



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102549912 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201080042900. 2

(22) 申请日 2010. 09. 13

(30) 优先权数据

2009-226478 2009. 09. 30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/065717 2010. 09. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/040216 JA 2011. 04. 07

(73) 专利权人 THK 株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 野村祐树

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 樊建中

(51) Int. Cl.

H02P 25/06 (2006. 01)

H02K 41/02 (2006. 01)

H02K 41/03 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2847692 Y, 2006. 12. 13,

JP 特开 2000-245128 A, 2000. 09. 08,

JP 特开平 11-353028 A, 1999. 12. 24,

JP 特开 2004-56892 A, 2004. 02. 19,

US 4658214 A, 1987. 04. 14,

US 6720680 B1, 2004. 04. 13,

审查员 刘慧媛

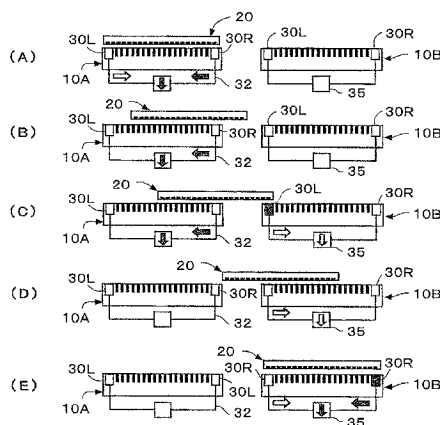
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

线性电动机的驱动系统及控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种线性电动机的驱动系统及控制方法,在定子被分散配置的线性电动机中,在防止动子的不必要的速度变动来顺畅地驱动动子的情况下进行位置控制。驱动装置算来自控制装置的位置指令与由对应的定子的位置传感器检测出的位置间的偏差,进行基于该偏差和位置增益算出在动子的速度控制中使用的速度指令的位置控制,当动子进入到由对应的定子的位置传感器检测出位置的范围内的、磁铁部的至少一部分磁铁与该定子的线圈对置的控制范围时,将动子的运动速度作为速度指令来对偏差进行逆运算,并根据偏差和位置指令来对动子的位置进行逆运算,将算出的位置作为进入控制范围时的动子的位置,对由位置传感器检测出的位置进行修正来进行位置控制。



1. 一种线性电动机的驱动系统,其特征在于具备:

线性电动机,其具有动子和多个定子,所述动子具有标尺部和排列了多个磁铁的磁铁部,且所述动子在所述多个磁铁排列的方向运动,

所述多个定子分别具有线圈和位置传感器,该位置传感器根据所述标尺部检测在运动方向即所述动子运动的方向上的所述动子的位置;和

多个驱动装置,分别控制对应的所述定子的线圈中流动的电流,

所述多个定子排列在所述运动方向上,

相邻的所述定子的线圈间的距离在所述磁铁部在所述运动方向上的长度以下,

相邻的所述定子的所述位置传感器间的距离在所述标尺部的长度以下,

所述驱动装置具备:

位置控制单元,其算出来自控制装置的位置指令与由对应的所述定子的所述位置传感器检测出的位置之间的偏差,进行基于该偏差和位置增益来算出在所述动子的速度控制中使用的速度指令的位置控制;和

逆运算单元,其在所述动子进入到由对应的所述定子的所述位置传感器检测出位置的范围内的、所述磁铁部的至少一部分磁铁与该定子的线圈对置的控制范围内时,将所述动子的运动速度作为所述速度指令来对所述偏差进行逆运算,并基于该偏差和所述位置指令来对所述动子的位置进行逆运算,

所述位置控制单元将由所述逆运算单元算出的位置作为进入到所述控制范围内时的所述动子的位置,对由所述位置传感器检测出的位置进行修正来进行所述位置控制。

2. 根据权利要求1所述的线性电动机的驱动系统,其特征在于,

所述驱动装置还具备运动速度算出单元,该运动速度算出单元通过对所述位置指令进行微分来算出运动速度,

所述逆运算单元根据由所述运动速度算出单元算出的运动速度,对所述偏差进行逆运算。

3. 根据权利要求1所述的线性电动机的驱动系统,其特征在于,

还具备运动速度算出单元,该运动速度算出单元通过对由所述位置传感器检测出的位置进行微分来算出运动速度,

所述逆运算单元根据由所述运动速度算出单元算出的运动速度,对所述偏差进行逆运算。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的线性电动机的驱动系统,其特征在于,

所述位置传感器检测作为所述标尺部的所述磁铁部的磁力,由此检测所述动子的位置。

5. 一种线性电动机的控制方法,其特征在于,

所述线性电动机具有动子和多个定子,所述动子具有标尺部和排列了多个磁铁的磁铁部,且所述动子在所述多个磁铁排列的方向运动,

所述多个定子分别具有线圈和位置传感器,该位置传感器根据所述标尺部检测在运动方向即所述动子运动的方向上的所述动子的位置,

所述多个定子排列在所述运动方向上,

相邻的所述定子的线圈间的距离在所述磁铁部在所述运动方向上的长度以下,

相邻的所述定子的所述位置传感器间的距离在所述标尺部的长度以下，

在所述动子进入到由所述定子的所述位置传感器检测出位置的范围内的、所述磁铁部的至少一部分磁铁与该定子的线圈对置的控制范围内时，用位置增益除所述动子的运动速度来对偏差进行逆运算，并从来自控制装置的位置指令中减去该偏差来对所述动子的位置进行逆运算，

将所述逆运算出的位置作为进入到所述控制范围内时的所述动子的位置，对由所述位置传感器检测出的位置进行修正，进行所述动子的位置的反馈控制。

线性电动机的驱动系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在搬送装置的台车的驱动等中使用的线性电动机,特别是涉及线性电动机的定子被分散配置的线性电动机的驱动系统及线性电动机的控制方法。

背景技术

[0002] 在部件或工件等的搬送等中使用的线性电动机,一般采用动子在 1 个定子上移动的构造。但是,若搬送路径变长,则会产生设备成本增加等问题,因此提出了使定子分散地配置的方法。在这样分散配置(非连续配置)的定子中,例如,专利文献 1 中公开了下述线性电动机的速度变动降低方法,即,掌握二次侧台车的位置与加速度的关系,即使采用以开环进行驱动的地上一次侧分散配置方式也不会产生速度不稳定。

[0003] (现有技术文献)

[0004] (专利文献)

[0005] 专利文献 1:日本特开 2004-80881 号公报

发明内容

[0006] (发明所要解决的课题)

[0007] 可是,在分散配置的定子中,与在 1 个定子上对 1 个动子进行控制的情况不同,需要进行考虑了多个定子、多个动子相互之间的关联性等的动子的位置控制。

[0008] 然而,在专利文献 1 所公开的技术中,在动子与定子对置的区间使动子加速或减速,而在动子不与定子对置的区间使动子以惯性力行进。即,该技术并不是始终对动子进行控制,而且也未对行进中的动子的位置进行反馈来加以控制。另外,由于在与定子对置的区间对动子进行再加速,而在不与定子对置的区间对动子进行减速,所以产生速度变动。

[0009] 本发明鉴于以上情况而实现,其目的在于,提供一种能够在定子被分散配置的线性电动机中防止动子的不必要的速度变动,从而能够顺畅地进行位置控制的线性电动机的驱动系统及控制方法。

[0010] (为解决课题的方法)

[0011] 为了解决上述课题,技术方案 1 所述的发明的特征在于,具备:线性电动机,其具有动子和多个定子,所述动子具有标尺部和排列了多个磁铁的磁铁部,所述多个定子分别具有线圈和位置传感器,该位置传感器根据所述标尺部检测所述磁铁所排列的运动方向上的所述动子的位置,所述动子在所述磁铁所排列的运动方向上运动;和多个驱动装置,分别控制对应的所述定子的线圈中流动的电流,所述多个定子排列在所述运动方向上,相邻的所述定子的线圈间的距离在所述磁铁部的所述运动方向的长度以下,相邻的所述定子的所述位置传感器间的距离在所述标尺部的长度以下,所述驱动装置具备:位置控制单元,其算出来自控制装置的位置指令与由对应的所述定子的所述位置传感器检测出的位置之间的偏差,进行基于该偏差和位置增益来算出在所述动子的速度控制中使用的速度指令的位置控制;和逆运算单元,其在所述动子进入到由对应的所述定子的所述位置传感器检测出位

置的范围内的、所述磁铁部的至少一部分磁铁与该定子的线圈对置的控制范围内时,将所述动子的运动速度作为所述速度指令来对所述偏差进行逆运算,并基于该偏差和所述位置指令来对所述动子的位置进行逆运算,所述位置控制单元将由所述逆运算单元算出的位置作为进入到所述控制范围内时的所述动子的位置,对由所述位置传感器检测出的位置进行修正来进行所述位置控制。

[0012] 技术方案 5 所述的发明是一种线性电动机的控制方法,其特征在于,所述线性电动机具有动子和多个定子,所述动子具有标尺部和排列了多个磁铁的磁铁部,所述多个定子分别具有线圈和位置传感器,该位置传感器根据所述标尺部检测所述磁铁所排列的运动方向上的所述动子的位置,所述动子在所述磁铁所排列的运动方向上运动,所述多个定子排列在所述运动方向上,相邻的所述定子的线圈间的距离在所述磁铁部的所述运动方向的长度以下,相邻的所述定子的所述位置传感器间的距离在所述标尺部的长度以下,在所述动子进入到由所述定子的所述位置传感器检测出位置的范围内的、所述磁铁部的至少一部分磁铁与该定子的线圈对置的控制范围内时,在所述动子的运动速度上乘以位置增益来对偏差进行逆运算,并从来自控制装置的位置指令中减去该偏差来对所述动子的位置进行逆运算,将所述逆运算出的位置作为进入到所述控制范围内时的所述动子的位置,对由所述位置传感器检测出的位置进行修正,进行所述动子的位置的反馈控制。

[0013] (发明效果)

[0014] 根据本发明,能够防止动子跨越多个定子之间行进时动子的速度不必要地变动,从而能够在顺畅地驱动动子的同时进行动子的位置控制。

附图说明

[0015] 图 1 是表示一实施方式所涉及的分散配置线性电动机的驱动系统的概略结构的模块图。

[0016] 图 2 是示意性表示图 1 的分散配置线性电动机的定子及动子的一例的立体图。

[0017] 图 3 是表示图 1 的定子的排列的一例的俯视图。

[0018] 图 4 是示意性表示图 1 的定子和动子的关系的一例的侧视图。

[0019] 图 5 是表示图 1 的电动机驱动装置的结构的一例的模块图。

[0020] 图 6 是表示构成图 1 的位置检测装置的两组全桥结构的磁力传感器的图(图中(A)是表示磁力传感器的强磁性薄膜金属的形状的俯视图,图中(B)是等效电路图)。

[0021] 图 7 是表示从图 6 的磁力传感器输出的正弦波状信号及余弦波状信号的曲线图。

[0022] 图 8 是表示动子跨越定子之间行进的情形的一例的示意图。

[0023] 图 9 是表示图 5 的电动机驱动装置的控制器处理例的流程图。

具体实施方式

[0024] 以下,参照附图说明用于实施本发明的最佳方式。

[0025] 首先,基于附图说明本实施方式涉及的分散配置线性电动机的驱动系统的概略结构及功能。

[0026] 图 1 至图 4 是表示本实施方式涉及的分散配置线性电动机的驱动系统的结构的概略图。图 5 是表示图 1 的电动机驱动装置的结构的一例的模块图。

[0027] 如图 1 所示,分散配置线性电动机的驱动系统具备:对部件或工件等进行搬运的分散配置线性电动机 1;对分散配置线性电动机 1 进行控制的多个电动机驱动装置 40(40A、40B、40C);和对电动机驱动装置(驱动器)40(40A、40B、40C)进行控制的上位控制器 50。

[0028] 分散配置线性电动机 1 具有多个定子 10(10A、10B、10C)。另外,分散配置线性电动机 1 还具有通过与定子 10 之间的磁力作用而相对于定子 10 进行相对运动的动子 20。另外,分散配置线性电动机 1 还具有在定子 10A、10B 及 10C 的每一个中设置的多个位置检测装置 30。各位置检测装置 30 对动子 20 相对于定子的相对位置进行检测。另外,分散配置线性电动机 1 还具有分别在定子 10A、10B 及 10C 中设置的位置信息切换器 35。各位置信息切换器 35 对来自所设置的定子的多个位置检测装置 30 的信号进行切换。并且,分散配置线性电动机 1 中,定子 10A、10B、10C 沿搬运方向以规定间隔分离排列。其中,分散配置线性电动机 1 是扁平型线性电动机的一例。

[0029] 上位控制器 50 与电动机驱动装置 40A、40B 及 40C 分别通过控制线 51 连接。电动机驱动装置 40A、40B 及 40C 与分别对应的位置信息切换器 35 通过编码器线缆 52 连接。位置信息切换器 35 与定子 10A、10B 或 10C 中设置的位置检测装置 30 通过编码器线缆 52 连接。电动机驱动装置 40A 与定子 10A、电动机驱动装置 40B 与定子 10B、电动机驱动装置 40C 与定子 10C,分别通过动力线缆 53 连接。

[0030] 此外,动子 20 被未图示的引导装置沿规定轨道引导,而且,定子 10 与动子 20 之间的间隙被维持。

[0031] 如图 2 及图 4 所示,定子 10(10A、10B)具备:被供给 3 相交流电流而与动子 20 之间产生磁力作用的线圈 11;和卷绕了线圈 11 的凸极 12。线圈 11 包括 U 相用的线圈 11a、V 相用的线圈 11b 及 W 相用的线圈 11c 这 3 种。凸极 12 对应于线圈 11a、11b、11c 而包括 U 相用的凸极 12a、V 相用的凸极 12b、W 相用的凸极 12c 这 3 种。并且,这些线圈 11a、11b、11c 及凸极 12a、12b、12c,按 U 相、V 相、W 相的顺序,形成在定子 10 和动子 20 相对运动的方向上周期性排列的周期构造。即,作为运动方向的一例,在相对运动的方向即定子 10 的纵长方向上,线圈 11 及凸极 12 形成了 U 相·V 相·W 相的周期构造。

[0032] 此外,包含凸极 12 的定子 10 的电磁铁的芯部由硅钢等磁滞损耗少的磁性材料构成,如图 2 所示,芯部形成有在定子 10 的宽度方向上延伸并向与动子 20 对置的一侧突出的凸极 12,该凸极 12 在定子 10 的纵长方向上排列成梳齿状。

[0033] 另外,动子 20 如图 2 所示,具备载置部件或工件等的台板 21 和在台板 21 的下表面设置的驱动用的驱动用磁体 22,作为部件或工件等的搬运器发挥功能。

[0034] 驱动用磁体 22 如图 4 所示,具备:与定子 10 对置的一侧的极为 N 极的 N 极磁铁 22a、和与定子 10 对置的一侧的极为 S 极的 S 极磁铁 22b。并且,形成下述周期构造,即,按照 N 极、S 极的顺序,N 极磁铁 22a 与 S 极磁铁 22b 交替地在定子 10 与动子 20 相对运动的方向上周期性排列的周期构造。即,动子 20 在定子 10 的纵长方向上具有 N 极·S 极的周期构造。其中,驱动用磁体 22 是磁铁部及标尺部的一例。

[0035] 另外,根据定子 10 的各线圈 11a、11b、11c 中流动的 3 相交流的电流的流向或强度产生移动磁场,凸极 12a、12b、12c 与 N 极磁铁 22a 及 S 极磁铁 22b 产生磁力作用,在定子 10 的纵长方向上产生定子 10 与动子 20 的相对运动。即,定子 10 与动子 20 相互产生磁力作用,动子 20 在定子 10 的纵长方向上进行相对运动。

[0036] 位置检测装置 30 (30L、30R) 如图 4 所示具备 :对磁力进行检测的磁力传感器 31 ; 和位置检测电路 32,将来自磁力传感器 31 的信号,变换为用于对位置进行特定来加以检测的信号。其中,位置检测器 30 是位置传感器的一例。

[0037] 位置检测装置 30 如图 1 或图 3 等所示,排列在位于定子 10 的纵长方向的两端处的凸极 12 的外侧,并且,配置在定子 10 的宽度方向的中央。并且,按照磁力传感器 31 面向定子 10 的与动子 20 对置的一侧的方式设置。位置检测装置 30 的设置位置只要在定子 10 的纵长方向上隔开间隙设置,不易受到线圈 11 的影响的位置即可。另外,如图 4 所示,定子 10A 的位置检测装置 30R 设置在图中右端的线圈 11c 的外侧,定子 10B 的位置检测装置 30L 设置在图中左端的线圈 11a 的外侧。

[0038] 并且,磁力传感器 31 检测在定子 10 及动子 20 相对运动的方向上延伸的驱动用磁体 22 所产生的磁场。磁力传感器 31 检测由于定子 10 及动子 20 相对运动而产生的磁场的变化。特别是,磁力传感器 31 是对磁场的方向(磁通矢量)进行检测的传感器。该情况下,驱动用磁体 22 作为用于检测动子 20 的位置的标尺部的一例发挥功能。

[0039] 再有,位置信息切换器 35 如图 1、图 5 所示,当来自多个位置检测装置 30 的输入信号有多个时,选择其中的一个,向电动机驱动装置 40 输出。例如,位置信息切换器 35 输出最新输入的输入信号。另外,位置信息切换器 35 在输入信号为一个时直接将其输出,在没有输入信号时不进行输出。

[0040] 下面,参照附图对构成位置检测装置 30 的磁力传感器 31 进行说明。

[0041] 图 6 是表示构成图 1 的位置检测装置的两组全桥结构的磁力传感器的图。

[0042] 位置检测装置 30 的磁力传感器 31 具有 :Si 或玻璃基板 ;和在该 Si 或玻璃基板上形成的以 Ni、Fe 等强磁性金属为主要成分的合金的强磁性薄膜金属所构成的磁阻元件。磁力传感器由于阻值在特定的磁场方向上变化,所以被称为 AMR (Anisotropic-Magnetoresistance) 传感器 (各向异性磁阻元件)。

[0043] 如图 6 所示,位置检测装置 30 的磁力传感器为了了解运动的方向,将两组全桥结构的元件按照相互倾斜 45° 的方式形成在一个基板上。由两组全桥电路获得的输出 VoutA 和 VoutB 如图 7 所示,成为相互之间具有 90° 的相位差的余弦波及正弦波。磁铁 22a、22b 在相对运动方向上交替排列,因此位置检测装置 30 的输出为余弦波及正弦波。这样,位置检测装置 30 基于动子 20 的驱动用磁体 22 的周期构造,将因相对运动所周期性产生的磁场的方向的变化,作为具有 90° 的相位差的正弦波状信号及余弦波状信号进行输出。

[0044] 磁力传感器的输出信号被送入到位置检测电路 32 中,对相位相差 90° 的正弦波状信号及余弦波状信号实施数字内插处理,变换为高分辨率的相位角数据。

[0045] 并且,位置检测电路 32 根据该相位角数据,生成 A 相编码器脉冲信号 (与正弦波状信号对应) 及 B 相编码器脉冲信号 (与余弦波状信号对应),并生成每 1 周期 1 次的 Z 相脉冲信号。这些 A 相编码器脉冲信号、B 相编码器脉冲信号及 Z 相脉冲信号的位置信号,被输入到位置信息切换器 35。如图 5 所示,电动机驱动装置 40 基于这些 A 相编码器脉冲信号、B 相编码器脉冲信号及 Z 相脉冲信号的位置信号,对电力变换器 42 进行控制。

[0046] 下面,基于图 3 及图 4,详细说明定子 10A、10B、10C 的排列关系、以及定子 10A、10B、10C 与动子 20 之间的关系。

[0047] 定子 10A、10B、10C 隔开一定间隔 (定子间距离),在定子 10 的纵长方向上从图中

左方开始按照定子 10A、10B、10C 等的顺序分离排列。作为该定子间距离的一例,有相邻的定子 10A、10B 的线圈间的距离 D_c (互邻定子线圈间距离)。

[0048] 该互邻定子线圈间距离 D_c 例如在图 4 中,是从定子 10A 右端的线圈 11c 的右端至定子 10B 左端的线圈 11a 的左端的距离。

[0049] 另外,作为定子间距离的另一例,有相邻的定子 10A、10B 的位置检测装置 30 间的距离 D_{s1} (互邻定子传感器间距离)。该位置检测装置 30 间的距离 D_{s1} ,例如是定子 10A 的位置检测装置 30R 的磁力传感器 31 与定子 10B 的位置检测装置 30L 的磁力传感器 31 之间的距离。即,互邻定子传感器间距离 D_{s1} ,是定子 10A 的位置检测装置 30 中距定子 10B 最近的位置检测装置 30 的磁力传感器 31、与定子 10B 的位置检测装置 30 中距定子 10A 最近的位置检测装置 30 的磁力传感器 31 之间的距离。

[0050] 另外,互邻定子线圈间距离 D_c 在驱动用磁体 22 的长度 L_{mv} 以下。该驱动用磁体 22 的长度 L_{mv} ,例如如图 4 所示,是从动子 20 的图中左端的 S 极磁铁 22b 的左端至图中右端的 N 极磁铁 22a 的右端的距离。若互邻定子线圈间距离 D_c 在驱动用磁体 22 的长度 L_{mv} 以下,则动子 20 的驱动用磁体 22 的至少一部分,成为与定子 10A 及定子 10B 的至少任一方的线圈 11 始终对置的状态。即,动子 20 处于从定子 10A 及定子 10B 的至少任一方获得推进力的状态。这在定子 10B 与定子 10C 的关系中也是同样的。

[0051] 另外,互邻定子传感器间距离 D_{s1} 在驱动用磁体 22 的长度 L_{mv} 以下。而且,定子 10A 的位置检测装置 30L (未图示) 的磁力传感器 31 与位置检测装置 30R 的磁力传感器 31 之间的距离 D_{s2} ,也在驱动用磁体 22 的长度 L_{mv} 以下。这对于定子 10B 及 10C 也是同样的。通过使距离 D_{s1} 及 D_{s2} 满足所述条件,动子 20 的驱动用磁体 22 会处于始终能够由某一个位置检测装置 30 的磁力传感器 31 检测出磁力的状态。即,动子 20 成为始终能够检测出其位置的状态。

[0052] 另外,定子 10 (10A、10B、10C) 的线圈 11 位于位置检测装置 30L 与 30R 之间。因此,当动子 20 的驱动用磁体 22 的至少一部分处于与定子 10 的线圈 11 对置的状态时,是由位置检测装置 30L 或 30R 的至少任一个输出位置信号的状态,即,能够检测动子 20 的位置的状态。即,当处于能够从定子 10 向动子 20 赋予推进力的状态时,是能够检测动子 20 的位置的状态,因此是能够控制动子 20 的位置的状态。将能够控制动子 20 的位置的区域作为控制范围的一例,称为定子 10 (10A、10B、10C) 的控制区 CA (CAA、CAB、CAC)。控制区 CAA 如图 3 所示,在动子 20 的相对运动的方向上,是从定子 10A 的左端的线圈 11a 的左端到右端的线圈 11c 的右端为止的范围 (相当于定子 10A 的线圈 11 的纵长方向的长度的范围)。此外,在定子 10B、11C 中也同样存在控制区 CAB、控制区 CAC。

[0053] 另外,如图 4 所示,位置检测装置 30L 设置为与定子 10B 的线圈 11 相隔距离 D_l 的间隙。另外,位置检测装置 30R 设置为与定子 10A 的线圈 11 相隔距离 D_r 的间隙。在该间隙的区间,能够检测动子 20 的位置,但线圈 11 不与动子 20 的驱动用磁体对置,因此该区间是无法进行位置控制的区间。

[0054] 此外,上位控制器 50 具有 CPU、RAM、ROM 等,按照预先设定的作业的顺序,向各电动机驱动装置 40A、40B、40C 输出表示动子 20 的目标位置的位置指令值、表示目标速度的速度指令值等。其中,上位控制器 50 是控制装置的一例。

[0055] 此外,电动机驱动装置 40 如图 5 所示具备:基于传感器等的信息来控制线性电动

机的定子 10 中流动的电流的控制器 41、基于控制器 41 变换来自电源 45 的电力的电力变换器 42、和检测在电力变换器 42 作用下在定子 10 中流动的电流的电流传感器 43。其中,电动机驱动装置 40 是驱动装置的一例。

[0056] 按每个定子 10 设置电动机驱动装置 40 的主要原因是,为了在动子 20 为多个的情况下,相互独立地控制各动子 20。即,若各动子 20 位于互不相同的定子上,则通过各电动机驱动装置独立地控制向各定子供给的电流,能够独立地控制各动子 20 的移动方向、移动速度等。

[0057] 控制器 41 具有 CPU、RAM、ROM、快速 ROM 等,与电流传感器 43 连接,并通过控制线 51 与上位控制器 50 连接,通过编码器线缆 52 与位置信息切换器 35 连接。其中,控制器 41 是位置控制单元、逆运算单元及运动速度算出单元的一例。

[0058] 另外,控制器 41 为了使动子 20 按照来自上位控制器 50 的指令值移动,控制 PWM 逆变器 (PWM:Pulse Width Modulation) 等的电力变换器 42,最终对供给到定子 10 的线圈 11 的电流进行控制。

[0059] 具体而言,控制器 41 作为位置控制单元的一例而进行动子 20 的位置的反馈控制(位置控制)。在该位置控制中,控制器 41 根据经由编码器线缆 52 输入的位置信号的脉冲数,算出动子 20 的当前位置。并且,控制器 41 通过求取位置指令值与当前位置的差分来算出位置偏差。进而,控制器 41 在算出的位置偏差上乘以作为预先设定的比例增益的位置增益,来算出速度指令值。另外,控制器 41 对当前位置进行时间微分,算出动子 20 的当前速度。并且,控制器 41 基于速度指令值和当前速度,例如,通过 PID 控制来算出转矩指令值。另外,控制器 41 按照向定子 10 的线圈 11 供给与转矩指令值相应的电流的方式控制电力变换器 42。

[0060] 下面,基于图 8,说明动子 20 从定子 10A 到定子 10B 跨越定子间进行移动时的控制。其中,图 8 是同一定子传感器间距离 $Ds2$ 和动子 20 的长度 Lmv 大致相等的情况的例子。

[0061] 如图 8(A) 所示,动子 20 位于定子 10A 的控制区 CAA,动子 20 的驱动用磁体 22 位于定子 10 的两个位置检测装置 30L 及 30R 上。此时,定子 10 的两个位置检测装置 30L、30R 输出信号。在此,设位置信息切换器 35 输出来自位置检测装置 30R 的信号。上位控制器 50 为了使动子 20 从定子 10A 移动到定子 10B,向电动机驱动装置 40A 及电动机驱动装置 40B 输出位置指令值。另一方面,定子 10B 的两个位置检测装置 30L、30R 未输出位置信号。其中,图 8 中通过箭头表示位置检测装置 30L、30R 或位置信息切换器 35 有无输出。另外,箭头根据种类,表示了位置信息切换器 35 输出位置检测装置 30L、30R 中的哪一个的信号。

[0062] 电动机驱动装置 40A 的控制器 41,基于来自上位控制器 50 的位置指令值和来自定子 10A 的位置检测装置 30R 的位置信号来进行位置控制。此时,由于在位置指令值与动子 20 的当前位置之间产生偏差,因此电动机驱动装置 40A 向定子 10A 供给电流。因而,由于从定子 10 向动子 20 赋予推力,因此动子 20 如图 8(B) 所示,向图中右方向行进。

[0063] 如图 8(C) 所示,动子 20 靠近定子 10B,且动子 20 进入到定子 10B 的控制区 CAB。即使动子 20 进入到定子 10B 的控制区 CAB,动子 20 也未完全从定子 10A 的控制区 CAA 脱离。即,动子 20 的驱动用磁体 22 的一部分磁铁与定子 10A 的线圈 11 对置。因此,继续进行基于电动机驱动装置 40A 的控制器 41 的位置控制。另外,当动子 20 靠近定子 10B 时,定子 10B 的位置检测装置 30L 与位于动子 20 的下表面的驱动用磁体 22 反应而输出信号。并

且,位置信息切换器 35 自未输出位置信号的状态变为输出位置信号的状态。此时,电动机驱动装置 40B 的控制器 41 检测来自位置信息切换器 35 的信号的变化。

[0064] 在此,在该定子 10B 的位置检测装置 30L 开始输出信号的时点,位置检测装置 30L 的位置为原点。因此,电动机驱动装置 40B 的控制器 41,将位置指令值和动子 20 的当前位置初始化为距离该原点的相对位置。并且,开始基于电动机驱动装置 40B 的控制器 41 的位置控制,并开始基于该位置控制下的电动机驱动装置 40B 向定子 10B 供给电流。

[0065] 但是,在电动机驱动装置 40B 的控制器 41 这样进行位置控制的情况下,会发生下述现象。

[0066] 即使动子 20 进入定子 10B 的控制区 CAB,电动机驱动装置 40A 的控制器 41 仍继续进行位置控制,动子 20 从定子 10A 获得推进力而行进。因此,即使动子 20 这样行进,从电动机驱动装置 40B 的控制器 41 来看,位置指令值与动子 20 的当前位置仍一致。即,不会产生位置偏差。因此,不会从电动机驱动装置 40B 向定子 10B 供给电流,动子 20 不能从定子 10B 获得推进力。

[0067] 但是,由于动子 20 从定子 10A 获得了推进力,因此如图 8(D) 所示,到动子 20 的驱动用磁体 22 变为不与定子 10A 的线圈 11 对置为止,动子 20 会以该状态行进。但是,在动子 20 的驱动用磁体 22 变为不与定子 10A 的线圈 11 对置的时点,动子 20 的推进力会暂时消失。因此,动子 20 减速。并且,由于动子 20 减速,从电动机驱动装置 40B 的控制器 41 来看,首次产生位置偏差。由此,电动机驱动装置 40B 向定子 10B 供给电流,动子 20 从定子 10B 获得推进力而再加速,如图 8(E) 所示进一步行进。即,在动子 20 跨越定子间移动时,发生速度变动。

[0068] 因此,在本实施方式中,当动子 20 跨越定子间时,修正动子 20 的当前位置,从而能够在使动子 20 顺畅地行进的同时进行位置控制。

[0069] 具体而言,如图 8(C) 所示,在动子 20 进入到定子 10B 的控制区 CAB 的时点,电动机驱动装置 40B 的控制器 41 作为运动速度算出单元的一例,通过对来自上位控制器 50 的位置指令值进行时间微分,来算出与位置指令值对应的动子 20 的行进速度。通过定子 10B 的位置检测装置 30L 开始输出位置信号之后,当动子 20 移动了相当于距离 D1 量的位置检测装置 30L 与定子 10B 的线圈 11 之间的间隙时,动子 20 进入控制区 CAB。因此,控制器 41 在通过位置检测装置 30L 开始输出位置信号之后,基于该位置信号的脉冲,算出动子 20 向图中右方向的移动距离。并且,控制器 41 在动子 20 向图中右方向的移动距离达到距离 D1 时,判断为动子 20 已进入控制区 CAB。其中,对应的定子中的距离 D1 及距离 Dr,预先设定在控制器 41 的快速 ROM 等中。

[0070] 然后,控制器 41 作为逆运算单元的一例,将算出的行进速度视为速度指令值,根据该行进速度对位置偏差进行逆运算。即,控制器 41 通过用位置增益除所算出的行进速度,从而算出位置偏差。然后,控制器 41 作为逆运算单元的一例,根据逆运算出的位置偏差来对动子 20 的当前位置进行逆运算。即,控制器 41 通过求取来自上位控制器 50 的位置指令值与逆运算出的位置偏差之差,来算出动子 20 的当前位置。

[0071] 然后,控制器 41 利用逆运算出的动子 20 的当前位置,开始位置控制。即,控制器 41 根据逆运算出的动子 20 的当前位置和输入的位置指令值来算出位置偏差,在位置偏差上乘以位置增益来算出速度指令值。而后,控制器 41 将与从位置检测装置 30 输入的位置信

号的脉冲数相当的移动距离,加到逆运算出的动子 20 的当前位置上,同时进行位置控制。这样,控制器 41 对动子 20 的当前位置进行修正。

[0072] 通过该修正,出现与在动子 20 进入到定子 10B 的控制区 CAB 的时点算出的行进速度对应而产生位置偏差的状态,因此,从电动机驱动装置 40B 向定子 10B 供给电流,动子 20 能够从定子 10B 获得推进力。即,从如图 8(C) 所示的时点到图 8(D) 所示的时点,动子 20 从定子 10A 及 10B 双方获得推进力。并且,在图 8(D) 所示情形之后,动子 20 仅从定子 10B 获得推进力。由于在图 8(C) 所示的时点,基于对位置指令值进行时间微分而获得的行进速度来逆运算位置偏差,因此实际的行进速度不发生变化,动子 20 顺畅地从定子 10A 的控制区 CAA 移动到定子 10B 的控制区 CAB。

[0073] 此外,通过修正而获得的动子 20 的当前位置与动子 20 的实际的当前位置之间,会产生与逆运算出的位置偏差相当的误差,但只要该误差处于在分散配置线性电动机 1 的用途中被容许的误差范围内就没有问题。

[0074] 下面,基于图 9 的流程图,说明电动机驱动装置 40 的控制器 41 的动作。图 9 是表示图 5 的电动机驱动装置的控制器 41 的处理例的流程图。

[0075] 图 9 所示的处理在伺服器启动时开始。首先,控制器 41 判定是否从上位控制器 50 输入了位置指令值(步骤 S1)。此时,在未输入位置指令值的情况下(步骤 S1:否),再次进行步骤 S1 的判定。

[0076] 另一方面,在输入了位置指令值的情况下(步骤 S1:是),控制器 41 对输入的位置指令值进行采样,判定动子 20 是否在定子 10 的控制区 CA 内(步骤 S2)。此时,在动子 20 不在控制区 CA 内的情况下(步骤 S2:否),控制器 41 转移到步骤 S1。

[0077] 另一方面,在动子 20 在控制区 CA 内的情况下(步骤 S2:是),控制器 41 判定上一次采样时动子 20 是否在控制区 CA 内(步骤 S3:是)。在上一次采样时动子 20 不在控制区 CA 内而本次采样时动子 20 在控制区 CA 内的情况下,表示在本次采样中动子 20 才初次进入到控制区内。为此,控制器 41 在上一次采样时动子 20 不在控制区 CA 内的情况下(步骤 S3:否),对输入的位置指令值进行时间微分来算出速度指令值(步骤 S4)。由于在动子 20 进入控制区 CA 内之前已经输入了位置指令值,因此能够进行位置指令值的时间微分。

[0078] 接着,控制器 41 通过用位置增益除所算出的速度指令值,算出位置偏差(步骤 S5)。而后,控制器 41 通过从输入的位置指令值中减去算出的位置偏差,来算出当前位置(步骤 S6)。

[0079] 然后,控制器 41 将算出的当前位置作为动子 20 的当前位置,进行最初的位置控制(步骤 S7)。即,控制器 41 算出输入的位置指令值与步骤 S6 中算出的当前位置之间的位置偏差,在该位置偏差上乘以位置增益来算出速度指令值。而后,控制器 41 基于算出的速度指令值等进行速度控制、转矩控制等。控制器 41 在结束该处理后转移到步骤 S1。

[0080] 当这样开始位置控制时,在之后的步骤 S3 的判定中,判定为上一次采样时动子 20 在控制区内(步骤 S3:是)。因此,该情况下,控制器 41 进行通常的位置控制(步骤 S7)。在此,控制器 41 根据输入的位置信号,算出从上一次采样时起的动子 20 的移动距离,在上一次采样时动子 20 的当前位置上加上算出的移动距离,作为本次位置控制中使用的动子 20 的当前位置。

[0081] 如上所述,根据本实施方式,分散配置线性电动机的驱动系统具备线性电动机和

电动机驱动装置 40A、40B 及 40C, 该线性电动机具有: 具备驱动用磁体 22 的动子 20; 和分别具备线圈 11、根据驱动用磁体 22 对动子 20 的相对运动的方向的位置进行检测的位置检测装置 30 的定子 10A、10B 及 10C; 动子 20 在相对运动的方向上运动, 电动机驱动装置 40A、40B 及 40C 控制向定子 10A、10B 及 10C 中对应的定子的线圈 11 供给的电流。定子 10A、10B 及 10C 在相对运动的方向上排列, 相邻的定子的互邻定子线圈间距离在驱动用磁体 22 的相对运动的方向的长度以下, 相邻的定子的互邻定子传感器间距离 $Ds1$ 在驱动用磁体 22 的相对运动的方向的长度以下。并且, 电动机驱动装置 40A、40B 及 40C 的控制器 41, 分别算出来自上位控制器 50 的位置指令值与由对应的定子的位置检测装置 30 检测出的动子 20 的当前位置之间的位置偏差, 并进行基于该位置偏差和位置增益来算出速度指令值的位置控制, 在动子 20 进入到由对应的定子的位置检测装置 30 检测出位置的范围内的、驱动用磁体 22 的至少一个磁铁与该定子的线圈对置的控制区内时, 将动子 20 的行进速度作为速度指令值来对位置偏差进行逆运算, 根据该位置偏差和位置指令值来对动子 20 的位置进行逆运算, 并将逆运算出的位置作为动子 20 进入到控制区时的动子 20 的当前位置, 修正由位置检测装置 30 检测出的当前位置来进行位置控制。因此, 在动子 20 跨越定子间行进时, 能够防止动子 20 的行进速度不必要地变动, 从而能够在使动子顺畅地驱动的同时进行位置控制。

[0082] 另外, 控制器 41 通过对位置指令值进行微分来算出动子 20 的行进速度, 将该行进速度作为速度指令值来对位置偏差进行逆运算, 因此能够从动子 20 进入控制区的时点开始进行位置控制。

[0083] 另外, 位置检测装置 30 的磁力传感器 31 通过检测驱动用磁体 22 的磁力来检测动子 20 的当前位置, 因此无需在动子 20 上设置线性标尺, 能够使线性电动机成为简易的结构。

[0084] 此外, 在上述实施方式中, 控制器 41 通过对位置指令值进行微分来算出动子 20 的行进速度, 但也可通过对由位置检测装置 30 检测出的动子 20 的当前位置进行微分来算出动子 20 的行进速度, 并将该行进速度作为速度指令值来对位置偏差进行逆运算。根据该变形例, 能够在反映实际的动子 20 的行进速度的情况下开始位置控制。

[0085] 此外, 在上述实施方式中, 磁力传感器 31 通过检测驱动用磁体 22 的磁力来检测动子 20 的位置, 但也可在动子 20 上设置线性标尺, 在定子 10 上设置以光学方式或磁方式对线性标尺进行读取的位置传感器。另外, 在该变形例中, 无需将位置传感器设置在线圈 11 的外侧, 可以在相对运动的方向上设置于线圈 11 的两端或内侧。在任一种情况下, 只要相邻的定子的互邻定子线圈间距离 Dc 在驱动用磁体 22 的相对运动的方向的长度以下, 相邻的定子的互邻定子传感器间距离 $Ds1$ 在驱动用磁体 22 的相对运动的方向的长度以下即可。

[0086] 另外, 在将位置传感器设置在相对运动的方向上线圈 11 的两端或内侧的情况下, 从左端的位置传感器到右端的位置传感器的区域成为控制区 CA。因此, 由于位置传感器检测到的位置信号的输出的开始时刻与动子 20 进入控制区 CA 的进入时刻一致, 因此控制器 41 无需进行与距离 $D1$ 、 D_r 相当的间隙量的修正。

[0087] 另外, 该变形例中, 在控制器 41 通过对位置指令值进行微分而将动子 20 的行进速度作为速度指令值算出的情况下, 需要对来自位置传感器的位置信号进行多次采样, 因此控制器 41 需要比动子 20 进入控制区 CA 的进入时刻稍迟地开始位置控制。

[0088] 另一方面,在控制器 41 通过对位置指令值进行微分而将动子 20 的行进速度作为速度指令值算出的情况下,由于在动子 20 进入控制区 CA 之前已经输入了位置指令值,因此控制器 41 能够从动子 20 进入到控制区 CA 的时刻开始位置控制。

[0089] 另外,也可以加长定子 10 的线圈部 11,使同一定子的左端的位置传感器与右端的位置传感器之间的距离超过线性标尺的长度(在通过位置传感器检测驱动用磁体 22 的磁力来检测动子 20 的位置的情况下为驱动用磁体 22 的长度 L_{mv})。该情况下,通过在左端的位置传感器与右端的位置传感器之间进一步设置位置传感器,使得互邻的位置传感器间的距离在线性标尺的长度以下即可。

[0090] 此外,本发明并不限于上述各实施方式。上述各实施方式只是例示,具有与本发明技术方案所记载的技术思想实质相同的结构且具有同样的作用效果的方案,均包含在本发明的技术范围内。

[0091] 符号说明

[0092] 1:分散配置线性电动机,10(10A、10B、10C):定子,11:线圈,20:动子,22:驱动用磁体,30,30L,30R:位置检测装置,40(40A、40B、40C):电动机驱动装置,41:控制器,50:上位控制器。

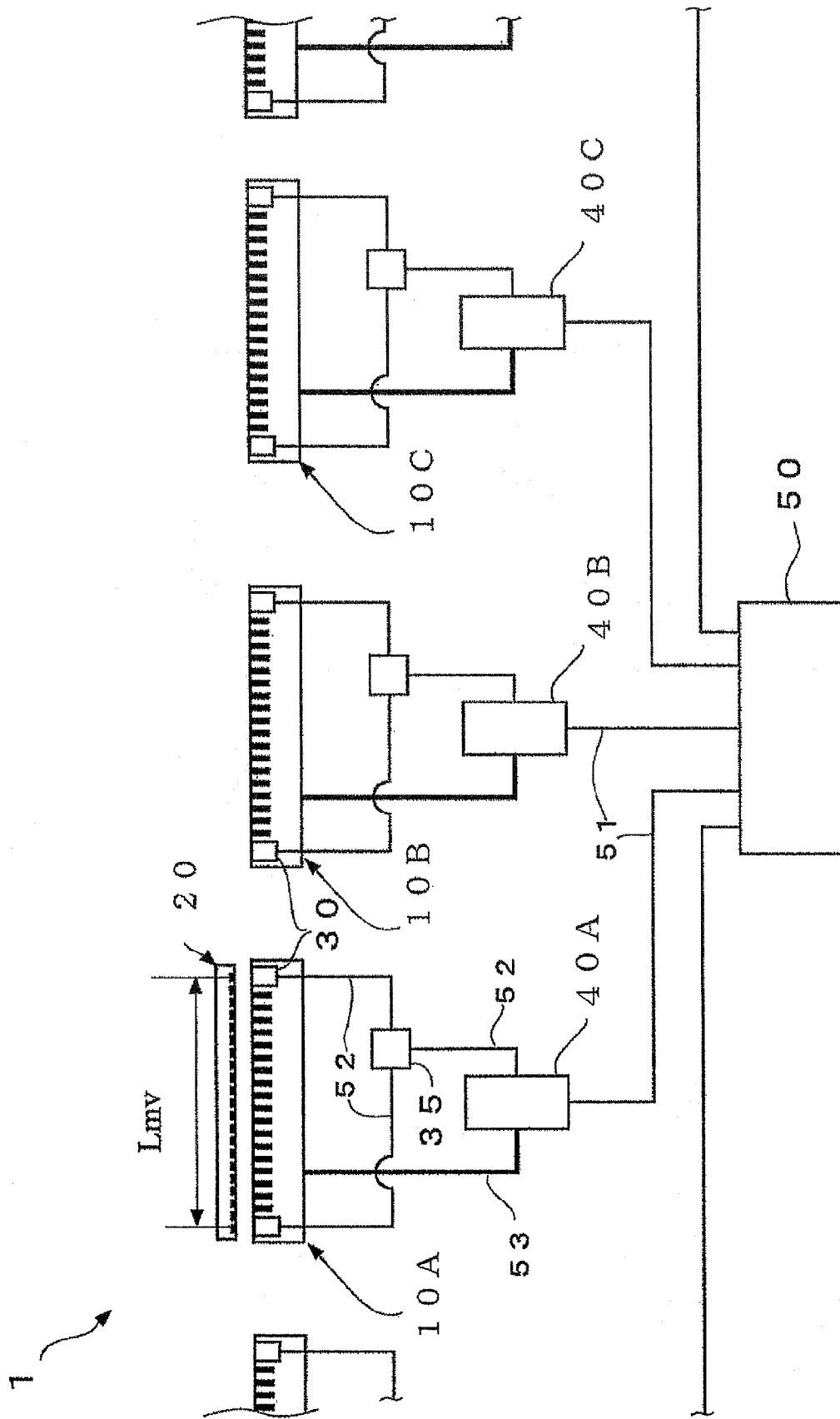


图 1

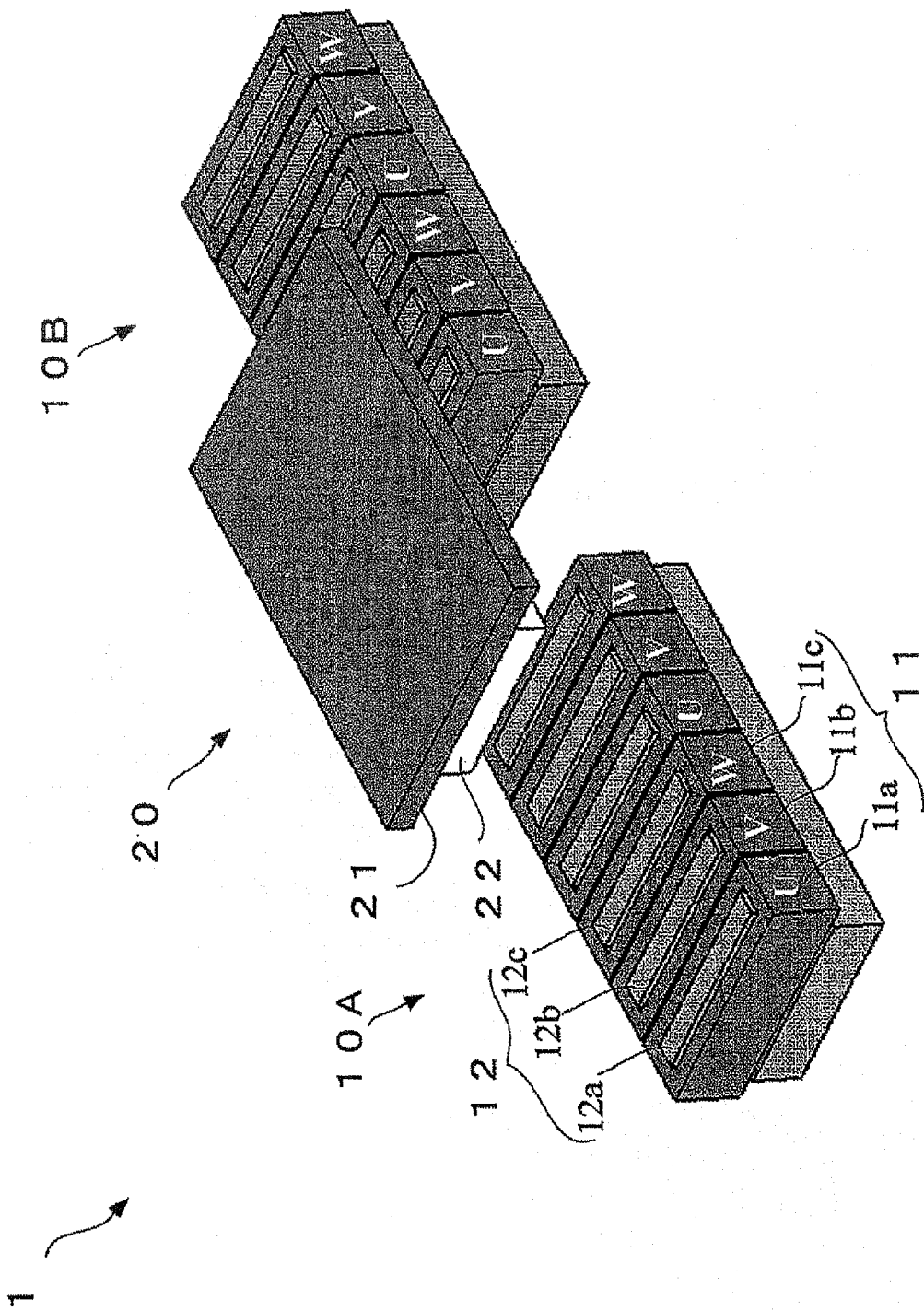


图 2

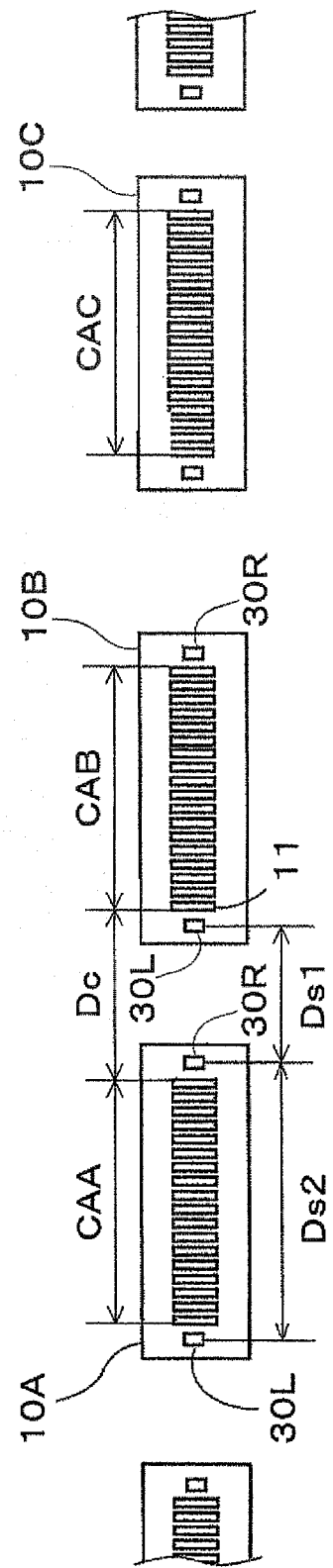


图 3

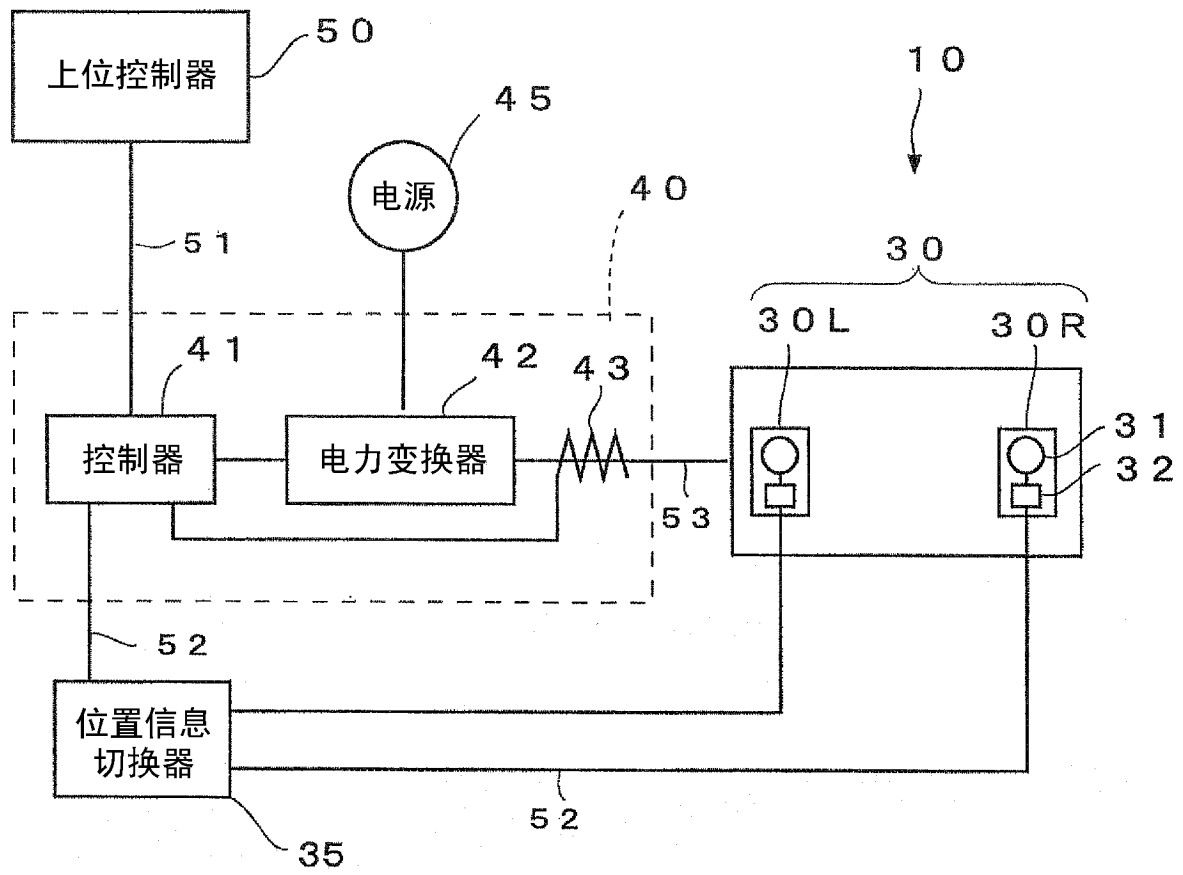


图 5

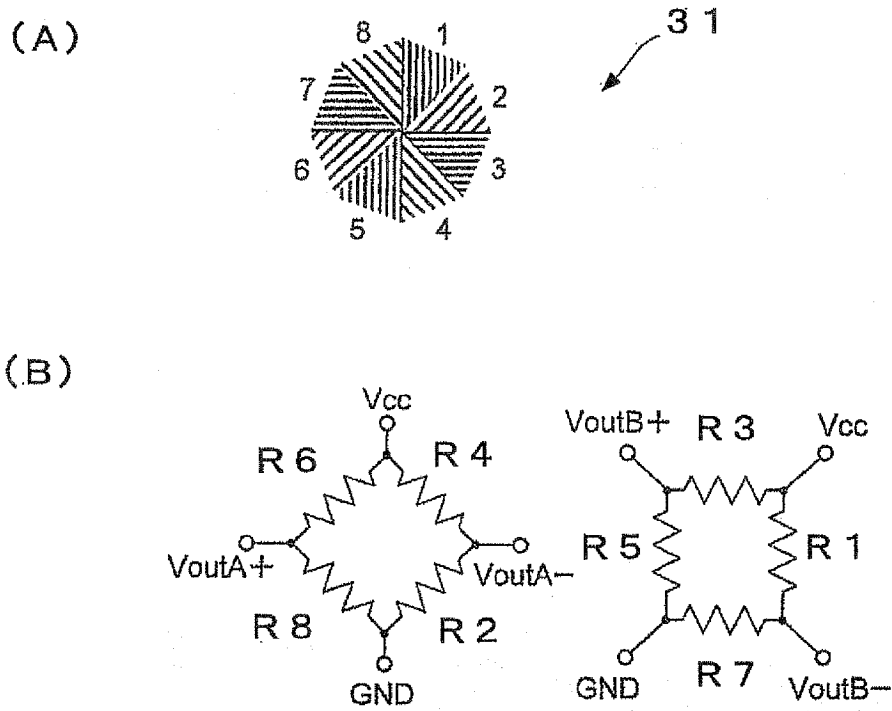


图 6

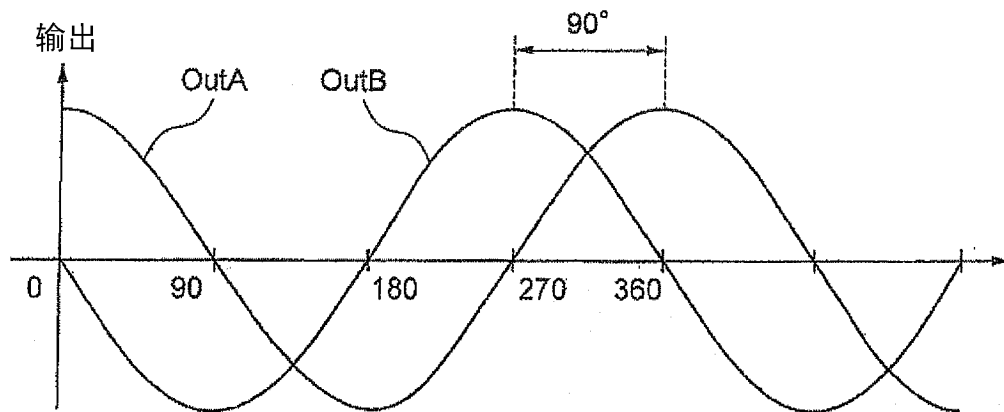


图 7

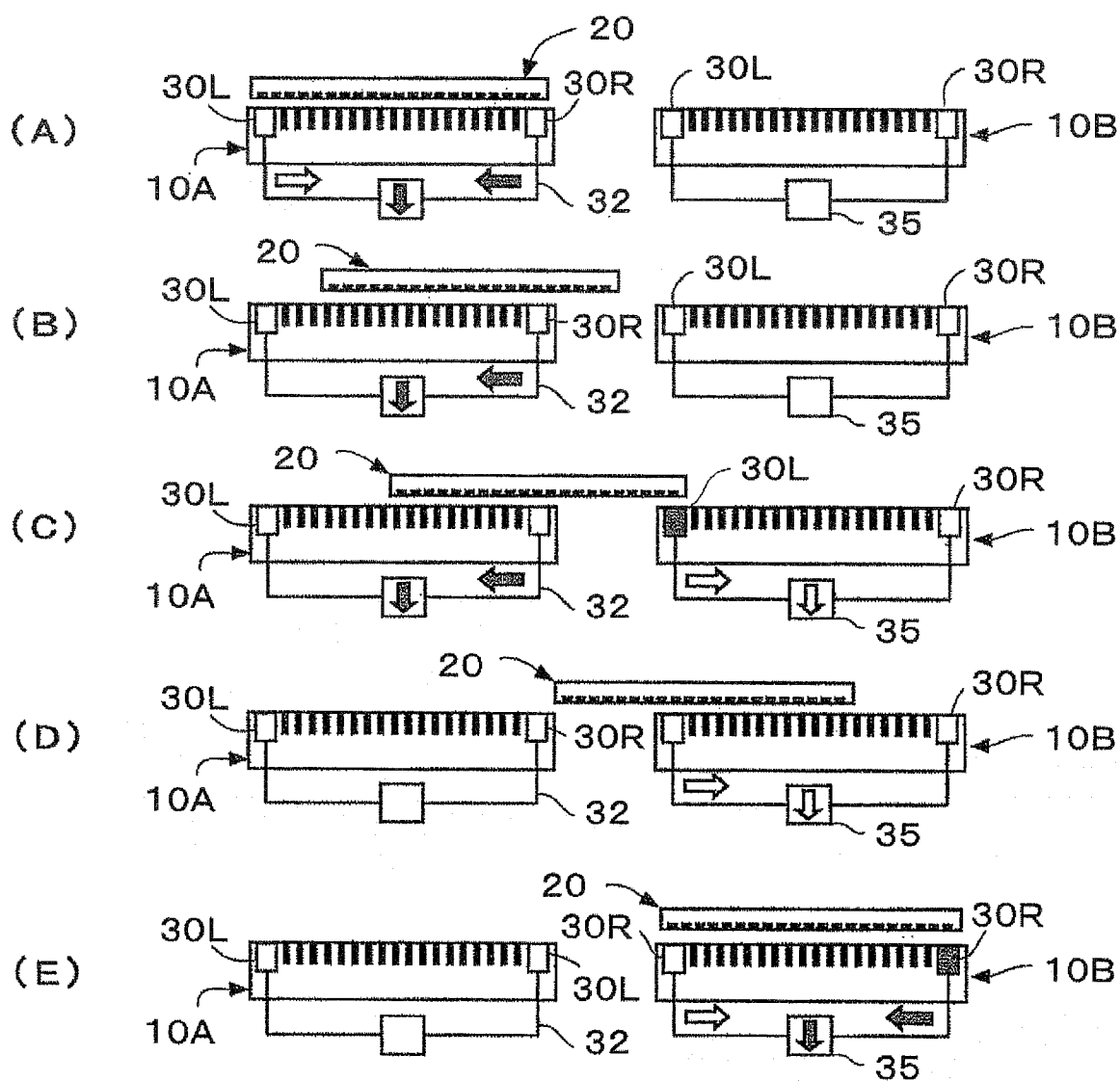


图 8

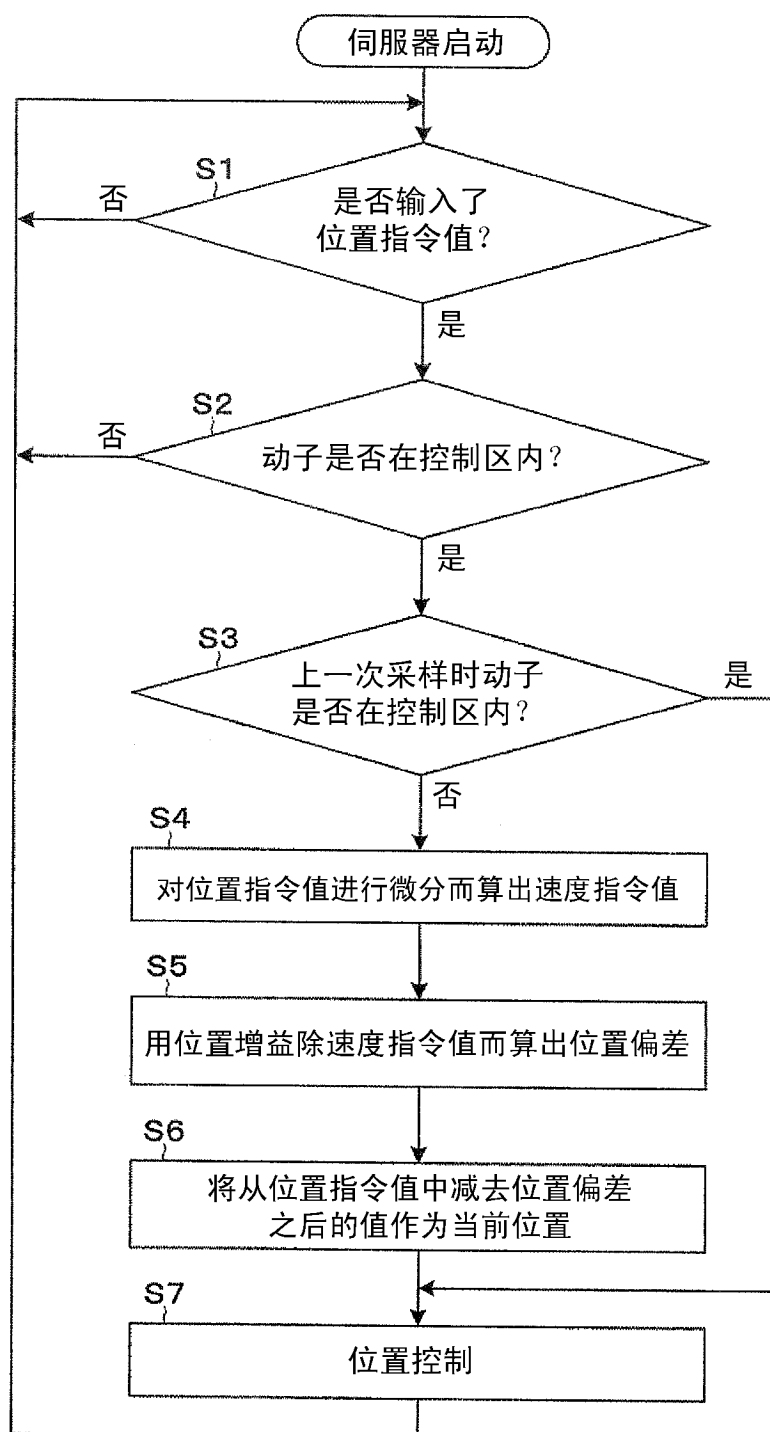


图 9