍。该数值控制设备显示了该刀具的实际路径,该实际路径与该理想路径的显像重叠,或者取代理想路径的显像的一错误部分。

[0005] 专利文件 1: 公开号为 2007-242054 的日本专利申请文件

[0006] 专利文件 2: 公开号为 6-138934 的日本专利申请文件

### 发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题

[0008] 运动程序是一种用于输出与控制目标的运动相关的一系列指令值的程序,这些指令值将被提供至该控制目标。该运动程序通常在一控制器中执行,如 PLC(可编程逻辑控制器)。该控制器将指示该控制目标的一特定部分的位置的一系列指令值提供至一电机驱动器,该电机驱动器用于驱动该控制目标的电机。该控制目标的特定部分的位置例如为,该控制目标的该电机的旋转位置和 / 或一臂的远端位置。由于该控制目标具有质量和摩擦,该控制目标的特定部分的位置与指令值指示的位置之间产生动态的误差。

[0009] 当用户创建或者修改该运动程序时,如果可以控制该位置的误差的发生状况,用户就可以容易地调整该程序,从而减小一要求精确控制的位置处的误差。而且,用户可以容易地调整程序,这样容许误差大的位置处的运动变得更快。

[0010] 专利文件 2 披露了一种显示位置误差的方法。在这种方法中,对于该指令位置的轨迹,实际测量位置的轨迹以重叠的方式显示,其中仅仅是该误差分量以大的放大率放大。因此,如果该显示屏上对应的指令位置和实测位置相距很远,指令位置和实测位置的对应

关系则变得难以辨识。因此,用户将难以精确地控制误差的发生状况。

[0011] 本发明提供了一显示设备、一显示控制方法、一显示程序及一计算机可读记录介质,当该运动程序以一种用户容易分辨的方式执行时,其能够显示一控制目标的特定部分的指令的位置(指令位置)和一由该实际控制目标的特定部分理论预测的位置(预测位置),或一由相关的特定部分测得的位置(实测位置)之间的误差,该控制目标与该指令值对应。

[0012] 技术问题的解决方案

[0013] 根据本发明的一个方面,一显示设备是一种用于将控制目标的特定部分的位置变化以一轨迹在屏幕上显示的显示设备,该控制目标基于一系列指令值而受驱动,该些指令值由一运动控制程序的执行输出。该显示设备包括一第一位置获取装置,用于获取一系列指令位置,该一系列指令位置是在忽略该控制目标的质量和摩擦的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置;一第二位置获取装置,用于获取一系列与该一系列指令位置对应的响应位置,该响应位置是在执行一考虑到了该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的一系列位置,以及当基于该一系列指令值驱动该控制目标时,测得的特定部分的一系列位置中的至少一种;一误差计算区,用于计算该指令位置和对应该指令位置的响应位置的位置差异;一测定区,用于确定计算得到的位置差异是否大于或者等于预定的阈值;一第一显示数据创建区,用于创建数据,使得由该一系列指令位置形成的空间轨迹和由该一系列响应位置形成的空间轨迹中至少一种,以及一第一标记显示在该屏幕上,该第一标记用于指示该空间轨迹中算得的位置差异大于或者等于预定的阈值的一部分;一接收单元,用于接收该第一标记的选择操作;一第二显示数据创建区,用于创建数据,使得每一种空间轨迹以一种模式显示在该屏幕上,在该种模式下,该指令位置的空间轨迹的一部分和该响应位置的空间轨迹的一部分以一相同的放大率放大,该指令位置的该空间轨迹的该部分与所选择的第一标记对应,该响应位置的该空间轨迹的该部分与该指令位置的该空间轨迹的该部分对应,该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠;以及一显示控制单元,用于在屏幕上显示由该第一显示数据创建区创建的数据以及由该第二显示数据创建区创建的数据。

[0014] 优选地,该第二显示数据创建区进一步创建用于在屏幕上显示一第二标记和一第三标记的数据,该第二标记表示在一指定时间时的指令位置,该第三标记表示在该指定时间时的响应位置。当由该第二显示数据创建区创建的数据显示在该屏幕上时,该显示控制单元显示该第二标记和该第三标记。

[0015] 优选地,该第二显示数据创建区创建数据,这样当创建用于在屏幕上显示各种空间轨迹的数据时,该响应位置的放大的空间轨迹的颜色基于计算得到的差异的幅度变化。当由该第二显示数据创建区创建的数据显示在屏幕上时,该显示控制单元在屏幕上显示该响应位置的放大的空间轨迹,该空间轨迹具有与计算得到的差异的幅度相应的颜色。

[0016] 优选地,该第二显示数据创建区创建数据,这样当创建用于在屏幕上显示各种空间轨迹的数据时,该空间轨迹的一显示放大率在屏幕中分别变为一第一方向上的特定显示放大率以及与该第一方向正交的第二方向上的特定显示放大率。该显示控制单元将各个空间轨迹显示在屏幕上,该各个空间轨迹在每个该第一方向和该第二方向上按该特定的显示放大率放大。

[0017] 进一步优选地,布置一用于创建数据的第三显示数据创建区,该数据包括用于显示一二维图的数据,该二维图具有一作为时间或者该特定部分的位移的第一轴,以及一作为该指令位置、基于该指令位置计算得到的该特定部分的速度、该响应位置或者基于该响应位置计算得到的该特定部分的速度第二轴;用于在该二维图上显示部分的数据,在该部分中该计算得到的差异大于或者等于二维图上一预定的阈值;用于显示一第四标记的数据,该第四标记是选择操作的目标。该显示控制单元在屏幕上显示该二维图和该第四标记。

[0018] 进一步优选地,该显示设备还包括一用于创建数据的第三显示数据创建区,该数据包括用于显示二维图的数据,该二维图具有一作为时间或者该特定部分的位移的第一轴,以及一表示计算得到的差异的大小的第二轴;用于在该二维图上显示一部分的数据,在该部分中该计算得到的差异大于或者等于一预定的阈值;用于显示一第四标记的数据,该第四标记是选择操作的目标。其中该显示控制单元在屏幕上显示该二维图和该第四标记。

[0019] 进一步优选地,该显示设备包括一用于创建数据的第三显示数据创建区,该数据包括用于显示二维图的数据,该二维图具有一作为时间或者该特定部分的位移的第一轴,以及一表示沿一垂直于该指令位置的空间轨迹的切线方向的距离的第二轴,该距离从该指令位置的一空间轨迹至该响应位置的一空间轨迹;用于在该二维图上显示一部分的数据,在该部分中该计算得到的差异大于或者等于一预定的阈值;用于显示一第四标记的数据,该第四标记是选择操作的目标,其中该显示控制单元在屏幕上显示该二维图和该第四标记。

[0020] 根据本发明的另一方面,一显示控制方法是一种用于将控制目标的特定部分的位置变化以一轨迹在显示设备的屏幕上显示出来的方法,该控制目标基于一系列指令值而受驱动,该些指令值由一运动控制程序的执行输出该显示控制方法包括如下步骤:由该显示设备的处理器获取一系列指令位置,该一系列指令位置是在由一处理器忽略该控制目标的质量和摩擦的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置;通过该处理器获取对应于该一系列指令位置的一系列响应位置,该一系列响应位置是在该处理器执行一考虑到了该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的一系列位置,以及当基于该一系列指令值驱动该控制目标时,所测出的该特定部分的一系列位置中的至少一种;通过该处理器计算该指令位置 and 对应于该指令位置的响应位置之间的位置差异;通过该处理器确定计算得到的差异是否大于或者等于一预定的阈值;通过该处理器创建第一数据,该第一数据用于使得由该一系列指令位置形成的空间轨迹和由该一系列响应位置形成的空间轨迹中的至少一种以及一标记显示在该屏幕上,该标记用于指示该空间轨迹中由该处理器算得的位置差异大于或者等于预定的阈值的一部分;通过该处理器接收该标记的选择操作;创建第二数据,该第二数据用于使得每一种空间轨迹以一种模式显示在该屏幕上,在该种模式下,该指令位置的一空间轨迹的一部分和该响应位置的一空间轨迹的一部分以一相同的放大率放大,该指令位置的该空间轨迹的该部分与所选择的第一标记对应,该响应位置的该空间轨迹的该部分与该指令位置的该空间轨迹的该部分对应,该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠;并且通过该处理器在屏幕上显示该第一数据和该第二数据。

[0021] 根据本发明的另一方面,

[0022] 一程序是一种用于将控制目标的特定部分的位置变化以一轨迹在屏幕上显示的

程序,该控制目标基于一系列指令值而受驱动,该些指令值通过一运动控制程序的执行在一显示设备的屏幕上输出。该程序使该显示设备执行如下步骤:获取一系列指令位置,该一系列指令位置是在忽略该控制目标的质量和摩擦的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置;获取对应于该一系列指令位置的一系列响应位置,该响应位置是在执行一考虑到了该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的一系列位置,以及当基于该一系列指令值驱动该控制目标时,测得的特定部分的一系列位置中的至少一种;计算该指令位置 and 对应于该指令位置的响应位置之间的位置差异;确定计算得到的差异是否大于或者等于预先确定的阈值;创建第一数据,该第一数据使得由该一系列指令位置形成的空间轨迹和由该一系列响应位置形成的空间轨迹中的至少一种,以及一标记显示在该屏幕上,该标记用于指示该空间轨迹中算得的位置差异大于或者等于该阈值的一部分;接收该标记的选择操作;创建第二数据,该第二数据用于使得每一种空间轨迹以一种模式显示在该屏幕上,在该种模式下,该指令位置的一空间轨迹的一部分和该响应位置的一空间轨迹的一部分以一相同的放大率放大,该指令位置的该空间轨迹的该部分与所选择的第一标记对应,该响应位置的该空间轨迹的该部分与该指令位置的该空间轨迹的该部分对应,该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠;并且在屏幕上显示该第一数据和该第二数据。

[0023] 根据本发明的另一方面,计算机可读记录介质是一种存储一程序的记录介质,该程序用于将控制目标的特定部分的位置变化以一轨迹在屏幕上显示,该控制目标基于一系列指令值而受驱动,该些指令值通过一运动控制程序的执行在一显示设备的屏幕上输出。该程序使该显示设备执行如下步骤:获取一系列指令位置,该一系列指令位置是在忽略该控制目标的质量和摩擦的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置;获取对应于该一系列指令位置的一系列响应位置,该响应位置是在执行一考虑到了该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的一系列位置,以及当基于该一系列指令值驱动该控制目标时,测得的特定部分的一系列位置中的至少一种;计算该指令位置 and 对应于该指令位置的响应位置之间的位置差异;确定计算得到的差异是否大于或者等于一预先确定的阈值;创建第一数据,该第一数据用于使得由该一系列指令位置形成的空间轨迹和由该一系列响应位置形成的空间轨迹中的至少一种,以及一标记显示在该屏幕上,该标记用于指示该空间轨迹中算得的位置差异大于或者等于该阈值的一部分;接收该标记的选择操作;创建第二数据,该第二数据用于使得每一种空间轨迹以一种模式显示在该屏幕上,在该种模式下,该指令位置的一空间轨迹的一部分和该响应位置的一空间轨迹的一部分以一相同的放大率放大,该指令位置的该空间轨迹的该部分与所选择的第一标记对应,该响应位置的该空间轨迹的该部分与该指令位置的该空间轨迹的该部分对应。该模式使得空间轨迹的放大部分彼此重叠;并且在屏幕上显示该第一数据和该第二数据。

[0024] 本发明的效果

[0025] 可以显示一控制目标的特定部分的指定的指令位置以及为实际控制目标的特定部分理论预测的该预测位置,或者为相关的特定部分测量的该实测位置之间的误差,以至于用户可以容易地理解。其中该指令位置与该指令值响应。



## 附图说明

- [0026] 图 1 为一结构示意图,表示本发明实施方式中一控制系统的结构。
- [0027] 图 2 为一框图,表示一 PC 机的硬件配置。
- [0028] 图 3 为一示意图,表示一控制系统和一 PLC 的一般开发程序,该控制系统包括一具有一伺服电机的控制目标,该 PLC 用于控制该控制目标的操作。
- [0029] 图 4 为包含在一由 PC10 执行的支持程序中的一运动轨迹的显示程序的功能框图。
- [0030] 图 5 为一功能框图,其示出了一显示数据处理单元的细节。
- [0031] 图 6 为一示意图,表示电机数据库 (DB) 的数据结构的一例子。
- [0032] 图 7 为一流程图,表示一显示预测位置的过程。
- [0033] 图 8 为一流程图,表示一显示实测位置的过程。
- [0034] 图 9 为一结构示意图,表示一锯板设备 1A 的结构,其为该控制系统的一应用实例。
- [0035] 图 10A 和 10B 为示意图,表示了一采用一锯板设备切割一块板的例子。
- [0036] 图 11 为一示意图,表示一运动程序的一第一部分。
- [0037] 图 12 为一示意图,表示图 11 之后的运动程序的一第二部分。
- [0038] 图 13 为一示意图,表示图 12 之后的运动程序的一第三部分。
- [0039] 图 14 为一示意图,表示图 13 之后的运动程序的一第四部分。
- [0040] 图 15 为一曲线图,显示当图 11 至图 14 的运动程序用横轴为 A 轴及以纵轴为 B 轴执行时,一指令位置的一轨迹。
- [0041] 图 16 为一放大曲线图,当用户点击图 15 中 FB 9 附近的误差发生标记 211 时,由该 PC 10 显示的放大曲线图。
- [0042] 图 17 为一表示在一种状态下的同时间标记的示意图,即显示在图 16 的放大显示屏上的一指令位置标记和一响应位置标记。
- [0043] 图 18 为一示意图,表示当用户点击图 15 中 FB 10 和 FB 11 之间的误差发生标记且未选中配合操作复选框 209 时,在该屏幕上显示的内容。
- [0044] 图 19 为一状态示意图,表示在该状态下,该屏幕上显示该指令位置和该预测位置的轨迹,其以横轴为时间及以纵轴为 B 轴。
- [0045] 图 20 为一状态示意图,表示在该状态下,该屏幕上显示一以横轴为时间及以纵轴为误差的图像,即同一时刻该指令位置和该响应位置之间的距离。
- [0046] 图 21 为一状态示意图,表示在该状态下,该屏幕上显示一以横轴为位移及以纵轴为该指令位置和该响应位置之间的垂直误差的图像。
- [0047] 图 22 为一状态示意图,表示在该状态下,通过透视图的方法在该屏幕上显示三维空间中该指令位置和该响应位置的轨迹。
- [0048] 图 23 为一屏幕示意图,表示当一个三维平台的虚拟设备模型依照该指令位置或该响应位置运行时,布置在图 22 所示的三维空间内的一屏幕。
- [0049] 图 24 为一示意图,示出了针对该主体以及该指令位置、该指令值、该预测位置 and 该实测值的计算过程等,可以切实采用的一个组合实例。
- [0050] 附图标记说明:
- [0051] 1 控制系统
- [0052] 1A 锯板设备

- [0053] 10 PC
- [0054] 11 屏幕
- [0055] 20 PLC
- [0056] 21 供电设备
- [0057] 22 CPU 单元
- [0058] 23 I/O 单元
- [0059] 24 MC 单元
- [0060] 25 背板
- [0061] 31、32、33 伺服放大器
- [0062] 41、42、43 伺服电机
- [0063] 51a、52a、53a 螺母
- [0064] 54 切割器
- [0065] 60、70 通信线路
- [0066] 80 开关
- [0067] 90 板
- [0068] 101 顺序程序
- [0069] 102 模拟单元
- [0070] 103 FB 库
- [0071] 104 指令值计算单元
- [0072] 105 指令位置计算单元
- [0073] 106 预测位置计算单元
- [0074] 107 追踪数据存储单元
- [0075] 108 显示数据处理单元
- [0076] 109 显示控制单元
- [0077] 110 接收单元
- [0078] 161 电机电流计算区
- [0079] 162 扭矩值计算区
- [0080] 163 电机 DB
- [0081] 164 运动方程计算区
- [0082] 165 设备 DB
- [0083] 181 二维轨迹数据生成区
- [0084] 182 三维轨迹数据生成区
- [0085] 201、202 下拉式菜单
- [0086] 203、204、205 选择复选框
- [0087] 206 手形的区域改变工具
- [0088] 207、208 放大 / 缩小滚动条
- [0089] 209 配合操作复选框
- [0090] 211、212 误差发生标记
- [0091] 221、222、223 响应位置

|        |             |           |
|--------|-------------|-----------|
| [0092] | 231         | 响应位置标记    |
| [0093] | 232         | 指令位置标记    |
| [0094] | 233         | 倒带按钮      |
| [0095] | 234         | 倒序播放按钮    |
| [0096] | 235         | 播放按钮      |
| [0097] | 236         | 快进按钮      |
| [0098] | 237         | 滚动条       |
| [0099] | 241         | 误差发生标记    |
| [0100] | 251、252     | 误差发生标记    |
| [0101] | 261、262     | 误差发生标记    |
| [0102] | 271、272     | 误差发生标记    |
| [0103] | 501、502、503 | 台式机械装置    |
| [0104] | 907         | 监测器       |
| [0105] | 908         | 驱动设备      |
| [0106] | 1084        | 第一显示数据创建区 |
| [0107] | 1085        | 第二显示数据创建区 |
| [0108] | 1086        | 第三显示数据创建区 |
| [0109] | 1811        | 误差计算区     |
| [0110] | 1812        | 测定区       |

## 具体实施方式

[0111] 参照附图,下文将通过本发明的一实施例来描述一显示设备。在随后的说明中,相同的附图标记表示相同的部件。其名称和功能也相同。因此,这些部件的详细说明将无需赘述。

[0112] 图 1 为一结构示意图,表示本发明实施方式中一控制系统 1 的结构。参照图 1,该控制系统 1 包括一 PC(个人计算机)10、PLC20、伺服放大器 31 至 33 以及伺服电机 41 至 43。由伺服电机 41 至 43 中每个伺服电机驱动的可动机械装置(见图 9)与伺服电机 41 至 43 中每个伺服电机相连接。下文所述“控制目标”为一包括每个伺服电机和每个可动机械装置的设备。

[0113] PLC20 包括一供电设备 21、一 CPU(中央处理器)22、一 I/O(输入/输出)单元 23、一 MC(运动控制)单元 24 和一背板 25。该供电设备 21、该 CPU 单元 22、该 I/O 单元 23 和该 MC 单元 24 通过背板 25 彼此电连接。

[0114] PLC20 执行一运动程序。本实施例中的运动程序是一种包括一电机的控制的程序。采用梯形图语言及类似语言以一顺序程序的形式对该运动程序的顺序进行描述。在该顺序程序中采用一电机控制 FB(功能块),即一运动 FB。更狭义地说,该运动 FB 有时被称为该运动程序。

[0115] 该 CPU 单元 22 执行该顺序程序。

[0116] MC 单元 24 接收来自于 CPU 单元 22 的一以运动 FB 的方式来执行的指示以及执行运动 FB 所需的参数。MC 单元 24 执行该运动 FB 的内容。随着时间的推移,MC 单元 24 向伺

服放大器 31 至 33 输出一系列指令值。MC 单元 24 将该运动 FB 的内容的执行状态和执行结果告知 CPU 单元 22。可以不提供独立于 CPU 单元 22 的 MC 单元 24,而可以由 CPU 单元 22 执行 MC 单元 24 的功能。

[0117] I/O 单元 23 获取来自一开关、一传感器及类似部件的输入数据,并将其提供给 CPU 单元 22。该输入数据用来确定 CPU 单元 22 内的顺序程序中条件是否得到满足。

[0118] 伺服放大器 31 至 33 是电机驱动器,其用于驱动伺服电机 41 至 43,以对来自 MC 单元 24 的指令值做出响应。不仅限于伺服电机 41 至 43,该脉冲电动机或诸如此类的部件也可以用在控制系统 1 中。在这种情况下,使用与采用的电机类型相对应的电机驱动器。伺服放大器 31 至 33 通过一通信线路 60,如一 EtherCAT(注册商标)与 MC 单元 24 相连接。

[0119] 由 MC 单元 24 提供给伺服放大器 31 至 33 的该指令值是电机的位置、速度、扭矩及诸如此类的值。在本实施例中,假设定期由 MC 单元 24 向伺服放大器 31 至 33 提供该位置的该指令值。

[0120] 该位置的该指令值可以是伺服电机 41 至 43 的旋转位置(旋转角)或者可以是由伺服电机 41 至 43 驱动的该控制目标的特定部分的位置。在随后的说明中,对应于该位置的指令值,该控制目标的特定部分的位置成为现实,特别地,形成被称为“指令位置”的该轨迹显示目标。伺服放大器 31 至 33 被预先设置,通过该设置来正确地说明该指令值(例如使该指令值乘以适当的系数等),并驱动伺服电机 41 至 43。伺服放大器 31 至 33 向伺服电机 41 至 43 提供驱动电流。伺服放大器 31 至 33 接收来自一编码器的一实测值的反馈,该编码器用于检测布置于伺服电机 41 至 43 中的该伺服电机的旋转位置。伺服放大器 31 至 33 利用该实测值和一实测速度来控制驱动电流,以使该实测值遵循该指令值产生,该实测速度由实测值的变化量计算得到。

[0121] 该位置的指令值有时通过通信线路 60 以一个控制时期内发出的脉冲数量的形式表示,该通信线路直接连接 MC 单元 24 和伺服放大器 31 至 33。在这种情况下,脉冲的数量表示相对位置(位置变化量),该相对位置取至于该控制时期内的位置,该控制时期紧接着前一个控制时期。

[0122] 例如,在伺服放大器 31 至 33 中设定对应于伺服电机 41 至 43 的一旋度的脉冲数量。在 MC 单元 24 中类似地设定对应于伺服电机 41 至 43 的一旋度的脉冲数量,并且还设定对应于伺服电机 41 至 43 的一旋度的该控制目标的特定部分的位移。MC 单元 24 利用这类设定值来向伺服放大器 31 至 33 发送脉冲数量,这些脉冲数量是实现该控制目标的运动所必须的脉冲数量,且该控制目标是为每个控制时期编写的。

[0123] 根据接收到的脉冲数量,伺服放大器 31 至 33 旋转伺服电机 41 至 43。如果用于检测伺服电机 41 至 43 的旋转位置的编码器为一增量型编码器,PLC20 则以对应于伺服电机 41 至 43 的旋转角的脉冲数量形式来检测该位置的实测值。因此,PLC20 可以由每个控制时期检测到的一系列脉冲数量获得该控制目标的实测位置。

[0124] PC 10 用作为一显示设备,用于在一屏幕 11 上显示轨迹。PC 10 通过一通信线路 70 与 CPU 单元 22 连接,如 USB(通用串行总线)。如下文所述(图 2),在 PC10 中安装有一 PLC20 的支持程序。PLC20 的支持程序包括一用于在屏幕 11 上显示轨迹的显示程序。

[0125] 一 CD-ROM(光盘只读存储器)999 储存 PLC20 的支持程序。该 PLC 的支持程序由 CD-ROM999 安装至 PC 10。

[0126] 图 2 为一框图,表示 PC10 的硬件配置。参照图 2,PC 10 包括如下主要的配置元件:一 CPU901,用于执行一程序;一 ROM(只读存储器)902,用于以非易失性方式存储数据;一 RAM903,用于以易失性方式存储数据,该数据由 CPU901 执行程序而生成或者是通过键盘 905 或鼠标 906 输入的数据;一 HDD(硬盘驱动)904,用于以非易失性方式存储数据;键盘 905 和鼠标 906,均用于接收 PC10 的用户的输入指令;一监测器 907;一 CD-ROM 驱动设备 908 和一通信接口(IF)909。每个配置元件通过一数据总线彼此连接。CD-ROM 999 被连接至 CD-ROM 驱动设备 908。

[0127] PC10 中的处理过程通过软件以及 CPU 901 实现,该软件由每个硬件执行。这类软件有时提前存储在 HDD 904 中。软件还可以存储在 CD-ROM 999 中或者其他存储介质中,并作为一程序产品分配。或者,软件可以作为一程序产品提供,所述程序产品可以通过一个连接至所谓的因特网的信息供应商下载得到。这类软件由 CD-ROM 驱动设备 908 或者其他读取设备从该存储介质中读取;或者通过通信接口 IF 909 下载,然后立即存储在 HDD 904 中。接着,该软件通过 CPU 901 从 HDD 904 中读取出来,并以可执行程序的形式存储在 RAM 903 中。CPU 901 执行该程序。

[0128] 该图中配置 PC 10 的每个配置元件均是一个典型的元件。因此,本发明必不可少的部分是存储在 RAM 903、HDD 904、CD-ROM 999 或者其他存储介质中的软件;或者是可以通过网络下载的软件。因为 PC 10 的每个硬件的操作都是众所周知的,所以此处不再赘述。

[0129] 该记录介质并不局限于 DVD-ROM、CD-ROM、FD(软磁盘)和硬盘,以及可以是一个固定地携带程序的介质,例如一种半导体存储器,包括一磁带、卡式盒型磁带、光盘(MO(磁光盘)/MD(迷你光盘)/DVD(数字多功能光盘))、IC(集成电路)卡(包括存储卡)、光卡、光刻掩模 ROM =、EPROM(电子可编程的只读存储器)、EEPROM(电子可擦可编程的只读存储器)、闪存 ROM 及类似物。该记录介质是一种非临时性介质,计算机可以从中读取相关程序。

[0130] 此处所述程序不仅包括可直接由 CPU 执行的程序,而且还包括一以源程序、压缩处理程序、编码程序等形式表示的程序。

[0131] 图 3 为一示意图,表示一控制系统和一 PLC 的一般开发程序,该控制系统包括一具有一伺服电机的控制目标,该 PLC 用于控制该控制目标的操作。机械负责人(机械装置的负责人)和控制负责人共同参与并通力合作来完成以下的每个步骤。

[0132] 参照图 3,在步骤 S2 中,机械负责人设计一构思。具体地,机械负责人确定相关步骤中整个控制目标的规格,如功能、结构及性能。在步骤 S4 中,机械负责人实施该控制目标的机械装置的详细设计。有时,机械负责人在相关的步骤中利用三维 CAD 执行可动部件的操作干涉检查。

[0133] 在步骤 S6 中,机械负责人和控制负责人执行控制定时设计。具体地,机械负责人首先在相关步骤中创建该设备的每一操作的时间图和速度图。机械负责人将创建的时间图和速度图传送给控制负责人。控制负责人基于传送的设计信息选择 PLC 的类型和装置构型。

[0134] 在步骤 S8 中,控制负责人执行控制编程。具体地,控制负责人在相关步骤中执行以下(a)至(e)的任务。

[0135] (a) 控制负责人创建一存储映像表(PLC 中控制输入和控制输出的限定)。

[0136] (b) 当使用多个 PLC 时,控制负责人确定 PLC 和该伺服放大器之间,以及该些 PLC

之间的网络和数据链接。

[0137] (c) 控制负责人确定该 MC 单元和该伺服放大器的参数。

[0138] (d) 控制负责人利用梯形图语言创建顺序程序等等。

[0139] (e) 控制负责人确定顺序程序中所用的参数,如运动 FB 的位置和速度。

[0140] 在步骤 S10 中,控制负责人执行脱机状态下的程序调试。具体地,控制负责人在相关步骤中利用 PC 10 在桌面上执行内容 (f) 至 (j) 的下述调试。

[0141] (f) 控制负责人修改可能存在的编译错误。

[0142] (g) 控制负责人参考该指令位置的轨迹,并修改可能存在的运动 FB 的参数错误。

[0143] (h) 控制负责人确定在各种条件下模拟的二维或者三维指令位置的空间轨迹,如接触的开关状态,以及是否在各种条件下执行预期指令,并修改在顺序程序中可能存在的错误。

[0144] (i) 若通过模拟获得的该指令位置和该预测位置之间的误差超过一容许范围时,控制负责人通过降低相关部分的速度或者该调整目标位置的预期误差来修改程序。

[0145] (j) 若该操作进行一轮所花费的时间超过设计时间时,控制负责人通过缩短该操作路径、提高容许位置误差的部分的速度,以及缩短加速和减速时间来修改程序。

[0146] 在步骤 S12 中,机械负责人和控制负责人合作完成机器的装配和布线。进一步地,控制负责人利用桌面完成该运动程序的转移,PC 10 至 PLC 20 进行调试。

[0147] 在步骤 S14 中,控制负责人进行一试运行并实施对该控制目标的调整。具体地,控制负责人在相关步骤中执行如下 (k) 至 (o) 的任务。

[0148] (k) 控制负责人对每个轴执行 JOG 运行并确认设备的完成度没有问题。此处所述“轴”源于电机的“旋转轴”这个词,并表示一个电机,或者一个电机和一由这样的电机驱动的可动部分。该 JOG 运行指按一特定的恒速连续移动该轴。

[0149] (l) 控制负责人执行一程序控制的试运行,并确认设备是否执行该假定的操作。

[0150] (m) 控制负责人执行一连续运行的试验。

[0151] (n) 控制负责人执行联机调试。换句话说,控制负责人通过该 PLC 的数据追踪功能收集对应于该设备的特定部分的一系列实测位置的数据,并将该数据传到 PC,其中在 PC 中显示与该指令位置的轨迹相比的该实测位置的轨迹,以此确认误差是否在一容许范围内。

[0152] (o) 控制负责人测量运转时间,若测得的运转时间超过一设计时间时,控制负责人将该程序修改至该设计时间内,这与脱机调试的情况类似。

[0153] 在步骤 S10 和步骤 S14 中,在 PC 10 的屏幕 11 上对比显示位置轨迹,以显示指令位置和预测位置或者实测位置之间的误差。为此,使用 PC 10 作为显示设备。

[0154] 图 4 为一运动轨迹的显示程序的功能框图,其包括一由该 PC10 支持的支持程序。除了显示程序,该支持程序还包括顺序程序 101 的编辑器和调试器、具有 PLC 20 的通信程序、用于执行 PLC 20 的各类设置的程序等等。

[0155] 参照图 4,该显示程序包括一模拟单元 102、一 FB 库 103、一指令值计算单元 104、一指令位置计算单元 105、一预测位置计算单元 106、一追踪数据存储单元 107、一显示数据处理单元 108、一显示控制单元 109 和一接收单元 110。预测位置计算单元 106 包括一电机电流计算区 161、一扭矩值计算区 162、一电机 DB (数据库) 163、一运动方程计算区 164 和一设备 DB 165。

[0156] 顺序程序 101 由用户创建。顺序程序 101 被提供至模拟部件 102。顺序程序 101 并非该显示程序的一部分。

[0157] 模拟单元 102 作为 PLC 20 的一模拟器,并执行顺序程序 101。在模拟单元 102 中,必要时,用于向模拟单元 102 提供输入数据的程序与顺序程序 101 而非该实际控制目标结合使用。模拟单元 102 将描述待执行的运动 FB 的信息和执行运动 FB 所需的参数提供给平台上的指令值计算单元 104,以执行顺序程序 101 中包含的运动 FB。

[0158] FB 库 103 储存在 PC 10 的 HDD 904 中,并聚集各种 FB 作为一可执行程序。

[0159] 当 PLC 20 执行运动程序时,也向 PLC 20 提供 FB 库 103 以备用。用于计算该指令值的运动 FB 使 PLC 20 按如下方式运行,直至 PLC 20 中开始执行时设定终止条件。换句话说,用于计算该指令值的运动 FB 使 PLC 20 运行,以便 PLC 20 基于得到的参数计算 PLC 20 每个固定控制时期的指令值,以及输出算得的指令值。

[0160] 指令值计算单元 104 从 FB 库 103 中读取所需的运动 FB。指令值计算单元 104 模拟 PLC 20 中的 FB 执行。指令值计算单元 104 输出一系列对应于 PLC 20 中每个控制时期的输出值的指令值。

[0161] 指令位置计算单元 105 计算来自该指令值的指令位置,将该指令位置以一轨迹的形式显示出来。当忽略控制目标的质量和摩擦时,指令位置是,基于该输出指令值的控制目标的一特定部分的位置。换句话说,当忽略控制目标的质量和摩擦时,指令位置是将通过一系列得到的指令值实现的控制目标的该特定部分的位置。短语“一系列指令位置”是指当忽略控制目标的质量和摩擦时,基于该一系列输出指令值的控制目标的特定部分的位置。指令位置计算单元 105 对应于一“第一位置获取单元”。

[0162] 例如,当计算来自该指令值的一工作台的坐标系时,一个轴的指令值和指令位置可以是一一对应的关系,用于提供 XY 工作台的 X 轴的电机旋转角。而且,指令值可以用于指令位置。

[0163] 当位于由  $\theta$  R 极坐标系的指令值驱动的机器人臂远端的指令位置显示在 XY 正交坐标系中时,用于驱动的指令值( $\theta$  值或者 R 值)和用于显示的指令位置(X 值或者 Y 值)可以不必是一一对应的关系,其中该  $\theta$  R 极坐标系由一垂直旋转轴和一附于其上的水平线性移动轴构成。

[0164] 指令位置计算单元 105 可以不通过 PLC 20 的执行模拟来计算指令位置,而 PC 10 可以获取通过 PLC 20 算得的用于控制的一系列指令值,以及指令位置计算单元 105 可以计算用于轨迹显示的指令位置。

[0165] 当指令位置计算部件 105 通过模拟计算指令位置时,PLC 20 的执行模拟和指令位置的计算以及轨迹的绘制并不一定需要在同一台计算机中执行。例如,PC 10 可以获取通过另一台计算机算得的指令位置,并基于该指令位置执行轨迹的绘制。在这种情况下,用于由另一台计算机获取指令位置的通信接口或者存储介质接口与“第一位置获取单元”对应。

[0166] 预测位置计算单元 106 计算该控制目标的特定部分的预测位置,该控制目标以源于获取的指令值的轨迹形式显示。在该过程中,预测位置计算单元 106 从电机 DB 163 和设备 DB 165 中读取所需的数据,并利用所读取的数据,该电机 DB 163 存储与电机的规格相关的数据,该设备 DB 165 存储与控制目标的规格相关的数据。预测位置计算单元 106 与一“预测位置获取单元”对应。

[0167] 预测位置的计算和轨迹的绘制并不一定需要在同一台计算机中执行。例如,PC 10 可以获取通过另一台计算机算得的预测位置,并执行轨迹的绘制。在这种情况下,用于从另一台计算机获取预测位置的通信接口或者存储介质接口与所述“预测位置获取单元”对应。

[0168] 电机电流计算区 161 由得到的指令值计算待提供给伺服电机 41 至 34 的电流值。

[0169] 扭矩值计算区 162 由得到的电流值和伺服电机的电机扭矩系数计算伺服电机显示的扭矩值,该电机扭矩系数从电机 DB 163 中读取。

[0170] 运动方程计算区 164 通过得到的扭矩值、转动惯量值、动力学摩擦系数和类似由电机 DB 163 读取的伺服电动机的参数,以及由设备 DB 165 读取的由控制目标的伺服电机驱动的转动惯量值、动力学摩擦系数和该部分的类似参数来计算预测位置。

[0171] 计算来自该指令值的电流值时,通常以一框图的形式表示所需的伺服电机的控制系统模型,其中该框图的信息被并入一显示程序中。

[0172] 扭矩值计算区 162 根据如下方程 (1) 计算电机的扭矩值。

$$[0173] \quad T_m = K_T I \cdots (1)$$

[0174] 其中  $K_T$  是电机扭矩系数,其对于每个电机而为一常量;以及

[0175]  $I$  为电机电流。

[0176] 当运动方程计算区 164 获得预测位置时,可以采用一运动方程,该运动方程假定转动惯量(即质量矩)和角加速度的乘积等于由电机扭矩、各类摩擦等等生成的力。换句话说,该预测位置是在执行一考虑该控制目标的质量和摩擦中的至少一种的模拟的情况下基于该一系列指令值的该特定部分的位置。

[0177] 例如,电机轴的运动方程用如下方程 (2) 表达。

$$[0178] \quad I_m \theta'' = T_m - k_m \theta' - \mu_m N_m \cdots (2)$$

[0179] 其中

[0180]  $I_m$  为电机的转动惯量,

[0181]  $\theta$  为电机的旋转角;

[0182]  $\theta'$  为  $\theta$  的导数,即电机的旋转速度;

[0183]  $\theta''$  为二阶导数,即电机的旋转角加速度;

[0184]  $T_m$  为电机的扭矩值;

[0185]  $k_m$  为电机的粘性摩擦系数;

[0186]  $\mu_m$  为电机的动力学摩擦系数;以及

[0187]  $N_m$  为电机的法向力。

[0188]  $I_m$ 、 $k_m$ 、 $\mu_m$ 、 $N_m$  是为每个电机定义的系数,并由电机 DB 163 中获取。伺服电机 41 至 43 的旋转角  $\theta$  与该预测位置对应。当由电机驱动的特定部分的位置作为以一轨迹形式显示的预测位置时,由伺服电机 41 至 43 的旋转角  $\theta$  执行一适当的转换,且转换后得到的值被假定为该预测位置。

[0189] 运动方程也可以将驱动设备的一常量考虑在内,该驱动设备由伺服电机 41 至 43 驱动。例如,当一减速器连接到伺服电机 41 至 43 时的运动方程用如下方程 (3) 表达。

$$[0190] \quad I_G \theta_G'' = T_G - C_G \theta_G' - \mu_G N_G \cdots (3)$$

[0191] 其中

[0192]  $I_G$  为减速器的转动惯量;



[0193]  $\theta_g$  为减速器的旋转角；

[0194]  $\theta_g'$  为减速器的旋转角速度；

[0195]  $\theta_g''$  为减速器的旋转角加速度；

[0196]  $T_g$  为减速器的驱动扭矩，该驱动扭矩通过  $T_g = n_g H_g T_m$  计算得到，

[0197]  $T_m$  为电机的扭矩值，

[0198]  $n_g$  为传输效率，

[0199]  $H_g$  为力的传输放大率，

[0200]  $C_g$  为减速器内筒的粘性摩擦系数；

[0201]  $\mu_g$  为减速器的动力学摩擦系数，以及

[0202]  $N_g$  为减速器的正交反力。

[0203]  $I_g$ 、 $n_g$ 、 $H_g$ 、 $C_g$ 、 $\mu_g$ 、 $N_g$  是为每个减速器定义的系数，并由电机 DB 165 中获取。减速器的旋转角  $\theta_g$  与预测位置对应。当由减速器中的电机驱动的设备设置的位置作为以一轨迹形式显示的预测位置时，由该减速器的旋转角  $\theta_g$  执行一适当的转换，且将转换后的值假定为该预测位置。

[0204] 此外，如有必要，可以鉴于伺服电机 41 至 43 驱动的其他结构部分的常量建立运动方程。

[0205] 追踪数据存储单元 107 储存一系列的位置数据，其中从 PLC 20 中获取的储存在 PLC 20 中的一系列指令值和一系列实测值被预先转换为可用于轨迹显示的指令位置和实测位置。追踪数据存储单元 107 与“实测位置获取单元”对应。

[0206] 如果 PC 10 包括“预测位置获取单元”和“实测位置获取单元”中至少一种，则假定 PC 10 包括一“响应位置获取单元”。

[0207] 显示数据处理单元 108 由指令位置计算单元 105 接收该指令位置，由预测位置计算单元 106 接收该预测位置，由追踪数据存储单元 107 接收指令位置和实测位置，以及从接收单元 110 接收操作数据的输入值。显示数据处理单元 108 利用输入数据创建各类显示数据，并将所创建的各类显示数据输出至显示控制单元 109。稍后将描述显示数据处理单元 108 的详细处理内容。

[0208] 显示控制单元 109 在监测器 907 的屏幕 11 上显示出显示数据，该显示数据由显示数据处理器 108 生成。显示控制单元 109 在 PC 10 中执行监测器 907 的显示控制。也就是说，各类图像通过显示控制单元 109 显示在监测器 907 的屏幕 11 上。

[0209] 接收单元 110 接收用户的标记选择操作。稍后将对标记进行描述。

[0210] 图 5 为一功能框图，其示出了一显示数据处理单元 108 的细节。参照图 5，显示数据处理单元 108 包括一显示数据创建过程控制区 1081、一误差计算区 1082、一测定区 1083、一第一显示数据创建区 1084、一第二显示数据创建区 1085 和一第三显示数据创建区 1086。

[0211] 显示数据创建过程控制区 1081 执行如下控制：(I) 显示的屏幕类型的切换控制，(II) 滚动屏幕和显示放大率转换的控制，(III) 屏幕内容的部分重写的控制，(IV) 对应于屏幕内容的传输控制，该屏幕内容显示至输入的指令位置、预测位置 and 该实测位置的数据的第一、第二和第三显示数据创建区 1084、1085 和 1086 以及误差计算区 1082，(V) 通过测定区 1083 确定的测定内容的每个显示数据创建区 1084、1085 和 1086 的传输控制，以及 (VI) 基于从接收单元 10 输入的操作数据，由每个显示数据创建区 1084、1085 和 1086 创建

的显示数据的显示控制单元 109 的传送控制。

[0212] 误差计算区 1082 计算指令位置和对应于指令位置的预测位置或者实测位置的位置差异。

[0213] 测定区 1083 确定通过误差计算区 1082 算得的差异是否大于或者等于预先定义的阈值。

[0214] 第一显示数据创建区 1084 创建数据,用于在屏幕上显示如下至少一种空间轨迹:由一系列指令位置形成的空间轨迹、由一系列预测位置形成的空间轨迹和由一系列实测位置形成的空间轨迹。空间轨迹可以是二维或者三维的。通过将三维空间中的轨迹映射到平面上而获得二维空间轨迹。第一显示数据创建区 1084 进一步创建用于在屏幕上显示误差发生标记的数据,该误差发生标记指示其中由测定区 1083 确定的误差大于或者等于阈值的部分。

[0215] 第二显示数据创建区 1085 创建数据,用于以如下模式在屏幕上显示每种空间轨迹:其中该位置中的该指令位置的空间轨迹与用户操作所选择的误差发生标记对应,以及该预测位置或者该实测位置的空间轨迹与该指令位置的相关空间轨迹对应,这些空间轨迹按相同的放大率放大,该模式使得每种放大的空间轨迹彼此重叠。空间轨迹可以是二维或者三维。

[0216] 第三显示数据创建区 1086 创建数据,用于显示一具有一第一轴的二维图,例如,以一横轴表示时间或者位移。一第二轴,例如,该二维图的一纵轴选取下述类型。该纵轴的第一模式是指令位置、预测位置,或者实测位置,或者基于这类位置中的一种算得的控制目标的特定部分的速度。该纵轴的第二模式是通过误差计算区 1082 算得的差异大小。该纵轴的第三模式是从该指令位置的空间轨迹到该预测位置或者该实测位置的空间轨迹的距离,沿着垂直于该指令位置的空间轨迹的切线方向。第三显示数据创建区 1086 进一步创建数据,用于在二维图上显示误差发生标记,该误差发生标记指示其中通过测定区 1083 确定的误差大于或者等于阈值的部分。

[0217] 图 6 为一示意图,表示电机 DB163 的数据结构的一例子。参照图 6,电机 DB 163 以相互关联的表格格式一存储伺服电机的电机类型、额定输出、转动惯量、粘性摩擦系数、动力学摩擦系数等等。与电机 DB 163 类似,设备 DB 165 也以表格格式存储针对每个控制目标的各种常量。

[0218] 图 7 为一流程图,表示一显示预测位置的过程。参照图 7,在步骤 S22 中,模拟单元 102 读取顺序程序 101。在步骤 S24 中,模拟单元 102 获取待执行的指令或者运动 FB。在步骤 S26 中,模拟单元 102 确定所获取的数据是否是运动 FB。

[0219] 如果确定并非运动 FB(在步骤 S26 中为“否”),则在步骤 S28 中,模拟单元 102 执行所获取的指令。在步骤 S30 中,模拟单元 102 确定顺序程序 101 的执行是否终止。如果模拟单元 102 确定顺序程序 101 的执行终止(在步骤 S30 中为“是”),则在步骤 S32 中,显示控制单元 109 在屏幕 11 上显示轨迹。如果模拟单元 102 确定顺序程序 101 的执行未终止(在步骤 S30 中为“否”),该过程进行到步骤 S24。

[0220] 如果由模拟单元 102 确定为运动 FB(在步骤 S26 中为“是”),则在步骤 S34 中,指令值计算单元 104 从 FB 库 103 中读取模拟部件 102 指定的运动 FB。

[0221] 在步骤 S36 中,指令值计算单元 104 开始一循环过程,以及在步骤 S40 中,指令值

计算单元 104 终止该循环过程。在相关的循环过程中,该过程重复执行,直至读取运动 FB 终止,同时以一固定的时间间隔推进模拟时间。在循环过程期间,步骤 S38 中,指令值计算单元 104 重复执行运动 FB 和计算指令值的过程。

[0222] 在步骤 S42 中,指令位置计算单元 105 计算一系列指令位置,该一系列指令位置与一系列指令值对应。在步骤 S44 中,预测位置计算单元 106 计算一系列预测位置,该一系列预测位置与一系列指令位置对应。

[0223] 图 8 为一流程图,表示一显示实测位置的过程。参照图 8,在步骤 S52 中,显示数据处理单元 108 从追踪数据存储单元 107 获取一系列实测位置。在步骤 S54 中,显示控制单元 109 在监测器 907 的屏幕 11 上显示由显示数据处理单元 108 获取的实测位置。

[0224] 图 9 为一结构示意图,表示一锯板设备 1A 的结构,其为该控制系统的一应用实例。参照图 9,该锯板设备 1A 包括 PC 10(图中未示)、PLC 20、伺服放大器 31 至 33、通信线路 60 以及单轴台式机械装置 501 至 503,其为该控制目标的可动式机械装置。

[0225] 台式机械装置 501 在 Z 方向上包括伺服电机 41 和一螺旋进料器 51。螺旋进料器 51 包括一螺装到螺杆轴的螺母 51a。台式机械装置 502 在 X 方向上包括伺服电机 42 和一螺旋进料器 52。螺旋进料器 52 包括一螺装到螺杆轴的螺母 52a。台式机械装置 503 在 Y 方向上包括伺服电机 43、一螺旋进料器 53 和一切割器 54。螺旋进料器 53 包括一螺装到螺杆轴的螺母 53a。切割器 54 固定在螺母 53a 上。

[0226] 切割器 54 具有朝向 Z 轴(板 90 的方向)反方向的切削刃。通过伺服电机 41 到 43 的驱动,切割器 54 可以在 X 轴方向、Y 轴方向和 Z 轴方向上移动。切割器 54 被设置用于切割板 90。

[0227] 图 10A 和 10B 为示意图,表示了一个采用一锯板设备 1A 切割板 90 的例子。参照图 10A 和 10B,当图 9 中开关 80 开启时,锯板设备 1A 将在一初始位置 0(0,0,0) 等待的切割器 54 移至 P6。此后,锯板设备 1A 将切割器 54 降低至板 90,并按 P1 → P2 → P3 → P4 → P5 → P1 的顺序移动切割器 54。锯板设备 1A 以这种移动方式切割板 90。此后,锯板设备 1A 升起切割器 54 并将其移至 P6,终止切割过程。

[0228] 图 11 至图 14 为示意图,表示一运动程序的例子,该运动程序用于使图 9 的锯板设备 1A 执行图 10A 和 10B 所示的板切割过程。在该运动程序中,省略了对于该操作开始时将切割器 54 调准至该初始位置 0(0,0,0) 的过程描述,及对于完成该操作后将切割器 54 返回该初始位置 0(0,0,0) 的描述。

[0229] 在该运动程序中,FB1 至 FB13 为运动 FBs。FB 左侧上的终端是向 FB 的输入,以及 FB 右侧上的终端是来自该 FB 的输出。实际商业化的 FB 包括较大的输入终端和输出终端,并使各种设置成为可能,但是本说明中未用到的终端未图示。图示的来自 FB 的输出是与该顺序程序的其他部分有关的输出。当 PLC 20 中执行该运动 FB 时,由 MC 单元 24 中输出计算得到的指令值及其他与伺服放大器 31 至 33 有关的信号。然而,输出指令值和信号的过程是该 FB 的 MC 单元的功能。因此,在顺序程序的注释中未表示该相关功能。

[0230] 向该 FB 输入的位置的数值单位是毫米(mm),以及速度的数值单位是 mm/sec。由于该 FB 的执行,实际从 MC 单元 24 传送到伺服放大器 31 至 33 的指令值被换算为代表该电机的旋转角的值。

[0231] 图 11 为一示意图,表示一运动程序的一第一部分。参照图 11,通过如下的过程 (A)

到 (C) 对运动程序的每一排进行说明。

[0232] (A) 第一至第三排 : 当接触“开关 \_ 状态”为开启时 ( 当图 9 的开关 80 开启时 ), 分别连接到轴 X、Y、Z 的伺服电机 41 至 43 处于可操作的状态。

[0233] (B) 第四排 : 当该三个轴的伺服电机 41 至 43 全部处于可操作状态时, 该线圈“全部 \_ 电源”为开启。

[0234] (C) 第五至第六排 : 确定切割器 54 是否正移向图 10A 的坐标 P6。当伺服电机 41 至 43 全部处于可操作状态时, 该线圈“向下 \_ 移动 P6”为开启。

[0235] 图 12 为一示意图, 表示图 11 之后的运动程序的一第二部分。参照图 12, 通过如下的过程 (D) 到 (G) 对运动程序的每一排进行说明。

[0236] (D) 第七至第九排 : 切割器 54 移至图 10A 中的坐标 P6。FB 4、FB 5 和 FB 6 用于为一轴计算一系列指令值。轴为一个用于输入轴的明细的终端, 其中来自相关终端装置的 A 轴输入指定为 X 轴, B 轴是指指定 Y 轴, 以及 C 轴是指指定 Z 轴。位置是一个用于输入移动目的地的坐标的终端, 以及速度是一个用于输入移动速度的明细的终端。图 10A 和 10B 中所示了指定坐标。例如, 由于 P6 的 XYZ 坐标是 (100, 100, 200), 给定 100 作为 P6\_ 位置 \_X 的值。P6\_ 速度 \_X、P6\_ 速度 \_Y、P6\_ 速度 \_Z 的值分别是 41、41、82。

[0237] (E) 第十排 : 确定 X、Y、Z 各轴是否完成了向坐标 P6 的移动。

[0238] (F) 第十一至第十二排 : 确定该过程是否进入等待状态。向坐标 P6 的移动完成, 并且从外部输入一个停止请求 ( 请求 \_ 停止 ) 之后, 开启该线圈“向下 \_ 等待中”。

[0239] (G) 第十三至第十四排 : 确定是否降至坐标 P1。当等待状态释放时, 线圈“向下 \_ 向下移动中”为开启。

[0240] 图 13 为一示意图, 表示图 12 之后的运动程序的一第三部分。参照图 13, 通过如下的过程 (H) 到 (J) 对运动程序的每一排进行说明。

[0241] (H) 第十五排 : 执行将切割器 54 降至板 90 的操作 ( 从 P6 移动至 P1)。FB 7 为一个 FB, 用于为一个轴计算一系列指令值。通过输入 C 轴来指定 Z 轴。P1\_ 位置 \_Z 的值为 0 以及向下 \_ 速度的值为 100。

[0242] (I) 第十六至第十七排 : 确定该过程是否处于切割操作。当切割器降至坐标 P1 的操作完成时, 线圈“向下 \_ 切割中”为开启, 并且当切割器 54 切割五角形的每个边之后返回到坐标 P1 时, 线圈“向下 \_ 切割中”为关闭。

[0243] (J) 第十八排 : 切割器 54 按坐标 P1 → P2 → P3 → P4 → P5 → P1 的顺序移动。FB 8 至 FB 12 为 FBs, 用于同时驱动 X 轴和 Y 轴, 以便沿着连接 FB 的执行启动位置和指定的执行结束位置的线移动。FB 8 的输入的“移动 P2\_ 位置”的值是 P2 的 XY 坐标 (159, 181)。“移动 P2\_ 速度”是沿着从 P1 到 P2 的路线的移动速度。向 FB 8 至 FB 12 输入的移动速度的值全部是 100。

[0244] 图 14 为一示意图, 表示图 13 之后的运动程序的一第四部分。参照图 14, 通过如下的过程 (K) 到 (L) 对运动程序的每一排进行说明。

[0245] (K) 第十九至第二十排 : 确定切割器 54 是否处于上升操作中。

[0246] (L) 第二十一排 : 执行切割器 54 的上升操作 ( 从 P1 移动到 P6)。“上升 \_ 速度”的值是 100。

[0247] 图 15 为一曲线图, 显示当图 11 至图 14 的运动程序用横轴为 A 轴及以纵轴为 B 轴

执行时,一指令位置的一轨迹。参照图 15,A 轴和 B 轴是用于 MC 单元内部的轴的名称,并对应于图 9 中螺旋进料器 52 的轴(X 轴)和螺旋进料器 53 的轴(Y 轴)。用户可以通过屏幕 11 上部的下拉式菜单 201、201 指定 A 轴(X 轴)、B 轴(Y 轴)和 C 轴(Z 轴)中的任意一轴作为横轴和纵轴。

[0248] 用户可以通过屏幕 11 上部的选择复选框 203 至 205 为指令位置、预测位置和实测位置选择待显示的轨迹。

[0249] PC 10 在屏幕 11 上用虚线显示指令位置的轨迹,并用实线显示一响应位置(预测位置或者实测位置)的轨迹。在图 15 中,PC 10 显示该指令位置和该预测位置,但是两种轨迹为重叠,这样显示给用户的看起来只有实线。几百毫米范围内的操作中发生在指令位置和响应位置之间的误差一般约为几十微米,用户不能利用如图 15 中能够显示整个轨迹的图的比例来确认该误差。如果该比例使得轨迹重叠且两种轨迹无法辨认,则 PC 10 可以省略每种轨迹本身的显示过程。

[0250] 轨迹边上显示的“FB 9 ▽”等表示当该显示运动 FB 的执行开始时的位置(当预先执行的 FB 终止时的位置)。

[0251] 一手形的区域改变工具 206 是鼠标指针的一种,当轨迹超出图框时,其可以移动图的显示范围。当用户拖动图上的鼠标时,PC 10 改变鼠标指针,移动该显示图使其随着鼠标的移动而移动。

[0252] 放大/缩小滚动条 207、208 分别表示图的纵轴和横轴的比例。PC 10 通过用户上下移动放大/缩小滚动条 207、208 上的定位键来改变纵轴和横轴的比例。当用户选中配合操作复选框 209 时,若纵轴或横轴其之一的比例改变,PC 10 则使纵轴或横轴中的另一个遵循相同的比例。如果配合操作被释放,用户则可以独立地改变纵轴和横轴的比例。

[0253] 误差发生标记 211、212 为指示误差较大处的轨迹部分的标记。换句话说,误差发生标记 211、212 为指示其中误差大于或者等于预先定义的阈值的部分的标记。在下文中,其中误差较大的部分也被称为“确定将发生误差的部分”或者“正发生误差的部分”。稍后将对确定标准进行说明。

[0254] PC 10 以虚线矩形包围的部分来显示误差较大的部分。误差较大的部分间歇地存在于从 FB 10 到 FB 11 的路径上的多个位置中,但是如果误差发生部分相互很靠近,则 PC 10 显示一个矩形图,以包围图中所示的所述部分。误差发生标记 211、212 的形状和色调可以任意的设计,以便于明显地辨识。

[0255] PC 10 可以改变轨迹部分的色调,该轨迹部分被确定将发生误差,并且以误差发生标记的形式显示色调被改变的该轨迹部分。在这种情况下,如果正在发生误差的部分的长度较短,则用户很难明显地辨识是否仅在相关部分进行了色调的改变。因此,PC 10 优选地在整个范围长度上改变色调,这样当改变该轨迹的色调时,相关部分可以被容易地明显地辨识,而不用考虑实际发生误差的轨迹部分的长度。

[0256] 当改变确定将发生误差的轨迹部分的色调时,PC 10 可以显示图或者误差发生标记 211、212。

[0257] 当用户点击误差发生标记 211、212 时,PC 10 执行屏幕切换,并以一放大方式显示正在发生误差的部分。

[0258] 图 16 为一放大曲线图,当用户点击图 15 中 FB 9 附近的误差发生标记 211 时,由

该 PC 10 显示的放大曲线图。参照图 16, 当根据误差的大小改变两个平台的色调时, PC 10 显示响应位置 (在这种情况下为预测位置) 221 至 223 的轨迹部分, 该处的误差相对于指令位置 224 处的误差大。PC 10 用这种方式改变色调, 以对用户来说明显的状态将误差的大小显示在响应位置的轨迹上。

[0259] PC 10 将放大的图的显示比例自动调整至适于观察误差的发生状态的大小。例如, PC 10 利用如下方法获得纵轴的比例宽度, 该方法假定了显示的比例尺数为固定值。

[0260] 纵轴的比例宽度 = ( 纵轴的最大值 - 纵轴的最小值 ) / 比例尺数

[0261] 其中

[0262] 纵轴的最大值 = 最大值 ( 选取区域中响应值的 B 轴的最大值, 选取区域中指令值的 B 轴的最大值 ); 以及

[0263] 纵轴的最小值 = 最小值 ( 选取区域中响应值的 B 轴的最小值, 选取区域中指令值的 B 轴的最小值 )。

[0264] PC 10 调整显示, 以便比例宽度变为 10 的幂次方乘以 1、2 或 5 得到的值。PC 10 在横轴上执行类似于纵轴上的过程。

[0265] 之后, 用户可以利用放大 / 缩小滚动条 207、208 手动改变比例。用户可以取消选中的配合操作复选框 209, 并单独改变纵轴和横轴的比例。同样在这种情况下, 指令位置轨迹和响应位置轨迹中的比例均被改变, 这样指令位置轨迹和响应位置轨迹的纵轴比例和横轴比例相同。

[0266] PC 10 按相同的放大率放大轨迹, 并以一种模式将同样的轨迹显示在屏幕 11 上, 其中对应于所选择的误差发生标记的指令位置的空间轨迹部分和对应于其响应位置的空间轨迹部分是重叠的。更具体地, PC 10 以一种模式在屏幕 11 上显示了每种空间轨迹, 其中对应于所选择的误差发生标记的指令位置的空间轨迹部分和对应于空间轨迹的相关部分的响应位置的空间轨迹部分按相同的放大率放大, 该模式使得所放大的空间轨迹彼此重叠。因此, 用户可以容易地辨识误差的发生状态。

[0267] 二维轨迹数据生成区 181 基本上利用相同的程序来创建图 15 的轨迹显示屏和图 16 的轨迹放大显示屏。

[0268] 用户可以手动放大图 15 的显示屏的比例, 并操作手形的区域改变工具 206 来调整显示区域, 这样就可以通过手动操作来显示图 16 所示的屏幕 11。在这种情况下, 当误差的大小变为图中容易地明显地辨识的大小时, PC 10 停止在平台上显示误差发生标记。当实现这样的平台时, PC 10 还是可以持续地显示误差发生标记。当然, 第一显示数据创建区 1084 和第二显示数据创建区 1085 可以利用不同的程序实现并分配显示数据的创建。

[0269] 用户可以仅通过上述手动操即可以使 PC 10 以放大的方式进行显示, 但是通过该误差发生标记的点击操作来执行屏幕切换, 可以快速确认误差的发生状况。例如, 当按后退键时, 可以将 PC 10 设计成显示返回, 这样图 16 的显示屏可以返回至图 15 的显示屏。

[0270] 图 17 为一表示在一种状态下的同时刻标记的示意图, 即显示在图 16 的放大显示屏上的一指令位置标记和一响应位置标记。参照图 17, 一指令位置标记 232 和一响应位置标记 231 为显示相互配合的同时刻时指令位置和响应位置的图形。与图 16 类似, PC 10 根据该标记将该部分显示为轨迹, 但也可以显示落入该显示区域内的整个轨迹。PC 10 可以通过这类标记清楚地显示同时刻时指令位置和响应位置之间的位置关系。

[0271] 通过位于屏幕 11 左下方的各类按钮 233 至 236 以及布置于所述各类按钮旁边的滚动条 237, 用户可以执行改变时间的操作, 该时间与标记对应。

[0272] 滚动条 237 的长度表示该运动程序执行的开始到结束的时间长度, 该时间长度对应于一轮所花费的时间。滚动条 237 的标签 2371 的位置表示已经过的时间 (时刻)。在相关时间处, PC 10 在轨迹上的该位置处显示标记。通过鼠标拖动操作, 可以对标签 2371 进行左右移动。根据用户对标签 2371 的操作, PC 10 改变标记的位置。

[0273] 当用户按动播放按钮 235 时, PC 10 移动滚动条 237 的标签 2371, 并随着实际时间的耗用, 将标记的位置向右移动。当用户按动快进按钮 236 时, PC 10 向右移动滚动条 237 的标签 2371 的位置和标记的位置, 该移动速度比实际时间的耗用速度更快。当用户按动倒序播放按钮 234 时, PC 10 沿着之前的方向向左移动滚动条 237 的标签 2371 的位置和标记的位置, 该移动速度与实际时间的耗用速度相同。当用户按动倒带按钮 233 时, PC 10 沿着之前的方向向左移动滚动条 237 的标签 2371 的位置和标记的位置, 该移动速度比实际时间的耗用速度更快。PC 10 可以将滚动条 237 和同时刻的标记显示在图 15 以及稍后说明的图 18 和图 19 的显示屏上。

[0274] 图 18 为一示意图, 表示当用户点击图 15 中 FB 10 和 FB 11 之间的误差发生标记且未选中配合操作复选框 209 时, 在该屏幕上显示的内容。更具体地, 图 18 表示由图 15 所示的显示内容切换过来后的屏幕 11, 屏幕 11 是在以用户可以辨识出误差的放大率可选择地放大横轴方向时所显示出来的屏幕。

[0275] PC 10 确定纵轴方向上的显示放大率, 以便可以显示间歇地发生误差的整个区域。当用户点击误差发生标记 212 且未选中配合操作复选框 209 时, PC 10 将横轴方向的显示放大到用户可以明显地辨识发生在横轴方向的误差的尺寸, 并以横轴方向的放大率相同的放大率放大纵轴方向上的显示。因此, PC 10 仅显示了在纵轴方向上发生误差的该轨迹部分的一小部分。

[0276] 当手动显示由图 15 所示的显示屏到图 18 所示的屏幕 11 时, 用户可以操作手形的区域改变工具 206, 以显示位于屏幕 11 中部附近的 FB 10 和 FB 11 的中点, 然后放大横轴的比例。当手动显示由图 15 所示的显示屏到图 18 所示的屏幕 11 时, 用户可以通过屏幕切换来快速地确认误差的发生状况, 该屏幕切换通过执行误差发生标记的点击操作来实现的。

[0277] 显示纵轴和横轴的方向可以设定为任意方向, 该任意方向是不同于相对于控制目标的控制所用的坐标系的轴方向, 如 A 轴方向和 B 轴方向。例如, 如果显示横轴的方向设定为逆时针 18 度的方向, 该方向相对于 A 轴和 B 轴的平面内 A 轴的方向, 显示在屏幕上的轨迹图以相对于图 15 所示的轨迹图以顺时针方向旋转 18 度的方式显示。因此, 从 FB 11 至 FB 12 的轨迹的直线段变得与横轴平行。如果在这种状态下选择性地放大纵轴方向, 用户可以观察 FB 11 和 FB 12 之间的轨迹沿着与该行进方向垂直的方向上发生的误差状况。

[0278] 如上所述, PC 10 可以区分一个方向和与该方向正交的方向之间的轨迹的显示放大率。因此, 如果误差发生方向是局部地大体上恒定, 在该误差发生方向上的显示放大率相对较大以及垂直于该误差发生方向的方向处显示放大率相对较小时, PC 10 以一大显示放大率显示该误差的发生状况, 且可以显示范围相对较宽的轨迹的显示放大率,。

[0279] 图 19 为一状态示意图, 表示在该状态下, 屏幕 11 上显示该指令位置 and 该预测位置的轨迹, 其以横轴为时间及以纵轴为 B 轴。PC 10 在一区域中显示一误差发生标记 241, 在

该区域内该误差必定会发生在显示为纵轴的该轴方向上。与图 15 相比,通过图 19 所示的一单轴,用户就可以容易地确定该误差发生区域。当用户点击误差发生标记 241 时,PC 10 切换显示在屏幕 11 上的内容,从图 19 所示的显示内容到图 16 所示的显示内容(放大的显示屏)。当用户点击误差发生标记 241 时,PC 10 可以执行屏幕切换,并在屏幕 11 上显示一图像,在该图像中放大图 19 的一部分图,该一部分图以横轴为时间且纵轴为 B 轴,。

[0280] 图 19 的横轴可以用从操作开始处的位移(在本实施方式中为开始于坐标 P6 处的位移)代替时间。图 19 的纵轴可以用一速度(根据指令位置的改变算得的速度或者根据响应位置的改变算得的速度)代替位置(指令位置或者响应位置)。在本实施方式中,可以从该曲线图直接切换至该放大的显示图,该曲线图中的横轴为时间或者位移而纵轴为位置或者速度,该曲线图的注释通常由该运动程序的设计制定,在该放大的显示图中,正在发生误差的轨迹部分被放大。

[0281] 图 20 为一状态示意图,表示在该状态下,屏幕 11 上显示一以横轴为时间及以纵轴为误差的图像,即同一时刻该指令位置和该响应位置之间的距离。PC 10 可以以横轴为位移。Th1 是用于确定误差正在发生的阈值。

[0282] 假定常规轨迹的显示色调为一第一色调,PC 10 以一第二色调显示一轨迹的一部分(例如,图 16 中的响应位置 221、223),在图 16 到图 18 中该轨迹部分的误差超过 Th1。Th2 是一个用于确定正在发生一较大误差的阈值。PC 10 以一第三色调显示一轨迹的一部分(例如,图 16 中的响应位置 222),在图 14 到图 16 中该轨迹部分的误差超过 Th2。PC 10 的配置要使得用户可以调整每个阈值的大小。在本实施方式中,通过该响应位置的轨迹本身,PC10 可以清楚地显示误差的大小。

[0283] 在本实施方式中,PC 10 计算同时刻时指令位置和响应位置之间的距离,并将其作为三维空间中一距离。然而,其并不局限于此,PC 10 可以选择两个轴,并计算指令值和投射在由每个轴形成的平面上的响应位置之间的距离,或者可以选择一个轴,并计算指令值和投射在相关轴上的响应位置之间的距离。

[0284] 根据图 20 中所述的图形,用户可以确认误差的数量以及误差发生的时间。用户可以将所确认的误差作为参考信息,用于适当地调整该指令值和该随动系统参数。

[0285] 如果图 20 所示的屏幕 11 上也显示了误差发生标记 251、252,且用户点击了误差发生标记 251、252,则 PC 10 将屏幕 11 上待显示的内容切换为图 16 所示的显示内容(放大的显示屏)。换句话说,PC 10 可以通过显示图 20 中的屏幕 11,显示在时间轴或者位移轴上的误差大小的变换。PC 10 还可以从该屏幕直接切换到正在发生误差的该轨迹部分的放大显示屏,该屏幕显示了时间轴或者位移轴上误差大小的变换。

[0286] 图 21 为一状态示意图,表示在该状态下,屏幕 11 上显示一以横轴为位移及以纵轴为该指令位置和该响应位置之间的垂直误差的图像。该横轴可以表示时间。该垂直误差是从该指令位置的空间轨迹至响应位置的空间轨迹的距离,沿着一个垂直于该指令位置的三维或者二维空间轨迹的切线方向的方向。

[0287] 垂直误差显示指令位置和响应位置之间的空间轨迹之间的空间移位大小,该空间轨迹不包括该指令位置和该响应位置之间的时间上的提前要素和延迟要素。图 21 和图 20 相比较,发生极大误差的区域的误差方向大体上垂直于指令位置的空间轨迹的切线方向,因此这两幅图之间几乎没有任何差异,而误差较小部分的误差小于垂直误差。图 20 的误差



包括一成分,在该成分中以一距离误差的形式显示该时间上的延迟,如在该响应位置的改变处,相对于该指令位置改变的延迟。

[0288] 因此,PC 10 可以显示该指令位置和该响应位置之间的空间轨迹之间的空间移位大小,该空间轨迹不包括暂存的提前要素和延迟要素,空间轨迹之间的空间变换幅度。PC 10 可以由显示空间移位大小的屏幕直接切换到显示该轨迹部分的屏幕,在该轨迹部分中误差正以一放大方式发生。

[0289] 误差发生标记 261、262 也显示在图 21 所示的屏幕 11 上,当用户点击误差发生标记 261、262 时,PC 10 可以在该屏幕中执行屏幕切换并将图 16 中的显示内容显示在屏幕 11 上。

[0290] 图 22 为一状态示意图,表示在该状态下,通过透视图的方法在屏幕 11 上显示三维空间中该指令位置和该响应位置的轨迹。PC 10 的配置要使用户可以随意地改变视点的位置和用于绘图的视线方向。相较于图 15 中的屏幕 11,用户可以直观地辨认出三个轴的移动,其为该轨迹平面上的一投影视图。

[0291] PC 10 显示轨迹部分处的误差发生标记 271、272,在该处的误差被确定为正在发生。当用户点击误差发生标记 271、272 时,PC 10 将屏幕 11 的显示内容从图 22 中的显示内容切换到图 16 中的显示内容。PC 10 可以配置为以放大的方式显示在三维显示中的误差发生部分,而不是切换到图 16 中的显示内容。PC 10 还可以配置为在三维显示中显示基于图 17 所述的同时刻标记。

[0292] 图 23 为一屏幕示意图,表示当一个三维平台的虚拟设备模型依照该指令位置或该响应位置运行时,布置在图 22 所示的三维空间内的一屏幕 11。当 PC 10 执行这类显示时,用户可以更加逼真地辨识出图 9 所示的锯板设备 1A 的移动。

[0293] 图 24 为一示意图,示出了针对该主体以及该指令位置、该指令值、该预测位置 and 该实测值的计算过程等,可以切实采用的一个组合实例。[0149] 参照图 24,在第一组合中,PC 10 计算出指令位置并显示出算得的指令位置。PC 10 计算出预测位置并显示出算得的预测位置。PC 10 是这类显示的主体(显示主体)。

[0294] 在第二组合中,PC 10 计算出指令位置并显示出算得的指令位置。PLC20 计算出用于控制的指令值。PLC 20 将实测值传送到 PC 10。

[0295] 在第三组合中,PLC 20 计算出用于控制的指令值。PLC 20 将该指令值传送到 PC 10。PC 10 显示出该指令值。PLC 20 将实测值传送到 PC 10。PC10 显示出实测值。

[0296] 在第四组合中,PC 10 计算出指令位置并显示出算得的指令位置。PLC 20 计算出用于控制的指令值。PC 10 计算出预测位置并显示出算得的预测位置。PLC 20 将实测值传送到 PC 10。PC 10 显示出实测值。

[0297] 在第五组合中,PC 10 计算出指令位置以计算预测位置。PLC 20 计算出用于控制的指令值。PLC 20 将该指令值传送到 PC 10。PC 10 显示出指令值。PC 10 计算出预测位置并显示出算得的预测位置。PLC 20 将实测值传送到 PC 10。PC 10 显示出实测值。

[0298] 如上所述,控制系统 1 的 PC 10 能够显示该控制目标的特定部分处指定的指令位置 and 该预测位置之间的误差,从而更易于用户的理解。该指定的指令位置与该指令值对应,该预测位置是为实际控制目标的特定部分或者实测部分理论预测的,该实测部分是为相关的特定部分测量的。

[0299] 此处公开的实施方式是说明性的且并不受上述内容的限制。本发明的范围由权利要求进行限定,其中包括与权利要求等同的含义以及在权利要求范围内的所有修改。

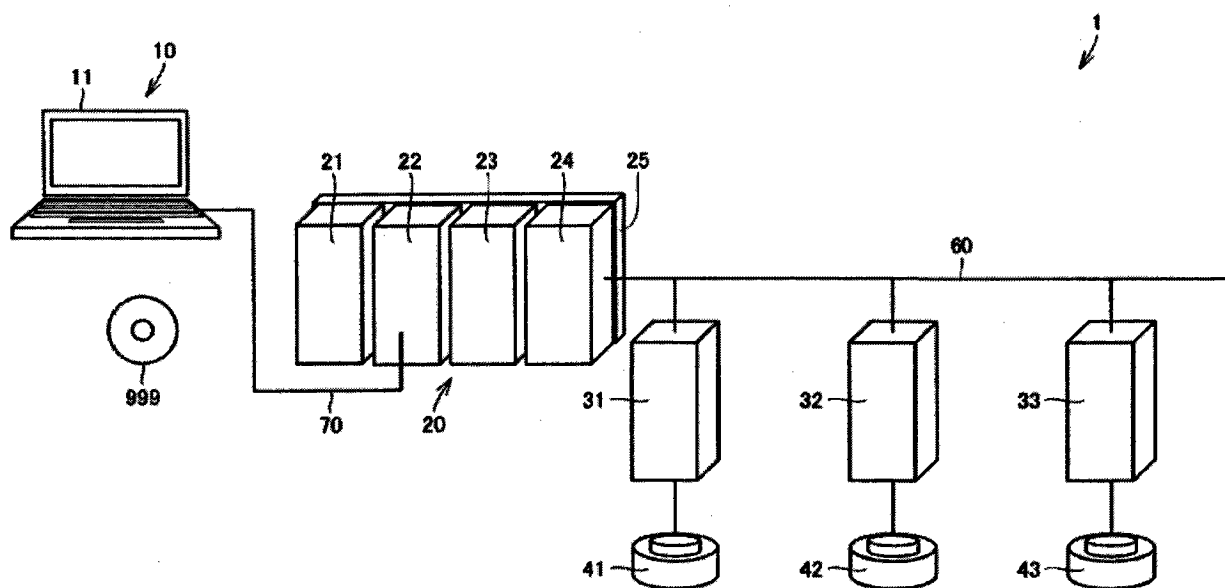


图 1

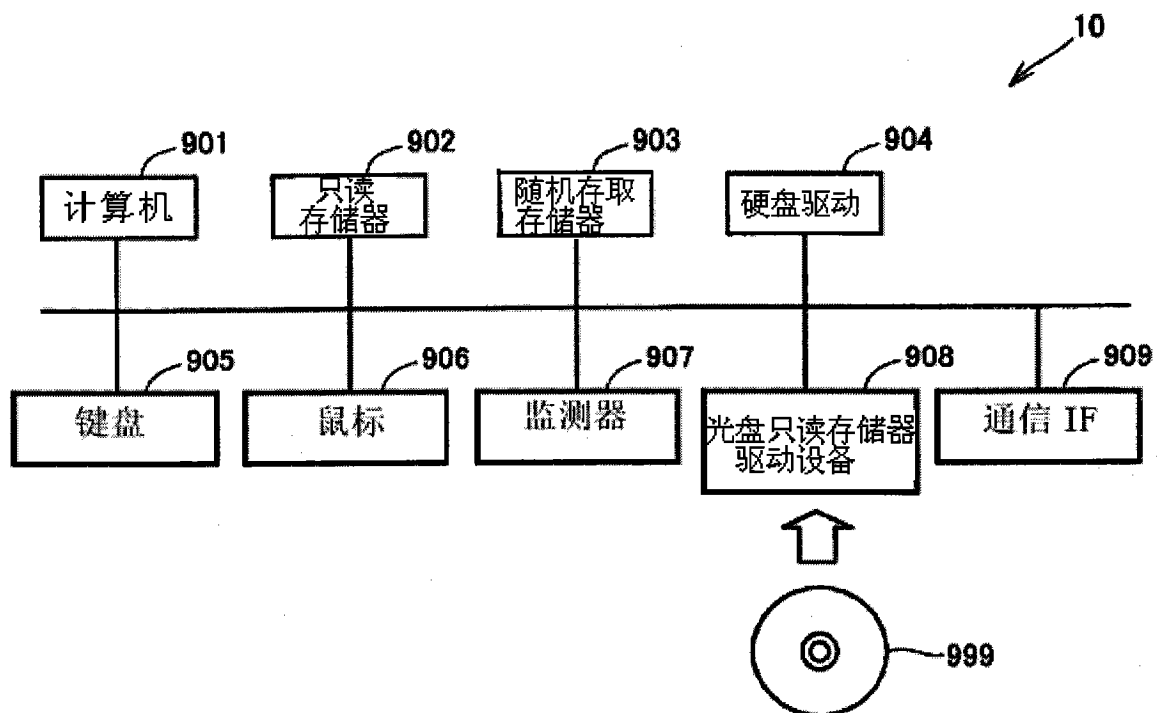


图 2

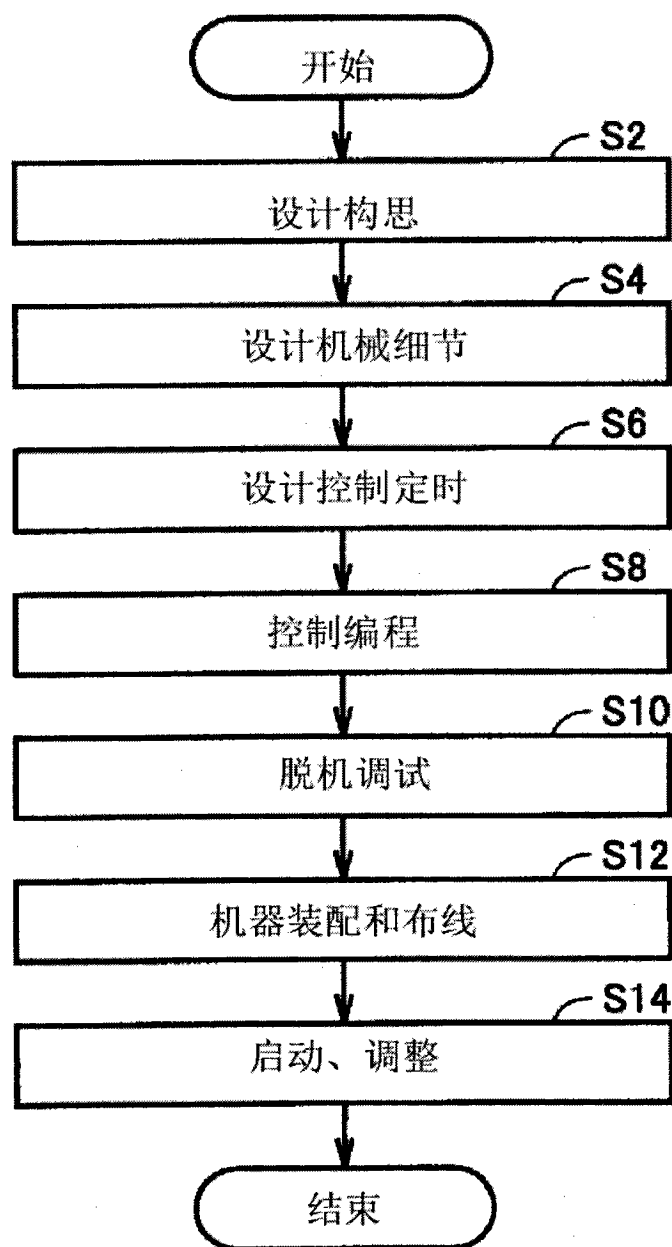


图 3

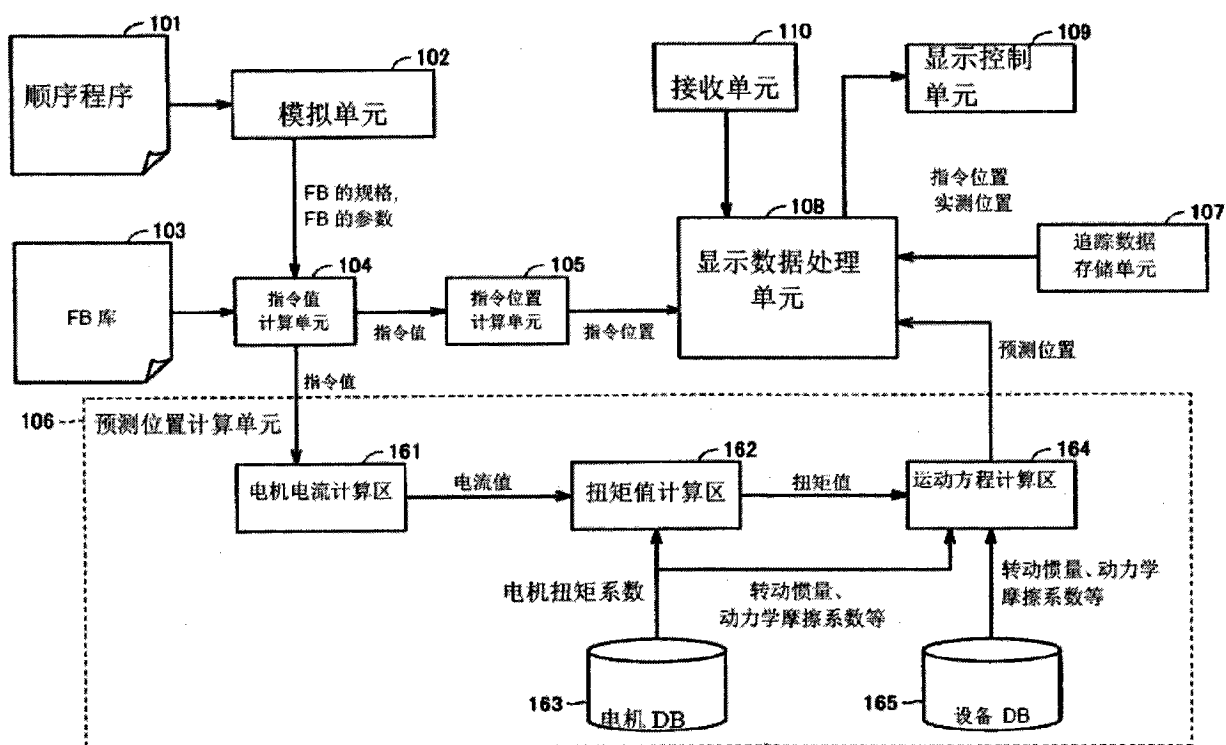


图 4

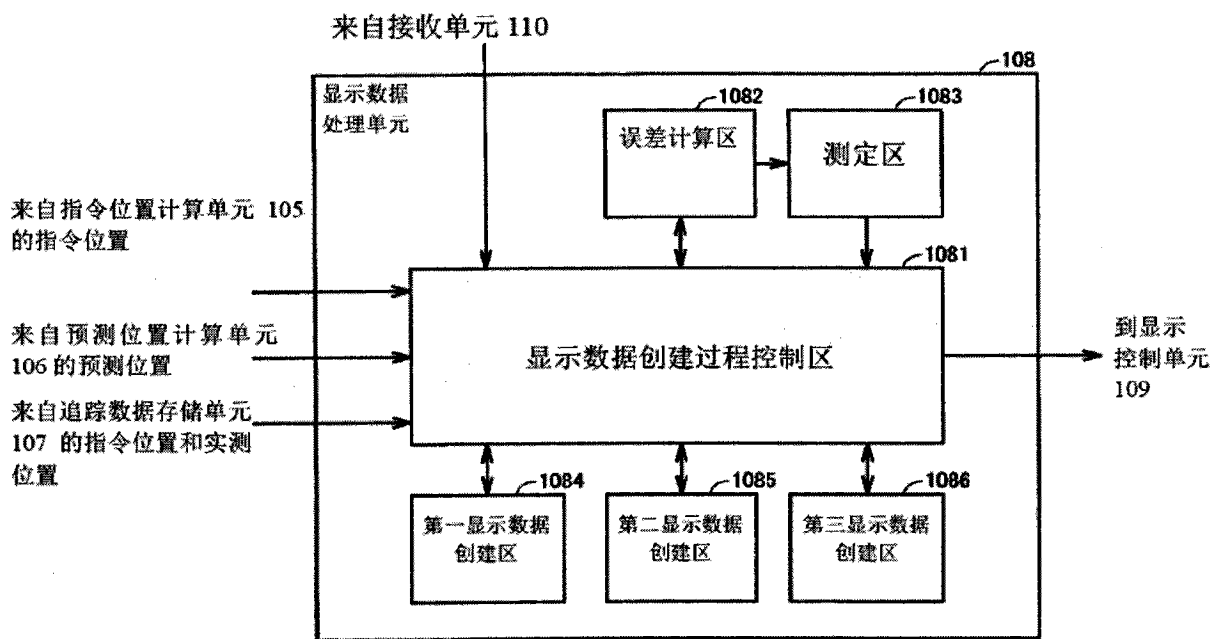


图 5

| 电机类型     | 额定输出  | 转动惯量<br>$\times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ | 粘性摩擦系数<br>$\text{Pa}\cdot\text{s}$ | 动力学摩擦系数 | ..... |
|----------|-------|----------------------------------------------------|------------------------------------|---------|-------|
| XXXX-001 | 100   | 0.045                                              | $1.8 \times 10^{-6}$               | 0.10    | ..... |
| XXXX-002 | 150   | 0.061                                              | $1.8 \times 10^{-6}$               | 0.10    | ..... |
| XXXX-003 | 80    | 0.041                                              | $1.8 \times 10^{-6}$               | 0.15    | ..... |
| .....    | ..... | .....                                              | .....                              | .....   | ..... |

图 6

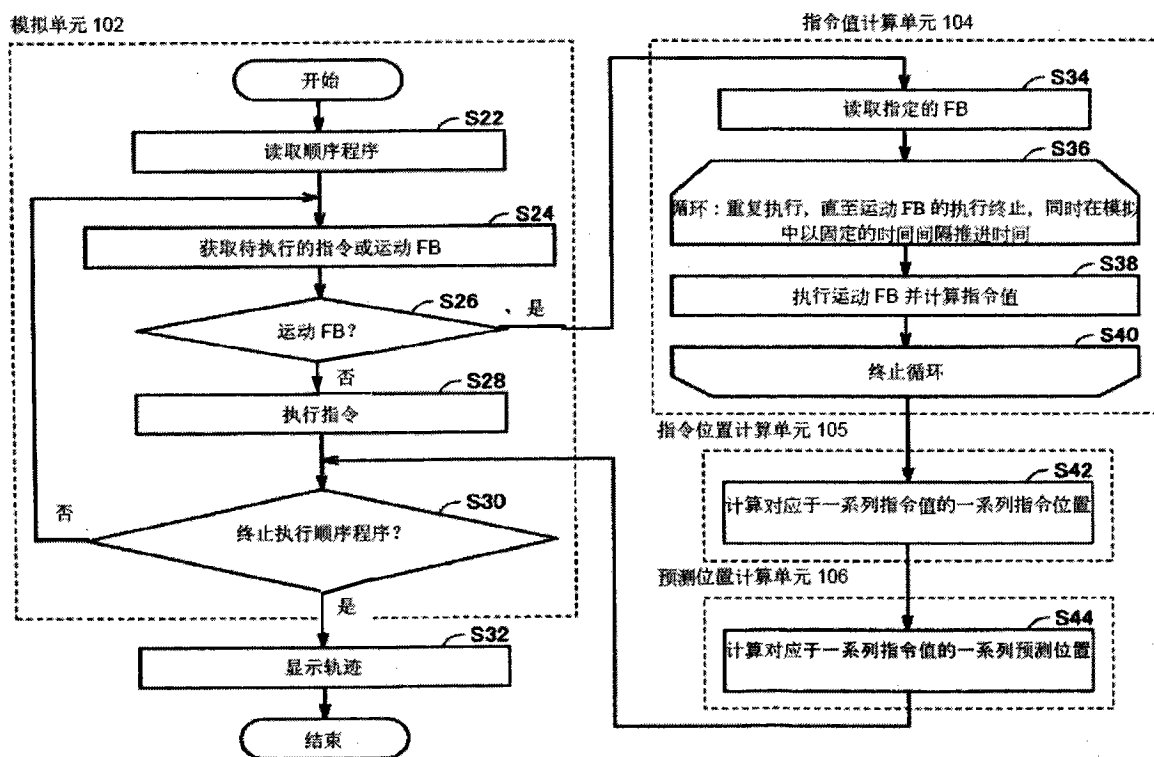


图 7

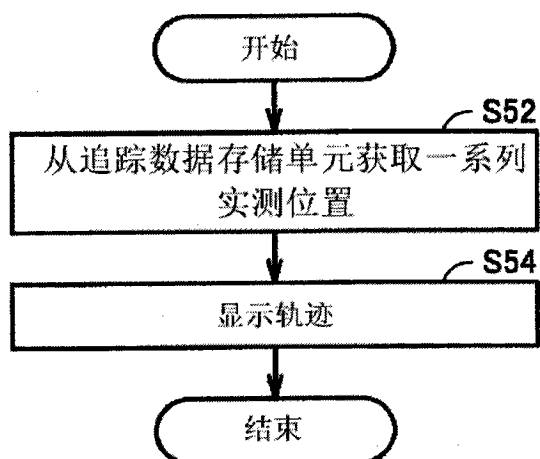


图 8

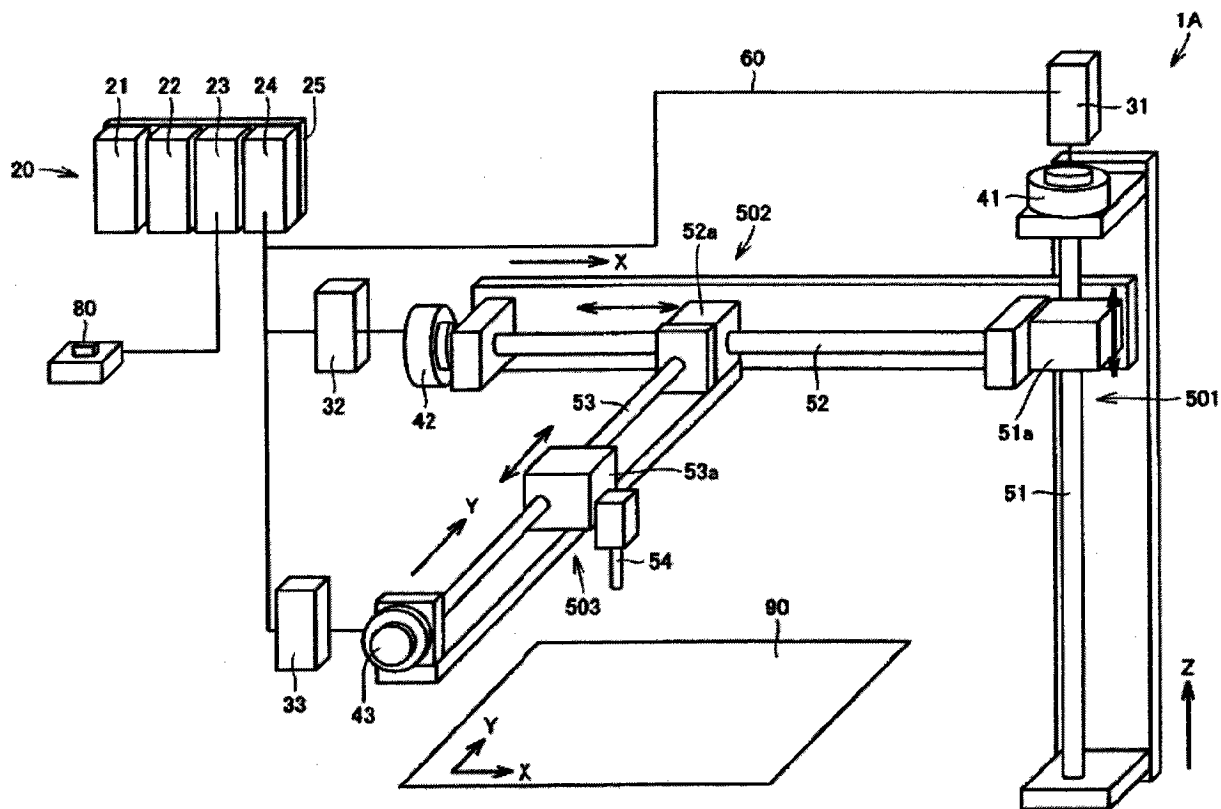


图 9

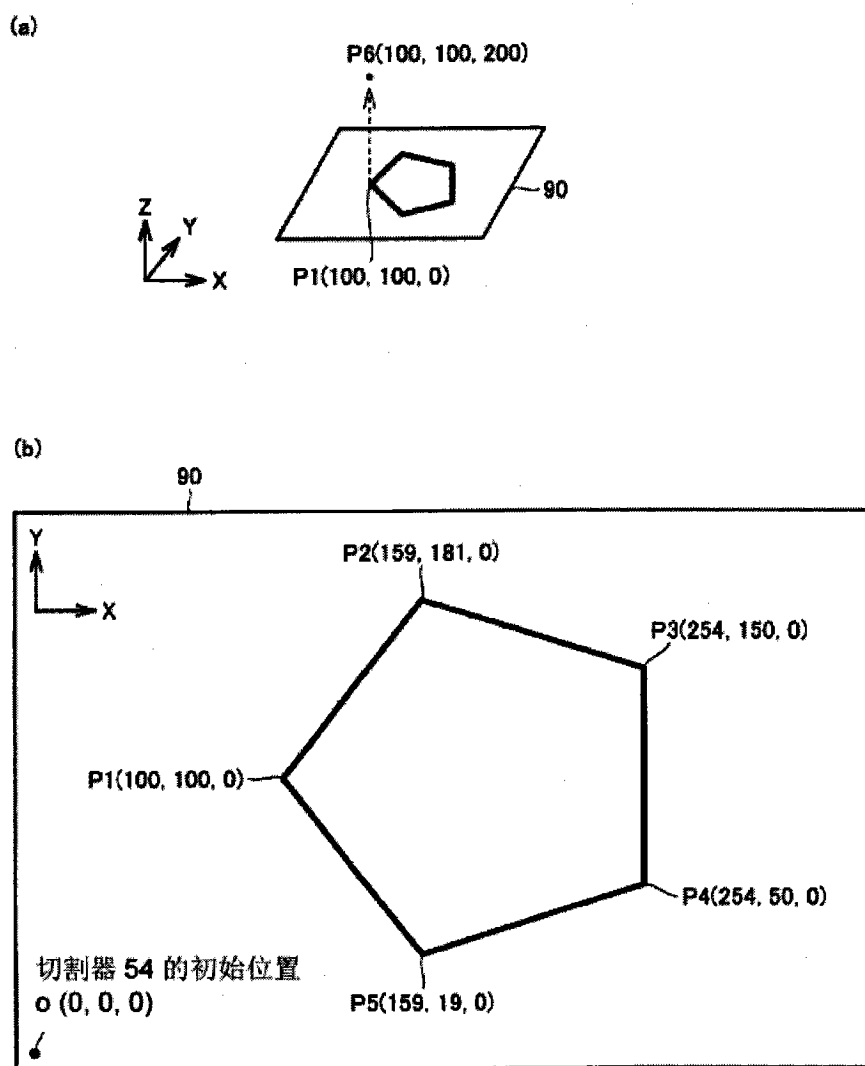


图 10



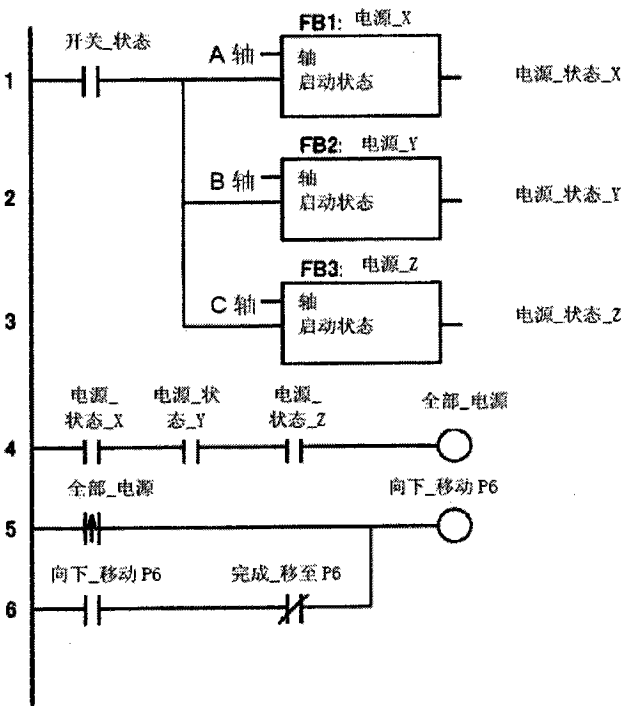


图 11

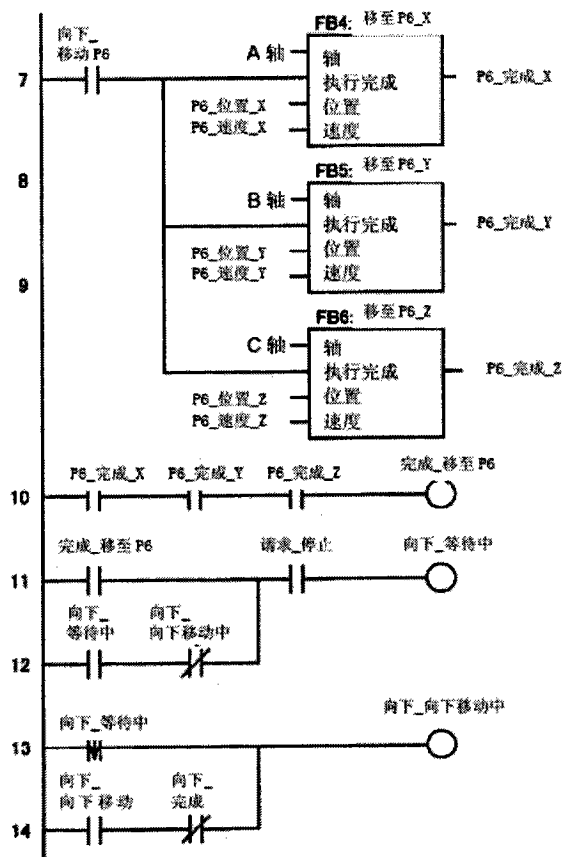


图 12

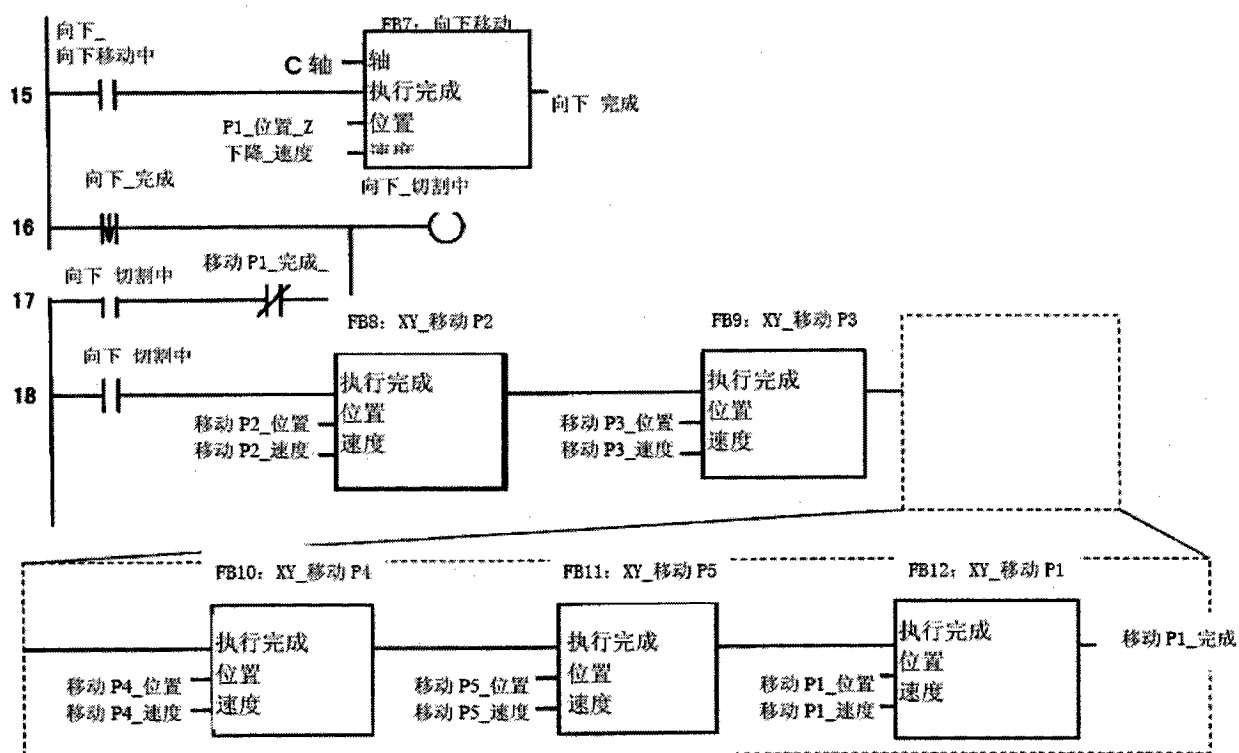


图 13

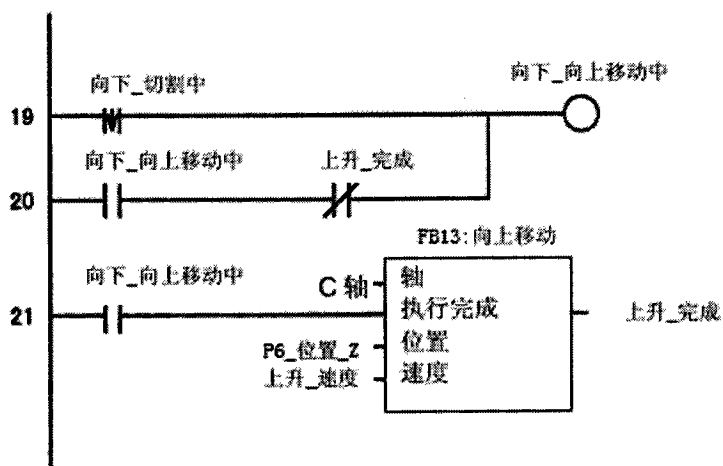


图 14

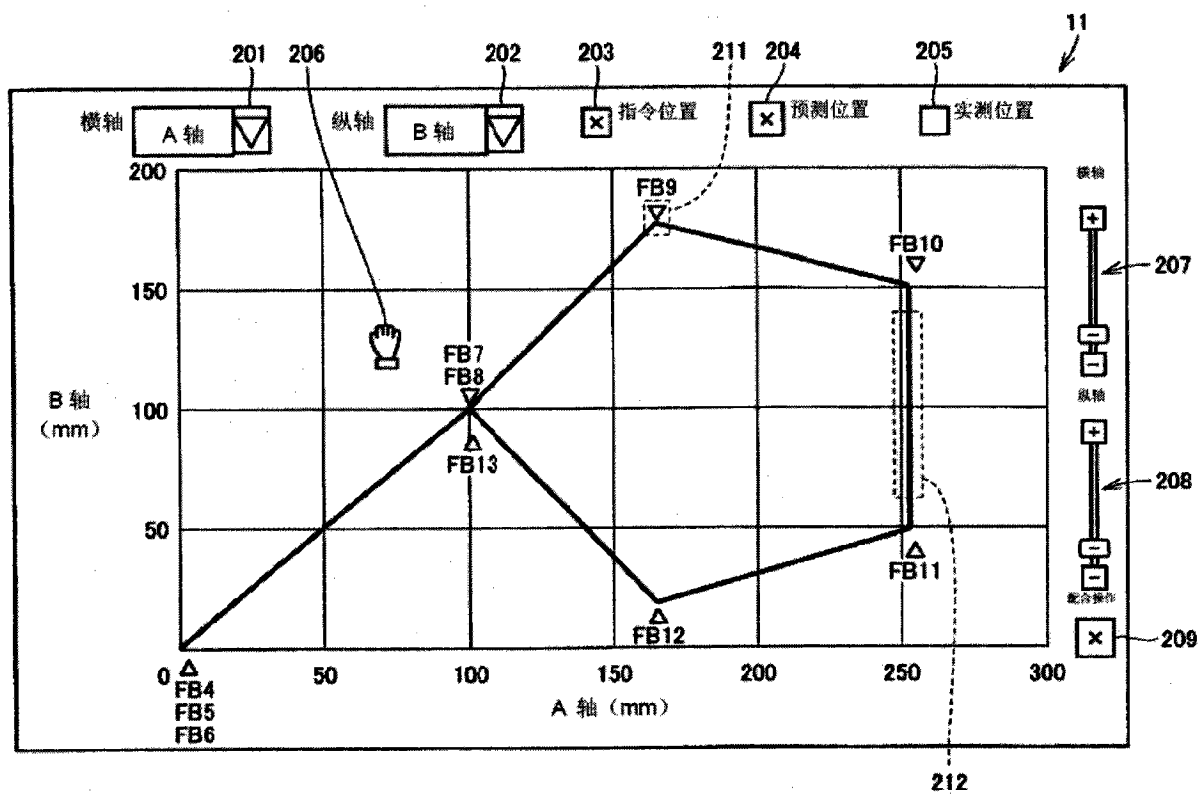


图 15

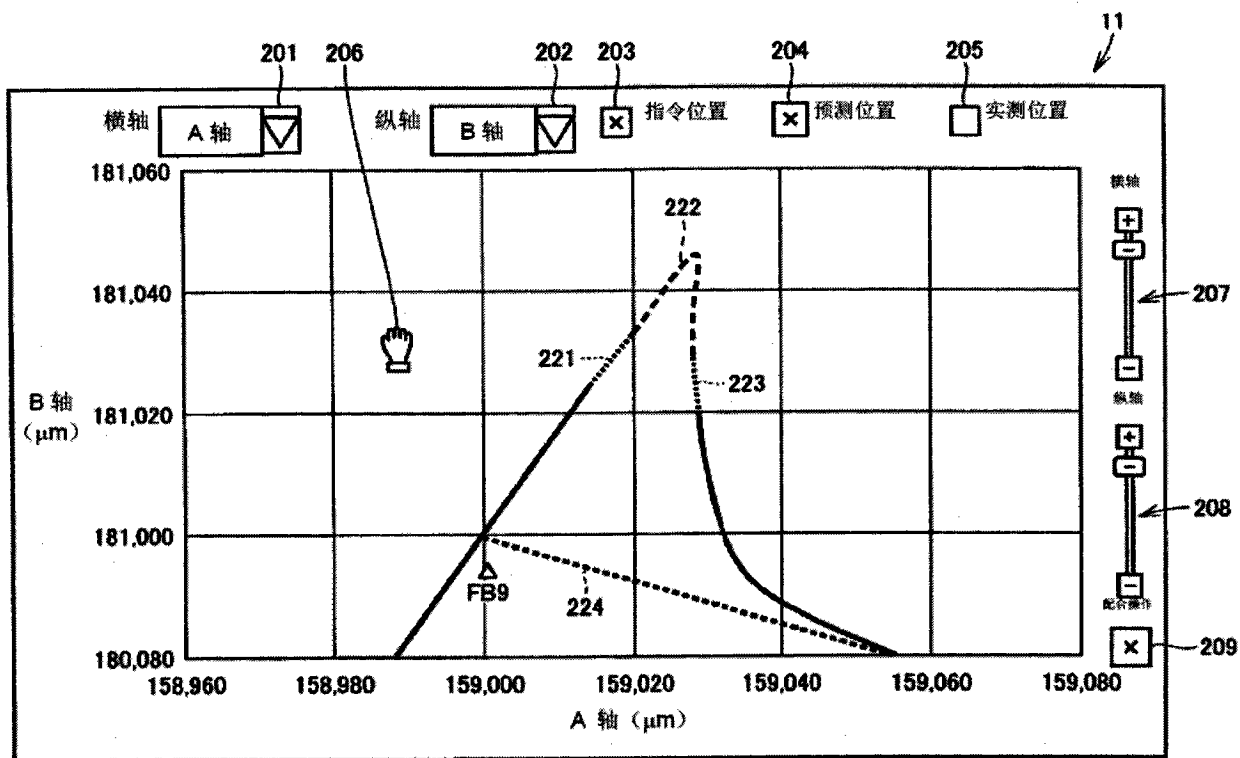


图 16

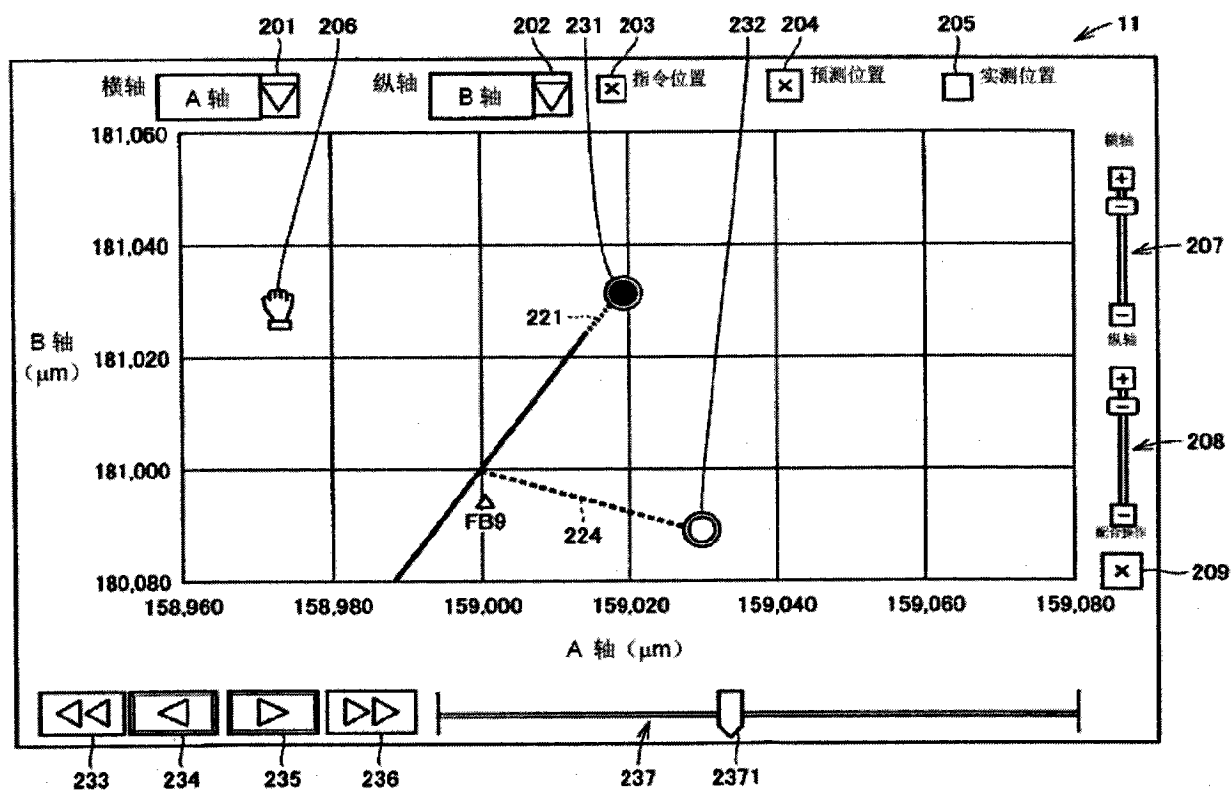


图 17

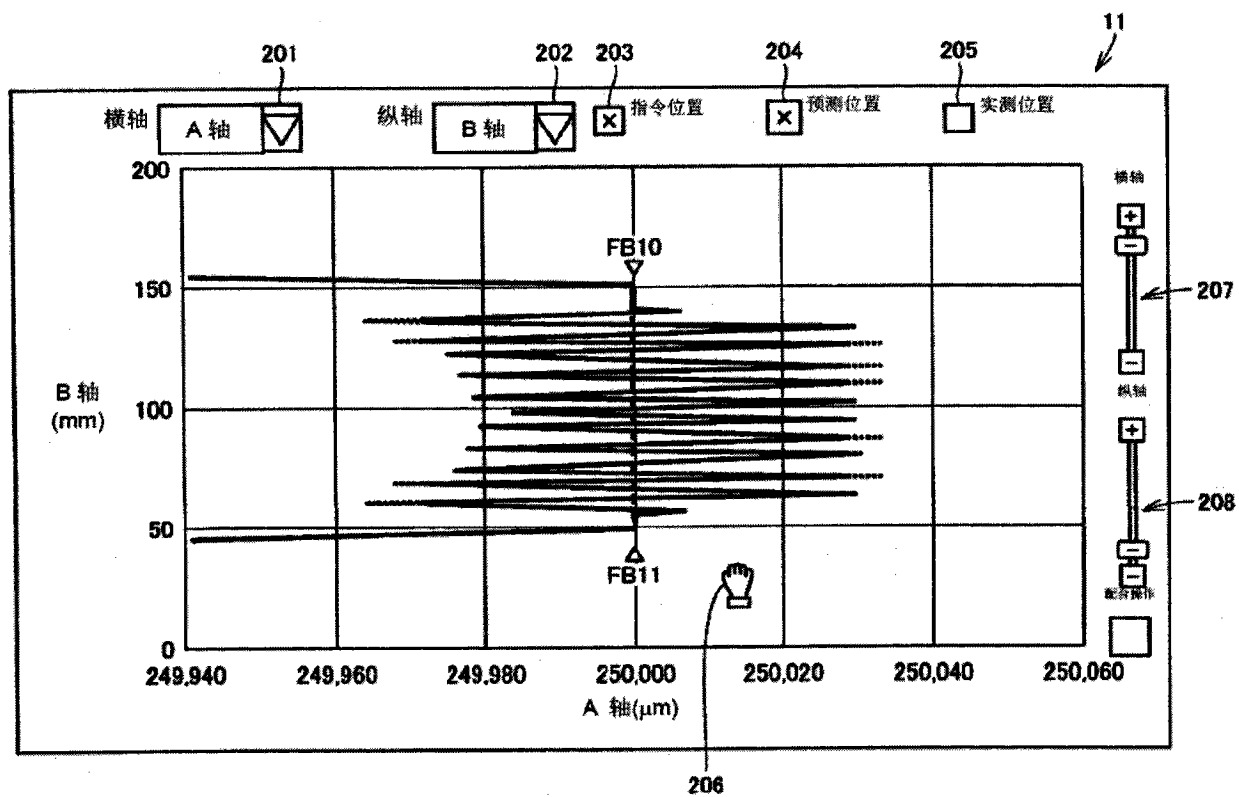


图 18

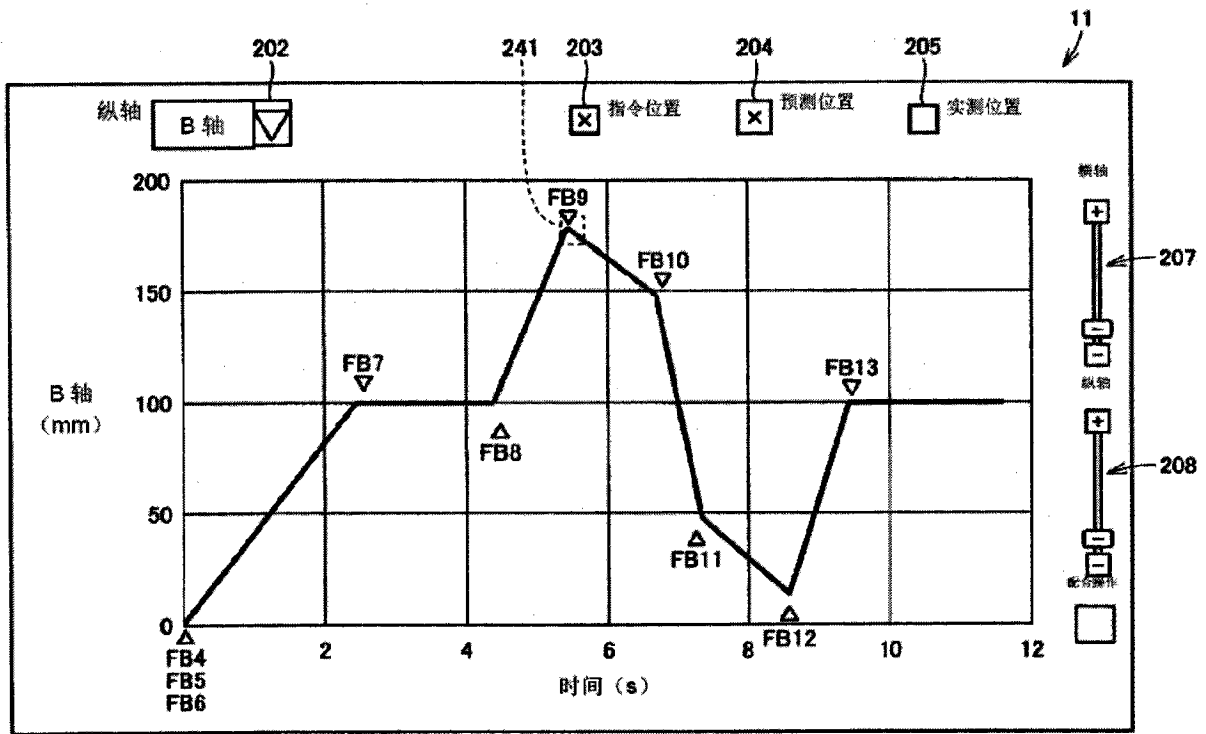


图 19

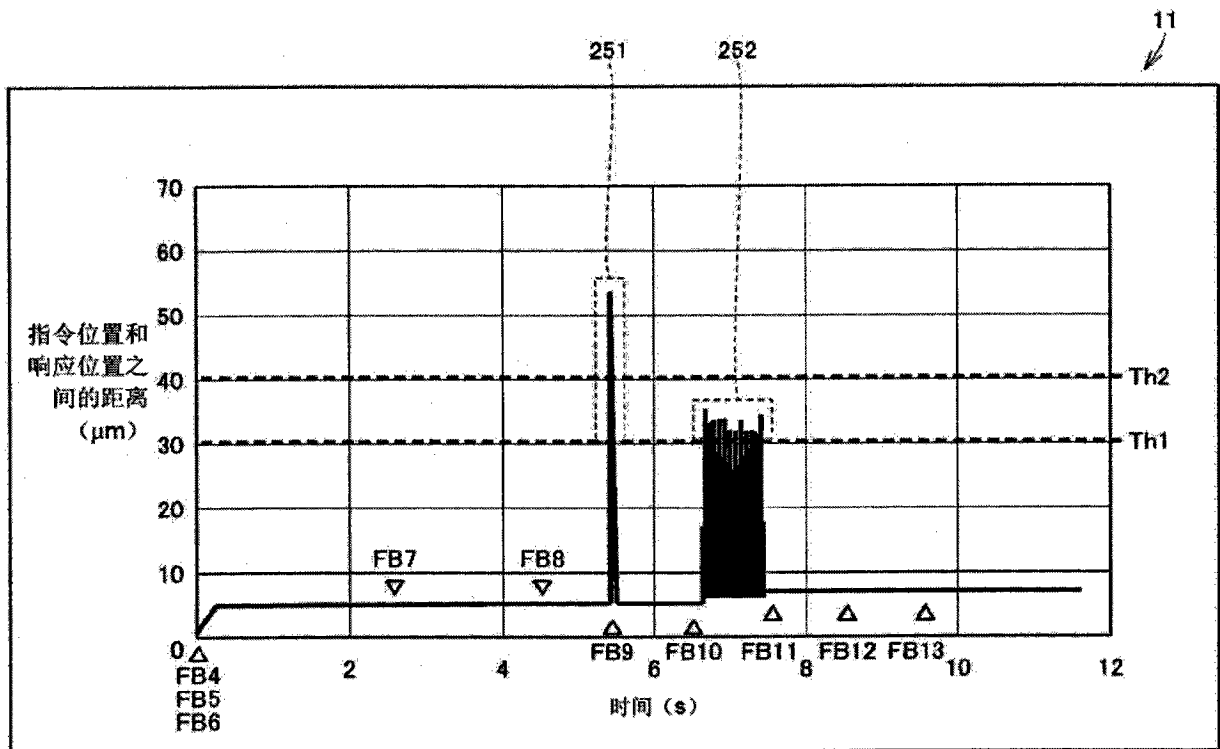


图 20

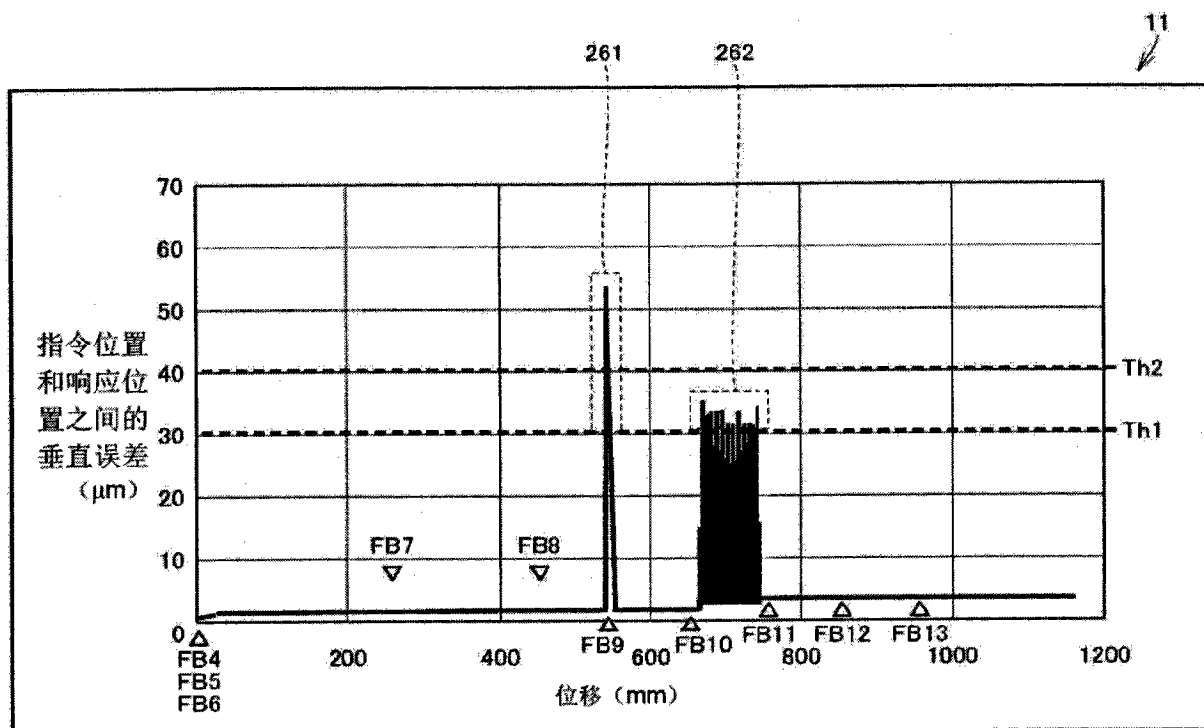


图 21

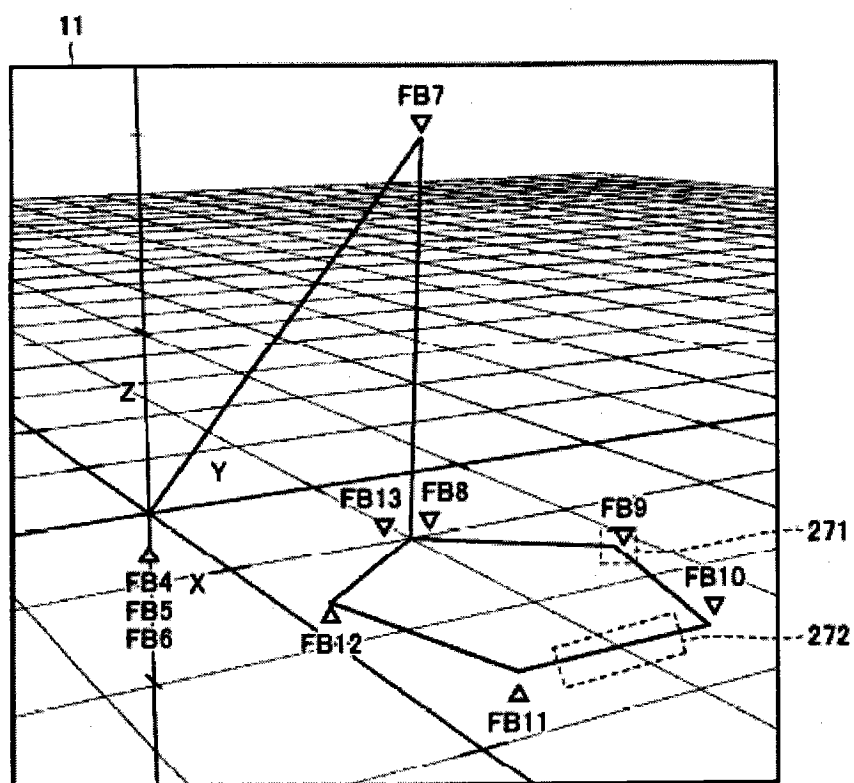


图 22

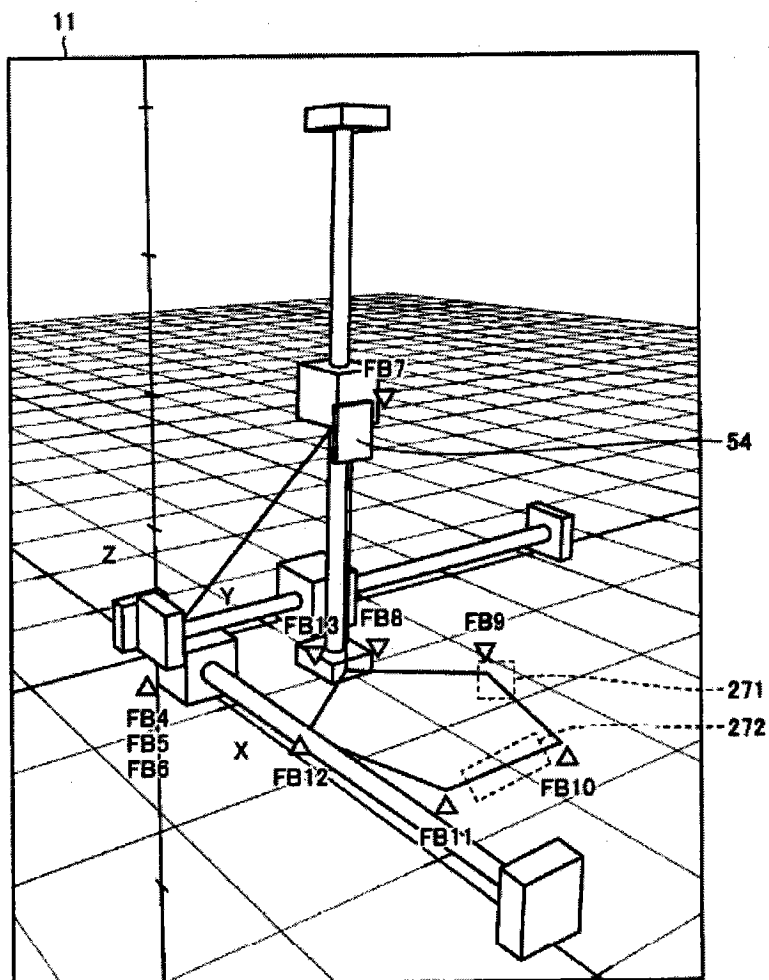


图 23

|   | 指令位置、<br>PC 计算<br>(指令 A) | 指令值<br>PLC 计算<br>(用于控制) | 指令值<br>PLC → PC<br>(传送) (指令 B) | 预测位置<br>PC 计算 | 实测值<br>PLC → PC<br>(传送) | 显示主体<br>(显示数据)         |
|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | 计算<br>显示                 | —                       | —                              | 计算<br>显示      | —                       | PC (指令 A、预测位置)         |
| 2 | 计算<br>显示                 | 计算以控制                   | —                              | —             | 传送、显示                   | PC (指令 A、实测值)          |
| 3 | —                        | 计算以控制                   | 传送、显示                          | —             | 传送、显示                   | PC (指令 B、实测值)          |
| 4 | 计算<br>显示                 | 计算以控制                   | —                              | 计算<br>显示      | 传送、显示                   | PC (指令 A、预测位置、<br>实测值) |
| 5 | 计算以预测                    | 计算以控制                   | 传送、显示                          | 计算<br>显示      | 传送、显示                   | PC (指令 B、预测位置、<br>实测值) |

图 24