



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103999000 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201280061313. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 10. 30

G05B 13/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G01M 7/02 (2006. 01)

2011-248124 2011. 11. 12 JP

G05B 19/18 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G05D 3/12 (2006. 01)

2014. 06. 12

G06F 3/05 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H02K 7/10 (2006. 01)

PCT/JP2012/077960 2012. 10. 30

H02P 5/00 (2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/069500 JA 2013. 05. 16

(71) 申请人 国际计测器株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 松本繁 宫下博至 田代和义

村内一宏

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

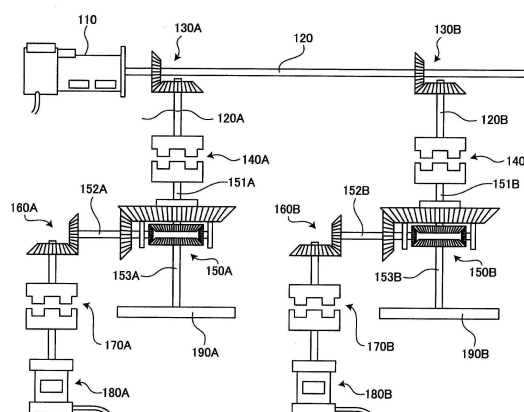
权利要求书4页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

控制程序、控制方法及控制装置

(57) 摘要

本发明包括：进行假设机械机构的动作的模拟的模拟部；和根据模拟的结果，控制多个伺服电机的驱动的驱动控制部，假设机械机构包括：第一驱动组件；连接于第一驱动组件的第一主轴组件；和连接于第一主轴组件，与多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统，各个动力传递子系统包括：第二驱动组件；具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件；和输出组件，主输入轴与第一主轴组件连接，辅助输入轴经由第一离合器组件与第二驱动组件连接，输出轴与输出组件连接。



1. 一种控制程序,使计算机模拟作为假设机构的假设机械机构的动作,根据该模拟的结果同步控制多个伺服电机的驱动,该控制程序的特征在于:

所述假设机械机构包括:

第一驱动组件;

连接于所述第一驱动组件的第一主轴组件;和

连接于所述第一主轴组件,与所述多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统,

所述动力传递子系统各自具有:

第二驱动组件;

具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件;和

输出组件,

所述主输入轴与所述第一主轴组件连接,

所述辅助输入轴与所述第二驱动组件连接,

所述输出轴与所述输出组件连接,

根据向所述输出组件输入的模拟结果,驱动与该动力传递子系统对应的伺服电机。

2. 如权利要求1所述的控制程序,其特征在于:

所述主输入轴经由第一离合器组件连接于所述第一主轴组件。

3. 如权利要求1或2所述的控制程序,其特征在于:

所述辅助输入轴经由第二离合器组件连接于所述第二驱动组件。

4. 如权利要求3所述的控制程序,其特征在于:

通过所述第二驱动组件的旋转位置的设定,控制所述伺服电机的驱动的相位。

5. 如权利要求3所述的控制程序,其特征在于:

依据第一驱动波形驱动所述第一驱动组件,依据振动波形驱动所述第二驱动组件,由此,以由所述第一驱动波形规定的所述伺服电机的旋转位置作为中心,依据所述振动波形使所述伺服电机的旋转振动。

6. 如权利要求5所述的控制程序,其特征在于:

所述第一驱动波形为斜波,所述伺服电机的旋转振动的中心等角速度运动。

7. 如权利要求3所述的控制程序,其特征在于:

依据方形波阶梯状地驱动所述第二驱动组件,由此实现所述伺服电机的驱动波形的偏移。

8. 一种控制方法,在计算机上模拟作为假设的机械机构的假设机械机构的动作,根据该模拟的结果同步控制多个伺服电机的驱动,该控制方法的特征在于:

所述假设机械机构包括:

第一驱动组件;

连接于所述第一驱动组件的第一主轴组件;和

连接于所述第一主轴组件,与所述多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统,

所述动力传递子系统各自具有:

第二驱动组件;

具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件;和

输出组件,

所述主输入轴与所述第一主轴组件连接，
所述辅助输入轴与所述第二驱动组件连接，
所述输出轴与所述输出组件连接，
根据向所述输出组件输入的模拟结果，驱动与该动力传递子系统对应的伺服电机。

9. 一种控制装置，模拟作为假设机构的假设机械机构的动作，根据该模拟的结果同步控制多个伺服电机的驱动，该控制装置的特征在于，包括：

进行所述假设机械机构的动作的模拟的模拟部；和
根据所述模拟的结果，控制所述多个伺服电机的驱动的驱动控制部，
所述假设机械机构包括：
第一驱动组件；
连接于所述第一驱动组件的第一主轴组件；和
连接于所述第一主轴组件，与所述多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统，
所述动力传递子系统各自具有：

第二驱动组件；
具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件；和
输出组件，

所述主输入轴与所述第一主轴组件连接，
所述辅助输入轴经由第一离合器组件与所述第二驱动组件连接，
所述输出轴与所述输出组件连接，

所述驱动控制部根据向所述输出组件输入的模拟结果，输出控制与该动力传递子系统对应的伺服电机的驱动的控制信号。

10. 一种控制程序，其特征在于：

为了依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部，使计算机作为下述部件发挥作用：
产生表示所述目标波形的目标波形数据的目标波形数据生成部；和
根据所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的驱动指令部，
所述目标波形数据生成部与所述驱动指令部进行并行处理。

11. 如权利要求 10 所述的控制程序，其特征在于：

所述目标波形数据生成部读取从外部输入的波形信号，将该波形信号转换成所述目标波形数据。

12. 如权利要求 11 所述的控制程序，其特征在于：

能够根据多个所述波形信号控制多个所述驱动部的驱动，
并且包括：与所述多个波形信号的各个对应的多个所述目标波形数据生成部；和与所述多个驱动部的各个对应的多个所述驱动指令部。

13. 一种控制方法，其依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部，该控制方法的特征在于，包括：

产生表示所述目标波形的目标波形数据的步骤；和
根据所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的步骤，
将产生所述目标波形数据的步骤和对所述驱动部发出驱动指令的步骤并行处理。

14. 一种控制装置，依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部，该控制装置的特征在

于,包括:

产生表示所述目标波形的目标波形数据的目标波形数据生成部;和
根据所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的驱动指令部,
所述目标波形数据生成部与所述驱动指令部进行并行处理。

15. 一种控制程序,其特征在于:

为了依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部,使计算机作为下述部件发挥作用:

根据一周期的量的定义基本波形的基本波形定义数据,产生表示一周期的量的波形的
单位波形数据的单位波形数据生成部;

根据一个以上的所述单位波形数据,产生作为表示所述目标波形的连续波形数据的目标
波形数据的目标波形数据生成部;和

根据所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的驱动指令部。

16. 如权利要求 15 所述的控制程序,其特征在于:

所述单位波形数据生成部、所述目标波形数据生成部和所述驱动指令部进行并行处
理。

17. 一种控制方法,依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部,该控制方法的特征在
于,包括:

根据一周期的量的定义基本波形的基本波形定义数据,产生表示一周期的量的波形的
单位波形数据的步骤;

根据一个以上的所述单位波形数据,产生作为表示所述目标波形的连续波形数据的目标
波形数据的步骤;和

根据所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的步骤。

18. 一种控制程序,其特征在于:

为了控制伺服电机的驱动,使计算机作为下述部件发挥作用:

产生控制量的目标值的目标值生成部;

修正所述目标值的修正部;和

根据所述已修正的目标值对所述伺服电机发出驱动指令的驱动指令部,

所述修正部包括:

取得来自检测所述伺服电机的旋转的编码器的脉冲信号的脉冲信号取得部;

根据所述脉冲信号计算所述伺服电机的旋转的相位的相位计算部;和

根据所述相位决定修正值的修正值决定部,

通过在所述目标值上加上所述修正值来修正所述目标值。

19. 如权利要求 18 所述的控制程序,其特征在于:

所述修正值决定部参照使所述伺服电机的旋转的相位与所述修正值相对应的查找表
来决定修正值。

20. 一种控制伺服电机的驱动的控制方法,其特征在于,包括:

产生控制量的目标值的步骤;

修正所述目标值的步骤;和

根据所述已修正的目标值对所述伺服电机发出驱动指令的步骤,

修正所述目标值的步骤包括:

取得来自检测所述伺服电机的旋转的编码器的脉冲信号的步骤；
根据所述脉冲信号计算所述伺服电机的旋转的相位的步骤；
根据所述相位决定修正值的步骤；和
通过在所述目标值上加上所述修正值来修正所述目标值的步骤。

21. 一种控制伺服电机的驱动的控制装置，其特征在于，包括：

产生控制量的目标值的目标值生成部；
修正所述目标值的修正部；和
根据所述已修正的目标值对所述伺服电机发出驱动指令的驱动指令部，
所述修正部包括：
取得来自检测所述伺服电机的旋转的编码器的脉冲信号的所述脉冲信号取得部；
根据所述脉冲信号计算所述伺服电机的旋转的相位的相位计算部；和
根据所述相位产生修正值的修正值生成部，
通过在所述目标值上加上所述修正值来修正所述目标值。

22. 一种控制程序，其特征在于：

为了控制多个伺服电机的驱动，使计算机作为产生目标波形数据的多个目标波形生成部和根据一个或多个所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的驱动指令部发挥作用，

所述驱动指令部在根据多个所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令时，根据合成多个所述目标波形数据而得的波形指示所述驱动部的驱动。

23. 一种控制多个伺服电机的驱动的控制方法，其特征在于，包括：

产生目标波形数据的步骤；和
根据一个或多个所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令的步骤，

在对所述驱动部发出驱动指令的步骤中，在根据多个所述目标波形数据对所述驱动部发出驱动指令时，根据合成多个所述目标波形数据而得的波形指示所述驱动部的驱动。

控制程序、控制方法及控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于控制例如由伺服电机驱动的伺服电机式机械测试装置等的驱动的控制程序、控制方法和控制装置。

背景技术

[0002] 随着能够输出超过 100Hz 的高频的变动转矩的低惯性型高输出 AC 伺服电机（以下简称“伺服电机”）的实用化，替换以往的油压致动器，将伺服电机作为驱动源使用的伺服电机式机械测试装置（例如疲劳测试装置或振动测试装置）逐渐普及。此外，伺服电机相较于油压装置更为小型，容易进行操作或维修，因此使用多个伺服电机进行高程度测试的机械测试装置的需求提高。但是，存在为了同步控制输出以高速变动的多个伺服电机需要高度的控制技术，而且为了开发专用的控制程序需要高额的开发费用和长期的开发时间的问题。

[0003] 用来高效地构筑同步控制多个伺服电机的控制系统的开发环境，由伺服电机生产商所提供（非专利文献 1）。在非专利文献 1 公开了被称为机械机构程序的可视化程序语言（Visual programming language）。机械机构程序使用齿轮或凸轮等机械要素，在软件上对机械地控制多个输出轴的同步驱动的硬件同步控制进行模拟，在软件上进行与各输出轴（假设轴）关联的多个伺服电机的同步驱动。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 非专利文献 1: Mitsubishi Integrated FA Software MELSOFT, effective May2005, pages25-26. [online]. MITSUBISHI ELECTRIC. [retrieved on2011-11-02]. Retrieved from the Internet: <URL: <http://wwwf2.mitsubishielectric.co.jp/melfansweb/document/catalog/melsoft/108008/108008c.pdf>>.

发明内容

[0007] 但是，即使使用如非专利文献 1 所记载的开发环境，如果使用现有的一般编程方法，为了实现近年来对机械测试装置所要求的高度的控制，程序的结构会变复杂，因此需要能够更有效率地进行开发的程序结构。

[0008] 根据本发明的实施方式，提供一种控制程序，使计算机模拟作为假设机构的假设机械机构的动作，根据该模拟的结果同步控制多个伺服电机的驱动。假设机械机构包括：第一驱动组件；连接于第一驱动组件的第一主轴组件；和连接于第一主轴组件，与多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统，动力传递子系统各自具有：第二驱动组件；具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件；和输出组件，主输入轴与第一主轴组件连接，辅助输入轴与第二驱动组件连接，输出轴与输出组件连接，根据向输出组件输入的模拟结果，驱动与该动力传递子系统对应的伺服电机。

[0009] 根据此结构，使用假设机构组件，假设地实现第一驱动组件和第二驱动组件各自

的输出的利用差动齿轮组件的合成,由上能够容易地进行伺服电机的复杂驱动控制。

[0010] 此外,也可以采用主输入轴经由第一离合器组件连接于第一主轴组件的结构。

[0011] 根据此结构,通过第一离合器组件的导通 / 断开,能够容易地控制利用第一驱动组件的各伺服电机的驱动的导通 / 断开。

[0012] 此外,也可以采用辅助输入轴经由第二离合器组件连接于第二驱动组件的结构。

[0013] 根据此结构,能够利用第二离合器组件对从第二驱动组件向差动齿轮组件的输入进行导通 / 断开控制,因此能够单独地且容易地控制各伺服电机的输出。

[0014] 此外,也可以采用根据第二驱动组件的旋转位置的设定,控制伺服电机的驱动相位的结构。

[0015] 根据此结构,能够利用第二离合器组件将第二驱动组件的用于相位控制的输出施加于所需的伺服电机,因此能够独立地设定各伺服电机的相位,容易进行伺服电机驱动控制程序的开发和改变。

[0016] 此外,也可以采用依据第一驱动波形驱动第一驱动组件,依据振动波形驱动第二驱动组件,由此,以由第一驱动波形规定的伺服电机的旋转位置作为中心,依据振动波形使伺服电机的旋转振动的结构。

[0017] 也可以采用第一驱动组件的驱动波形为斜波,伺服电机的旋转振动的中心等角速度运动的结构。

[0018] 也可以采用依据方形波阶梯状地驱动第二驱动组件,由此实现伺服电机的驱动波形的偏移的结构。

[0019] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制方法,在计算机上模拟作为假设的机械机构的假设机械机构的动作,根据该模拟的结果同步控制多个伺服电机的驱动。所述假设机械机构包括:第一驱动组件;连接于所述第一驱动组件的第一主轴组件;和连接于第一主轴组件,与多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统,动力传递子系统各自具有:第二驱动组件;具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件;和输出组件,主输入轴与第一主轴组件连接,辅助输入轴与第二驱动组件连接,输出轴与输出组件连接,根据向输出组件输入的模拟结果,驱动与该动力传递子系统对应的伺服电机。

[0020] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制装置,模拟作为假设机构的假设机械机构的动作,根据该模拟的结果同步控制多个伺服电机的驱动。该控制装置包括:进行所述假设机械机构的动作的模拟的模拟部;和根据模拟的结果,控制多个伺服电机的驱动的驱动控制部,假设机械机构包括:第一驱动组件;连接于第一驱动组件的第一主轴组件;和连接于第一主轴组件,与多个伺服电机分别对应的多个动力传递子系统,动力传递子系统各自具有:第二驱动组件;具有主输入轴、辅助输入轴和输出轴的差动齿轮组件;和输出组件,主输入轴与第一主轴组件连接,辅助输入轴经由第一离合器组件与第二驱动组件连接,输出轴与输出组件连接,驱动控制部根据向输出组件输入的模拟结果,输出控制与该动力传递子系统对应的伺服电机的驱动的控制信号。

[0021] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制程序,为了依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部,使计算机作为下述部件发挥作用:产生表示目标波形的目标波形数据的目标波形数据生成部;和根据目标波形数据对驱动部发出驱动指令的驱动指令部,目标波形数据生成部与驱动指令部进行并行处理。此外,也可以采用目标波形数据生成部读取从

外部输入的波形信号,将该波形信号转换成目标波形数据的结构。

[0022] 根据此结构,目标波形数据的生成处理与驱动指令处理进行并行处理,因此能够容易地进行例如根据测试状况实时决定驱动部的驱动波形的控制。此外,也能够容易地应对根据从外部输入的波形信号进行控制的处理。

[0023] 此外,也可以采用能够根据多个波形信号控制多个驱动部的驱动,并且包括:与多个波形信号的各个对应的多个目标波形数据生成部;和与多个驱动部的各个对应的多个驱动指令部的结构。

[0024] 根据此结构,能够以简单的程序结构实现根据多个波形信号控制多个驱动部的复杂驱动控制。

[0025] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制方法,其依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部,该控制方法包括:产生表示目标波形的目标波形数据的步骤;和根据目标波形数据对驱动部发出驱动指令的步骤,将产生目标波形数据的步骤和对驱动部发出驱动指令的步骤并行处理。

[0026] 根据本发明的实施方式,提供一种控制程序,为了依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部,使计算机作为下述部件发挥作用:根据一周期的量的定义基本波形的基本波形定义数据,产生表示一周期的量的波形的单位波形数据的单位波形数据生成部;根据一个以上的单位波形数据,产生作为表示目标波形的连续波形数据的目标波形数据的目标波形数据生成部;和根据目标波形数据对驱动部发出驱动指令的驱动指令部。

[0027] 根据此结构,能够根据数据容量小的基本波形定义数据连续驱动机械测试装置。此外,能够根据种类比较少的基本波形定义数据,产生复杂且多样的目标波形数据,能够进行机械测试装置的高自由度的驱动控制。

[0028] 也可以采用单位波形数据生成部、目标波形数据生成部和驱动指令部进行并行处理的结构。

[0029] 根据此结构,能够容易地进行机械测试装置的实时控制。

[0030] 根据本发明的实施方式,提供一种控制程序,其特征在于:为了控制伺服电机的驱动,使计算机作为下述部件发挥作用:产生控制量的目标值的目标值生成部;修正目标值的修正部;和根据已修正的目标值对伺服电机发出驱动指令的驱动指令部,修正部包括:取得来自检测伺服电机的旋转的编码器的脉冲信号的脉冲信号取得部;根据脉冲信号计算伺服电机的旋转的相位的相位计算部;和根据相位决定修正值的修正值决定部,通过在目标值上加上修正值来修正目标值。

[0031] 根据此结构,与实际的伺服电机的驱动状态(真实相位)同步地进行伺服电机的驱动控制,因此能够排除真实相位与控制信号的相位差,能够进行没有转矩波动(torque ripple)的平稳的驱动控制。

[0032] 此外,根据本发明的实施方式,提供依据目标波形驱动机械测试装置的驱动部的控制装置。控制装置包括:产生表示目标波形的目标波形数据的目标波形数据生成部;和根据目标波形数据对驱动部发出驱动指令的驱动指令部,目标波形数据生成部与驱动指令部进行并行处理。

[0033] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制伺服电机的驱动的控制方法。该控制方法包括:产生控制量的目标值的步骤;修正目标值的步骤;和根据已修正的目标值对伺

伺服电机发出驱动指令的步骤,修正目标值的步骤包括:取得来自检测伺服电机的旋转的编码器的脉冲信号的步骤;根据脉冲信号计算伺服电机的旋转的相位的步骤;根据相位决定修正值的步骤;和通过在目标值上加上修正值来修正目标值的步骤。

[0034] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制伺服电机的驱动的控制装置。该控制装置包括:产生控制量的目标值的目标值生成部;修正目标值的修正部;和根据已修正的目标值对伺服电机发出驱动指令的驱动指令部,修正部包括:取得来自检测伺服电机的旋转的编码器的脉冲信号的脉冲信号取得部;根据脉冲信号计算伺服电机的旋转的相位的相位计算部;和根据相位产生修正值的修正值生成部,通过在目标值上加上修正值来修正目标值。

[0035] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制程序,其特征在于:

[0036] 为了控制多个伺服电机的驱动,使计算机作为产生目标波形数据的多个目标波形生成部和根据一个或多个目标波形数据对驱动部发出驱动指令的驱动指令部发挥作用,驱动指令部在根据多个目标波形数据对驱动部发出驱动指令时,根据合成多个目标波形数据而得的波形指示驱动部的驱动。

[0037] 此外,根据本发明的实施方式,提供一种控制多个伺服电机的驱动的控制方法。该控制方法包括:产生目标波形数据的步骤;和根据一个或多个目标波形数据对驱动部发出驱动指令的步骤,在对驱动部发出驱动指令的步骤中,在根据多个目标波形数据对驱动部发出驱动指令时,根据合成多个目标波形数据而得的波形指示驱动部的驱动。

[0038] 根据本发明的实施方式的结构,提供容易进行开发、改变,并且能够进行机械测试装置等的复杂驱动控制的控制程序和控制装置。

附图说明

[0039] 图 1 是表示关于本发明的实施方式的机械测试装置的硬件概略结构的方块图。

[0040] 图 2 是表示运动控制器 (motion controller) 的概略结构的方块图。

[0041] 图 3 是表示在实施例 1 中执行的机械机构用户程序的图。

[0042] 图 4 是表示实施例 1 的动作流程的流程图。

[0043] 图 5 是说明实施例 2 的伺服电机的驱动的图。

[0044] 图 6(a)、(b) 和 (c) 是分别表示第一驱动组件、第二驱动组件和输出组件的旋转角的时间变化的图。

[0045] 图 7 是表示实施例 4 的用户程序的概略结构的方块图。

[0046] 图 8 是表示使用于实施例 5 的控制的用户程序的结构图。

[0047] 图 9 是表示基本波形定义数据 27C 的例子的图。

[0048] 图 10 是说明实施例 6 的控制量的修正的曲线图。

[0049] 图 11 是表示实施例 6 的控制系统的概略结构的方块图。

具体实施方式

[0050] 以下,参照附图来说明本发明的实施方式。

[0051] 图 1 是表示本发明的实施方式的机械测试装置 1 的硬件概略结构的方块图。机械测试装置 1 包括:具有多个伺服电机 11 的测试机构部 10;分别对应于多个伺服电机 11 的

多个伺服放大器 11a ;运动控制器 20 ;计测单元 30 ;PC(Personal Computer, 个人电脑) 40 ;和函数产生器 50。

[0052] 测试机构部 10 包括 :检测施加于样本 (未图示) 的负载的负载传感器 14 (例如载荷传感器 (load cell) 或转矩计) ;和检测样本的移位的移位传感器 16。另外,也可以将检测样本的响应的其它种类的传感器 (例如应变计、速度传感器、加速度传感器等) 设置于测试机构部 10 来取代移位传感器 16。此外,各伺服电机 11 包括检测旋转轴的转速的旋转编码器 12。

[0053] 伺服放大器 11a 与各伺服电机 11 各连接有一台,根据来自运动控制器 20 的指令信号,将驱动电流供给至对应的伺服电机 11。伺服放大器 11a 利用光纤缆线以串级链 (Daisy chain) 连接于运动控制器 20。

[0054] 运动控制器 20 根据从 PC40 输入的各种设定参数 (后述),产生用于控制各伺服电机 11 的驱动的驱动控制信号,输出至伺服放大器 11a。此外,运动控制器 20 构成为能够根据函数产生器 50 所产生的交流电压信号来产生驱动控制信号。关于运动控制器 20 的详细结构在后面叙述。

[0055] 计测单元 30 将负载传感器 14 和移位传感器 16 的检测信号变换成数字数据,输出至 PC40。此外,计测单元 30 连接于运动控制器 20,表示旋转编码器 12 所检测出的伺服电机 11 的转速的数字信号,经由伺服放大器 11a 和运动控制器 20 输入至计测单元 30,与负载传感器 14 和移位传感器 16 的检测结果一起传送至 PC40。

[0056] PC40 根据用户输入来计算用来驱动伺服电机 11 的目标波形数据,生成定义目标波形数据的各种设定参数,输出至运动控制器 20。此外,PC40 根据计测单元 30 所输出的各种计测数据来实时计算测试结果,进行显示器表示,并将测试结果记录在内置的存储器中 (未图示)。此外,PC40 也具有根据来自计测单元 30 的各种计测数据修正目标波形数据的功能。这些处理是使用安装在 PC40 的专用应用软件来进行的。

[0057] 图 2 是表示运动控制器 20 的概略结构的方块图。运动控制器 20 由硬件 20a、操作系统 20b 和用户程序 20c 构成。操作系统 20b 具有阶层构造,包括直接管理硬件 20a 的下层的核 21、在核 21 上动作的上层的运动控制用 SFC 语言程序 22 (以下称为“SFC 语言程序 22”)、机械机构语言程序 23 和接口 24。SFC 语言程序 22 解析并执行利用为了进行运动控制所开发的运动控制用 SFC 语言所记述的用户程序 20c (SFC 用户程序 25)。运动控制用 SFC 语言是以流程图形式记述运动控制顺序的可视化程序语言。此外,机械机构语言程序 23 解析并执行由机械机构语言所记述的用户程序 20c (机械机构用户程序 26)。机械机构用户程序 26 在多个伺服电机 11 的同步驱动控制的记述中使用,由 SFC 语言程序 22 调出执行。在用户程序 20c 中,除了上述 SFC 用户程序 25 和机械机构用户程序 26 之外,还包含在 SFC 用户程序 25 的执行中使用的基本波形数据 27 等设定数据。此外,接口 24 管理外部装置 (例如,连接于运动控制器 20 的 PC40 或函数产生器 50) 的输入输出。

[0058] 实施例 1

[0059] 接下来,说明使用机械测试装置 1 的具体控制的实施例。图 3 表示在以下说明的实施例 1 ~ 3 中执行的机械机构用户程序 26。实施例 1 是使各伺服电机 11 以规定相位差同步旋转的控制例。机械机构用户程序 26 具有第一驱动组件 110 和被它驱动的第一主轴 120。在第一主轴 120,设有与实际驱动的伺服电机 11 的数目相同的齿轮 (在图 3 仅表示两

系统的齿轮 130A、130B), 经由齿轮 130A、130B 连接于多个第二主轴 120A、120B。第二主轴 120A 经由离合器 140A 连接于差动齿轮 (差动齿轮装置) 150A 的主输入轴 151A。此外, 差动齿轮 150A 的辅助输入轴 152A 经由齿轮 160A 和离合器 170A 连接于第二驱动组件 180A。此外, 输出组件 190A 连接于差动齿轮 150A 的输出轴 153A。差动齿轮 150A 将主输入轴 151A 的旋转与辅助输入轴 152A 的旋转的差值旋转施加到输出轴 153A。在连接于第一主轴 120 的其它第二假设主轴 (120B 等) 也连接有相同结构的假设机构 (例如离合器 140B、差动齿轮 150B、齿轮 160B、离合器 170B、第二驱动组件 180B 和输出组件 190B)。此外, 各输出组件 (190A、190B、……) 与各伺服电机 11 一对一关联, 各伺服电机 11 被控制为以与对应的输出组件相同的相位旋转。利用上述机械机构, 各伺服电机 11 (输出组件) 的旋转驱动与第一驱动组件 110 的假设旋转驱动关联 (即同步驱动)。此外, 在实施例 1 中, 对各第二驱动组件 (在图 1 为 180A 和 180B) 输入共用的驱动脉冲, 各第二驱动组件被设定为以对应驱动脉冲的角度, 以相同的相位旋转。在实施例 1 中, 第一驱动组件 110 设定为能够根据输入指令, 以各种波形 (例如正弦波、三角波、矩形波、锯齿形波和任意的合成波) 旋转。

[0060] 接下来, 说明实施例 1 的伺服电机的动作。如上所述, 实施例 1 是用来使各伺服电机 11 以规定的相位差, 且以相同波形旋转的控制例。在此, 说明对与输出组件 190A、190B 对应的伺服电机 11 的旋转驱动赋予相位差的情况。图 4 是表示实施例 1 的动作流程的流程图。

[0061] 首先, 在处理 S1 中进行初始设定。具体来说, 设定成连接离合器 140A、140B 和 170A, 断开离合器 170B 的状态。接下来, 起动第一驱动组件 110 (S2)。此时, 输出组件 190A 和 190B 以相同相位旋转。接下来, 将相当于规定的旋转角 $\Delta \theta$ (例如 180 度) 的驱动脉冲输入至第二驱动组件 180A、180B (S3)。此时, 离合器 170A 被连接, 由此差动齿轮 150A 的辅助输入轴 152A 利用第二驱动组件 180A 旋转旋转角 $\Delta \theta$, 差动齿轮 150A 的输出轴 153A 相对于主输入轴 151A 被施加了 $\Delta \theta$ 的相位差 (旋转角度差)。另一方面, 此时, 由于离合器 170B 未被连接, 因此差动齿轮 150B 的辅助输入轴 152B 以与第一驱动组件 110 相同的相位旋转。差动齿轮 150A、150B 的主输入轴 151A、151B 以相同相位旋转, 因此差动齿轮 150A、150B 的输出轴 153A、153B 分别以与第一驱动组件 110 相同的波形, 且以相位差 $\Delta \theta$ 旋转。也就是说, 通过实施例 1 的控制, 即使使第一驱动组件 110 的旋转状态变动, 也能够使与输出组件 190A 和 190B 对应的伺服电机 11 总是以规定的相位差旋转。此外, 根据实施例 1 的结构, 能够独立地控制各伺服电机 11 的驱动波形和相位。也就是说, 能够使用第一驱动组件 110 控制驱动波形, 独立于此地 (单独地) 利用第二驱动组件 180A、180B 和离合器 170A、170B 控制相位差。

[0062] 实施例 2

[0063] 接下来, 说明进行使伺服电机的旋转振动并在规定方向以一定的平均速度旋转的控制的实施例 2。在此, 举例说明输出组件 190A 的控制。图 5 是说明实施例 2 的伺服电机 11 的驱动的图。具体来说, 图 5(a)、(b) 和 (c) 是分别表示第一驱动组件 110、第二驱动组件 180A 和输出组件 190A 的旋转角的时间变化的曲线图。在实施例 2 中, 离合器 140A 和 170A 被连接, 输出组件 190A 的旋转角等于第一驱动组件 110 和第二驱动组件 180A 的旋转角的和。在实施例 2 中, 如图 5(a) 所示, 将以一定旋转速度旋转的指令输入至第一驱动组件 110。此外, 如图 5(b) 所示, 将旋转角依据正弦波变动的指令输入至第二驱动组件 180A。

由此,第一驱动组件 110 和第二驱动组件 180A 的旋转,利用差动齿轮 150A 而重叠,输出组件 190A 依据使图 5(a) 的波形和图 5(b) 的波形重合而得的图 5(c) 的波形旋转。根据实施例 2 的结构,能够容易地独立控制伺服电机 11 的旋转和振动。也就是说,能够使用第一驱动组件 110 控制旋转运动(振动的中心角度),独立于此地(单独地)利用第二驱动组件 180A 控制振动。另外,在实施例 2 中,虽然以等角速度驱动第一驱动组件 110、使第二驱动组件 180A 正弦振动的结构为例进行说明,但也可以使第一驱动组件 110 和第二驱动组件 180A 以其它波形来驱动。例如,也可以采用使第一驱动组件 110 等角速度驱动,使第二驱动组件 180A 以锯齿形波驱动的结构。此结构能够应用于例如使样本以规定速度旋转并且反复对样本施加扭转负载(或激振力)的、所谓旋转扭转测试的控制。

[0064] 实施例 3

[0065] 接下来,说明进行使伺服电机 11 振动并对振动的中心角度施加偏移的控制的实施例 3。在此,举出输出组件 190A 的控制为例进行说明。图 6(a)、(b) 和 (c) 是分别表示第一驱动组件 110、第二驱动组件 180A 和输出组件 190A 的旋转角的时间变化的曲线图。在实施例 3 中,离合器 140A 和 170A 被连接,输出组件 190A 的旋转角等于第一驱动组件 110 和第二驱动组件 180A 的旋转角的和。此外,在实施例 3 中,如图 6(a) 所示,对第一驱动组件 110 输入旋转角依据正弦波变动的指令。此外,如图 6(b) 所示,第二驱动组件 180A 的旋转角,在控制开始时($t = 0$) 设定成相位 θ_1 。在时刻 $0 \sim t_1$,不对第二驱动组件 180A 施加驱动脉冲,在旋转角 θ_1 静止。此外,在对伺服电机 11 的振动的中心角施加偏移的时刻($t = t_1$),驱动脉冲被输入第二驱动组件 180A,第二驱动组件 180A 旋转旋转角 $\Delta \theta$ 。之后,不对第二驱动组件 180A 施加驱动脉冲,在旋转角 θ_2 静止。结果,关联于输出组件 190A 的伺服电机 11,在时刻 $0 \sim t_1$ 以旋转角 θ_1 为中心进行正弦振动,在时刻 t_1 ,中心角偏移 $\Delta \theta$,时刻 t_1 以后按照以旋转角 θ_2 为中心进行正弦振动的方式被驱动控制。根据实施例 3 的结构,能够容易地独立控制伺服电机 11 的振动波形和偏移。也就是说,能够使用第一驱动组件 110 控制驱动波形,独立于此地(单独地)利用第二驱动组件 180A 控制偏移量。第一驱动组件 110 的振动波形不限于正弦波,能够设定成各种波形(例如正弦波、三角波、矩形波、锯齿形波和任意的合成波)。此外,通过第二驱动组件 180A 的驱动,能够自由地控制偏移量、偏移方向、时刻。此外,也能够利用施加偏移时的第二驱动组件 180A 的驱动速度(驱动脉冲的速率)调节偏移的缓急。另外,以上虽然说明了输出组件 190A 的控制,但例如也能够使包含输出组件 190B 的多个输出组件同步驱动,并对各输出组件的相位 θ 施加偏移。也可以构成同时对各输出组件的相位施加相同值的偏移,也可以构成在不同的时刻对各输出组件施加不同值的偏移。

[0066] 实施例 4

[0067] 接下来,说明基于函数产生器 50 所产生的交流电压信号(模拟波形信号)驱动控制伺服电机 11 的实施例 4。图 7 是表示实施例 4 的用户程序 20c 的概略结构的方块图。在实施例 4 中使用的 SFC 用户程序 25 由同时并行执行的两种程序(波形信号读取程序 25A 和驱动控制程序 25B) 构成。波形信号读取程序 25A 进行将输入至运动控制器 20 的模拟信号输入部(未图示)的模拟波形信号逐渐变换成目标波形数据的处理。此外,驱动控制程序 25B 基于波形信号读取程序 25A 所生成的目标波形数据执行驱动伺服电机 11 的处理。波形信号读取程序 25A 与使用于机械测试装置 1 的控制的模拟波形信号的数目相应地设置,进

行并行处理。此外,驱动控制程序 25B 与机械测试装置 1 所具有的伺服电机 11 的数目相应地设置,进行并行处理。另外,对于进行相同控制的伺服电机 11,使用共用的驱动控制程序 25B。这样,通过采用利用多个波形信号读取程序 25A 和 / 或多个驱动控制程序 25B 进行并行处理的结构,能够使用多个模拟波形信号进行使多个伺服电机 11 动作的复杂控制。虽然实施例 4 是不使用机械机构用户程序 26,仅使用 SFC 用户程序 25 进行多个伺服电机 11 的驱动控制的例子,但例如也可以利用驱动控制程序 25B 调出机械机构用户程序 26,与其它伺服电机 11 同步控制。

[0068] 实施例 5

[0069] 接下来,说明使用预先保存在运动控制器 20 的后述基本波形定义数据 27C 控制机械测试装置 1 的运动的实施例 5。图 8 是表示使用于实施例 5 的 controls 的用户程序 20c 的具体结构的图。如图 8 所示,在实施例 5 中,使用作为一个用户设定数据 27 的基本波形定义数据 27C 和 3 个 SFC 用户程序 25 (单位波形数据生成程序 25C、目标波形数据生成程序 25D 和驱动控制程序 25B) 进行机械测试装置 1 的动作控制。

[0070] 在图 9 表示基本波形定义数据 27C 的例子。基本波形定义数据 27C 是根据规定的协议记载一周期的量的基本波形的矩阵数据。在运动控制器 20 的存储器 (未图示) 中,存储有与多种基本波形 (例如正弦波、三角波、矩形波、锯齿形波和任意的合成波) 对应的基本波形定义数据 27C。此外,基本波形定义数据 27C 也能够使用安装在 PC40 的专用应用软件,由用户制成。基本波形定义数据 27C 与后述的单位波形数据 28C 不同,是具有正规化的振幅和周期的数据。单位波形数据生成程序 25C 读取与在机械测试装置 1 控制中使用的波形对应的基本波形定义数据 27C,根据基本波形定义数据 27C,生成具有指定的振幅和周期的一周期的量的波形数据,即单位波形数据 28C。单位波形数据 28C 由时间 t 和旋转角 θ 的数据对所构成,包含在设定的时间间隔生成的多个数据对。另外,代替振幅,也能够指定利用旋转角 θ 的最大值 / 最小值,或中心值 / 半振幅值所生成的单位波形数据 28C 的强度。目标波形数据生成程序 25D 使用一个以上的单位波形数据 28C 来生成作为连续波形数据的目标波形数据 29C。驱动控制程序 25B 以与指定的波形周期对应的时间间隔依次读取目标波形数据 29C 的数据对,与内部时钟同步 (进行同步控制时利用机械机构用户程序 26),将目标波形数据 29C 的振幅作为指令信号 C 输出至伺服放大器 11a。另外,在本实施例中,虽然设有单位波形数据生成程序 25C 和目标波形数据生成程序 25D,但也可以将它们一体化,采用从基本波形定义数据 27C 直接生成目标波形数据 29C 的结构。

[0071] 实施例 6

[0072] 接下来,说明实施例 6。图 11 是表示实施例 6 的 controls 的概要的方块图。此外,图 10 是说明控制量 (旋转量) 的修正的曲线图。实施例 6 是将伺服电机 11 的旋转轴的转速 N (相位速度 $\omega = 2\pi N$) 做为控制量的转速控制 (速度控制) 的一个例子,在运动控制器 20 的转速控制模式下执行。伺服电机 11 由于齿槽扭矩 (cogging torque) 的影响,即使以一定输出驱动,在一次旋转中也会产生输出转矩变动的转矩波动。此外,由于同样理由,即使在进行转速控制的情况下,也会产生与相位 θ 对应地相位速度 ω 变动的速度波动。实施例 6 通过根据伺服电机 11 的相位 θ 修正相位速度 ω 的目标值,消除速度波动,实现均匀的旋转驱动。

[0073] 在实施例 6 中,预先计测使伺服电机 11 定速旋转驱动时的旋转周期中的转速 N 的

变动。具体来说,首先,在使伺服电机 11 定速旋转驱动时,计测从旋转编码器 12 输出脉冲的时间(时刻 t)。因为在输出各脉冲的时刻 t 的伺服电机 11 的相位 θ 已知,所以当标绘各脉冲(时刻 t 、相位 θ)时,获得表示图 10(a) 的标绘 P 所示的相位 θ 的时间变化的曲线图。标绘 P 的上下振动表示周期性的转速 N 的起伏(速度波动)的存在。此外,图 10(a) 所示直线 L 是通过最小二乘法直线近似标绘 P 而得的。表现为周期变化的速度波动的影响通过直线近似被消除,因此能够认为是直线 L 是在进行不产生速度波动的理想控制时的相位 θ 的时间变化(即相位 θ 的目标值的波形)。

[0074] 图 10(b) 所示的曲线 D 是图 10(a) 的曲线 P(标绘 P 的拟合曲线)与直线 L 的差值 $\theta_L - \theta_P$ 的曲线图。此差值起因于伺服电机 11 的速度波动。由此,通过曲线 D 的时间微分,获得伺服电机 11 的速度波动,即转速 $N(= \omega / 2\pi)$ 的偏差 $E(= N_{\text{ref}} - N_{\text{meas}})$ (其中, N_{ref} :转速 N 的目标值, N_{meas} :转速 N 的计测值)。图 10(c) 的曲线 E 是对曲线 D 进行时间微分,进一步将横轴变换为相位而得的。

[0075] 偏差 E 能够用作转速 N 的修正值。也就是说,使用在转速的目标值 N_{set} 加上曲线 E 的值进行修正而得的值来控制伺服电机 11 的旋转的相位 θ ,由此能够消除转矩波动,进行均匀的转速控制。另外,如上所述预先取得的曲线 E 的波形,以查找表(修正数据 29E)的方式记录于运动控制器 20 的内置存储器。

[0076] 接下来,说明使用上述修正数据 E 的伺服电机 11 的驱动控制的方法。图 11 是表示实施例 6 的控制系统的概略结构的方块图。如图 11 所示,首先,来自旋转编码器 12 的脉冲信号 P 被输入至运动控制器 20(驱动控制程序 25B)。驱动控制程序 25B 根据脉冲信号 P 计算伺服电机 11 的相位 θ ,参照修正数据 29E 来取得与相位 θ 对应的修正值 E。此外,驱动控制程序 25B 读取上述目标波形数据生成程序 25D 所生成的目标波形数据 29C,将在转速的目标值 N_{ref} 加上修正值 E 而得的值作为指令信号 C 输出至伺服放大器 11a。伺服放大器 11a 根据指令信号 C 产生驱动电流,驱动伺服电机 11。然后,旋转编码器 12 将表示伺服电机 11 的转速的脉冲信号 P 输出至运动控制器 20,再次输入至执行中的驱动控制程序 25B。

[0077] 虽然转矩波动、速度波动为伺服电机 11 的相位 θ 的函数,但即使在进行使转速 N 一定的速度控制的情况下,伺服电机 11 的相位 θ 也并非总是与运动控制器 20 的内部时钟同步。因此,在实施例 6 中,如上述地进行与伺服电机 11 的旋转编码器的输出同步的控制,由此实现转矩波动、速度波动的有效修正。

[0078] 此外,上述实施例 6 是进行速度控制(转速控制)的例子,但不限于此结构,本发明也能够适用于将相位 θ 作为控制量的相位控制,或将转矩作为控制量的转矩控制等其它控制模式。另外,作为修正量 E,使用控制量的偏差。

[0079] 此外,在上述实施例 6 中,实验性地取得了修正数据 29E 的波形,但一般来说转矩波动、速度波动能够由伺服电机 11 的相位 θ 的余弦良好地近似。因此,也可以将与转矩波动、速度波动的振幅、周期、相位匹配的余弦波形用作修正数据 29E。

[0080] 以上是本发明举例的实施方式的说明。本发明的实施方式不受限于上述说明的内容,能够在由权利要求范围的记载所表达的技术思想范围内任意地变更。

[0081] 例如,上述实施方式控制伺服电机 11 的旋转轴的旋转角,但本发明的实施方式的结构并不限于此,将伺服电机的转速、转矩、被伺服电机驱动的致动器位置、速度、驱动力等作为目标值进行控制的结构也包含于本发明的技术范围。

[0082] 此外,在上述实施方式中,运动控制器 20 将数字值的指令信号给予伺服放大器 11a,但也可以采用对伺服放大器 11a 给予其它方式的指令信号(例如模拟电流信号、模拟电压信号、脉冲信号)的结构。

[0083] 此外,上述说明的本发明的实施方式的结构,能够适用于拉伸压缩测试机、扭转测试机、振动测试机、其它各种机械测试装置。

[0084] 附图标记说明

[0085] 1 机械测试装置

[0086] 10 测试机构部

[0087] 11 伺服电机

[0088] 20 运动控制器

[0089] 25 SFC 用户程序

[0090] 26 机械机构用户程序

[0091] 30 计测单元

[0092] 40 PC

[0093] 50 函数产生器

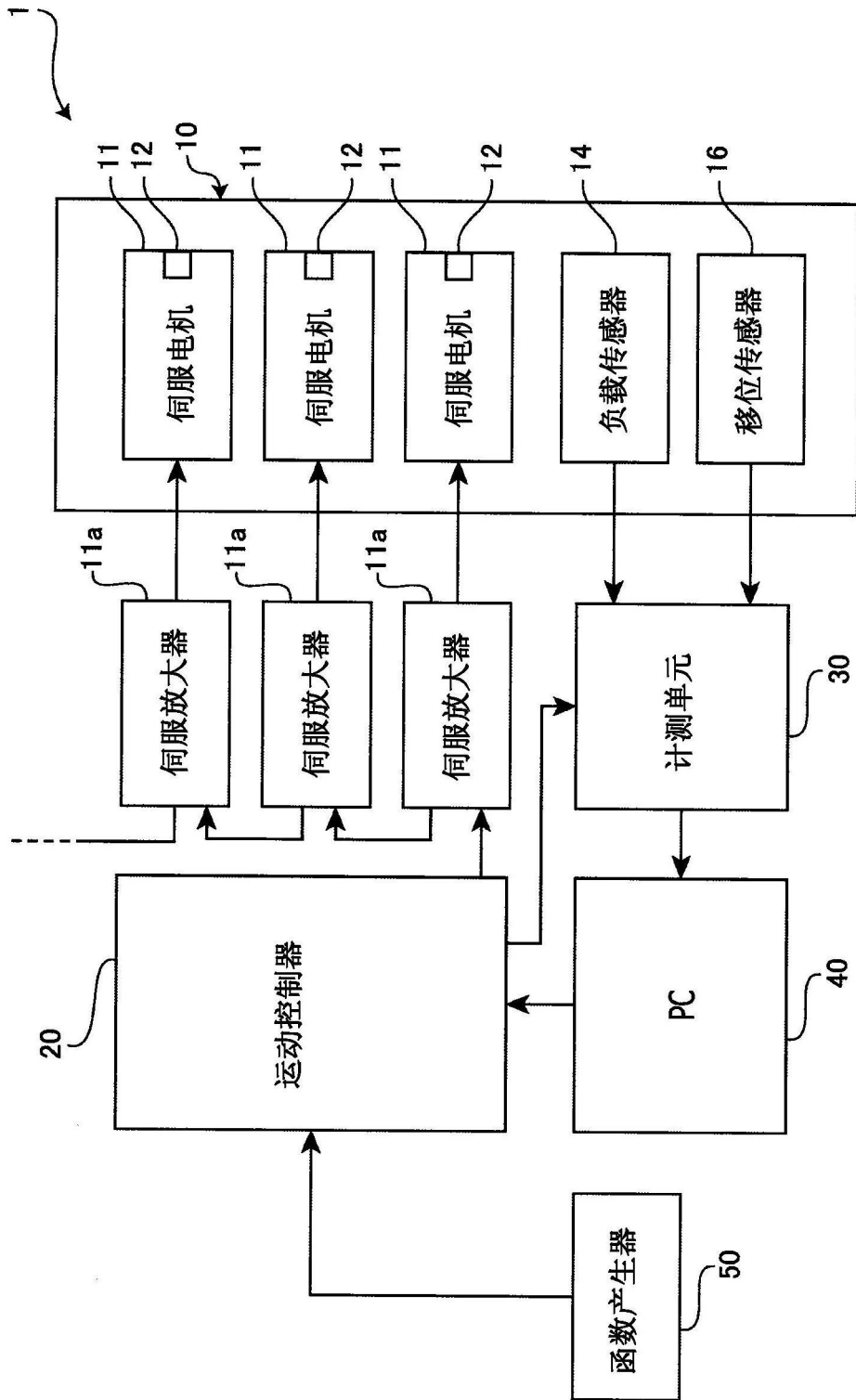


图 1

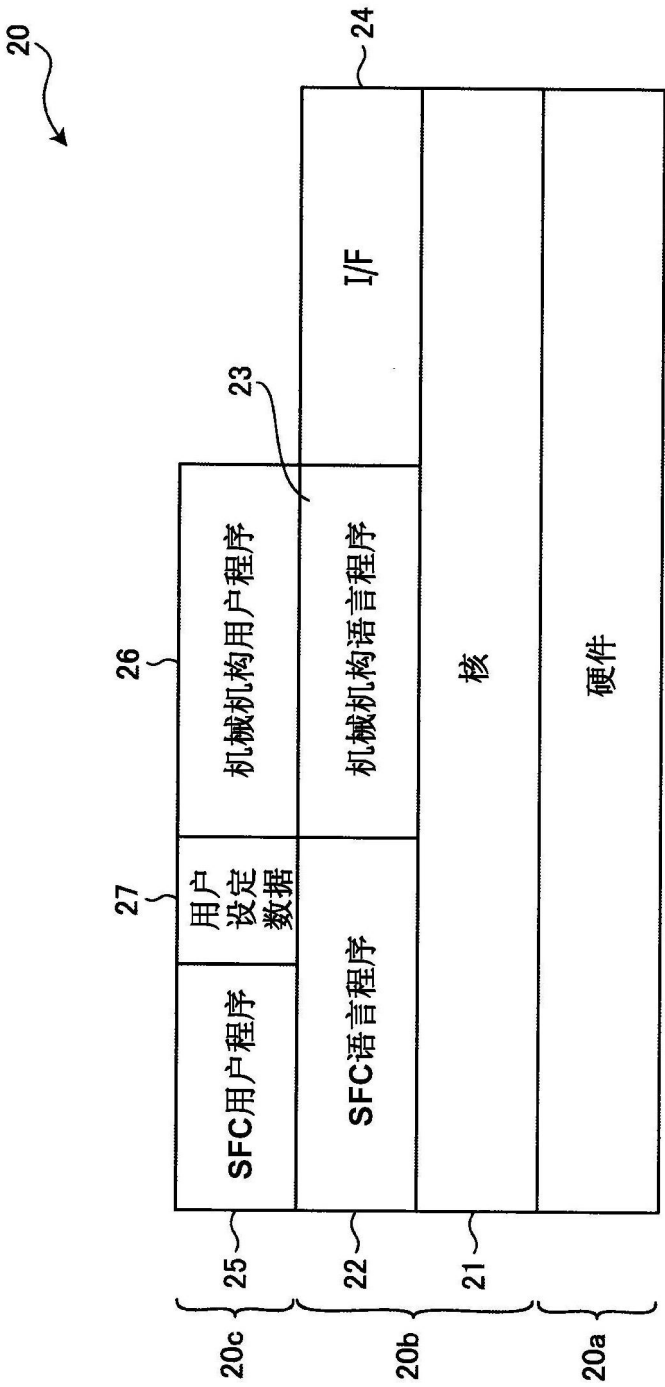


图 2

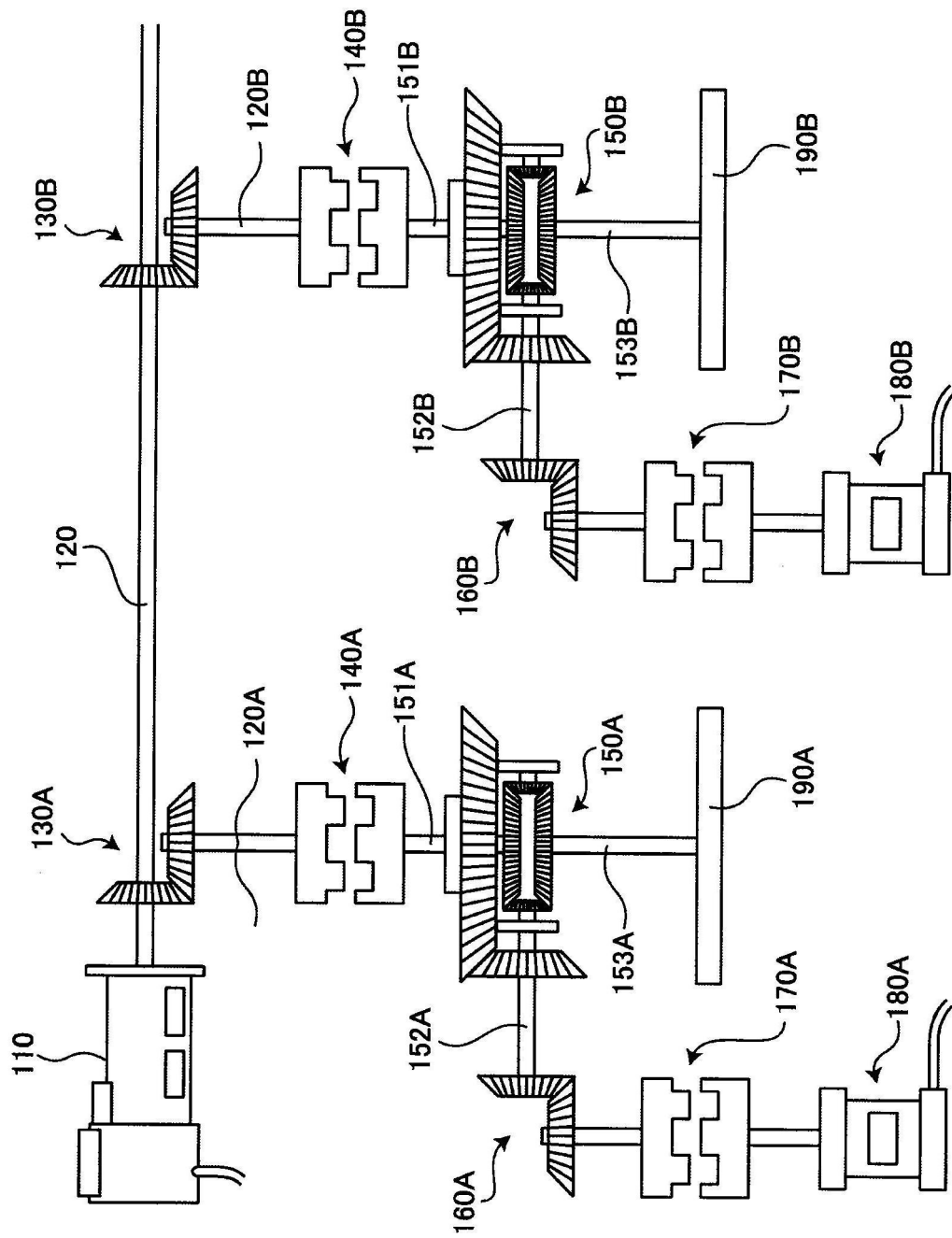


图 3

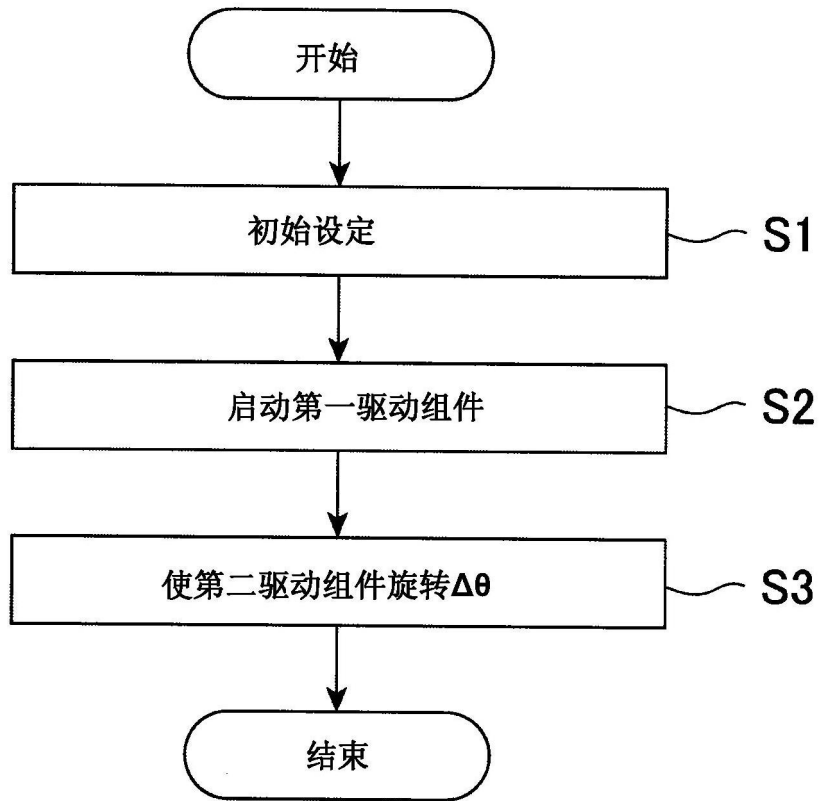


图 4

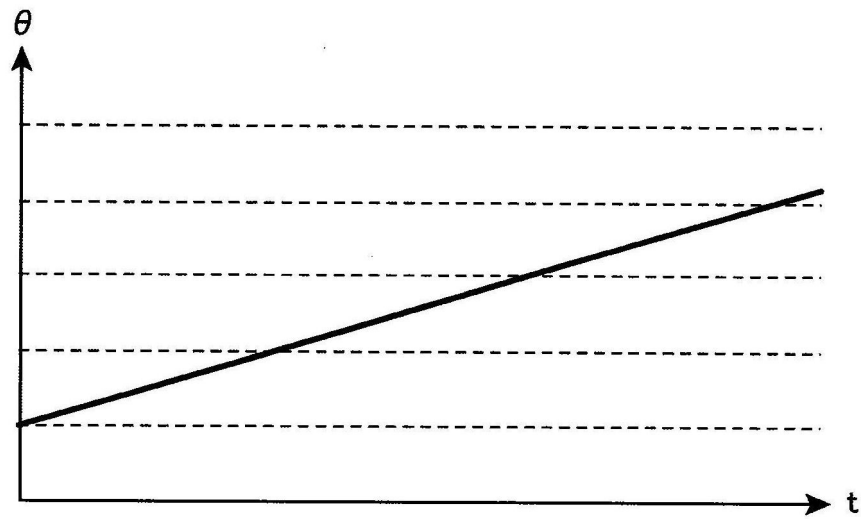


图 5A

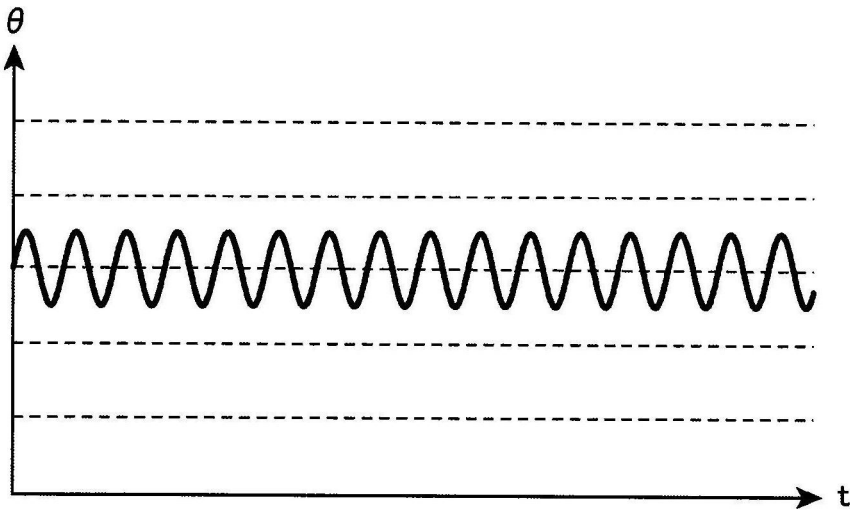


图 5B

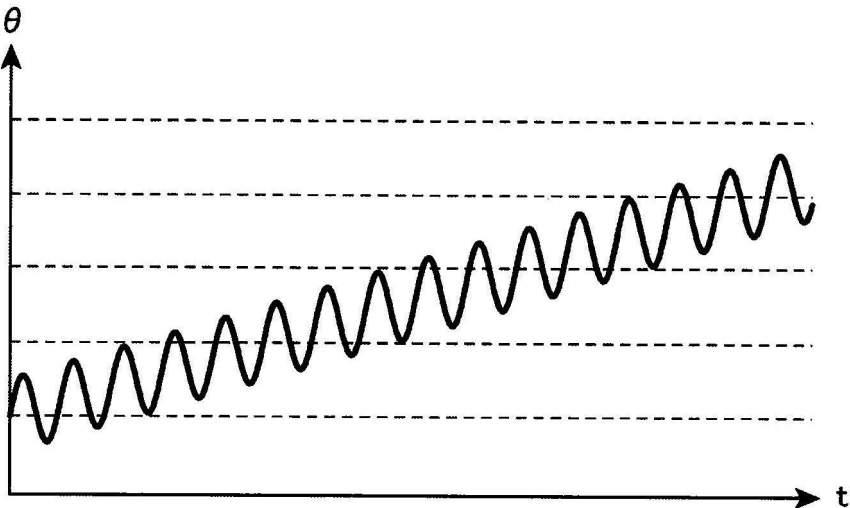


图 5C

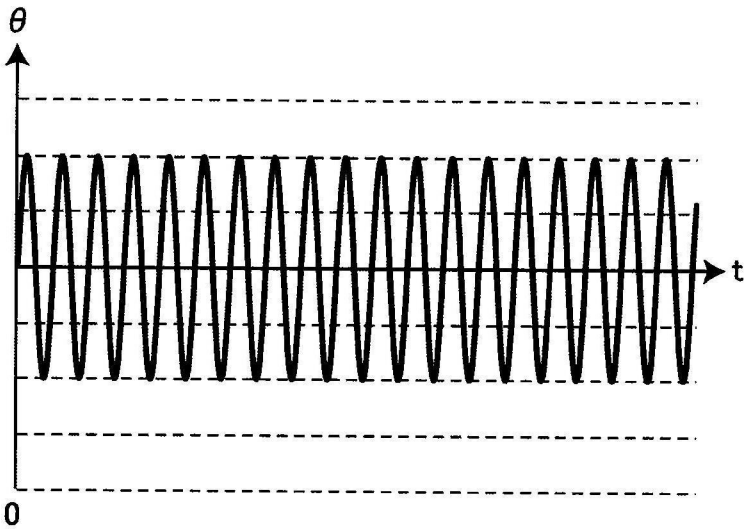


图 6A

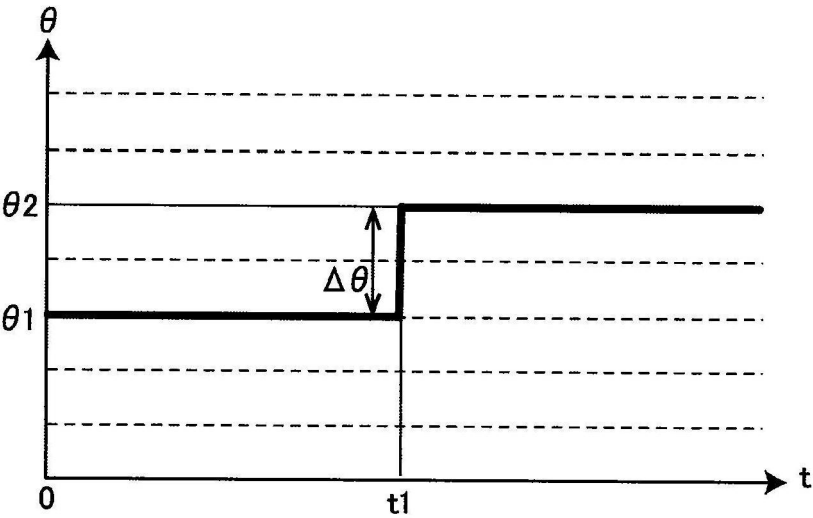


图 6B

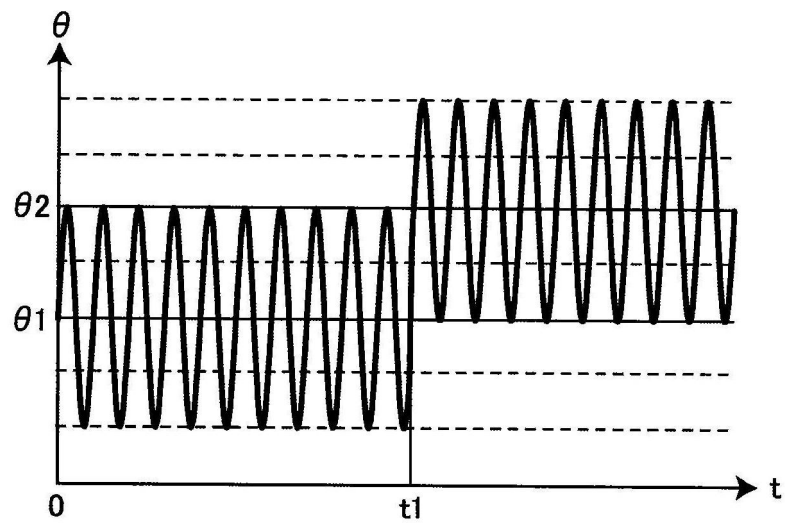


图 6C

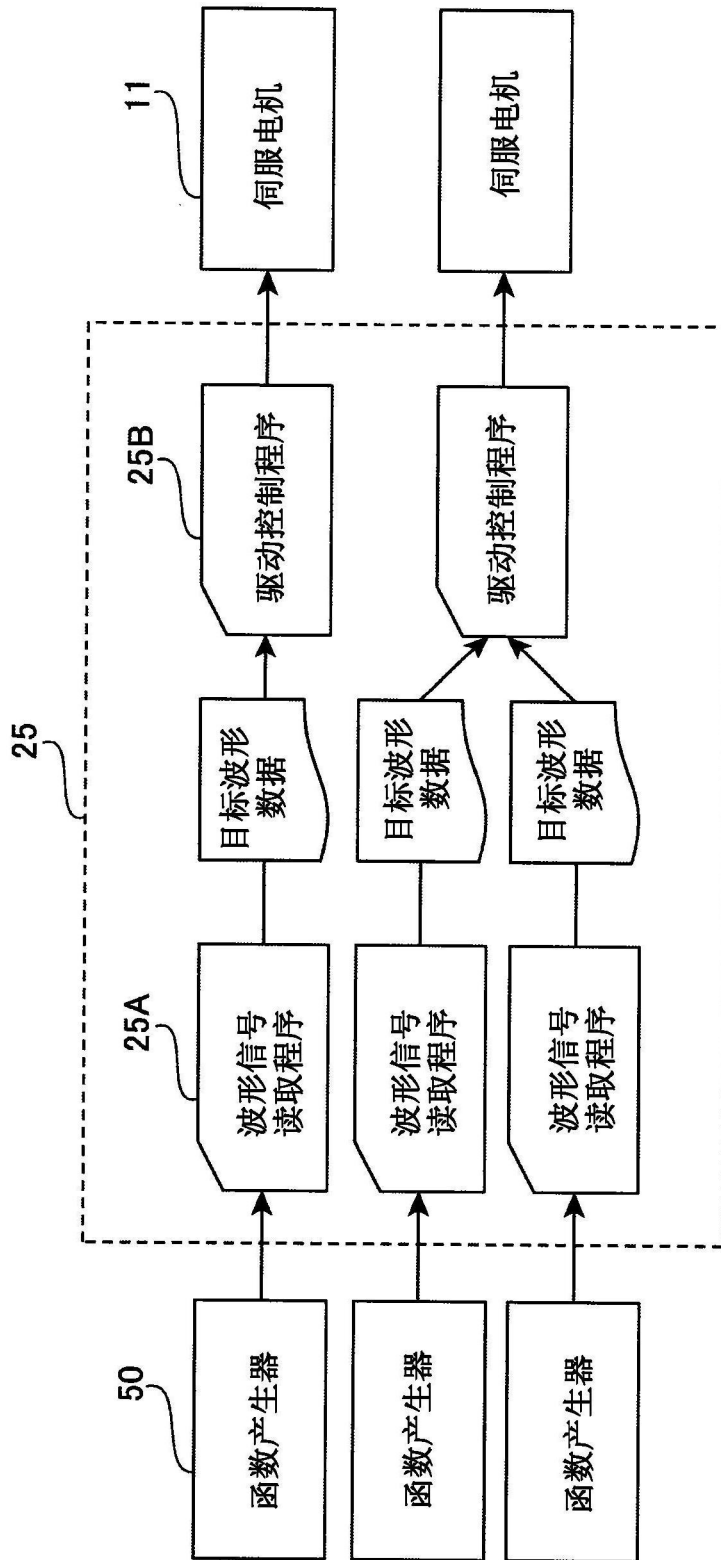


图 7

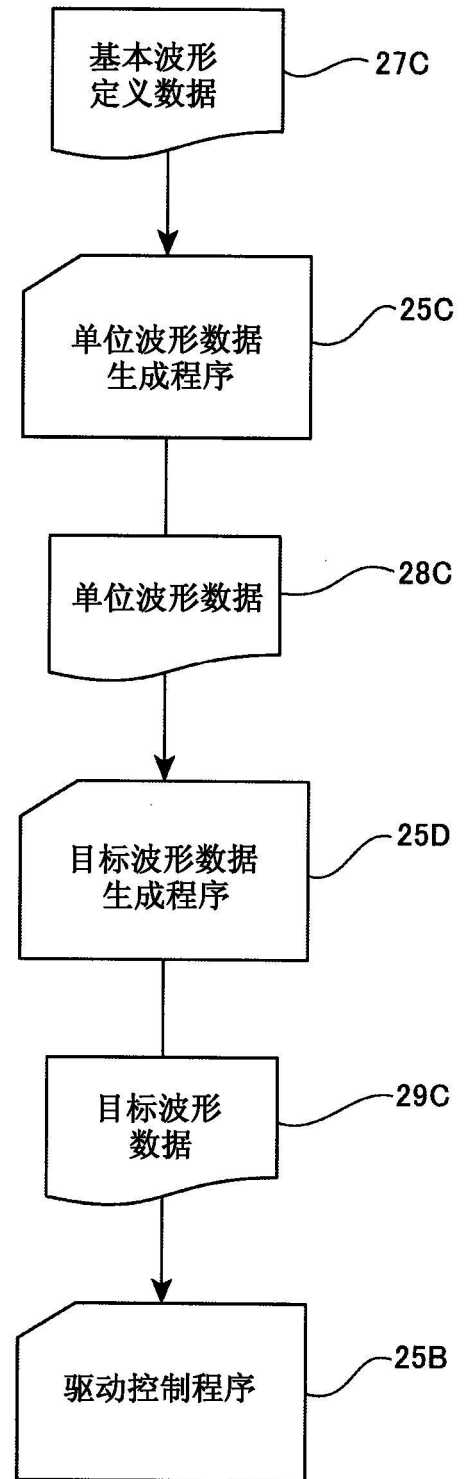


图 8

[F 40]		
1	#6000	= 1
2	#6001	= 185
3	#6002	= 0
4	#6003	= 0
5		
6	#6004L	= 0
7	#6006L	= 0
8	#6008L	= 200
9	#6010L	= 35
10	#6012L	= 400
11	#6014L	= 70
12	#6016L	= 600
13	#6018L	= 105
14	#6020L	= 800
15	#6022L	= 139
16	#6024L	= 1000
17	#6026L	= 174
18	#6028L	= 1200
19	#6030L	= 208
20	#6032L	= 1400
21	#6034L	= 242
22	#6036L	= 1600
23	#6038L	= 276
24	#6040L	= 1800
25	#6042L	= 309
26	#6044L	= 2000
27	#6046L	= 342




图 9

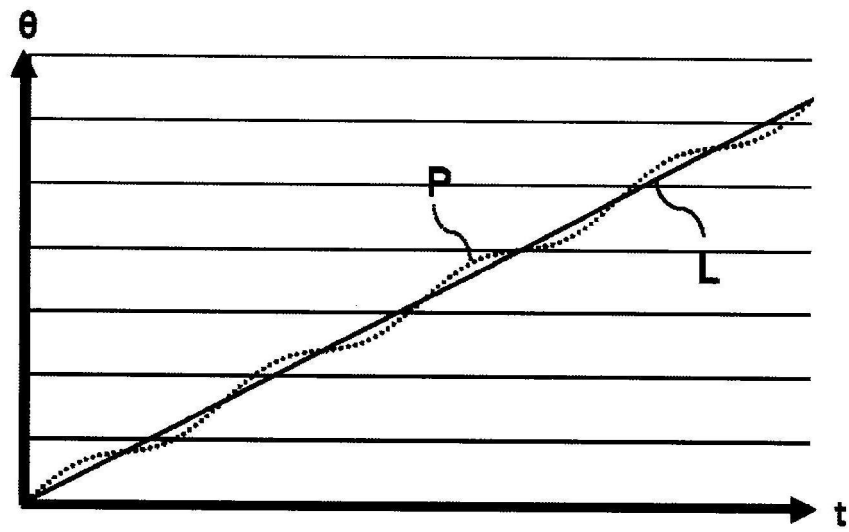


图 10A

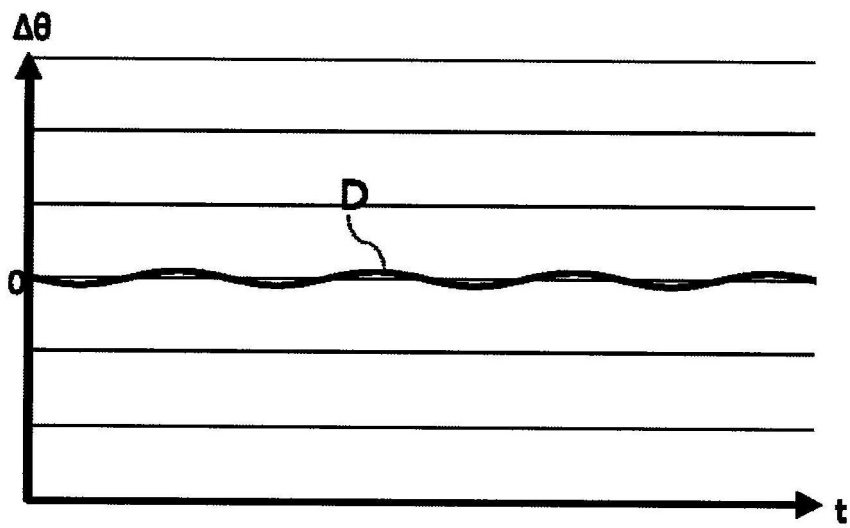


图 10B

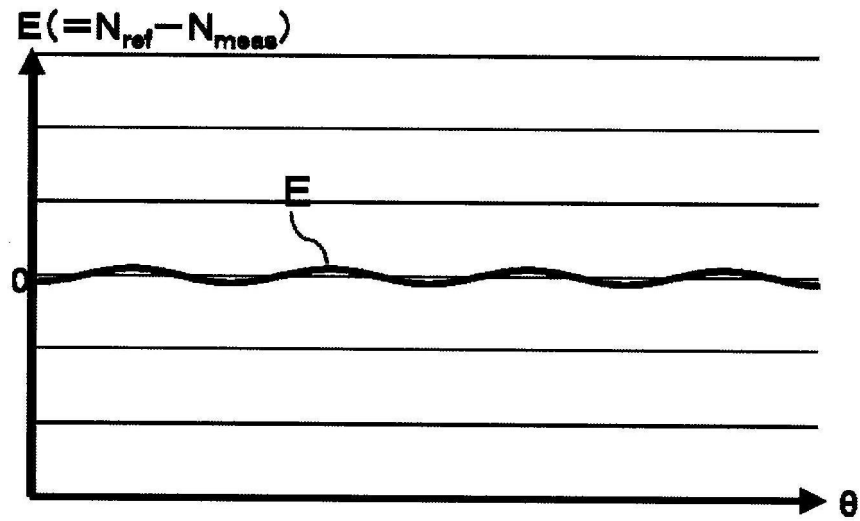


图 10C

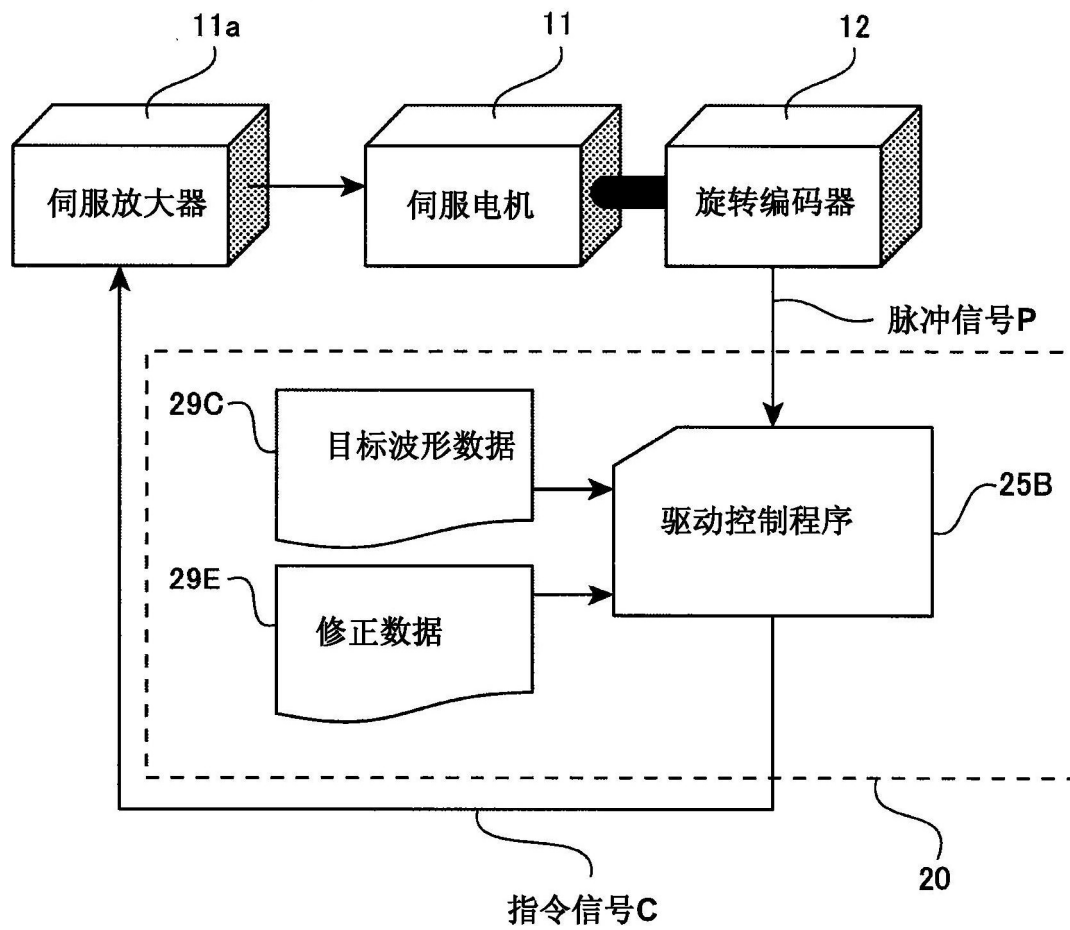


图 11