



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116648841 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 25

(21) 申请号 202280006406.3

(22) 申请日 2022.09.14

(30) 优先权数据

2021-162138 2021.09.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.03.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/034456 2022.09.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/053973 JA 2023.04.06

(71) 申请人 株式会社不二工机

地址 日本国东京都世田谷区等等力7-17-24

(72) 发明人 山田健登 渡边贵之 萩元大志

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

专利代理师 崔巍

(51) Int.Cl.

H02K 16/04 (2006.01)

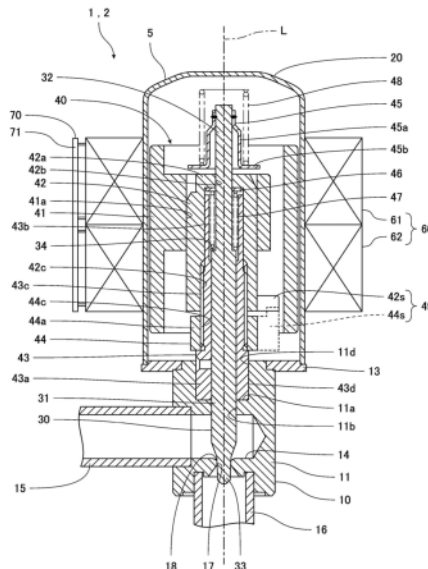
权利要求书5页 说明书35页 附图29页

(54) 发明名称

电动阀控制装置、电动阀装置及电动阀的控制方法

(57) 摘要

提供一种能够缩短电动阀的初始化动作所需的时间并抑制噪声的电动阀控制装置、电动阀装置以及电动阀的控制方法。电动阀控制装置(70)对步进电动机(66)输入脉冲而使转子(41)向第一方向旋转。电动阀控制装置(70)获取由于转子(41)的旋转而在定子(60)产生的电压。然后,电动阀控制装置(70)基于电压的波形与电压的基准波形的差异的程度来判定电动阀(5)是否处于转子(41)向第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。



1. 一种电动阀控制装置,控制电动阀,该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,其特征在于,具有:

旋转控制部,该旋转控制部对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转;

电压获取部,该电压获取部获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电压;以及

状态判定部,该状态判定部基于所述电压的波形与所述电压的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

2. 根据权利要求1所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述基准波形包含第一旋转允许状态波形,该第一旋转允许状态波形基于在所述电动阀处于允许所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲时的所述电压的波形来设定,以下,将使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲称为“第一方向脉冲”,

所述状态判定部计算差异度指标值,并且基于所述差异度指标值与差异度判定值的比较结果来判定所述电动阀是否处于所述第一旋转限制状态,该差异度指标值表示所述第一旋转允许状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度。

3. 根据权利要求1所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述基准波形包含第一旋转限制状态波形,该第一旋转限制状态波形基于在所述电动阀处于限制所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲时的所述电压的波形来设定,以下,将使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲称为“第一方向脉冲”,

所述状态判定部计算差异度指标值,并且基于所述差异度指标值与差异度判定值的比较结果来判定所述电动阀是否处于所述第一旋转限制状态,该差异度指标值表示所述第一旋转限制状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度。

4. 根据权利要求1所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述基准波形包含:

第一旋转允许状态波形,该第一旋转允许状态波形基于在所述电动阀处于允许所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲时的所述电压的波形来设定,以下,将使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲称为“第一方向脉冲”;以及

第一旋转限制状态波形,该第一旋转限制状态波形基于在所述电动阀处于限制所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入所述第一方向脉冲时的所述电压的波形来设定,

所述状态判定部,

计算表示所述第一旋转允许状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的

所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度的差异度指标值,以下称为“第一旋转允许状态差异度指标值”,

计算表示所述第一旋转限制状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度的差异度指标值,以下称为“第一旋转限制状态差异度指标值”,并且

基于所述第一旋转允许状态差异度指标值与第一旋转允许状态差异度判定值的比较结果和所述第一旋转限制状态差异度指标值与第一旋转限制状态差异度判定值的比较结果,判定所述电动阀是否处于所述第一旋转限制状态。

5. 根据权利要求1所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述旋转控制部在通过所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态时,停止对所述步进电动机的所述脉冲的输入。

6. 根据权利要求2至4中任一项所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述基准波形包含第二旋转允许状态波形,该第二旋转允许状态波形基于在所述电动阀处于允许所述转子的第二方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第二方向旋转的所述脉冲时的所述电压的波形来设定,以下,将使所述转子向所述第二方向旋转的所述脉冲称为“第二方向脉冲”,

所述旋转控制部在由所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态时,对所述步进电动机输入所述脉冲而使所述转子向所述第二方向旋转,

所述状态判定部计算表示所述第二旋转允许状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第二方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度的差异度指标值,以下称为“第二旋转允许状态差异度指标值”,并且基于所述第二旋转允许状态差异度指标值与第二旋转允许状态差异度判定值的比较结果来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第二方向的旋转被限制的第二旋转限制状态,

所述旋转控制部在由所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第二旋转限制状态时,停止对所述步进电动机的所述脉冲的输入,

在由所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态后,当输入所述步进电动机的所述脉冲的数量达到反转数时,所述旋转控制部对所述步进电动机输入所述反转数的所述脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转。

7. 根据权利要求2至4中任一项所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述基准波形是对于所述第一方向脉冲设定的、将时刻与该时刻的基准电压相关联的数据表,

在对所述步进电动机输入所述第一方向脉冲时,所述电压获取部时序地获取所述电压,

在所述电压获取部与所述第一方向脉冲的输入对应地在获取时刻获取所述电压时,所述状态判定部计算对该电压与所述基准电压的差值进行平方运算而得到的值,以下称为“第一中间值”,所述基准电压与对于输入所述步进电动机的所述第一方向脉冲设定的所述数据表中的所述获取时刻所对应的所述时刻相关联,

所述状态判定部将多个所述第一中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第一中间值使用所述电压获取部与所述第一方向脉冲的输入对应地获取的所述电压来计算。

8. 根据权利要求6所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述基准波形是对于所述第二方向脉冲设定的、将时刻与该时刻的基准电压相关联的数据表,

在对所述步进电动机输入所述第二方向脉冲时,所述电压获取部时序地获取所述电压,

在所述电压获取部与所述第二方向脉冲的输入对应地在获取时刻获取所述电压时,所述状态判定部计算对该电压与所述基准电压的差值进行平方运算而得到的值,以下称为“第二中间值”,所述基准电压与对于输入所述步进电动机的所述第二方向脉冲设定的所述数据表中的所述获取时刻所对应的所述时刻相关联,

所述状态判定部将多个所述第二中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第二中间值使用所述电压获取部与所述第二方向脉冲的输入对应地获取的所述电压来计算。

9. 根据权利要求7所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述状态判定部将多个所述第一中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第一中间值使用所述电压获取部在所述第一方向脉冲的开始至结束的期间的一部分获取的所述电压来计算,

所述期间的一部分的因所述电压中包含的所述定子的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比因该电压中包含的所述转子的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。

10. 根据权利要求8所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述状态判定部将多个所述第二中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第二中间值使用所述电压获取部在所述第二方向脉冲的开始至结束的期间的一部分获取的所述电压来计算,

所述期间的一部分的因所述电压中包含的所述定子的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比因该电压中包含的所述转子的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。

11. 根据权利要求2至4中任一项所述的电动阀控制装置,其特征在于,

在所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态时,基于与用于该判定的所述电压的波形对应的所述第一方向脉冲的图案编号来获取开始图案编号,

在所述旋转控制部使位于所述基准位置的所述转子向第二方向旋转时,从与所述开始图案编号相同的图案编号的所述脉冲开始输入。

12. 根据权利要求3或4所述的电动阀控制装置,其特征在于,

基于在与所述电动阀控制装置结合的所述电动阀中预先获取的多个所述电压的波形,对于所述第一方向脉冲设定所述第一旋转限制状态波形,

对于一个所述第一方向脉冲设定一个所述第一旋转限制状态波形。

13. 根据权利要求3或4所述的电动阀控制装置,其特征在于,

基于在多个所述电动阀中预先获取的多个所述电压的波形,对于所述第一方向脉冲设定所述第一旋转限制状态波形,

对于一个所述第一方向脉冲设定彼此不同的多个所述第一旋转限制状态波形,

对于一个所述第一方向脉冲设定的所述第一旋转限制状态波形的数量与所述脉冲的图案的数量相同,

对于一个所述第一方向脉冲设定的所述第一旋转限制状态波形基于在与通过所述止

动机构限制所述转子向所述第一方向的旋转的时间点对应的所述脉冲彼此不同的多个所述电动阀中获取的所述电压的波形来设定。

14. 根据权利要求1至4中任一项所述的电动阀控制装置,其特征在于,
所述定子具有A相定子和B相定子,

在所述旋转控制部与对所述步进电动机的所述脉冲的输入对应地仅向所述A相定子和所述B相定子中的一方供给驱动电流时,所述电压获取部获取在所述A相定子和所述B相定子中的另一方产生的所述电压。

15. 根据权利要求1至4中任一项所述的电动阀控制装置,其特征在于,

所述阀芯与所述阀座相对,当所述转子向所述第一方向旋转时,所述阀芯经由螺旋弹簧被朝向所述阀座按压,

所述基准位置位于与所述阀芯与所述阀座接触的闭阀位置相比所述转子进一步向所述第一方向旋转了的位置。

16. 一种电动阀控制装置,控制电动阀,该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,其特征在于,具有:

旋转控制部,该旋转控制部对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转;

电流获取部,该电流获取部获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电流;以及

状态判定部,该状态判定部基于所述电流的波形与所述电流的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

17. 一种电动阀装置,其特征在于,具有权利要求1或权利要求16所记载的电动阀控制装置和所述电动阀。

18. 一种电动阀的控制方法,该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,其特征在于,

对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转,

获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电压,

基于所述电压的波形与所述电压的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

19. 一种电动阀的控制方法,该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,其特征在于,

对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转,

获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电流，
基于所述电流的波形与所述电流的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

电动阀控制装置、电动阀装置及电动阀的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动阀控制装置、具有电动阀控制装置的电动阀装置及电动阀的控制方法。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了以往的电动阀的一例。这样的电动阀组入于空调的制冷循环。电动阀具有阀主体、阀芯以及用于使阀芯移动的步进电动机。步进电动机具有转子和定子。当对步进电动机输入脉冲时转子旋转。阀芯与转子的旋转对应地进行移动。当转子处于基准位置时，与转子一同旋转的可动止动件与固定于阀主体的固定止动件抵接，从而限制转子向第一方向的旋转。

[0003] 电动阀由电动阀控制装置进行控制。电动阀控制装置在初始化动作中，对步进电动机输入脉冲而使转子向第一方向旋转，并使转子定位于基准位置。对步进电动机输入的脉冲的数量为可动止动件与固定止动件抵接所需的充分的数量(以下，称为“初始化数量”)。当转子向第一方向旋转而可动止动件与固定止动件抵接时，转子定位于基准位置。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：国际公开第2019/130928号

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 电动阀控制装置对步进电动机输入脉冲直至输入步进电动机的脉冲数量达到初始化数量。因此，电动阀控制装置在转子定位于基准位置后有时也要输入脉冲，初始化动作所需的时间较长。另外，当在转子定位于基准位置后对步进电动机输入脉冲时，可动止动件与固定止动件反复碰撞而产生噪声。尤其是，在即将要进行初始化动作的转子的位置靠近基准位置的情况下，在较长时间产生噪声。

发明内容

[0009] 因此，本发明的目的在于提供一种能够缩短电动阀的初始化动作所需的时间并抑制噪声的电动阀控制装置、具有电动阀控制装置的电动阀装置以及电动阀的控制方法。

[0010] 用于解决技术问题的技术手段

[0011] 本发明人们使用多个电动阀，在初始化动作中测定由于转子的旋转而在定子产生的电压(被定子电磁感应的电压)，并认真探讨了测定结果。其结果是，本发明人们发现了通过止动机构限制转子的旋转之前的电压的波形与通过止动机构限制转子的旋转之后的电压的波形的不同，从而完成了本发明。

[0012] 电动阀控制装置，控制电动阀，该电动阀具有：阀主体，该阀主体具有阀座；转子，该转子能够相对于所述阀主体旋转；定子，该定子与所述转子一同构成步进电动机；阀芯，该阀芯与所述阀座相对，当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动；以及止动机构，该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转，该

电动阀控制装置具有：旋转控制部，该旋转控制部对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转；电压获取部，该电压获取部获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电压；以及状态判定部，该状态判定部基于如下的条件中的至少一个来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的旋转限制状态：(i) 所述电压的波形的面积、(ii) 在所述电压的波形中周期性地观测的波的振幅、以及(iii) 与在所述电压的波形中周期性地观测的波不同的新的波的周期性的出现。

[0013] 优选的是，所述旋转控制部在通过所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述旋转限制状态时，停止对所述定子的驱动电流的供给。

[0014] 优选的是，所述定子具有A相定子和B相定子，在所述旋转控制部仅向A相定子和B相定子中的一方供给驱动电流时，所述电压获取部获取在A相定子和B相定子中的另一方产生的所述电压。

[0015] 优选的是，所述阀芯与所述阀座相对，当所述转子向所述第一方向旋转时，所述阀芯经由螺旋弹簧被朝向所述阀座按压，所述基准位置位于与所述阀芯与所述阀座接触的闭阀位置相比所述转子进一步向所述第一方向旋转了的位置，所述状态判定部在所述电压的波形中周期性地观测的波的振幅逐渐减少时判定为所述电动阀处于位于所述闭阀位置与所述基准位置之间的中间状态。

[0016] 电动阀控制装置，控制电动阀，该电动阀具有：阀主体，该阀主体具有阀座；转子，该转子能够相对于所述阀主体旋转；定子，该定子与所述转子一同构成步进电动机；阀芯，该阀芯与所述阀座相对，当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动；以及止动机构，该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转，该电动阀控制装置具有：旋转控制部，该旋转控制部对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转；电流获取部，该电流获取部获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电流；以及状态判定部，该状态判定部基于如下的条件中的至少一个来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的旋转限制状态：(i) 所述电流的波形的面积、(ii) 在所述电流的波形中周期性地观测的波的振幅、以及(iii) 与在所述电流的波形中周期性地观测的波不同的新的波的周期性的出现。

[0017] 电动阀装置具有所述电动阀和所述电动阀控制装置。

[0018] 电动阀的控制方法，该电动阀具有：阀主体，该阀主体具有阀座；转子，该转子能够相对于所述阀主体旋转；定子，该定子与所述转子一同构成步进电动机；阀芯，该阀芯与所述阀座相对，当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动；以及止动机构，该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转，该电动阀的控制方法，对所述定子供给驱动电流而使所述转子向所述第一方向旋转，获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电压，基于如下条件中的至少一个来判定所述电动阀是否处于通过所述止动机构来限制所述转子向所述第一方向的旋转的旋转限制状态：(i) 所述电压的波形的面积、(ii) 在所述电压的波形中周期性地观测的波的振幅、以及(iii) 与在所述电压的波形中周期性地观测的波不同的新的波的周期性的出现。

[0019] 电动阀的控制方法，该电动阀具有：阀主体，该阀主体具有阀座；转子，该转子能够相对于所述阀主体旋转；定子，该定子与所述转子一同构成步进电动机；阀芯，该阀芯与所述阀座相对，当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动；以及止动机构，该止

动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,该电动阀的控制方法,对所述定子供给驱动电流而使所述转子向所述第一方向旋转,获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电流,基于如下条件中的至少一个来判定所述电动阀是否处于通过所述止动机构来限制所述转子向所述第一方向的旋转的旋转限制状态:(i)所述电流的波形的面积、(ii)在所述电流的波形中周期性地观测的波的振幅、以及(iii)与在所述电流的波形中周期性地观测的波不同的新的波的周期性的出现。

[0020] 为了达成上述目的,本发明的一方式所涉及的电动阀控制装置为,

[0021] 控制电动阀,该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,该电动阀控制装置具有:

[0022] 旋转控制部,该旋转控制部对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转;

[0023] 电压获取部,该电压获取部获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电压;以及

[0024] 状态判定部,该状态判定部基于所述电压的波形与所述电压的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

[0025] 在本发明中,优选的是,

[0026] 所述基准波形包含第一旋转允许状态波形,该第一旋转允许状态波形基于在所述电动阀处于允许所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲(以下,称为“第一方向脉冲”。)时的所述电压的波形来设定,

[0027] 所述状态判定部计算差异度指标值,并且基于所述差异度指标值与差异度判定值的比较结果来判定所述电动阀是否处于所述第一旋转限制状态,该差异度指标值表示所述第一旋转允许状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度。

[0028] 在本发明中,优选的是,

[0029] 所述基准波形包含第一旋转限制状态波形,该第一旋转限制状态波形基于在所述电动阀处于限制所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲(以下,称为“第一方向脉冲”。)时的所述电压的波形来设定,

[0030] 所述状态判定部计算差异度指标值,并且基于所述差异度指标值与差异度判定值的比较结果来判定所述电动阀是否处于所述第一旋转限制状态,该差异度指标值表示所述第一旋转限制状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度。

[0031] 在本发明中,优选的是,

[0032] 所述基准波形包含:

[0033] 第一旋转允许状态波形,该第一旋转允许状态波形基于在所述电动阀处于允许所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第一方向旋转的所述脉冲(以下,称为“第一方向脉冲”)时的所述电压的波形来设定;以及

[0034] 第一旋转限制状态波形,该第一旋转限制状态波形基于在所述电动阀处于限制所述转子的所述第一方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入所述第一方向脉冲时的所述电压的波形来设定,

[0035] 所述状态判定部,

[0036] 计算表示所述第一旋转允许状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度的差异度指标值(以下,称为“第一旋转允许状态差异度指标值”。

[0037] 计算表示所述第一旋转限制状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第一方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度的差异度指标值(以下,称为“第一旋转限制状态差异度指标值”。

[0038] 基于所述第一旋转允许状态差异度指标值与第一旋转允许状态差异度判定值的比较结果和所述第一旋转限制状态差异度指标值与第一旋转限制状态差异度判定值的比较结果,判定所述电动阀是否处于所述第一旋转限制状态。

[0039] 在本发明中,优选的是,

[0040] 所述旋转控制部在通过所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态时,停止对所述步进电动机的所述脉冲的输入。

[0041] 在本发明中,优选的是,

[0042] 所述基准波形包含第二旋转允许状态波形,该第二旋转允许状态波形基于在所述电动阀处于允许所述转子的第二方向的旋转的状态下对所述步进电动机输入使所述转子向所述第二方向旋转的所述脉冲时的所述电压的波形来设定(以下,称为“第二方向脉冲”。

[0043] 所述旋转控制部在由所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态时,对所述步进电动机输入所述脉冲而使所述转子向所述第二方向旋转,

[0044] 所述状态判定部计算表示所述第二旋转允许状态波形与所述电压获取部对应于对所述步进电动机的所述第二方向脉冲的输入而获取的所述电压的波形的差异的程度的差异度指标值,(以下,称为“第二旋转允许状态差异度指标值”。

[0045] 所述旋转控制部在由所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第二旋转限制状态时,停止对所述步进电动机的所述脉冲的输入,

[0046] 在由所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态后,当输入所述步进电动机的所述脉冲的数量达到反转数时,所述旋转控制部对所述步进电动机输入所述反转数的所述脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转。

[0047] 在本发明中,优选的是,

[0048] 所述基准波形是对于所述第一方向脉冲设定的、将时刻与该时刻的基准电压相关联的数据表,

[0049] 在对所述步进电动机输入所述第一方向脉冲时,所述电压获取部时序地获取所述电压,

[0050] 在所述电压获取部与所述第一方向脉冲的输入对应地在获取时刻获取所述电压时,所述状态判定部计算对该电压与所述基准电压的差值进行平方运算而得到的值(以下,称为“第一中间值”),所述基准电压与对于输入所述步进电动机的所述第一方向脉冲设定的所述数据表中的所述获取时刻所对应的所述时刻相关联,

[0051] 所述状态判定部将多个所述第一中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第一中间值使用所述电压获取部与所述第一方向脉冲的输入对应地获取的所述电压来计算。

[0052] 在本发明中,优选的是,

[0053] 所述基准波形是对于所述第二方向脉冲设定的、将时刻与该时刻的基准电压相关联的数据表,

[0054] 在对所述步进电动机输入所述第二方向脉冲时,所述电压获取部时序地获取所述电压,

[0055] 在所述电压获取部与所述第二方向脉冲的输入对应地在获取时刻获取所述电压时,所述状态判定部计算对该电压与所述基准电压的差值进行平方运算而得到的值(以下,称为“第二中间值”),所述基准电压与对于输入所述步进电动机的所述第二方向脉冲设定的所述数据表中的所述获取时刻所对应的所述时刻相关联,

[0056] 所述状态判定部将多个所述第二中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第二中间值使用所述电压获取部与所述第二方向脉冲的输入对应地获取的所述电压来计算。

[0057] 在本发明中,优选的是,

[0058] 所述状态判定部将多个所述第一中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第一中间值使用所述电压获取部在所述第一方向脉冲的开始至结束的期间的一部分获取的所述电压来计算,

[0059] 所述期间的一部分的因所述电压中包含的所述定子的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比因该电压中包含的所述转子的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。

[0060] 在本发明中,优选的是,

[0061] 所述状态判定部将多个所述第二中间值相加来计算所述差异度指标值,该多个所述第二中间值使用所述电压获取部在所述第二方向脉冲的开始至结束的期间的一部分获取的所述电压来计算,

[0062] 所述期间的一部分的因所述电压中包含的所述定子的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比因该电压中包含的所述转子的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。

[0063] 在本发明中,优选的是,

[0064] 在所述状态判定部判定为所述电动阀处于所述第一旋转限制状态时,基于与用于该判定的所述电压的波形对应的所述第一方向脉冲的图案编号来获取开始图案编号,

[0065] 在所述旋转控制部使位于所述基准位置的所述转子向第二方向旋转时,从与所述

开始图案编号相同的图案编号的所述脉冲开始输入。

[0066] 在本发明中,优选的是,

[0067] 基于在与所述电动阀控制装置结合的所述电动阀中预先获取的多个所述电压的波形,对于所述第一方向脉冲设定所述第一旋转限制状态波形,

[0068] 对于一个所述第一方向脉冲设定一个所述第一旋转限制状态波形。

[0069] 在本发明中,优选的是,

[0070] 基于在多个所述电动阀中预先获取的多个所述电压的波形,对于所述第一方向脉冲设定所述第一旋转限制状态波形,

[0071] 对于一个所述第一方向脉冲设定彼此不同的多个所述第一旋转限制状态波形,

[0072] 对于一个所述第一方向脉冲设定的所述第一旋转限制状态波形的数量与所述脉冲的图案的数量相同,

[0073] 对于一个所述第一方向脉冲设定的所述第一旋转限制状态波形基于在与通过所述止动机构限制所述转子向所述第一方向的旋转的时间点对应的所述脉冲彼此不同的多个所述电动阀中获取的所述电压的波形来设定。

[0074] 在本发明中,优选的是,

[0075] 所述定子具有A相定子和B相定子,

[0076] 在所述旋转控制部与对所述步进电动机的所述脉冲的输入对应地仅向所述A相定子和所述B相定子中的一方供给驱动电流时,所述电压获取部获取在所述A相定子和所述B相定子中的另一方产生的所述电压。

[0077] 在本发明中,优选的是,

[0078] 所述阀芯与所述阀座相对,当所述转子向所述第一方向旋转时,所述阀芯经由螺旋弹簧被朝向所述阀座按压,

[0079] 所述基准位置位于与所述阀芯与所述阀座接触的闭阀位置相比所述转子进一步向所述第一方向旋转了的位置。

[0080] 在本发明中,优选的是,

[0081] 为了达成上述目的,本发明的另一方式所涉及的电动阀控制装置为,

[0082] 控制电动阀,该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,该电动阀控制装置具有:

[0083] 旋转控制部,该旋转控制部对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转;

[0084] 电流获取部,该电流获取部获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电流;以及

[0085] 状态判定部,该状态判定部基于所述电流的波形与所述电流的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

[0086] 为了达成上述目的,本发明的另一实施方式所涉及的电动阀装置,

[0087] 具有所述电动阀和所述电动阀控制装置。

[0088] 为了达成上述目的,本发明的另一实施方式所涉及的电动阀的控制方法为,

[0089] 该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,

[0090] 对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转,

[0091] 获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电压,

[0092] 基于所述电压的波形与所述电压的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

[0093] 为了达成上述目的,本发明的另一实施方式所涉及的电动阀的控制方法为,

[0094] 该电动阀具有:阀主体,该阀主体具有阀座;转子,该转子能够相对于所述阀主体旋转;定子,该定子与所述转子一同构成步进电动机;阀芯,该阀芯与所述阀座相对,当所述转子向第一方向旋转时该阀芯朝向所述阀座移动;以及止动机构,该止动机构在所述转子位于基准位置时限制所述转子向所述第一方向的旋转,

[0095] 对所述步进电动机输入脉冲而使所述转子向所述第一方向旋转,

[0096] 获取由于所述转子的旋转而在所述定子产生的电流,

[0097] 基于所述电流的波形与所述电流的基准波形的差异的程度来判定所述电动阀是否处于所述转子向所述第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

[0098] 发明的效果

[0099] 根据本发明的一方式,对步进电动机输入脉冲而使转子向第一方向旋转。获取由于转子的旋转而在定子产生的电压。然后,基于电压的波形与电压的基准波形的差异的程度来判定电动阀是否处于转子向第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

[0100] 根据本发明的另一方式,对步进电动机输入脉冲而使转子向第一方向旋转。获取由于转子的旋转而在定子产生的电流。然后,基于电流的波形与电流的基准波形的差异的程度来判定电动阀是否处于转子向第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态。

[0101] 由此,对于能够正常进行动作的电动阀,在判定为该电动阀处于第一旋转限制状态时,转子位于基准位置。因此,当判定为电动阀处于第一旋转限制状态时,通过停止转子向第一方向的旋转,能够缩短初始化动作所需的时间。另外,在转子定位于基准位置后,能够抑制长时间产生噪声。另外,基于波形的差异的程度,判定电动阀的状态。因此,与基于波形的面积或者波形的最大振幅来判定电动阀的状态的结构相比,能够进一步高精度地判定电动阀的状态。

附图说明

[0102] 图1是具有电动阀装置的空调系统的框图。

[0103] 图2是图1的电动阀装置的剖视图。

[0104] 图3是表示图2的电动阀装置所具有的阀轴保持架的图。

[0105] 图4是图2的电动阀装置所具有的导向衬套的侧视图。

[0106] 图5是表示图2的电动阀装置所具有的止动部件的图。

- [0107] 图6是图2的电动阀装置所具有的阀轴保持架、止动部件、转子以及定子的俯视图。
- [0108] 图7是说明图2的电动阀装置所具有的计算机、电动机驱动器以及步进电动机的图。
- [0109] 图8是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[1]输入时)。
- [0110] 图9是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[2]输入时)。
- [0111] 图10是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[3]输入时)。
- [0112] 图11是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[4]输入时)。
- [0113] 图12是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[5]输入时)。
- [0114] 图13是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[6]输入时)。
- [0115] 图14是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[7]输入时)。
- [0116] 图15是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图(脉冲P[8]输入时)。
- [0117] 图16是表示在电动阀装置的初始化动作中,通过转子的旋转而在定子产生的电压的波形的一例的图。
- [0118] 图17是放大了图16的电压的波形的一部分的图。
- [0119] 图18是放大了图16的电压的波形的另一部分的图。
- [0120] 图19是表示图2的电动阀装置所具有的计算机执行的初始化动作的一例的流程图。
- [0121] 图20是表示包含电压的标准波形(第一旋转允许状态波形)的波形的例子的图。
- [0122] 图21是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#1)的波形的例子的图。
- [0123] 图22是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#2)的波形的例子的图(其二)。
- [0124] 图23是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#3)的波形的例子的图。
- [0125] 图24是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#4)的波形的例子的图(其四)。
- [0126] 图25是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#5)的波形的例子的图(其五)。
- [0127] 图26是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#6)的波形的例子的图(其六)。
- [0128] 图27是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#7)的波形的例子的图(其七)。
- [0129] 图28是表示包含电压的标准波形(第一旋转限制状态波形#8)的波形的例子的图

(其八)。

[0130] 图29是表示电压的标准波形的数据表(第一旋转允许状态表)的例子的图。

[0131] 图30是表示电压的波形和电压的基准波形的例子的图。

[0132] 图31是表示本发明的一实施例所涉及的电动阀控制装置的动作例1的流程图。

[0133] 图32是表示本发明的一实施例所涉及的电动阀控制装置的动作例2的流程图。

[0134] 图33是表示本发明的一实施例所涉及的电动阀控制装置的动作例2的流程图(续图32)。

具体实施方式

[0135] 以下,参照图1~图19对电动阀装置进行说明。电动阀装置1例如被用作在空调的制冷循环等中控制制冷剂流量的流量控制阀。

[0136] 图1是具有电动阀装置的空调系统的框图。图2是图1的电动阀装置的剖视图。在图2中,示意性地表示定子和电动阀控制装置。图3是表示图2的电动阀装置所具有的阀轴保持架的图。图3的(A)是阀轴保持架的立体图,图3的(B)是阀轴保持架的俯视图。图4是图2的电动阀装置所具有的导向衬套的侧视图。图5是表示图2的电动阀装置所具有的止动部件的图。图5的(A)是止动部件的立体图,图5的(B)是止动部件的俯视图。图6是图2的电动阀装置所具有的阀轴保持架、止动部件、转子以及定子的俯视图。在图6中,示意性地表示定子。另外,在图6中,示意性地表示转子的磁极。图7是说明图2的电动阀装置所具有的计算机、电动机驱动器以及步进电动机的图。图7的(A)示意性地表示电动阀控制装置所具有的计算机、电动机驱动器以及步进电动机的连接。图7的(B)表示脉冲与电动机驱动器向定子供给的驱动电流的对应的一例。图8~图15是示意性地表示转子的磁极与定子的极齿的位置关系的图。图8~图15与脉冲P[1]~P[8]输入时对应。在图8~图15中,示意性地表示定子。另外,在图8~图15中,示意性地表示转子的磁极。图16是表示在电动阀装置的初始化动作中,通过转子的旋转而在定子产生的电压的波形的一例的图。图17是放大了图16的电压的波形的一部分(期间T1)的图。图18是放大了图16的电压的波形的另一部分(期间T7)的图。图19是表示图2的电动阀装置所具有的计算机执行的初始化动作的一例的流程图。

[0137] 图1表示搭载于车辆的空调系统100的一例。该空调系统100具有经由配管105按序连接的压缩机101、冷凝器102、电动阀装置1(电动阀5)以及蒸发器103。电动阀装置1为膨胀阀。空调系统100具有空调控制装置110。空调控制装置110以能够与电动阀装置1通信的方式与电动阀装置1连接。空调控制装置110使用电动阀装置1来控制配管105流动的制冷剂的流量。

[0138] 如图2所示,电动阀装置1具有电动阀5和电动阀控制装置70。

[0139] 电动阀5具有阀主体10、壳体20、阀芯30、驱动机构40以及定子60。

[0140] 阀主体10具有主体部件11和连接部件13。主体部件11具有圆柱形状。主体部件11具有阀室14。第一导管15和第二导管16与主体部件11接合。第一导管15沿着与轴线L正交的方向(图2的左右方向)配置,并且与阀室14连接。第二导管16沿着轴线L方向(图2的上下方向)配置,并且经由阀口17与阀室14连接。阀口17在阀室14被圆环形状的阀座18包围。主体部件11具有圆形的嵌合孔11a。嵌合孔11a配置于主体部件11的上端面。嵌合孔11a的内周面具有在图2中朝向左侧的平面11d。在嵌合孔11a的底面形成有与阀室14相通的贯通孔11b。

连接部件13具有圆环板形状。连接部件13的内周缘与主体部件11的上端部接合。主体部件11和连结部件13为铝合金、不锈钢、黄铜等金属制。

[0141] 壳体20为不锈钢等金属制。壳体20具有圆筒形状。壳体20的下端部开口且上端部被封闭。壳体20的下端部与连接部件13的外周缘接合。

[0142] 阀芯30具有第一轴部31、第二轴部32以及阀部33。第一轴部31具有圆柱形状。第二轴部32具有圆柱形状。第二轴部32的直径比第一轴部31的直径小。第二轴部32与第一轴部31的上端部同轴地连接。阀芯30具有作为朝向上方的圆环状的平面的台阶部34。台阶部34配置于第一轴部31与第二轴部32的相连设置部分。阀部33具有随着从上方朝向下方而直径变小的大致圆锥形状。阀部33与第一轴部31的下端部同轴地相连设置。阀部33配置于阀口17。在阀部33与阀口17之间形成有可变节流部。阀部33与阀座18相对地配置,并且在阀部33与阀座18接触时,阀口17关闭。

[0143] 驱动机构40使阀芯30在上下方向(轴线L方向)上移动。通过阀芯30的移动,阀口17进行开闭。驱动机构40具有转子41、阀轴保持架42、导向衬套43、止动部件44以及固定件45。

[0144] 转子41具有圆筒形状。转子41的外径比壳体20的内径略小。转子41配置于壳体20的内侧。转子41能够相对于阀主体10旋转。转子41具有多个N极和多个S极。多个N极和多个S极配置于转子41的外周面。多个N极和多个S极在上下方向上延伸。多个N极和多个S极在周向上以等角度间隔交替配置。在电动阀装置1中,转子41例如具有12个N极和12个S极。彼此相邻的N极和S极之间的角度为15度。

[0145] 图3表示阀轴保持架42。阀轴保持架42具有圆筒形状。阀轴保持架42的下端部开口且上端部被封闭。阀轴保持架42嵌合于转子41的嵌合孔41a。阀轴保持架42与转子41一同旋转。在阀轴保持架42的外周面的下端部配置有作为向径向外侧突出的突部的可动止动件42s。在阀轴保持架42的上壁部42a形成有轴孔42b。阀芯30的第二轴部32以在轴线L方向上能够移动的方式配置于轴孔42b。在阀轴保持架42的上壁部42a的下表面配置有垫圈46。在垫圈46与阀芯30的台阶部34之间配置有闭阀弹簧47。闭阀弹簧47为螺旋弹簧,阀芯30被朝向阀座18按压。在阀轴保持架42的内周面形成有内螺纹42c。可动止动件42s相对于转子41固定。

[0146] 图4表示导向衬套43。导向衬套43具有基部43a和支承部43b。基部43a具有圆筒形状。支承部43b具有圆筒形状。基部43a的外周面具有平面43d。基部43a被压入主体部件11的嵌合孔11a,并且平面43d与嵌合孔11a的平面11d接触。由此,主体部件11的中心轴与导向衬套43的中心轴在轴线L上一致,并且关于绕轴线L的位置,导向衬套43相对于主体部件11被正确地定位。支承部43b的外径比基部43a的外径小。支承部43b的内径与基部43a的内径相同。支承部43b与基部43a的上端部同轴地相连设置。在支承部43b的外周面形成有外螺纹43c。外螺纹43c与阀轴保持架42的内螺纹42c螺合。在导向衬套43的内侧配置有阀芯30的第一轴部31。导向衬套43将阀芯30支承为能够在轴线L方向上移动。

[0147] 图5表示止动部件44。止动部件44具有止动主体44a。止动主体44a具有圆筒形状。在止动主体44a的内周面形成有内螺纹44c。在止动主体44a的外周面配置有作为向径向外侧突出的突部的固定止动件44s。内螺纹44c与外螺纹43c螺合至止动主体44a与导向衬套43的基部43a抵接为止。由此,止动部件44固定于导向衬套43。固定止动件44s相对于阀主体10固定。

[0148] 固定件45具有固定部45a和凸缘部45b。固定部45a具有带台阶的圆筒形状。在固定部45a的内侧配置有阀芯30的第二轴部32。固定部45a与第二轴部32焊接。凸缘部45b与固定部45a的下端部相连设置。在固定件45的外侧配置有复位弹簧48。复位弹簧48为螺旋弹簧。

[0149] 定子60具有圆筒形状。定子60具有A相定子61和B相定子62。

[0150] A相定子61在内周具有多个爪极型的极齿61a、61b。极齿61a的顶端朝向下方，极齿61b的顶端朝向上方。极齿61a和极齿61b在周向上以等角度间隔交替配置。在电动阀装置1中，A相定子61例如具有12个极齿61a和12个极齿61b。彼此相邻的极齿61a和极齿61b之间的角度为15度。当A相定子61的线圈61c被通电时，极齿61a和极齿61b成为彼此极性不同的磁极。

[0151] B相定子62在内周具有多个爪极型的极齿62a、62b。极齿62a的顶端朝向下方，极齿62b的顶端朝向上方。极齿62a和极齿62b在周向上以等角度间隔交替配置。在电动阀装置1中，B相定子62例如具有12个极齿62a和12个极齿62b。彼此相邻的极齿62a和极齿62b之间的角度为15度。当B相定子61的线圈62c被通电时，极齿62a和极齿62b成为彼此极性不同的磁极。

[0152] A相定子61和B相定子62同轴地配置。A相定子61与B相定子62接触。从轴线L方向观察时彼此相邻的A相定子61的极齿61a与B相定子62的极齿62a之间的角度为7.5度。即，B相定子62处于从极齿61a和极齿62a在轴线L方向上并排的位置相对于A相定子绕轴线L旋转了7.5度的位置。如图7的(A)所示，A相定子61的线圈61c的端子A1、A2和B相定子62的线圈62c的端子B1、B2与电动阀控制装置70(电动机驱动器77)连接。

[0153] 在定子60的内侧配置有壳体20。在壳体20的内侧配置有转子41。定子60与转子41一同构成步进电动机66。

[0154] 通过脉冲P(P[1]~P[8])输入步进电动机66而使转子41旋转。具体而言，通过向步进电动机66的定子60供给与脉冲P对应的驱动电流而使转子41旋转。在本说明书中，“脉冲P输入步进电动机66”与“向步进电动机66的定子60供给与脉冲P对应的驱动电流”为相同含义。

[0155] 图7的(B)所示的脉冲P[1]~P[8]按序输入步进电动机66。向A相定子61供给的驱动电流和向B相定子62供给的驱动电流的组合对于每个脉冲P不同。组合的数量为8，称为脉冲P的图案的数量。“图案”也称为“切换模式”。脉冲P[1]~P[8]的数字(1~8)是用于特定脉冲P[1]~P[8]的图案编号。图8~图15表示脉冲P[1]~P[8]被输入时的转子41与定子60的位置关系的例子。在图8~图15中，为了方便掌握转子41与定子60(A相定子61、B相定子62)的位置关系，对成为基准的极齿61a和成为基准的转子41的磁极(S极)标注黑色圆点。

[0156] 在使转子41向第一方向(图8~图15中的顺时针方向)旋转的情况下，将脉冲P按序(脉冲P[1]~P[8]的顺序)循环地输入步进电动机66。当转子41向第一方向旋转时，通过阀轴保持架42的内螺纹42c与导向衬套43的外螺纹43c的螺纹进给作用，转子41和阀轴保持架42向下方移动。转子41(阀轴保持架42)经由闭阀弹簧47向下方按压阀芯30。阀芯30向下方移动而阀部33与阀座18接触。此时的转子41的位置为闭阀位置Rc。当使转子41从该状态向第一方向进一步旋转时，闭阀弹簧47被压缩而转子41向下方进一步移动。阀芯30不向下方移动。然后，当阀轴保持架42的可动止动件42s与止动部件44的固定止动件44s接触时，转子41向第一方向的旋转被限制。此时的转子41的位置为基准位置Rx。

[0157] 在使转子41向与第一方向相反的第二方向(图8~图15中的逆时针方向)旋转的情况下,将脉冲P按降序(脉冲P[8]~P[1]的顺序)循环地输入步进电动机66。当转子41向第二方向旋转时,通过阀轴保持架42的内螺纹42c与导向衬套43的外螺纹43c的螺纹进给作用,转子41和阀轴保持架42向上方移动。转子41(阀轴保持架42)将固定件45向上方按压。阀芯30与固定件45一同向上方移动,从而阀芯30从阀座18分离。将在规定的流量测定环境下阀口17中的流体的流量(阀口17的开度)为规定的设定值时的转子41的位置设为开阀位置Ro。根据电动阀装置1的结构、用途等适当地设定设定值。

[0158] 在电动阀5中,阀口17、阀座18、壳体20、阀芯30、转子41、阀轴保持架42、导向衬套43、定子60(A相定子61、B相定子62)各自的中心轴与轴线L一致。

[0159] 电动阀控制装置70具有安装有多个电子零件(未图示)的基板71。如图1所示,电动阀控制装置70具有非易失性存储器75、通信装置76、电动机驱动器77以及计算机80。电动阀控制装置70基于来自空调控制装置110的命令来控制电动阀5。

[0160] 非易失性存储器75存储即使在电源切断的情况下也需要保持的数据。非易失性存储器75例如是EEPROM、闪存存储器。

[0161] 通信装置76经由有线通信总线120而与空调控制装置110以能够通信的方式连接。空调系统100例如采用Local InterconnectNetwork(LIN)、ControllerAreaNetwork(CAN)等通信方式。此外,通信装置76也可以与空调控制装置110以能够无线通信的方式连接。

[0162] 电动机驱动器77基于从计算机80输入的脉冲P向步进电动机66供给驱动电流。如图7的(A)所示,电动机驱动器77与A相定子61的线圈61c的端子A1、A2及B相定子62的线圈62c的端子B1、B2连接。图7的(B)表示脉冲P与电动机驱动器77供给的驱动电路的对应的一例。在图7的(B)中,(+)表示供给从端子A1向端子A2的驱动电流或者从端子B1向端子B2的驱动电流,(-)表示供给从端子A2向端子A1的驱动电流或者从端子B2向端子B1的驱动电流,(0)表示不供给驱动电流。

[0163] 当从计算机80输入脉冲P[1]时,电动机驱动器77对线圈61c供给从端子A1向端子A2的驱动电流(+),对线圈62c不供给驱动电流(0)。

[0164] 当从计算机80输入脉冲P[2]时,电动机驱动器77对线圈61c供给从端子A1向端子A2的驱动电流(+),对线圈62c供给从端子B1向端子B2的驱动电流(+)

[0165] 当从计算机80输入脉冲P[3]时,电动机驱动器77对线圈61c不供给驱动电流(0),对线圈62c供给从端子B1向端子B2的驱动电流(+)

[0166] 当从计算机80输入脉冲P[4]时,电动机驱动器77对线圈61c供给从端子A2向端子A1的驱动电流(-),对线圈62c供给从端子B1向端子B2的驱动电流(+)

[0167] 当从计算机80输入脉冲P[5]时,电动机驱动器77对线圈61c供给从端子A2向端子A1的驱动电流(-),对线圈62c不供给驱动电流(0)。

[0168] 当从计算机80输入脉冲P[6]时,电动机驱动器77对线圈61c供给从端子A2向端子A1的驱动电流(-),对线圈62c供给从端子B2向端子B1的驱动电流(-)

[0169] 当从计算机80输入脉冲P[7]时,电动机驱动器77对线圈61c不供给驱动电流(0),对线圈62c供给从端子B2向端子B1的驱动电流(-)

[0170] 当从计算机80输入脉冲P[8]时,电动机驱动器77对线圈61c供给从端子A1向端子A2的驱动电流(+),对线圈62c供给从端子B2向端子B1的驱动电流(-)

[0171] 计算机80是CPU、ROM、RAM、输入输出接头以及A/D转换器等组装在一个组件中的内置设备用微型计算机。计算机80也可以包含非易失性存储器75、通信装置76以及电动机驱动器77。计算机80通过CPU执行储存于ROM的程序而作为旋转控制部81、电压获取部82以及状态判定部83来发挥功能。

[0172] 旋转控制部81向步进电动机66输入脉冲P而使转子41向第一方向或者第二方向旋转。具体而言,旋转控制部81基于从空调控制装置110接收到的命令而向电动机驱动器77输入脉冲P[1]~P[8]。电动机驱动器77根据输入的脉冲P[1]~P[8]对A相定子61的线圈61c和B相定子62的线圈62c供给驱动电流。

[0173] 电压获取部82获取由于转子41的旋转而在定子60产生的电压(被定子60电磁感应的电压)。具体而言,当旋转控制部81根据脉冲P[1]和P[5]仅对A相定子61的线圈61c供给驱动电流时,电压获取部82时序地获取在B相定子62的线圈62c的端子B1、B2间产生的电压VB。当旋转控制部81根据脉冲P[3]和P[7]仅对B相定子62的线圈62c供给驱动电流时,电压获取部82时序地获取在A相定子61的线圈61c的端子A1、A2间产生的电压VA。当旋转控制部81根据脉冲P[2]、P[4]、P[6]及P[8]对线圈61c和线圈62c供给驱动电流时,电压获取部82不获取电压VA和电压VB。此外,也可以是,当旋转控制部81根据脉冲P[1]~P[8]对线圈61c和线圈62c供给驱动电流时,电压获取部82时序地获取电压VA和电压VB。在该情况下,电压获取部82从在端子A1、A2间产生的电压中分离受到电磁感应的电压分量,并将该电压分量作为电压VA。电压获取部82从在端子B1、B2间产生的电压中分离受到电磁感应的电压分量,并将该电压分量作为电压VB。时序地获取到的电压VA为电压VA的波形。时序地获取到的电压VB为电压VB的波形。

[0174] 状态判定部83在将转子41定位于基准位置Rx的动作(以下,称为“初始化动作”)中,基于由电压获取部82获取到的电压VA的波形和电压VB的波形来判定电动阀5的状态。电动阀5具有旋转允许状态Sp和旋转限制状态Sr。旋转允许状态Sp是转子41没有到达基准位置Rx且允许转子41向第一方向的旋转的状态。旋转限制状态Sr是转子41到达了基准位置Rx且可动止动件42s与固定止动件44s抵接而限制转子41向第一方向的旋转的状态。可动止动件42s和固定止动件44s构成止动机构49。

[0175] 在本说明书中,“波形”是指一个定点处的物理量(电压)的时间性变化。在对“波形”可视化的情况下,显示在以物理量为纵轴且以时间为横轴的坐标面。另外,“波形”还包含计算机80的RAM、非易失性存储器75中将物理量数据与时间数据相关联并存储的数据表等不可视的结构。另外,“波形的面积”是指将该波形显示在以物理量为纵轴且以时间为与物理量0对应的横轴的坐标面时,由该波形与横轴围成的区域的面积。

[0176] 图16~图18表示在初始化动作中测定的电压VA的波形和电压VB的波形的一例。在期间T1~T9中,脉冲P[1]~P[8]分别按升序输入步进电动机66。虽然在图16没有记载,但是在期间T1以前的电压VA的波形和电压VB的波形与期间T1中的电压VA的波形和电压VB的波形相同(包含实质相同)。在电动阀装置1中,例如脉冲P的周期为8ms,一个期间T为64ms。在时刻tc,阀芯30与阀座18接触,转子41定位于闭阀位置Rc。在时刻tx,可动止动件42s与固定止动件44s抵接,转子41定位于基准位置Rx。转子41向第一方向的旋转在时刻tx前被允许,在时刻tx后被限制。

[0177] 电压VA的波形包含A波(a1~a9)、B波(b1~b9)、C波(c1~c9)、D波(d1~d9)以及E

波(e7~e9)。A波和B波是在所有期间T内周期性地观测的负的电电压(-V)的波。C波和D波是在所有期间T内周期性地观测的正的电电压(+V)的波。E波是在时刻 t_x 后周期性地观测的正的电电压(+V)的波。此外,各波具有规定的大小以上的振幅。

[0178] 当将期间T1~T9中的与脉冲P[7]对应的区间的波形(包含C波和D波的波形)的面积设为SA1~SA9时,时刻 t_x 后的期间T6~T9中的面积SA6~SA9比时刻 t_x 前的期间T1~T5中的面积SA1~SA5小。

[0179] 另外,D波是在时刻 t_x 前振幅较大的正的电电压的波(d1~d5),并且是在时刻 t_x 后振幅较小的正的电电压的波(d6~d9)。

[0180] 另外,E波在时刻 t_x 前未被观测,在时刻 t_x 后周期性地被观测(e7~e9)。即,E波是与在所有期间T内周期性地观测的波不同的新的波,并且在时刻 t_x 后周期性地出现。

[0181] 电压VB的波形包含F波(f1~f9)、G波(g1~g9)、H波(h1~h9)、J波(j1~j9)、K波(k1~k9)以及M波(m7~m9)。F波和G波是在所有期间T内周期性地观测的正的电电压(+V)的波。H波、J波以及K波是在所有期间T内周期性地观测的负的电电压(-V)的波。M波是在时刻 t_x 后周期性地观测的正的电电压(+V)的波。此外,各波具有规定的大小以上的振幅。

[0182] 当将期间T1~T9中的与脉冲P[1]对应的区间的波形(包含F波、G波以及H波的波形)的面积设为SB1~SB9时,时刻 t_x 后的期间T7~T9中的面积SB7~SB9比时刻 t_x 前的期间T1~T6中的面积SB1~SB6小。

[0183] 另外,G波是在时刻 t_x 前振幅较大的正的电电压的波(g1~g6),并且是在时刻 t_x 后振幅较小的正的电电压的波(g7~g9)。此外,G波在时刻 t_x 后与H波合成为一个波(g7~g9)。

[0184] 另外,K波是在时刻 t_x 前振幅较小的负的电电压的波(k1~k5),并且是在时刻 t_x 后振幅较大的负的电电压的波(k7~k9)。

[0185] 另外,M波在时刻 t_x 前未被观测,在时刻 t_x 后周期性地被观测(m7~m9)。即,M波是与在所有期间T内周期性地观测的波不同的新的波,并且在时刻 t_x 后周期性地出现。

[0186] 由此,电压VA的波形和电压VB的波形在时刻 t_x 的前后有以下的区别。

[0187] (i)时刻 t_x 后的期间T中的波形的面积比时刻 t_x 前的期间T中的波形的面积小。

[0188] (ii)时刻 t_x 后的波的振幅与时刻 t_x 前的波的振幅不同。

[0189] (iii)与在时刻 t_x 前观测到的波不同的波在时刻 t_x 后周期性地出现。

[0190] 因此,能够通过电压VA的波形或者电压VB的波形中,检测到上述(i)~(iii)所示的现象中的至少一个,来判定超过了时刻 t_x ,即转子41到达基准位置Rx而电动阀5成为旋转限制状态Sr的情况。

[0191] 在初始化动作中,在电压获取部82所获取的电压VA的波形和电压VB的波形中没有检测到上述(i)~(iii)所示的现象中的任一个时,状态判定部83判定为电动阀5处于旋转允许状态Sp。在检测到上述(i)~(iii)所示的现象中的至少一个时,状态判定部83判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。然后,当状态判定部83判定为处于旋转限制状态Sr时,旋转控制部81停止向步进电动机66的脉冲P[1]~P[8]的输入,并结束初始化动作。

[0192] 此外,也可以是,当检测到上述(i)~(iii)所示的现象中的两个以上时,状态判定部83判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。在该情况下,当状态判定部83在没有判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr时判定为电动阀5处于旋转允许状态Sp。

[0193] 接着,参照图19对电动阀控制装置70的动作的一例进行说明。

[0194] 电动阀控制装置70(具体而言,计算机80)在从空调控制装置110接收到初始化命令时(S110),开始对步进电动机66的升序的脉冲P[1]~P[8]的输入(S120)。由此,开始初始化动作,向定子60供给与脉冲P[1]~P[8]对应的驱动电流,并且转子41向第一方向旋转。

[0195] 在转子41向第一方向旋转时,电动阀控制装置70时序地获取在A相定子61的线圈61c的端子A1、A2间产生的电压VA和在B相定子62的线圈62c的端子B1、B2间产生的电压VB(S130)。即,电动阀控制装置70获取电压VA的波形和电压VB的波形。具体而言,在根据脉冲P[1]和P[5]而仅对A相定子61的线圈61c供给驱动电流时,电动阀控制装置70获取在B相定子62的线圈62c的端子B1、B2间产生的电压VB。另外,在根据脉冲P[3]和P[7]而仅对B相定子62的线圈62c供给驱动电流时,电动阀控制装置70获取在A相定子61的线圈61c的端子A1、A2间产生的电压VA。电动阀控制装置70在输入了脉冲P[2]、P[4]、P[6]及P[8]时不获取电压VA和电压VB。

[0196] 电动阀控制装置70在脉冲P[1]~P[8]被输入的当前的期间T结束的时间点,判定电动阀5的状态(S140)。具体而言,电动阀控制装置70进行以下的(1)~(8)。

[0197] (1)电动阀控制装置70对于电压VA的波形计算出当前的期间T(k)中的与脉冲P[7]对应的区间的波形的面积SA(k)。然后,在检测到该面积SA(k)比前一个期间T(k-1)中的与脉冲P[7]对应的区间的波形的面积SA(k-1)小且面积SA(k)与面积SA(k-1)的差为规定的第一面积判定值以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。此外,面积SA(k)也可以是期间T(k)的一部分区间中的波形的面积,也可以是期间T(k)的整个区间中的波形的面积。

[0198] (2)电动阀控制装置70对于电压VA的波形获取当前的期间T(k)中的D波的振幅WA(k)。然后,在检测到该振幅WA(k)比前一个期间T(k-1)中的D波的振幅WA(k-1)小且振幅WA(k)与振幅WA(k-1)的差为规定的第一振幅判定值以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。

[0199] (3)当对于电压VA的波形,检测到与在所有期间T内观测到的A波、B波、C波、D波不同的新的E波在连续的多个期间T(例如三个期间)周期性地出现的情况时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。

[0200] (4)电动阀控制装置70对于电压VB的波形计算出当前的期间T(k)中的与脉冲P[1]对应的区间的波形的面积SB(k)。然后,在检测到该面积SB(k)比前一个期间T(k-1)中的与脉冲P[1]对应的区间的波形的面积SB(k-1)小且面积SB(k)与面积SB(k-1)的差为规定的第二面积判定值以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。此外,面积SB(k)也可以是期间T(k)的一部分区间中的波形的面积,也可以是期间T(k)的整个区间中的波形的面积。

[0201] (5)电动阀控制装置70对于电压VB的波形获取当前的期间T(k)中的G波的振幅WB1(k)。然后,在检测到该振幅WB1(k)比前一个期间T(k-1)中的G波的振幅WB1(k-1)小且振幅WB1(k)与振幅WB1(k-1)的差为规定的第二振幅判定值以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。

[0202] (6)电动阀控制装置70对于电压VB的波形获取当前的期间T(k)中的K波的振幅WB2(k)。然后,在检测到该振幅WB2(k)比前一个期间T(k-1)中的K波的振幅WB2(k-1)小且振幅WB2(k)与振幅WB2(k-1)的差为规定的第三振幅判定值以上时,电动阀控制装置70判定为电

动阀5处于旋转限制状态Sr。

[0203] (7)当对于电压VB的波形,检测到与在所有期间T内观测到的F波、G波、H波、J波、K波不同的新的M波在连续的多个期间T(例如三个期间)周期性地出现的情况时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。

[0204] 此外,在上述(1)、(2)、(4)~(6)中使用的面积和振幅也可以是连续的多个期间T中的移动平均值。另外,电动阀控制装置70也可以仅进行上述(1)~(7)中的一部分。

[0205] (8)电动阀控制装置70在上述(1)~(7)中没有判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr时判定为电动阀5处于旋转允许状态Sp。

[0206] 此外,电动阀控制装置70也可以对上述(1)~(7)临时判定。在该情况下,电动阀控制装置70在多次(例如两次以上)临时判定了电动阀5处于旋转限制状态Sr的情况下,正式判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr。电动阀控制装置70在没有正式判定为处于旋转限制状态Sr的情况下,判定为电动阀5处于旋转允许状态Sp。

[0207] 电动阀控制装置70在电动阀5处于旋转限制状态Sr时(S150:是),结束向步进电动机66的脉冲P[1]~P[8]的输入,并通知空调控制装置110初始化动作的结束(S170)。

[0208] 电动阀控制装置70在电动阀5处于旋转允许状态Sp(S150:否)且输入步进电动机66的脉冲P的数量超过初始化数量X时(S160:是),结束向步进电动机66的脉冲P的输入,并通知空调控制装置110初始化动作的结束(S170)。初始化数量X是用于使转子41从与阀口17的最大开度对应的转子41的位置(全开位置Rz)旋转至基准位置Rx所需的脉冲P的数量。例如,初始化数量X为500。

[0209] 电动阀控制装置70在输入步进电动机66的脉冲P的数量为初始化数量X以下时(S160:否),再次获取电压VA和电压VB(S130),并重复上述动作(S130~S160)。

[0210] 电动阀装置1具有电动阀5和电动阀控制装置70。电动阀5具有:阀主体10,该阀主体10具有阀座18;转子41,该转子能够相对于阀主体10旋转;定子60,该定子60与转子41一同构成步进电动机66;阀芯30,该阀芯30与阀座18相对,并且在转子41向第一方向旋转时经由闭阀弹簧47朝向阀座18按压;以及止动机构49,该止动机构49在转子41处于基准位置Rx时限制转子41向第一方向的旋转。电动阀控制装置70对定子60供给驱动电流而使转子41向第一方向旋转。电动阀控制装置70获取由于转子41的旋转而在定子60产生的电压VA和电压VB。然后,电动阀控制装置70基于以下条件中的至少一个来判定电动阀5是否处于通过止动机构49限制转子41向第一方向的旋转的旋转限制状态Sr:(i)电压VA和电压VB的波形的面积、(ii)在电压VA和电压VB的波形中周期性地观测的波的振幅、以及(iii)与在电压VA和电压VB的波形中周期性地观测的波不同的新的波的周期性的出现。

[0211] 由此,当电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr时,转子41处于基准位置Rx。因此,当电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr时,通过停止转子41向第一方向的旋转,能够缩短初始化动作所需的时间。另外,在转子41定位于基准位置Rx之后,能够降低可动止动件42s与固定止动件44s反复碰撞的次数。因此,电动阀控制装置70能够抑制长时间产生噪声,并且能够抑制可动止动件42s与固定止动件44s的磨损和疲劳。电动阀控制装置70能够抑制噪声,并且能够延长电动阀5的寿命。

[0212] 另外,电动阀控制装置70基于电压VA的波形的面积SA和电压VB的波形的面积SB来判定电动阀5是否处于旋转限制状态Sr。电动阀控制装置70基于在电压VA的波形中周期性

地观测的D波的振幅WA和在电压VB中周期性地观测的G波的振幅WB1和K波的振幅WB2来判定电动阀是否处于旋转限制状态Sr。电动阀控制装置70基于与在电压VA的波形中周期性地观测的A波、B波、C波、D波不同的新的E波的周期性的出现、及与在电压VB中周期性地观测的F波、G波、H波、J波、K波不同的新的M波的周期性的出现来判定电动阀5是否处于旋转限制状态Sr。由此,能够通过电压VA和电压VB进行较为简单的处理,来判定电动阀5是否处于旋转限制状态Sr。

[0213] 另外,当电动阀控制装置70判定为电动阀5处于旋转限制状态Sr时,停止对于步进电动机66的脉冲P的输入,并且停止对于定子60的驱动电流的供给。由此,例如向空调控制装置110通知电动阀5处于旋转限制状态Sr的情况,从空调控制装置110接收停止命令,与停止初始化动作的结构相比,能够简单且迅速地停止转子41向第一方向的旋转。

[0214] 另外,定子60具有A相定子61和B相定子62。电动阀控制装置70在仅对A相定子61供给驱动电流时获取在B相定子62产生的电压VB,并且在仅对B相定子62供给驱动电流时获取在A相定子61产生的电压VA。由此,在电动阀控制装置70中,不需要从在A相定子61产生的电压中分离受到电磁感应的电压分量,并且不需要从在B相定子62产生的电压中分离受到电磁感应的电压分量。因此,能够通过较为简单的结构来获取电压VA和电压VB。

[0215] 电动阀控制装置70判定电动阀5是否处于旋转允许状态Sp或者旋转限制状态Sr。电动阀控制装置70也可以判定除了旋转允许状态Sp或者旋转限制状态Sr以外的电动阀5的状态。

[0216] 根据图16,在电压VA的波形中,D波是在时刻tc前的各期间T内振幅恒定的正的电压的波(d1、d2),并且在时刻tc至时刻tx之间振幅逐渐减小(d3~d5)。另外,在电压VB的波形中,K波是在时刻tc前的各期间内振幅恒定的负的电压的波(k1、k2),并且在时刻tc至时刻tx之间振幅逐渐减小(d3~d5)。推测这些是由于在转子41通过闭阀位置Rc后而闭阀弹簧47逐渐压缩,转子41的旋转速度逐渐下降而引起的。因此,通过检测电压VA的波形或者电压VB的波形中的波的振幅的逐渐减小,能够判定为转子41处于闭阀位置Rc与基准位置Rx之间。

[0217] 因此,也可以是,当在电压VA的波形中周期性地观测的D波的振幅逐渐减小时和/或在电压VB的波形中周期性地观测的K波的振幅逐渐减小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于位于闭阀位置Rc与基准位置Rx之间的中间状态Sq。中间状态Sq是旋转允许状态Sp与旋转限制状态Sr之间的状态。例如,通过已判定为电动阀5处于中间状态Sq的情况包含在旋转限制状态Sr的判定条件中,能够进一步提高旋转限制状态Sr的判定的精度。

[0218] 另外,电动阀5是当转子41向第一方向旋转时,与转子41嵌合的阀轴保持架42经由闭阀弹簧47对阀芯30向下方按压的结构。电动阀5也可以是当转子41向第一方向旋转时,与转子41嵌合的阀轴保持架42直接向下方按压阀芯30的结构。或者,电动阀5也可以是转子41(或者阀轴保持架42)与阀芯30固定的结构。在该结构中,阀芯30与阀座18接触时,转子41向第一方向的旋转被限制。即,阀芯30和阀座18构成止动机构,阀芯30与阀座18接触时的转子41的位置为限制转子41向第一方向的旋转的基准位置Rx。

[0219] 另外,电动阀控制装置70基于由于转子41的旋转而在定子60产生的电压来判定电动阀5是否处于旋转限制状态Sr。由于电流与电压密切相关,因此电动阀控制装置70也可以基于由于转子41的旋转而在定子60产生的电流来判定电动阀5是否处于旋转限制状态Sr。

在该结构中,电动阀控制装置70具有电流获取部来代替电压获取部,该电流获取部获取由于转子41的旋转而在定子60产生的电流(被定子60电磁感应的电流)。然后,状态判定部基于以下条件中的至少一个来判定电动阀5是否处于旋转限制状态Sr:(i)电流的波形的面积、(ii)在电流的波形中周期性地观测的波的振幅、以及(iii)与在电流的波形中周期性地观测的波不同的新的波的周期性的出现。

[0220] 电动阀5具有对转子41的旋转不减速地使用的驱动机构40。电动阀5也可以代替驱动机构40而具有具备对转子41的旋转减速的减速机构的驱动机构。

[0221] 接着,对本发明的一实施例所涉及的电动阀装置2进行说明。电动阀装置2与电动阀装置1具有相同的硬件结构。电动阀装置2的电动阀控制装置70的动作与电动阀装置1的电动阀控制装置70的动作不同。

[0222] 电动阀控制装置70时序地获取电压VA和电压VB。即,电动阀控制装置70获取电压VA的波形和电压VB的波形。然后,电动阀控制装置70将电压VA的波形和电压VB的波形与预先设定的电压VA的基准波形和电压VB的基准波形进行比较来判定电动阀5的状态。

[0223] 电动阀5具有第一旋转允许状态Sp1、第二旋转允许状态Sp2、第一旋转限制状态Sr1以及第二旋转限制状态Sr2。第一旋转允许状态Sp1是允许转子41向第一方向的旋转的状态。第二旋转允许状态Sp2是允许转子41向第二方向的旋转的状态。第一旋转限制状态Sr1是限制转子41向第一方向的旋转的状态。第二旋转限制状态Sr2是限制转子41向第二方向的旋转的状态。

[0224] 电动阀控制装置70的非易失性存储器75存储电压VA的基准波形和电压VB的基准波形。基准波形包含第一旋转允许状态波形、第二旋转允许状态波形以及第一旋转限制状态波形。

[0225] 对于脉冲P设定基准波形。在本实施例中,对于脉冲P的一部分(P[1]、P[3]、P[5]、P[7])设定基准波形,对于剩余的脉冲P(P[2]、P[4]、P[6]、P[8])没有设定基准波形。基准波形基于在能够正常动作的电动阀5中获取的电压VA的波形和电压VB的波形而设定。

[0226] 电压VA的第一旋转允许状态波形基于在电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1且根据使转子41向第一方向旋转的脉冲P[3]和P[7]而仅对B相定子62的线圈62c供给驱动电流时获取的电压VA的波形来设定。

[0227] 电压VB的第一旋转允许状态波形基于在电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1且根据使转子41向第一方向旋转的脉冲P[1]和P[5]而仅对A相定子61的线圈61c供给驱动电流时获取的电压VB的波形来设定。

[0228] 电压VA的第二旋转允许状态波形基于在电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2且根据使转子41向第二方向旋转的脉冲P[3]和P[7]而仅对B相定子62的线圈62c供给驱动电流时获取的电压VA的波形来设定。

[0229] 电压VB的第二旋转允许状态波形基于在电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2且根据使转子41向第二方向旋转的脉冲P[1]和P[5]而仅对A相定子61的线圈61c供给驱动电流时获取的电压VB的波形来设定。

[0230] 在本实施例中,第一旋转允许状态波形和第二旋转允许状态波形基于在出厂时在各电动阀5中单独获取的多个电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)来设定。在电动阀控制装置70存储有基于与之结合的电动阀5中获取的多个电压的波形而设定的第一旋转

允许状态波形和第二旋转允许状态波形。

[0231] 或者,第一旋转允许状态波形和第二旋转允许状态波形也可以基于在多个电动阀5中获取的多个电压的波形来设定。在该情况下,在多个电动阀控制装置70存储有通用的第一旋转允许状态波形和第二旋转允许状态波形。

[0232] 当获取用于设定第一旋转允许状态波形和第二旋转允许状态波形的电压的波形时,为了避免闭阀弹簧47影响转子41的旋转,优选的是,转子41处于闭阀位置Rc与全开位置Rz之间。第一旋转允许状态波形为多个电压的波形的中心线。第二旋转允许状态波形为多个电压的波形的中心线。中心线例如是将多个电压的波形中的各获取时刻(采样时刻)的平均电压按该获取时刻的顺序连接而成的线。

[0233] 电压VA的第一旋转允许状态波形分别对于脉冲P[3]和P[7]一一设定,电压VB的第一旋转允许状态波形分别对于脉冲P[1]和P[5]一一设定。电压VA的第二旋转允许状态波形分别对于脉冲P[3]和P[7]一一设定,电压VB的第二旋转允许状态波形分别对于脉冲P[1]和P[5]一一设定。

[0234] 图20表示包含对于脉冲P[1]设定的电压VB的第一旋转允许状态波形和对于脉冲P[5]设定的电压VB的第一旋转允许状态波形的波形的例子。

[0235] 第一旋转允许状态波形和第二旋转允许状态波形作为数据表存储于非易失性存储器75。

[0236] 在非易失性存储器75存储有第一旋转允许状态表C[3]、C[7]、C[1]及C[5]。第一旋转允许状态表C[3]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[3]设定的电压VA的第一旋转允许状态波形。第一旋转允许状态表C[7]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[7]设定的电压VA的第一旋转允许状态波形。第一旋转允许状态表C[1]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[1]设定的电压VB的第一旋转允许状态波形。第一旋转允许状态表C[5]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[5]设定的电压VB的第一旋转允许状态波形。在使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[3]、P[7]、P[1]及P[5]为第一方向脉冲。

[0237] 在非易失性存储器75存储有第二旋转允许状态表D[3]、D[7]、D[1]及D[5]。第二旋转允许状态表D[3]是对于使转子41向第二方向旋转时输入的脉冲P[3]设定的电压VA的第二旋转允许状态波形。第二旋转允许状态表D[7]是对于使转子41向第二方向旋转时输入的脉冲P[7]设定的电压VA的第二旋转允许状态波形。第二旋转允许状态表D[1]是对于使转子41向第二方向旋转时输入的脉冲P[1]设定的电压VB的第二旋转允许状态波形。第二旋转允许状态表D[5]是对于使转子41向第二方向旋转时输入的脉冲P[5]设定的电压VB的第二旋转允许状态波形。在使转子41向第二方向旋转时输入的脉冲P[3]、P[7]、P[1]及P[5]为第二方向脉冲。

[0238] 电压VA的第一旋转限制状态波形基于在电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1且根据使转子41向第一方向旋转的脉冲P[3]和P[7]而仅对B相定子62的线圈62c供给驱动电流时获取到的电压VA的波形来设定。

[0239] 电压VB的第一旋转限制状态波形基于在电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1且根据使转子41向第一方向旋转的脉冲P[1]和P[5]而仅对A相定子61的线圈61c供给驱动电流时获取的电压VB的波形来设定。

[0240] 在多个电动阀5中,根据零件精度、组装精度的不同,与通过止动机构49限制转子41的第一方向的旋转的时间点对应的脉冲P(图案编号)不同。通过止动机构49限制转子41的第一方向的旋转的时间点是可动止动件42s与固定止动件44s抵接的时间点。在多个电动阀5中,例如如果存在可动止动件42s与固定止动件44s在脉冲P[1]被输入的时间点抵接的电动阀5(前者的电动阀5),则也存在可动止动件42s与固定止动件44s在脉冲P[2](或者P[3]~P[8]中的任一个)被输入的时间点抵接的电动阀5(后者的电动阀5)。在前者的电动阀5与后者的电动阀5中,各脉冲P被输入的时间点下的转子41的位置(具体而言,转子41与定子60的相对位置)不同,即在前者的电动阀5与后者的电动阀5中,例如在脉冲P[1](或者P[2]~P[8]中的任一个)被输入的时间点下的转子41的位置不同。在电动阀5中,如果转子41的位置不同,则由于转子41的旋转而产生的电压的波形也不同。因此,在前者的电动阀5与后者的电动阀5中,图案编号相同的脉冲P被输入时的电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)不同。由此,在与可动止动件42s和固定止动件44s抵接的时间点对应的脉冲P彼此不同的多个电动阀5中,图案编号相同的一个脉冲P输入时的电压的波形彼此不同,对于一个脉冲P存在多个第一旋转限制状态波形的变化波形。电压VA的第一旋转限制状态波形对于一个脉冲P的变化波形的数量与脉冲P的图案的数量相同。电压VB的第一旋转限制状态波形对于一个脉冲P的变化波形的数量也与脉冲P的图案的数量相同。

[0241] 在一个电动阀5中,与可动止动件42s和固定止动件44s抵接的时间点对应的脉冲P(图案编号)始终相同。例如,在某个电动阀5中,在可动止动件42s与固定止动件44s抵接的时间点输入的脉冲P为脉冲P[1]。在其他电动阀5中,在可动止动件42s与固定止动件44s抵接的时间点输入的脉冲P为脉冲P[2](或者[3]~[8]中的任一个)。

[0242] 在本实施例中,第一旋转限制状态波形基于在出厂时在各电动阀5中单独获取的多个电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)来设定。在电动阀控制装置70存储有基于与之结合的电动阀5中获取的多个电压的波形而设定的第一旋转允许状态波形。

[0243] 在本实施例中,电压VA的第一旋转限制状态波形分别对于脉冲P[3]和P[7]一一设定,电压VB的第一旋转限制状态波形分别对于脉冲P[1]和P[5]一一设定。

[0244] 或者,第一旋转限制状态波形也可以基于在多个电动阀5中获取的多个电压的波形来设定。在该情况下,在多个电动阀控制装置70存储有通用的第一旋转允许状态波形。然后,对于脉冲P[3]、P[7]、P[1]、P[5]设定多个第一旋转限制状态波形。多个第一旋转限制状态波形由第一旋转限制状态波形的变化波形构成。对于脉冲P[3]和P[7]分别设定八个电压VA的第一旋转限制状态波形,对于脉冲P[1]和P[5]分别设定八个电压VB的第一旋转限制状态波形。

[0245] 或者,也可以将多个第一旋转限制状态波形(变化波形)中的最适用于与电动阀控制装置70结合的电动阀5的波形设定为该电动阀控制装置70中的第一旋转限制状态波形。在该情况下,电压VA的第一旋转限制状态波形分别对于脉冲P[3]和P[7]一一设定,电压VB的第一旋转限制状态波形分别对于脉冲P[1]和P[5]一一设定。

[0246] 当获取用于设定第一旋转限制状态波形的电压的波形时,优选的是,电动阀5处于通过止动机构49限制转子41向第一方向的旋转的状态。第一旋转限制状态波形为多个电压的波形的中心线。

[0247] 第一旋转限制状态波形作为数据表存储于非易失性存储器75。

[0248] 在非易失性存储器75存储有第一旋转限制状态表E[3]、E[7]、E[1]及E[5]。第一旋转限制状态表E[3]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[3]设定的电压VA的第一旋转限制状态波形。第一旋转限制状态表E[7]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[7]设定的电压VA的第一旋转限制状态波形。第一旋转限制状态表E[1]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[1]设定的电压VB的第一旋转限制状态波形。第一旋转限制状态表E[5]是对于使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[5]设定的电压VB的第一旋转限制状态波形。

[0249] 或者,在多个第一旋转限制状态波形对于脉冲P[3]、P[7]、P[1]及P[5]设定的情况下,在非易失性存储器75存储有第一旋转限制状态表E[3]_1~E[3]_8、E[7]_1~E[7]_8、E[1]_1~E[1]_8及E[5]_1~E[5]_8。第一旋转限制状态表E[3]_1~E[3]_8是对于在使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[3]设定的八个电压VA的第一旋转限制状态波形。第一旋转限制状态表E[7]_1~E[7]_8是对于在使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[7]设定的八个电压VA的第一旋转限制状态波形。第一旋转限制状态表E[1]_1~E[1]_8是对于在使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[1]设定的八个电压VB的第一旋转限制状态波形。第一旋转限制状态表E[5]_1~E[5]_8是对于在使转子41向第一方向旋转时输入的脉冲P[5]设定的八个电压VB的第一旋转限制状态波形。

[0250] 图21~图28表示包含对于脉冲P[1]设定的电压VB的第一旋转限制状态波形和对于脉冲P[5]设定的电压VB的第一旋转限制状态波形的波形的例子。图21~图28所示的波形是在与可动止动件42s和固定止动件44s抵接的时间点对应的脉冲P彼此不同的电动阀5中获取的波形,并且是电压VB的第一旋转限制状态波形的变化波形的例子。

[0251] 在本实施例中,存储于非易失性存储器75的数据表如下所示。方括号内的数字与脉冲P的图案编号对应。

- [0252] 电压VA的第一旋转允许状态波形
- [0253] 第一旋转允许状态表C[3]
- [0254] 第一旋转允许状态表C[7]
- [0255] 电压VB的第一旋转允许状态波形
- [0256] 第一旋转允许状态表C[1]
- [0257] 第一旋转允许状态表C[5]
- [0258] 电压VA的第二旋转允许状态波形
- [0259] 第二旋转允许状态表D[3]
- [0260] 第二旋转允许状态表D[7]
- [0261] 电压VB的第二旋转允许状态波形
- [0262] 第二旋转允许状态表D[1]
- [0263] 第二旋转允许状态表D[5]
- [0264] 电压VA的第一旋转限制状态波形
- [0265] 第一旋转限制状态表E[3]
- [0266] 第一旋转限制状态表E[7]
- [0267] 电压VB的第一旋转限制状态波形
- [0268] 第一旋转限制状态表E[1]

[0269] 第一旋转限制状态表E[5]

[0270] 在各数据表中,从脉冲P开始(时刻0)经过规定的实际的时刻t和该时刻t处的基准电压rv相关联。例如,从脉冲P开始到结束为止的期间为8ms,时刻t的间隔为200 μ s。一个数据表具有四十个时刻t与基准电压rv的组。图29表示第一旋转允许状态表C[1]的例子。在图29中,时刻t的单位为 μ s。基准电压rv的单位为mv。时刻t的单位和基准电压rv的单位例如也可以是和电动阀控制装置70所具有的A/D转换器的采样周期和分解能对应的固有的单位。

[0271] 电动阀控制装置70的计算机80作为旋转控制部81、电压获取部82以及状态判定部83而发挥功能。

[0272] 旋转控制部81和电压获取部82与上述的电动阀1的结构具有相同(包含实质相同)的功能。电压获取部82在脉冲P开始到结束的期间内以与数据表的时刻t的间隔相同的时间间隔来时序地获取电压VA和电压VB。在本实施例中,电压获取部82与一个脉冲P的输入对应地获取电压VA和电压VB四十次。

[0273] 状态判定部83在初始化动作中,计算出表示由电压获取部82获取的电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)与电压的基准波形(电压VA的基准波形和电压VB的基准波形)的差别的程度的值(差异度指标值)。状态判定部83基于差异度指标值来判定电动阀5的状态。差异度指标值越大,电压的波形与电压的基准波形的差别的程度越大。

[0274] 在电压获取部82在获取时刻tv与脉冲P[k](k=1、3、5、7)的输入对应地获取电压v(电压VA、电压VB)时,状态判定部83从与脉冲P对应的基准波形的数据表(第一旋转允许状态表C[k]、第二旋转允许状态表D[k]、第一旋转限制状态E[k]中的至少一个)读出与对应于获取时刻tv的时刻t相关联的基准电压rv。状态判定部83计算从电压获取部82获取到的电压v减去了基准电压rv的值(差值dv)。状态判定部83计算对差值dv进行平方运算而得到的值(中间值dv2)。状态判定部83将与脉冲P[k]的输入对应地计算出的多个中间值dv2相加而计算差异度指标值sv[k]。状态判定部83将差异度指标值sv[k]与规定的差异度判定值H进行比较。状态判定部83基于差异度指标值sv[k]与规定的差异度判定值H的比较结果来判定电动阀5是否处于第一旋转允许状态Sp1、第二旋转允许状态Sp2、第一旋转限制状态Sr1以及第二旋转限制状态Sr2中的任一个。此外,当使转子41向第一方向旋转的脉冲P[2]、P[4]、P[6]及P[8]被输入时,状态判定部83判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。当使转子41向第二方向旋转的脉冲P[2]、P[4]、P[6]及P[8]被输入时,状态判定部83判定为电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2。

[0275] 在本实施例中,状态判定部83使用在从脉冲P[k]开始到结束为止的期间的一部分中电压获取部82获取的电压v来计算差异度指标值sv[k]。具体而言,在将从脉冲P[k]开始至时刻t1作为第一期间p1,将从时刻t1至时刻t2作为第二期间p2时,状态判定部83使用第二期间p2的电压v来计算差异度指标值sv[k]。图30表示与脉冲P[1]的输入对应地获取的电压VB的波形(实线)和电压VB的第一旋转允许状态波形(虚线)的例子。时刻t1为脉冲P[k]开始之后的时刻。时刻t2是时刻t1之后且脉冲P[k]的终点前的时刻。时刻t2也可以是脉冲P[k]的终点。在图30中,在第二期间p2将电压VB的波形和电压VB的第一旋转允许状态波形连接的纵线的长度与用于计算差异度指标值svC[1]的差值dv对应。状态判定部83不使用第一期间p1的电压v计算差异度指标值sv[k]。

[0276] 电压v包含:在脉冲P[k]开始后不久的时刻,因定子60的线圈的电感引起的反电动

势所涉及的电压分量(前者的电压分量);及因转子41的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量(后者的电压分量),并且前者的电压分量比后者的电压分量大。前者的电压分量随着时间经过而减小。因此,状态判定部83使用在从脉冲P[k]开始经过了一定程度时间后电压获取部82获取的电压v来计算差异度指标值sv[k]。具体而言,状态判定部83在前者的电压分量变得比后者的电压分量小后,使用电压获取部82获取的电压v来计算差异度指标值sv[k]。由此,电压v中后者的电压分量的比例相对增大,状态判定部83能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。第一期间p1的长度为脉冲P[k]开始至结束的期间的5%~50%,优选为20%~30%。第二期间p2的长度为脉冲P[k]开始至结束的期间的50%~95%,优选为70%~80%。在第二期间p2内电压获取部82获取的电压v中,因定子60的线圈的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比因转子41的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。此外,状态判定部83也可以使用在脉冲P[k]开始至结束的期间(整个期间)内电压获取部82所获取的电压v来计算差异度指标值sv[k]。在该情况下,脉冲P[k]在时刻t1开始,脉冲P[k]在时刻t2结束。

[0277] 当将在从时刻t1至时刻t2之间的获取时刻tv获取的电压v设为v[tv],并且将在基准波形的数据表中与对应于获取时刻tv的时刻t相关联的基准电压rv设为rv[tv]时,通过以下的公式(1)表示差异度指标值sv。

[0278] [公式1]

$$[0279] \quad sv = \sum_{tv=t1}^{t2} (v[tv] - rv[tv])^2 \quad \dots (1)$$

[0280] 接着,参照图31对电动阀控制装置70的初始化动作的例子(动作例1)进行说明。

[0281] 在动作例1中,电动阀控制装置70在转子41向第一方向的旋转被限制时,结束电动阀5的初始化动作。

[0282] 电动阀控制装置70在从空调控制装置110接收到初始化命令时(S210),开始对步进电动机66的升序的脉冲P[1]~P[8]的输入(S220)。由此,开始初始化动作,向定子60供给与脉冲P[1]~P[8]对应的驱动电流,并且转子41向第一方向旋转。

[0283] 电动阀控制装置70在转子41向第一方向旋转时,时序地获取在A相定子61的线圈61c的端子A1、A2间产生的电压VA和在B相定子62的线圈62c的端子B1、B2间产生的电压VB(S230)。即,电动阀控制装置70获取电压VA的波形和电压VB的波形。具体而言,在根据脉冲P[1]和P[5]而仅对A相定子61的线圈61c供给驱动电流时,电动阀控制装置70获取在B相定子62的线圈62c的端子B1、B2间产生的电压VB。另外,在根据脉冲P[3]和P[7]而仅对B相定子62的线圈62c供给驱动电流时,电动阀控制装置70获取在A相定子61的线圈61c的端子A1、A2间产生的电压VA。电动阀控制装置70在输入了脉冲P[2]、P[4]、P[6]及P[8]时不获取电压VA和电压VB。

[0284] 电动阀控制装置70计算出差异度指标值sv(S235),并且基于差异度指标值sv来判定电动阀5的状态(S240)。基于差异度指标值sv的第一旋转限制状态Sr1的判定方法有三种。

[0285] 判定方法1:仅使用第一旋转允许状态表C。

[0286] 判定方法2:仅使用第一旋转限制状态表E。

[0287] 判定方法3:使用第一旋转允许状态表C和第一旋转限制状态表E。

[0288] <判定方法1>

[0289] 电动阀控制装置70使用第一旋转允许状态表C[k] ($k=1,3,5,7$) 来计算差异度指标值svC[k] (S235)。具体而言,电动阀控制装置70与脉冲P[1]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[1]来计算差异度指标值svC[1]。电动阀控制装置70与脉冲P[3]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[3]来计算差异度指标值svC[3]。电动阀控制装置70与脉冲P[5]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[5]来计算差异度指标值svC[5]。电动阀控制装置70与脉冲P[7]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[7]来计算差异度指标值svC[7]。

[0290] 电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S240)。具体而言,电动阀控制装置70对差异度指标值svC[k]和差异度判定值HC进行比较,并且对刚在差异度指标值svC[k]之前计算出的差异度指标值svC[j] ($k=3,5,7$ 时, $j=k-2$; $k=1$ 时, $j=7$)和差异度判定值HC进行比较。电动阀控制装置70在差异度指标值svC[k]为差异度判定值HC以上且差异度指标值svC[j]为差异度判定值HC以上时判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将j的前一个编号($j=3,5,7$ 时, $j=j-1$; $j=1$ 时为8)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0291] 作为判定方法1的变形例,也可以是,电动阀控制装置70不使用差异度指标值svC[j]而仅使用差异度指标值svC[k]来判定电动阀5的状态。在该情况下,电动阀控制装置70在差异度指标值svC[k]为差异度判定值HC以上时判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号($k=3,5,7$ 时, $k=k-1$; $k=1$ 时为8)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在差异度指标值svC[k]比差异度判定值HC小时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0292] 作为判定方法1的其他变形例,也可以是,电动阀控制装置70仅使用电压VA的波形和电压VB的波形的一方来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[3]和脉冲P[7]的一方对应的电压VA的波形来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[1]和脉冲P[5]的一方对应的电压VB的波形来判定电动阀5的状态。用于判定的波形优选噪声较少的波形。

[0293] 例如,电动阀控制装置70使用第一旋转允许状态表C[k] ($k=1,7$) 来计算差异度指标值svC[k] (S235)。电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S240)。此外,也可以是 $k=3,5$,或者 $k=1,3$,或者 $k=5,7$ 。或者,k也可以是1、3、5、7中的一个。

[0294] 具体而言,电动阀控制装置70在 $k=7$ 时,对差异度指标值svC[7]和差异度判定值HC进行比较,并且对刚在差异度指标值svC[7]前计算出的差异度指标值svC[7]'和差异度判定值HC进行比较。当将脉冲P[1]~P[8]被输入的期间设为期间T时,与当前的期间T近前的期间T中的脉冲P[7]的输入对应地计算差异度指标值svC[7]'。在差异度指标值svC[7]为差异度判定值HC以上且差异度指标值svC[7]'为差异度判定值HC以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号(即6)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在 $k=1$ 时对差异度指标值svC[1]和差异度判定值HC进行比较,并且对刚在差异度指标值svC[1]之前计算出的差异度指标值svC[1]'和差异度判定值HC进行比较。与当前的期间T近前的期间T中的脉冲P[1]的输入对应地计算差异度指标值svC[1]'。在差异度指标值svC[1]为差异度判定

值HC以上且差异度指标值svC[1]'为差异度判定值HC以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号(即8)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0295] <判定方法2>

[0296] 电动阀控制装置70使用第一旋转限制状态表E[k]来计算差异度指标值svE[k](S235)。具体而言,电动阀控制装置70与脉冲P[1]的输入对应地使用第一旋转限制状态表E[1]来计算差异度指标值svE[1]。电动阀控制装置70与脉冲P[3]的输入对应地使用第一旋转限制状态表E[3]来计算差异度指标值svE[3]。电动阀控制装置70与脉冲P[5]的输入对应地使用第一旋转限制状态表E[5]来计算差异度指标值svE[5]。电动阀控制装置70与脉冲P[7]的输入对应地使用第一旋转限制状态表E[7]来计算差异度指标值svE[7]。

[0297] 电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S240)。具体而言,电动阀控制装置70对差异度指标值svE[k]和差异度判定值HE进行比较,并且对刚在差异度指标值svE[k]之前计算出的差异度指标值svE[j]和差异度判定值HE进行比较。电动阀控制装置70在差异度指标值svE[k]比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[j]比差异度判定值HE小时判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将j的前一个编号作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0298] 作为判定方法2的变形例,也可以是,电动阀控制装置70不使用差异度指标值svE[j]而仅使用差异度指标值svE[k]来判定电动阀5的状态。在该情况下,电动阀控制装置70在差异度指标值svE[k]比差异度判定值HE小时判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在差异度指标值svE[k]为差异度判定值HE以上时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0299] 作为判定方法2的其他变形例,也可以是,在对于一个脉冲P设定了多个第一旋转限制状态波形(E[3]₁~E[3]₈、E[7]₁~E[7]₈、E[1]₁~E[1]₈及E[5]₁~E[5]₈)的情况下,电动阀控制装置70如以下这样判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70使用第一旋转限制状态表E[k]₁~E[k]₈来计算差异度指标值svE[k]₁~svE[k]₈。电动阀控制装置70对差异度指标值svE[k]₁~svE[k]₈和差异度判定值HE分别进行比较,并且对差异度指标值svE[j]₁~svE[j]₈和差异度判定值HE分别进行比较。在差异度指标值svE[k]₁~svE[k]₈中的至少一个比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[j]₁~svE[j]₈中的至少一个比差异度判定值HE小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将j的前一个编号作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。此外,也可以是,电动阀控制装置70不使用差异度指标值svE[j]₁~svE[j]₈而仅使用差异度指标值svE[k]₁~svE[k]₈来判定电动阀5的状态。

[0300] 作为判定方法2的另一其他变形例,也可以是,电动阀控制装置70仅使用电压VA的波形和电压VB的波形的一方来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[3]和脉冲P[7]的一方对应的电压VA的波形来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70

也可以仅使用与脉冲P[1]和脉冲P[5]的一方对应的电压VB的波形来判定电动阀5的状态。用于判定的波形优选噪声较少的波形。

[0301] 例如,电动阀控制装置70使用第一旋转限制状态表E[k] ($k=1,7$) 来计算差异度指标值svE[k] (S235)。电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S240)。此外,也可以是 $k=3,5$,或者 $k=1,3$,或者 $k=5,7$ 。或者, k 也可以是1、3、5、7中的一个。

[0302] 具体而言,电动阀控制装置70在 $k=7$ 时,对差异度指标值svE[7]和差异度判定值HE进行比较,并且对刚在差异度指标值svE[7]前计算出的差异度指标值svE[7]'和差异度判定值HE进行比较。与当前的期间T近前的期间T中的脉冲P[7]的输入对应地计算差异度指标值svE[7]'。在差异度指标值svE[7]比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[7]'比差异度判定值HE小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号(即6)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在 $k=1$ 时对差异度指标值svE[1]和差异度判定值HE进行比较,并且对刚在差异度指标值svE[1]之前计算出的差异度指标值svE[1]'和差异度判定值HE进行比较。与当前的期间T近前的期间T中的脉冲P[1]的输入对应地计算差异度指标值svE[1]'。在差异度指标值svE[1]比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[1]'比差异度判定值HE小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号(即8)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0303] <判定方法3>

[0304] 电动阀控制装置70使用第一旋转允许状态表C[k]和第一旋转限制状态表E[k]来计算差异度指标值svC[k]和差异度指标值svE[k] (S235)。具体而言,电动阀控制装置70与脉冲P[1]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[1]来计算差异度指标值svC[1],并使用第一旋转限制状态表E[1]来计算差异度指标值svE[1]。电动阀控制装置70与脉冲P[3]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[3]来计算差异度指标值svC[3],并使用第一旋转限制状态表E[3]来计算差异度指标值svE[3]。电动阀控制装置70与脉冲P[5]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[5]来计算差异度指标值svC[5],并使用第一旋转限制状态表E[5]来计算差异度指标值svE[5]。电动阀控制装置70与脉冲P[7]的输入对应地使用第一旋转允许状态表C[7]来计算差异度指标值svC[7],并使用第一旋转限制状态表E[7]来计算差异度指标值svE[7]。

[0305] 电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S240)。具体而言,电动阀控制装置70对差异度指标值svC[k]和差异度判定值HC进行比较,并且对刚在差异度指标值svC[k]之前计算出的差异度指标值svC[j]和差异度判定值HC进行比较。电动阀控制装置70对差异度指标值svE[k]和差异度判定值HE进行比较,并且对刚在差异度指标值svE[k]之前计算出的差异度指标值svE[j]和差异度判定值HE进行比较。在差异度指标值svC[k]为差异度判定值HC以上、差异度指标值svC[j]为差异度判定值HC以上、差异度指标值svE[k]比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[j]比差异度判定值HE小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将j的前一个编号作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第

一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0306] 在判定方法3中,差异度指标值svC[k]、svC[j]为第一旋转允许状态差异度指标值,差异度指标值svE[k]、svE[j]为第一旋转限制状态差异度指标值。差异度判定值HC为第一旋转允许状态差异度判定值。差异度判定值HE为第一旋转限制状态差异度判定值。差异度判定值HC可以与差异度判定值HE相同,也可以不同。

[0307] 作为判定方法3的变形例,也可以是,电动阀控制装置70不使用差异度指标值svC[j]和差异度指标值svE[j]而仅使用差异度指标值svC[k]和差异度指标值svE[k]来判定电动阀5的状态。在该情况下,电动阀控制装置70在差异度指标值svC[k]为差异度判定值HC以上且差异度指标值svE[k]比差异度判定值HE小时判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在都没有判定为处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0308] 作为判定方法3的其他变形例,也可以是,电动阀控制装置70仅使用电压VA的波形和电压VB的波形的一方来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[3]和脉冲P[7]的一方对应的电压VA的波形来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[1]和脉冲P[5]的一方对应的电压VB的波形来判定电动阀5的状态。用于判定的波形优选噪声较少的波形。

[0309] 例如,电动阀控制装置70使用第一旋转允许状态表C[k] (k=1、7) 和第一旋转限制状态表E[k] 来计算差异度指标值svC[k]和差异度指标值svE[k] (S235)。电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S240)。此外,也可以是k=3、5,或者k=1、3,或者k=5、7。或者,k也可以是1、3、5、7中的一个。

[0310] 具体而言,电动阀控制装置70在k=7时,对差异度指标值svC[7]和差异度判定值HC进行比较,并且对刚在差异度指标值svC[7]前计算出的差异度指标值svC[7]'和差异度判定值HC进行比较。电动阀控制装置70在k=7时,对差异度指标值svE[7]和差异度判定值HE进行比较,并且对刚在差异度指标值svE[7]前计算出的差异度指标值svE[7]'和差异度判定值HE进行比较。在差异度指标值svC[7]为差异度判定值HC以上、差异度指标值svC[7]'微差异度判定值HC以上、差异度指标值svE[7]比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[7]'比差异度判定值HE小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号(即6)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在k=1时对差异度指标值svC[1]和差异度判定值HC进行比较,并且对刚在差异度指标值svC[1]之前计算出的差异度指标值svC[1]'和差异度判定值HC进行比较。电动阀控制装置70在k=1时对差异度指标值svE[1]和差异度判定值HE进行比较,并且对刚在差异度指标值svE[1]之前计算出的差异度指标值svE[1]'和差异度判定值HE进行比较。在差异度指标值svC[1]为差异度判定值HC以上、差异度指标值svC[1]'为差异度判定值HC以上、差异度指标值svE[1]比差异度判定值HE小且差异度指标值svE[1]'比差异度判定值HE小时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1。此时,电动阀控制装置70将k的前一个编号(即8)作为开始图案编号Nx并存储于非易失性存储器75。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时判定为电动阀5处于第一旋转允许状态Sp1。

[0311] 此外,也可以在电动阀装置1的出厂时,将适当的图案编号作为电动阀5的开始图案编号 N_x 而存储于非易失性存储器75。在该情况下,电动阀控制装置70在判定方法1~3中不存储开始图案编号 N_x 。

[0312] 电动阀控制装置70在电动阀5处于第一旋转限制状态 S_{r1} 时(S250:是),结束对步进电动机66的脉冲 $P[1] \sim P[8]$ 的输入,并向空调控制装置110通知初始化动作的结束(S270)。

[0313] 电动阀控制装置70在电动阀5处于第一旋转允许状态 S_{p1} (S250:否)且输入步进电动机66的脉冲 P 的数量超过了初始化数量 X 时(S260:是),结束对步进电动机66的脉冲 P 的输入,并向空调控制装置110通知初始化动作的结束(S270)。

[0314] 电动阀控制装置70在输入步进电动机66的脉冲 P 的数量为初始化数量 X 以下时(S260:否),再次获取电压 V_A 和电压 V_B (S230),并重复上述动作(S230~S260)。

[0315] 当初始化动作结束时,转子41定位于基准位置 R_x 。电动阀控制装置70在使位于基准位置 R_x 的转子41向第二方向旋转时,按降序向步进电动机66输入脉冲 $P[1] \sim P[8]$ 。此时,电动阀控制装置70从与开始图案编号 N_x 相同的图案编号的脉冲 P 开始输入。例如,当开始图案编号 N_x 为[7]时,电动阀控制装置70从脉冲 $P[7]$ 按降序开始输入。

[0316] 接着,参照图32、图33对电动阀控制装置70的初始化动作的其他例(动作例2)进行说明。

[0317] 在动作例2中,电动阀控制装置70在限制了转子41向第一方向的旋转之后转子41能够向第二方向进行旋转时,判断为电动阀5的初始化成功,结束初始化动作。在动作例2中,电动阀控制装置70比动作例1更严密地判定电动阀5的状态。

[0318] 在动作例2中,对于与动作例1进行相同(包含实质相同)的动作的步骤标注相同的符号,并省略详细说明。

[0319] 电动阀控制装置70(具体而言,计算机80)在从空调控制装置110接收到初始化命令时(S210),开始对步进电动机66的升序的脉冲 $P[1] \sim P[8]$ 的输入(S220)。由此,开始初始化动作,向定子60供给与脉冲 $P[1] \sim P[8]$ 对应的驱动电流,并且转子41向第一方向旋转。

[0320] 电动阀控制装置70在转子41向第一方向旋转时,时序地获取在A相定子61的线圈61c的端子A1、A2间产生的电压 V_A 和在B相定子62的线圈62c的端子B1、B2间产生的电压 V_B (S230)。

[0321] 电动阀控制装置70计算出差异度指标值 sv (S235),并且基于差异度指标值 sv 来判定电动阀5的状态(S240)。电动阀控制装置70使用判定方法1~3中的任一种来判定电动阀5的状态。

[0322] 电动阀控制装置70在电动阀5处于第一旋转允许状态 S_{p1} (S250:否)且输入步进电动机66的脉冲 P 的数量超过了初始化数量 X 时(S260:是),结束对步进电动机66的脉冲 P 的输入,并向空调控制装置110通知初始化动作的结束(初始化失败)(S270)。在该情况下,在电动阀5中,由于止动机构49的磨损等的要因,有在电压 V_A 的波形或者电压 V_B 的波形产生变化,从而电动阀控制装置70无法正确判定电动阀5的状态的可能性。

[0323] 电动阀控制装置70在输入步进电动机66的脉冲 P 的数量为初始化数量 X 以下时(S260:否),再次获取电压 V_A 和电压 V_B (S230),并重复上述动作(S230~S260)。

[0324] 电动阀控制装置70在电动阀5处于第一旋转限制状态 S_{r1} 时(S250:是),开始对步

进电动机66的降序的脉冲P[1]~P[8]的输入(S320)。此时,电动阀控制装置70从与开始图案编号Nx相同的图案编号的脉冲P开始输入。由此,向定子60供给与脉冲P[1]~P[8]对应的驱动电流,从而转子41向第二方向旋转。

[0325] 电动阀控制装置70在转子41向第二方向旋转时,时序地获取电压VA和电压VB(S330)。电动阀控制装置70在步骤S330中进行与步骤S230相同的(包含实质相同的)动作。

[0326] 电动阀控制装置70计算差异度指标值sv(S335),并且基于差异度指标值sv判定电动阀5的状态(S340)。

[0327] 电动阀控制装置70使用第二旋转允许状态表D[k](k=1、3、5、7),计算出差异度指标值svD[k](S335)。具体而言,电动阀控制装置70与脉冲P[1]的输入对应地使用第二旋转允许状态表D[1]来计算差异度指标值svD[1]。电动阀控制装置70与脉冲P[3]的输入对应地使用第二旋转允许状态表D[3]来计算差异度指标值svD[3]。电动阀控制装置70与脉冲P[5]的输入对应地使用第二旋转允许状态表D[5]来计算差异度指标值svD[5]。电动阀控制装置70与脉冲P[7]的输入对应地使用第二旋转允许状态表D[7]来计算差异度指标值svD[7]。

[0328] 电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S340)。具体而言,电动阀控制装置70对差异度指标值svD[k]和差异度判定值HD进行比较,并且对刚在差异度指标值svD[k]之前计算出的差异度指标值svD[j](k=3、5、7时,j=k-2、k=1时,j=7)和差异度判定值HD进行比较。电动阀控制装置70在差异度指标值svD[k]为差异度判定值HD以上且差异度指标值svD[j]为差异度判定值HD以上时判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2时判定为电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2。

[0329] 差异度指标值svD[k]、svD[j]为第二旋转允许状态差异度指标值。差异度判定值HD为第二旋转允许状态差异度判定值。差异度判定值HD可以与差异度判定值HC(或者差异度判定值HE)相同,也可以不同。

[0330] 此外,也可以是,电动阀控制装置70不使用差异度指标值svD[j]而仅使用差异度指标值svD[k]来判定电动阀5的状态。在该情况下,电动阀控制装置70在差异度指标值svD[k]为差异度判定值HD以上时判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2,并且在差异度指标值svD[k]比差异度判定值HD小时判定为电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2。

[0331] 另外,也可以是,电动阀控制装置70仅使用电压VA的波形和电压VB的波形的一方来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[3]和脉冲P[7]的一方对应的电压VA的波形来判定电动阀5的状态。电动阀控制装置70也可以仅使用与脉冲P[1]和脉冲P[5]的一方对应的电压VB的波形来判定电动阀5的状态。用于判定的波形优选噪声较少的波形。

[0332] 例如,电动阀控制装置70使用第二旋转允许状态表D[k](k=1、7)来计算差异度指标值svD[k](S335)。电动阀控制装置70在脉冲P[k]结束时判定电动阀5的状态(S340)。此外,也可以是k=3、5,或者k=1、3,或者k=5、7。或者,k也可以是1、3、5、7中的一个。

[0333] 具体而言,电动阀控制装置70在k=7时,对差异度指标值svD[7]和差异度判定值HD进行比较,并且对刚在差异度指标值svD[7]前计算出的差异度指标值svD[7]'和差异度判定值HD进行比较。与当前的期间T近前的期间T中的脉冲P[7]的输入对应地计算差异度指标值svD[7]'。在差异度指标值svD[7]为差异度判定值HD以上且差异度指标值svD[7]'为差

异度判定值HD以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2。电动阀控制装置70在 $k=1$ 时对差异度指标值svD[1]和差异度判定值HD进行比较,并且对刚在差异度指标值svD[1]之前计算出的差异度指标值svD[1]'和差异度判定值HD进行比较。与当前的期间T近前的期间T中的脉冲P[1]的输入对应地计算差异度指标值svD[1]'。在差异度指标值svD[1]为差异度判定值HD以上且差异度指标值svD[1]'为差异度判定值HD以上时,电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2。电动阀控制装置70在没有判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2时判定为电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2。

[0334] 电动阀控制装置70在电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2时(S350:是),结束对步进电动机66的脉冲P[1]~P[8]的输入,并向空调控制装置110通知初始化动作的结束(初始化失败)(S270)。在该情况下,有在电动阀5产生一些故障而转子41没有向第一方向和第二方向旋转的可能性。

[0335] 电动阀控制装置70在电动阀5处于第二旋转允许状态Sp2(S350:否)且输入步进电动机66的脉冲P的数量达到了反转数Y时(S360:是),对步进电动机66按升序输入反转数Y的脉冲P(S370)。由此,转子41向第一方向旋转并在基准位置Rx停止。反转数Y是在电动阀5中用于判定转子41能否向第二方向旋转所需的脉冲P的数量。例如,反转数Y为16。然后,电动阀控制装置70结束对步进电动机的脉冲P的输入,并向空调控制装置110通知初始化动作的结束(初始化成功)(S380)。

[0336] 电动阀控制装置70在输入步进电动机66的脉冲P的数量比反转数Y小时(S360:否),再次获取电压VA和电压VB(S330),并重复上述动作(S330~S360)。

[0337] 当初始化动作结束(初始化成功)时,转子41定位于基准位置Rx。电动阀控制装置70在使处于基准位置Rx的转子41向第二方向旋转时,对步进电动机66按降序输入脉冲P[1]~P[8]。此时,电动阀控制装置70从与开始图案编号Nx相同的图案编号的脉冲P开始输入。

[0338] 电动阀装置2具有电动阀5和电动阀控制装置70。具有:阀主体10,该阀主体10具有阀座18;转子41,该转子能够相对于阀主体10旋转;定子60,该定子60与转子41一同构成步进电动机66;阀芯30,该阀芯30与阀座18相对,并且在转子41向第一方向旋转时朝向阀座18移动;以及止动机构49,该止动机构49在转子41处于基准位置Rx时限制转子41向第一方向的旋转。电动阀控制装置70对步进电动机66输入脉冲P而使转子41向第一方向旋转。电动阀控制装置70获取由于转子41的旋转而在定子60产生的电压(电压VA和电压VB)。电动阀控制装置70基于电压的波形与电压的基准波形的差异程度来判定电动阀5是否处于转子41向第一方向的旋转被限制的第一旋转限制状态Sr1。

[0339] 由此,当电动阀控制装置70对于能够正常动作的电动阀5判定为该电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时,转子41处于基准位置Rx。因此,当电动阀控制装置70判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时,通过停止转子41向第一方向的旋转,能够缩短初始化动作所需的时间。另外,在转子41定位于基准位置Rx之后,能够抑制长时间产生噪声。另外,电动阀控制装置70基于电压的波形与电压的基准波形的差异的程度来判定电动阀5的状态。因此,电动阀控制装置70与基于波形的面积或者波形的最大振幅来判定电动阀5的状态的结构相比,能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0340] 另外,电动阀控制装置70基于在定子60产生的电压(电压VA和电压VB)来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1。由此,在电动阀控制装置70中,不需要旋转角度传感器

等的基于转子41的旋转来判定电动阀5的状态的零件,能够使电动阀控制装置70或者电动阀5成为简单的结构。

[0341] 另外,电压VA的基准波形包含基于在处于第一旋转允许状态Sp1的电动阀5中对步进电动机66输入使转子41向第一方向旋转的脉冲P(第一方向脉冲)时的电压VA的波形而设定的第一旋转允许状态波形。电压VA的第一旋转允许状态波形为第一旋转允许状态表C[3]和C[7]。电压VB的基准波形包含基于在处于第一旋转允许状态Sp1的电动阀5中对步进电动机66输入了第一方向脉冲时的电压VB的波形而设定的第一旋转允许状态波形。电压VB的第一旋转允许状态波形为第一旋转允许状态表C[1]和C[5]。电动阀控制装置70计算出表示电压VA的第一旋转允许状态波形与根据对步进电动机66的第一方向脉冲的输入而获取的电压VA的波形的差异的程度的差异度指标值svC(svC[3]、svC[7])。电动阀控制装置70计算出表示电压VB的第一旋转允许状态波形与根据对步进电动机66的第一方向脉冲的输入而获取的电压VB的波形的差异的程度的差异度指标值svC(svC[1]、svC[5])。电动阀控制装置70基于差异度指标值svC与差异度判定值HC的比较结果来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1(判定方法1)。由此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0342] 另外,电压VA的基准波形包含基于在处于第一旋转限制状态Sr1的电动阀5中对步进电动机66输入了第一方向脉冲时的电压VA的波形而设定的第一旋转限制状态波形。电压VA的第一旋转限制状态波形为第一旋转限制状态表E[3]和E[7]。电压VB的基准波形包含基于在处于第一旋转限制状态Sr1的电动阀5中对步进电动机66输入了第一方向脉冲时的电压VB的波形而设定的第一旋转限制状态波形。电压VB的第一旋转限制状态波形为第一旋转允许状态表E[1]和E[5]。电动阀控制装置70计算出表示电压VA的第一旋转限制状态波形与根据对步进电动机66的第一方向脉冲的输入而获取的电压VA的波形的差异的程度的差异度指标值svE(svE[3]、svE[7])。电动阀控制装置70计算出表示电压VB的第一旋转限制状态波形与根据对步进电动机66的第一方向脉冲的输入而获取的电压VB的波形的差异的程度的差异度指标值svE(svE[1]、svE[5])。电动阀控制装置70基于差异度指标值svE与差异度判定值HE的比较结果来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1(判定方法2)。由此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0343] 另外,电压VA的基准波形包含第一旋转允许状态波形和第一旋转限制状态波形。电压VB的基准波形包含第一旋转允许状态波形和第一旋转限制状态波形。电动阀控制装置70计算差异度指标值svC(svC[3]、svC[7]、svC[1]、svC[5])。电动阀控制装置70计算差异度指标值svE(svE[3]、svE[7]、svE[1]、svE[5])。电动阀控制装置70基于差异度指标值svC与差异度判定值HC的比较结果和差异度指标值svE与差异度判定值HE的比较结果来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1(判定方法3)。由此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0344] 另外,电动阀控制装置70在判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时,停止对步进电动机66的脉冲P的输入。与例如向空调控制装置110通知电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1,从空调控制装置110接收停止命令而停止初始化动作的结构相比,电动阀控制装置70能够简单且迅速地停止转子41向第一方向的旋转。

[0345] 另外,电压VA的基准波形包含基于在处于第二旋转允许状态Sp2的电动阀5中对步

进电动机66输入使转子41向第二方向旋转的脉冲P(第二方向脉冲)时的电压VA的波形而设定的第二旋转允许状态波形。电压VA的第二旋转允许状态波形为第二旋转允许状态表D[3]和D[7]。电压VB的基准波形包含基于在处于第二旋转允许状态Sp2的电动阀5中对步进电动机66输入了第二方向脉冲时的电压VB的波形而设定的第二旋转允许状态波形。电压VB的第二旋转允许状态波形为第二旋转允许状态表D[1]和D[5]。电动阀控制装置70在判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1时,对步进电动机66输入脉冲P而使转子41向第二方向旋转。电动阀控制装置70计算出表示电压VA的第二旋转允许状态波形与根据对步进电动机66的第二方向脉冲的输入而获取的电压VA的波形的差异的程度的差异度指标值svD(svD[3]、svD[7])。电动阀控制装置70计算出表示电压VB的第二旋转允许状态波形与根据对步进电动机66的第二方向脉冲的输入而获取的电压VB的波形的差异的程度的差异度指标值svD(svD[1]、svD[5])。电动阀控制装置70基于差异度指标值svD与差异度判定值HD的比较结果来判定电动阀5是否处于第二旋转限制状态Sr2。电动阀控制装置70在判定为电动阀5处于第二旋转限制状态Sr2时,停止对步进电动机66的脉冲P的输入。此时,有电动阀5陷入转子41既无法向第一方向旋转,也无法向第二方向旋转的状态(故障状态)。电动阀控制装置70在判定为电动阀5处于第一旋转限制状态Sr1后输入步进电动机66的脉冲P的数量达到反转数Y时,对步进电动机输入反转数Y的脉冲P而使转子41向第一方向旋转。由此,电动阀控制装置70能够检测出电动阀5处于故障状态的情况。

[0346] 第一旋转允许状态波形是对于第一方向脉冲设定的、将时刻t与该时刻t的基准电压rv相关联的数据表(第一旋转允许状态表C)。第一旋转限制状态波形是对于第一方向脉冲设定的、将时刻t与该时刻t的基准电压rv相关联的数据表(第一旋转限制状态表E)。电动阀控制装置70在对步进电动机66输入第一方向脉冲时时序地获取电压v(电压VA、电压VB)。电动阀控制装置70在与第一方向脉冲的输入对应地在获取时刻tv获取电压v时,计算对该电压v与基准电压rv的差值Dv进行平方运算而得到的值(第一中间值Dv2_1),该基准电压rv与对于输入步进电动机66的第一方向脉冲设定的数据表中的获取时刻tv对应的时刻t相关联。电动阀控制装置70将使用与第一方向脉冲的输入对应地获取的电压v而计算出的多个第一中间值Dv2_1相加来计算差异度指标值svC和差异度指标值svE。使用上述公式(1)来计算差异度指标值svC和差异度指标值svE。由此,与波形的面积和波形的最大振幅不同,差异度指标值svC和差异度指标值svE适当地反映波形的形状的差异的程度。因此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0347] 第二旋转允许状态波形是对于第二方向脉冲设定的、将时刻t与该时刻t的基准电压rv相关联的数据表(第二旋转允许状态表D)。电动阀控制装置70在对步进电动机66输入第二方向脉冲时时序地获取电压v(电压VA、电压VB)。电动阀控制装置70与第二方向脉冲的输入对应地在获取时刻tv获取电压v时,计算对该电压v与基准电压rv的差值Dv进行平方运算而得到的值(第二中间值Dv2_2),该基准电压rv与对于输入步进电动机66的第二方向脉冲设定的数据表中的获取时刻tv对应的时刻t相关联。电动阀控制装置70将使用与第二方向脉冲的输入对应地获取的电压v而计算出的多个第一中间值Dv2_2相加来计算差异度指标值svD。使用上述公式(1)来计算差异度指标值svD。由此,与波形的面积和波形的最大振幅不同,差异度指标值svD适当地反映波形的形状的差异的程度。因此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0348] 差异度指标值(svC、svD、svE)并不限于使用上述公式(1)来计算。差异度指标值例如也可以是各获取时刻 t_v 中的电压 v 的大小的推移。具体而言,电动阀控制装置70在与脉冲P(第一方向脉冲、第二方向脉冲)的输入对应地在获取时刻 t_v 获取电压 v 时,计算将该电压 v 与基准电压 r_v 的差值 D_v ,该基准电压 r_v 与对于输入步进电动机66的脉冲P设定的数据表中的获取时刻 t_v 对应的时刻 t 相关联。差值 D_v 作为绝对值而计算。电动阀控制装置70将使用与脉冲P的输入对应地获取的电压 v 计算出的多个差值 D_v 中的规定的差判定值以上的差值的个数作为差异度指标值。这样的差异度指标值适当地反映了波形的形状的差异的程度。另外,差异度指标值也可以是各获取时刻 t_v 中的电压 v 的斜率的推移。差异度指标值优选为反映时序要素的值。

[0349] 另外,电动阀控制装置70将多个第一中间值 D_{v2_1} 相加来计算差异度指标值svC和差异度指标值svE,该多个第一中间值 D_{v2_1} 使用作为从第一方向脉冲的开始至结束的期间的一部分的第二期间P2中获取的电压 v 来计算。第二期间P2中的电压 v 所包含的因子60的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比该电压 v 所包含的因子41的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。由此,电压 v 中后者的电压分量的比例较大,电动阀控制装置70能够高精度地判定电动阀5的状态。

[0350] 另外,电动阀控制装置70将多个第二中间值 D_{v2_2} 相加来计算差异度指标值svD,该多个第一中间值 D_{v2_2} 使用作为从第二方向脉冲的开始至结束的期间的一部分的第二期间P2中获取的电压 v 来计算。第二期间P2中的电压 v 所包含的因子60的电感而引起的反电动势所涉及的电压分量比该电压 v 所包含的因上述转子的旋转而引起的电磁感应所涉及的电压分量小。由此,电压 v 中后者的电压分量的比例较大,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0351] 另外,电动阀控制装置70在判定为电动阀5处于第一旋转限制状态 S_{r1} 时,基于与用于该判定的电压VA的波形和电压VB的波形对应的第一方向脉冲的图案编号获取开始图案编号 N_x 。电动阀控制装置70在使位于基准位置 R_x 的转子41向第二方向旋转时,从与开始图案编号 N_x 相同的图案编号的脉冲P开始降序输入。由此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地控制转子41的位置。

[0352] 另外,在电动阀控制装置70中,第一旋转限制状态波形基于在与该电动阀控制装置70结合的电动阀5中预先获取的多个电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)来对于第一方向脉冲进行设定。对于一个第一方向脉冲设定一个第一旋转限制状态波形。由此,电动阀控制装置70对与之结合的电动阀5设定最优的第一旋转限制状态波形。因此,电动阀控制装置70能够进一步高精度地判定电动阀5的状态。

[0353] 此外,在电动阀控制装置70中,第一旋转限制状态波形基于在多个电动阀5中预先获取的多个电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)来对于第一方向脉冲进行设定。在该情况下,对于一个第一方向脉冲设定彼此不同的多个第一旋转限制状态波形。对于一个第一方向脉冲设定的第一旋转限制状态波形的数量与脉冲P的图案的数量(八个)相同。对于一个第一方向脉冲设定的第一旋转限制状态波形基于与在通过止动机构49来限制转子41的第一方向的旋转的时间点对应的脉冲P彼此不同的多个电动阀5中获取的电压的波形来设定。由此,在出厂时不需要在各电动阀5中单独地获取电压的波形,能够减少电动阀装置1的制造工时。

[0354] 另外,定子60具有A相定子61和B相定子62。电动阀控制装置70在仅对A相定子61供给驱动电流时获取在B相定子62产生的电压VB,在仅对B相定子62供给驱动电流时获取在A相定子61产生的电压VA。由此,在电动阀控制装置70中,不需要从在A相定子61产生的电压分离电磁感应所涉及的电压分量,不需要从在B相定子62产生的电压分离电磁感应所涉及的电压分量。因此,能够通过较为简单的结构获取电压VA和电压VB。

[0355] 另外,阀芯30与阀座18相对,当转子41向第一方向旋转时经由闭阀弹簧47朝向阀座18按压。转子41的基准位置位于相比阀座18与阀芯30接触的闭阀位置Rc进一步向第一方向旋转了的位置。由此,通过闭阀弹簧47将阀芯30向阀座18按压的力被缓和,能够抑制因过剩的力而将阀芯30按压于阀座18的情况。

[0356] 在电动阀控制装置70中,电压VA的基准波形和电压VB的基准波形被预先设定。电动阀控制装置70也可以基于在电动阀5的动作过程中获取的电压的波形(电压VA的波形和电压VB的波形)来更新电压的基准波形。

[0357] 另外,电动阀控制装置70基于由于转子41的旋转而在定子60产生的电压来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1。由于电流和电压具有密切的关系,因此电动阀控制装置70也可以基于由于转子41的旋转而在定子60产生的电流来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1。在该结构中,电动阀控制装置70代替电压获取部而具有电流获取部,该电流获取部获取由于转子41的旋转而在定子60产生的电流(被定子60电磁感应的电流)。然后,状态判定部基于电流的波形与电流的基准波形的差异的程度来判定电动阀5是否处于第一旋转限制状态Sr1。

[0358] 在本说明书中,“圆筒”、“圆柱”等表示形状的各用语也用于实质上具有该用语的形状的部件、部件的部分中。例如,“圆筒形状的部件”包含圆筒形状的部件和实质上圆筒形状的部件。

[0359] 以上虽然对本发明的实施例进行了说明,但是本发明并不限于这些例。只要不违背本发明的主旨,本领域技术人员对上述的实施例适当进行结构要素的追加、删除、设计变更而得到的结构、适当组合实施例的特征而得到的结构,也包含在本发明的范围内。

[0360] 符号说明

[0361] 1…电动阀装置、5…电动阀、10…阀主体、11…主体部件、11a…嵌合孔、11b…贯通孔、11d…平面、13…连接部件、14…阀室、15…第一导管、16…第二导管、17…阀口、18…阀座、20…壳体、30…阀芯、31…第一轴部、32…第二轴部、33…阀部、34…台阶部、40…驱动机构、41…转子、41a…嵌合孔、42…阀轴保持架、42a…上壁部、42b…轴孔、42c…内螺纹、42s…可动止动件、43…导向衬套、43a…基部、43b…支承部、43c…外螺纹、43d…平面、44…止动部件、44a…止动主体、44c…内螺纹、44s…固定止动件、45…固定件、45a…固定部、45b…凸缘部、46…垫圈、47…闭阀弹簧、48…复位弹簧、49…止动机构、60…定子、61…A相定子、61a…极齿、61b…极齿、61c…线圈、62…B相定子、62a…极齿、62b…极齿、62c…线圈、66…步进电动机、70…电动阀控制装置、71…基板、75…非易失性存储器、76…通信装置、77…电动机驱动器、80…计算机、81…旋转控制部、82…电压获取部、83…状态判定部、100…空调系统、101…压缩机、102…冷凝器、103…蒸发器、110…空调控制装置、120…有线通信总线、A1…端子、A2…端子、B1…端子、B2…端子、L…轴线、P…脉冲、Rc…闭阀位置、Ro…开阀位置、Rx…基准位置、Sp…旋转允许状态、Sq…中间状态、Sr…旋转限制状态、T…

期间、tc…时刻、tx…时刻、VA…电压、VB…电压、X…初始化数量；

[0362] 2…电动阀装置、C…第一旋转允许状态表、D…第二旋转允许状态表、E…第一旋转限制状态表、H、HC、HD、HE…差异度判定值、sv、svC、svD、svE…差异度指标值、Nx…开始图案编号、p1…第一期间、p2…第二期间、Sp1…第一旋转允许状态、Sp2…第二旋转允许状态、Sr1…第一旋转限制状态、Sr2…第二旋转限制状态、Y…反转数

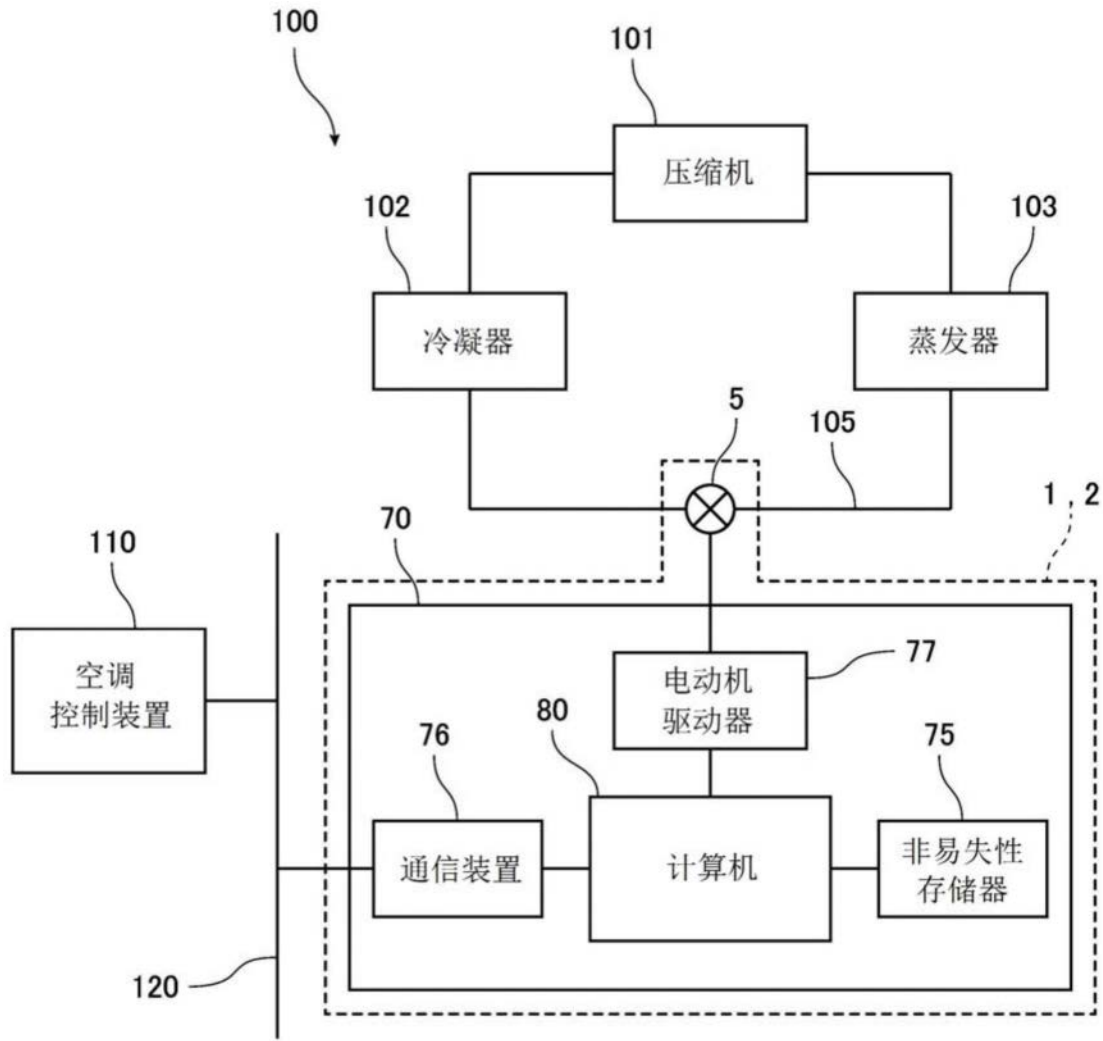


图1

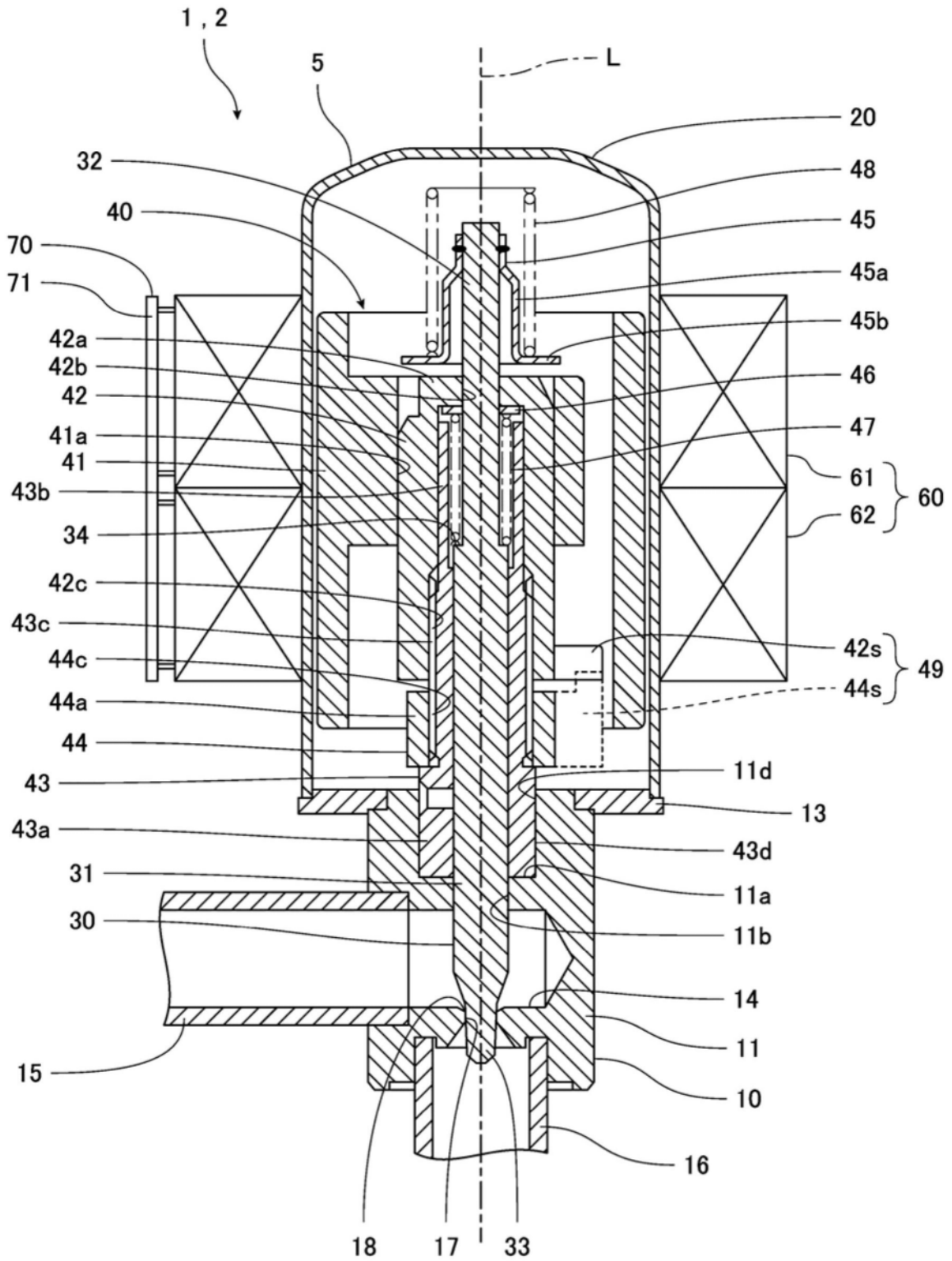


图2

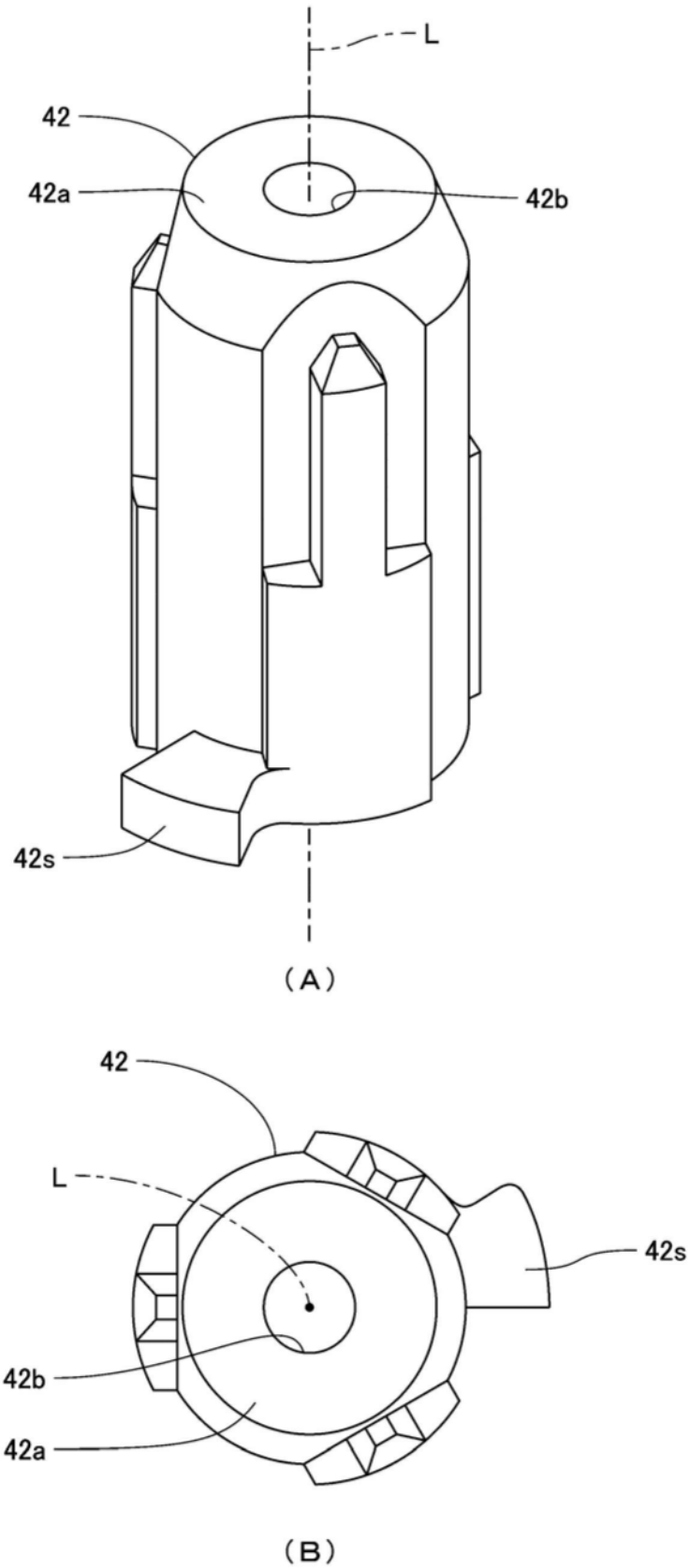


图3

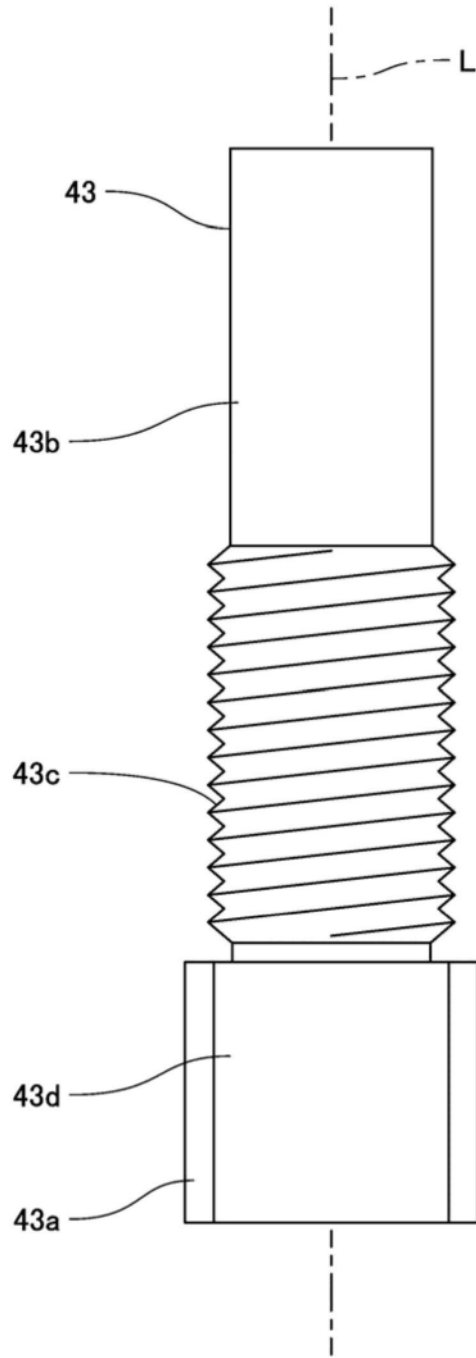


图4

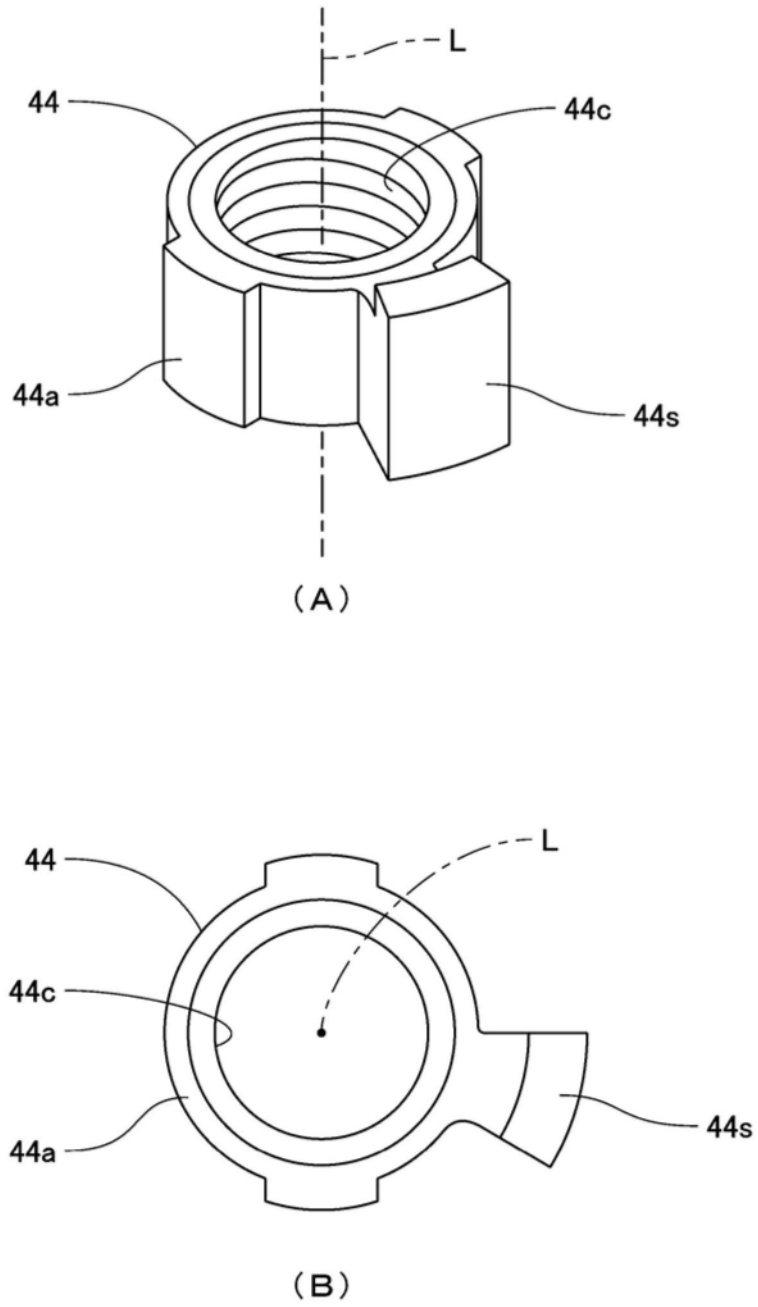


图5

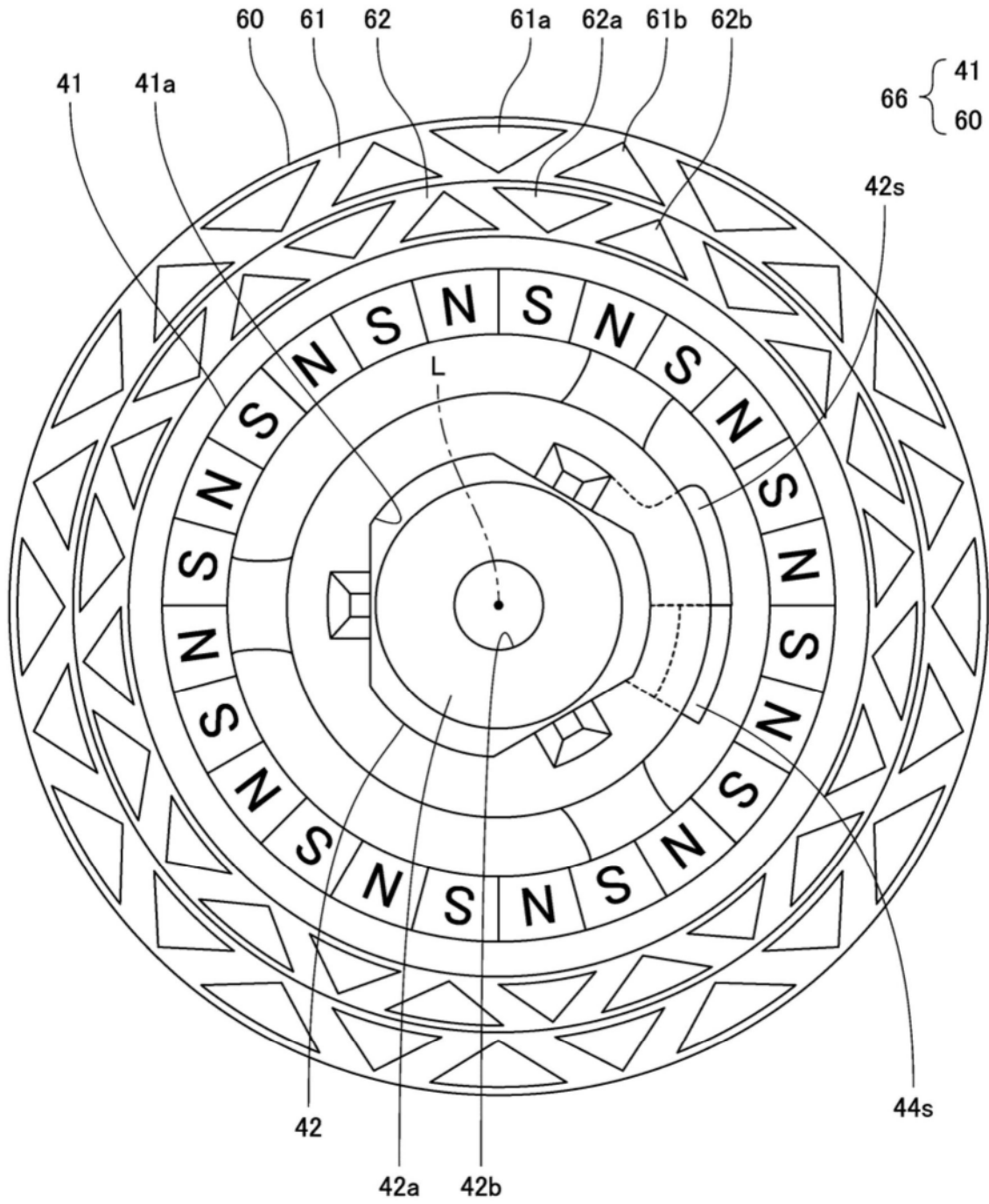
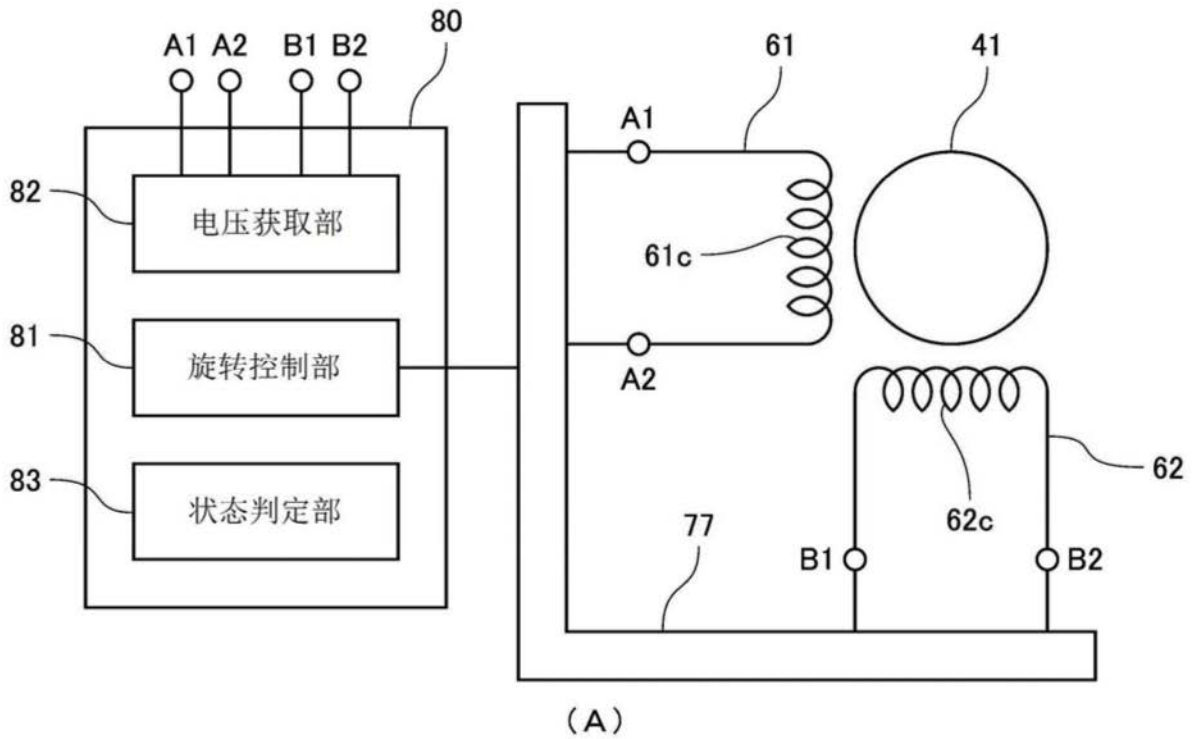


图6



	P[1]	P[2]	P[3]	P[4]	P[5]	P[6]	P[7]	P[8]	备注
A相定子	+	+	0	-	-	-	0	+	+ : A 1 → A 2 0 : OFF - : A 2 → A 1
B相定子	0	+	+	+	0	-	-	-	+ : B 1 → B 2 0 : OFF - : B 2 → B 1

(B)

图7

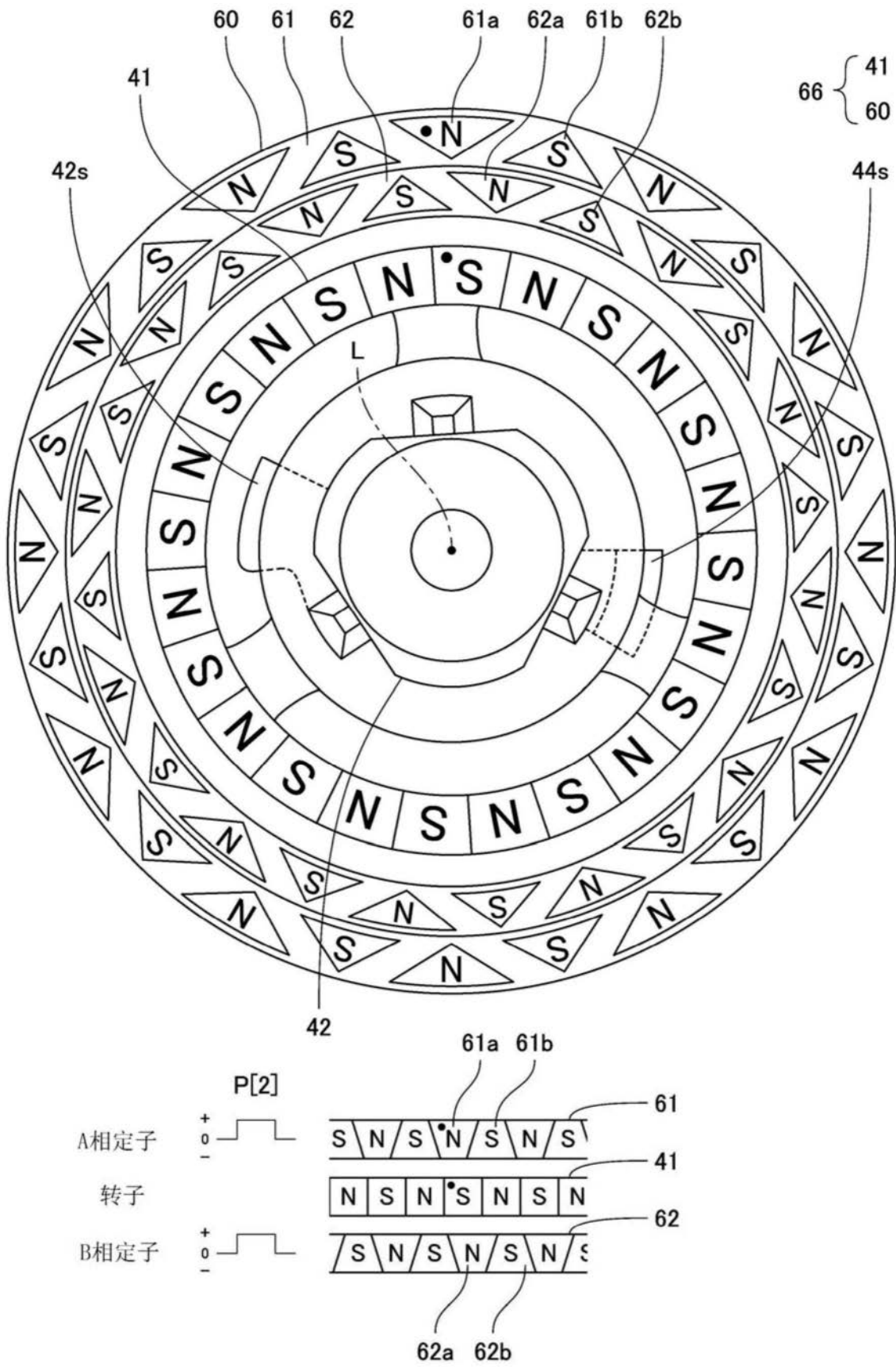


图9

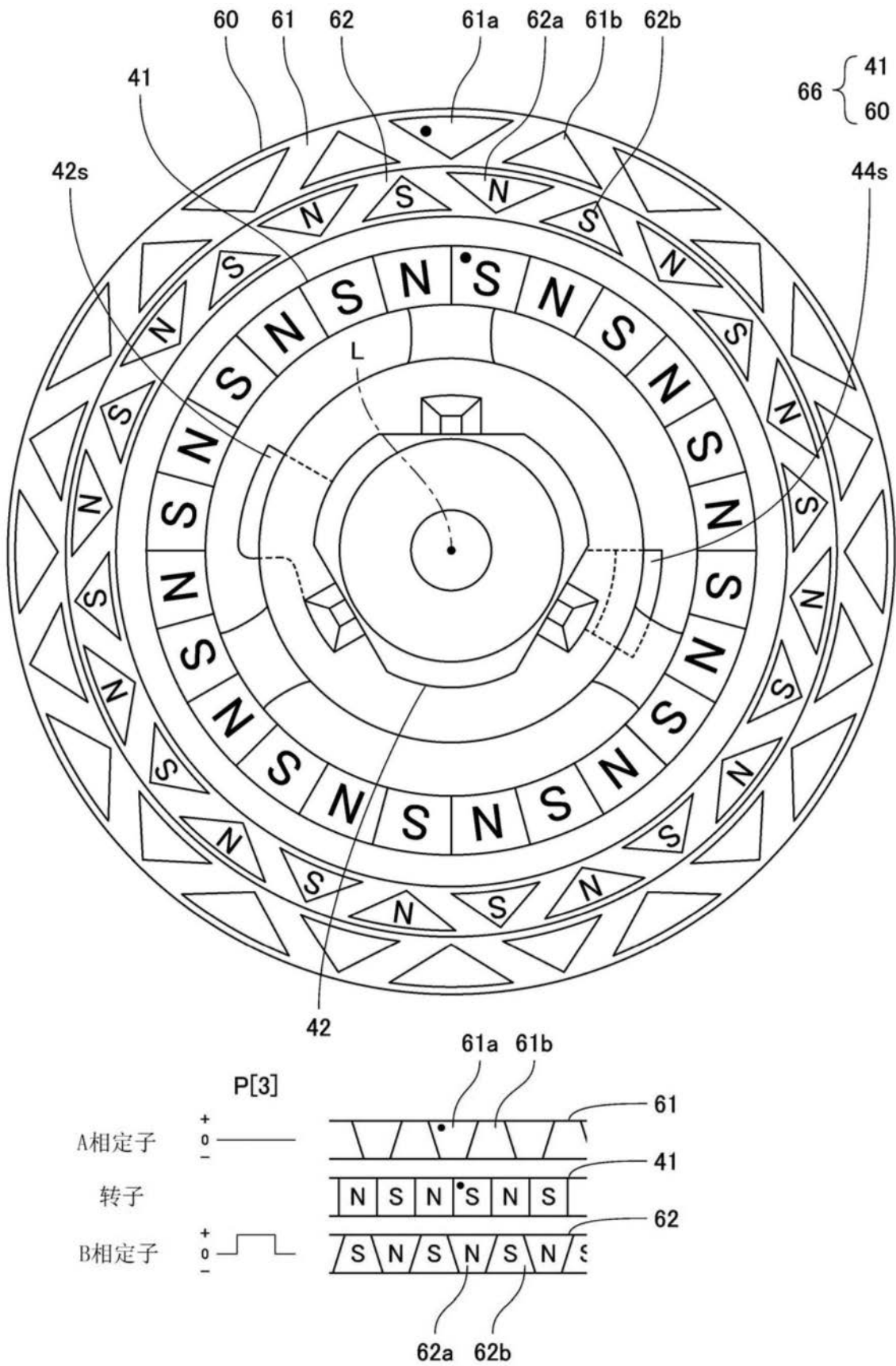


图10

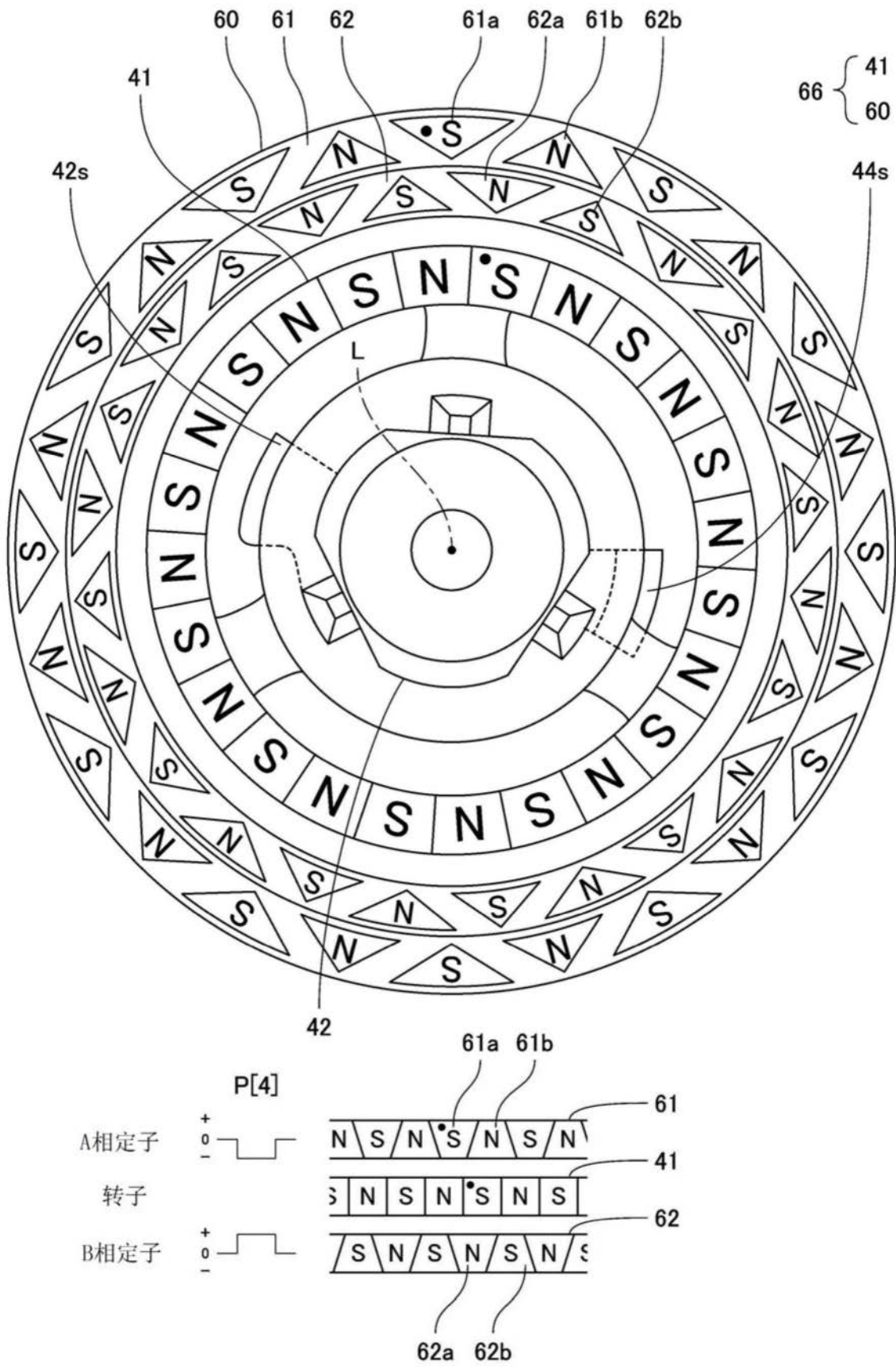


图11

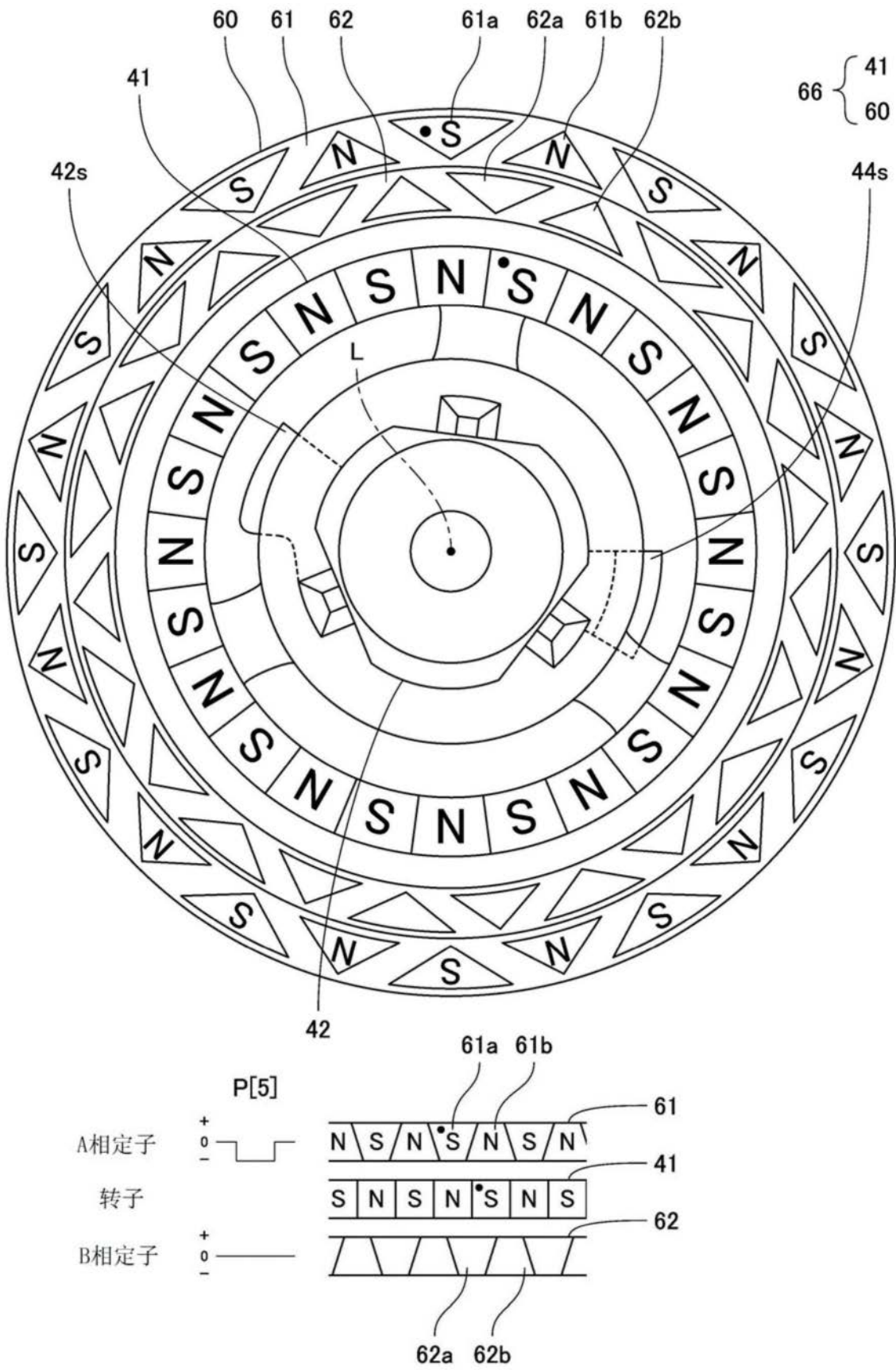


图12

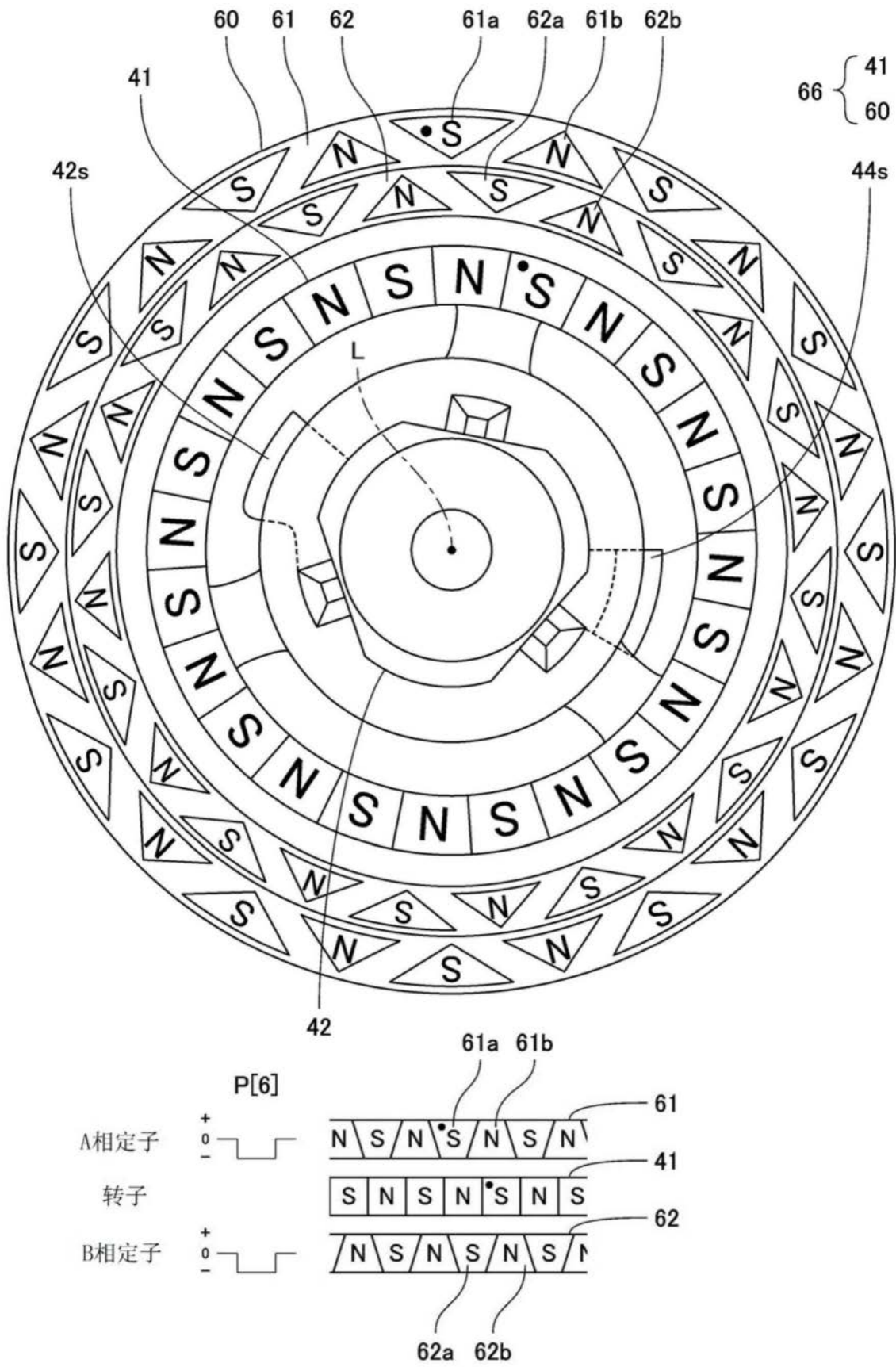


图13

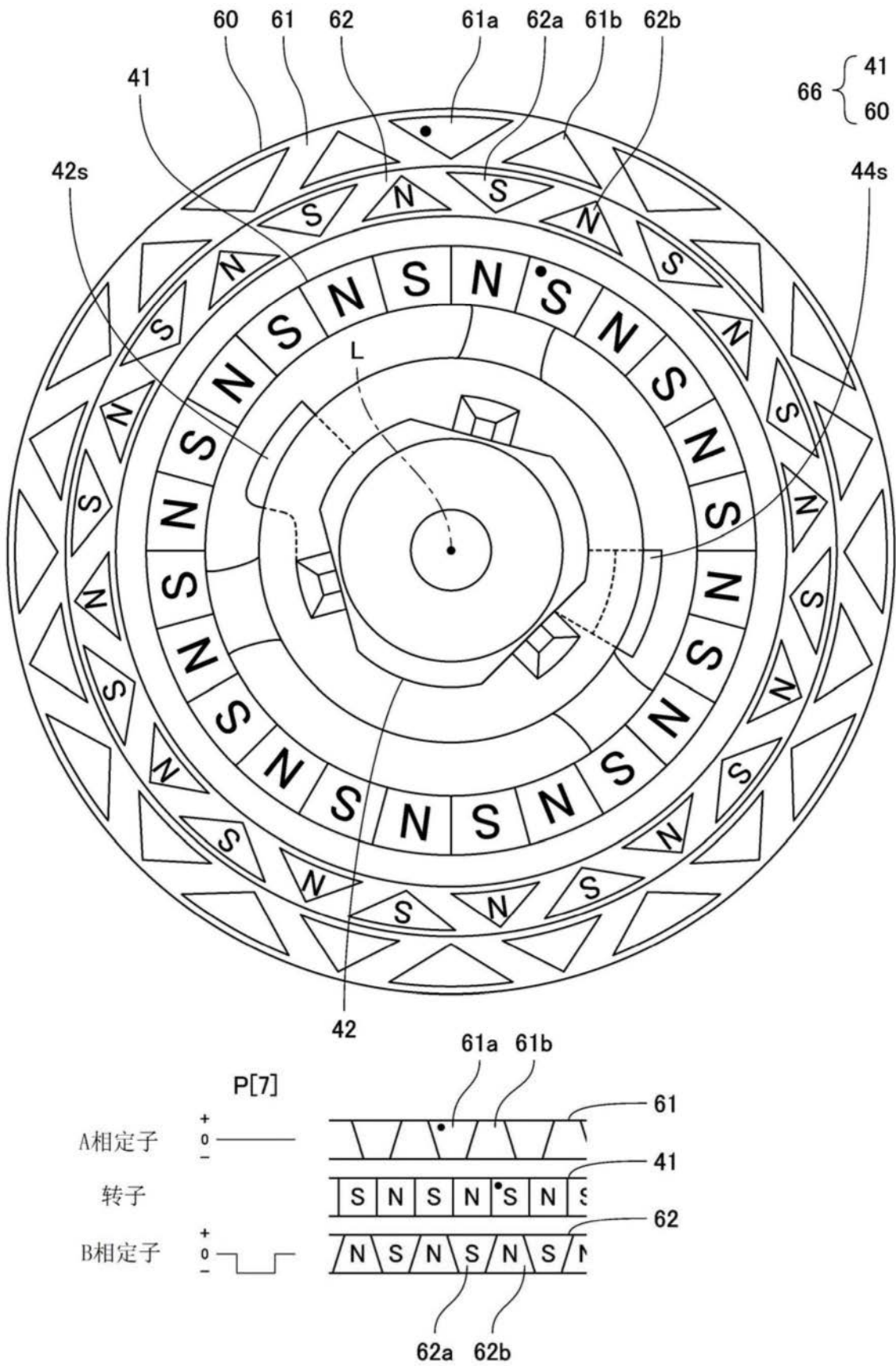


图14

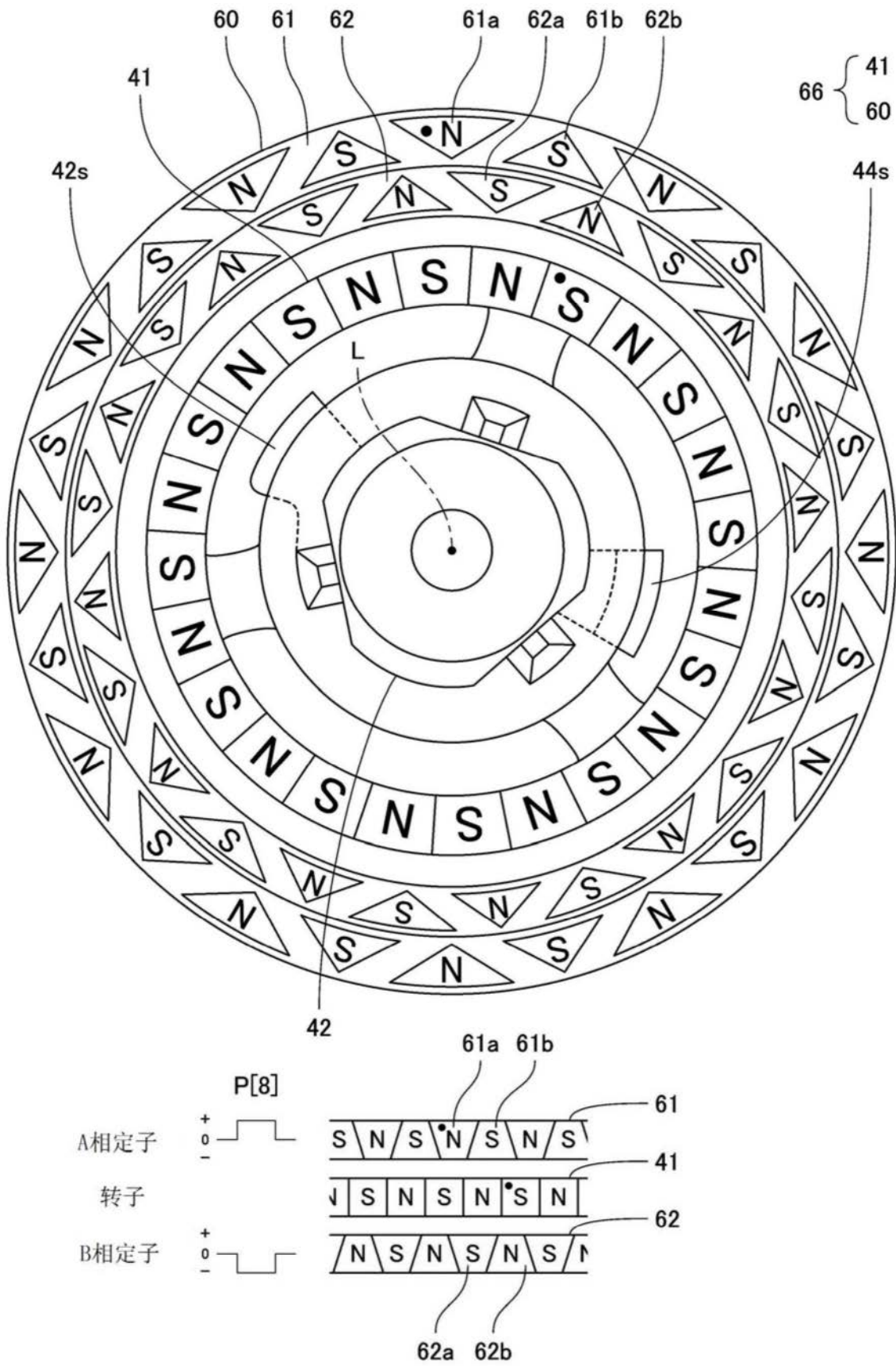


图15

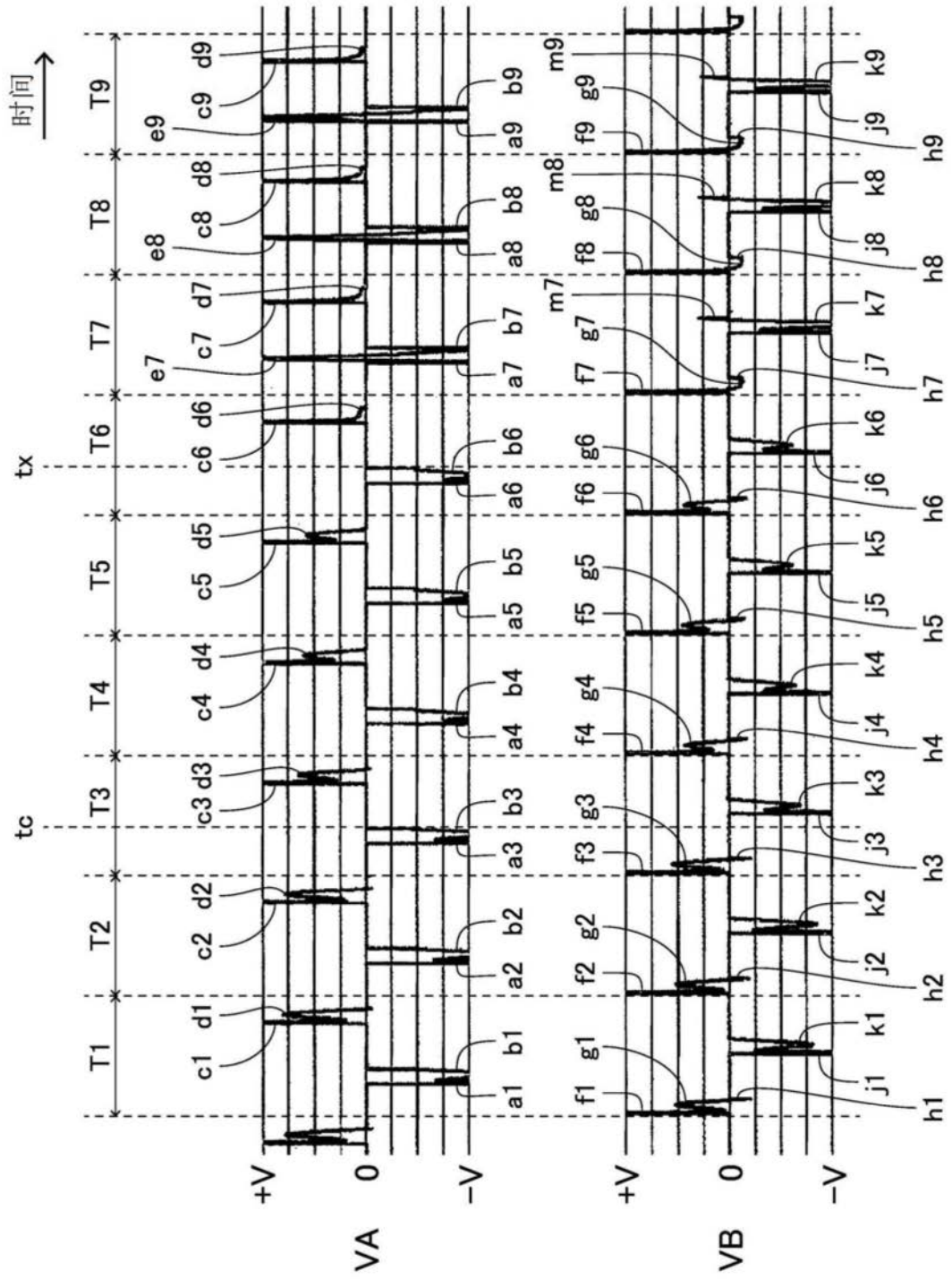


图16

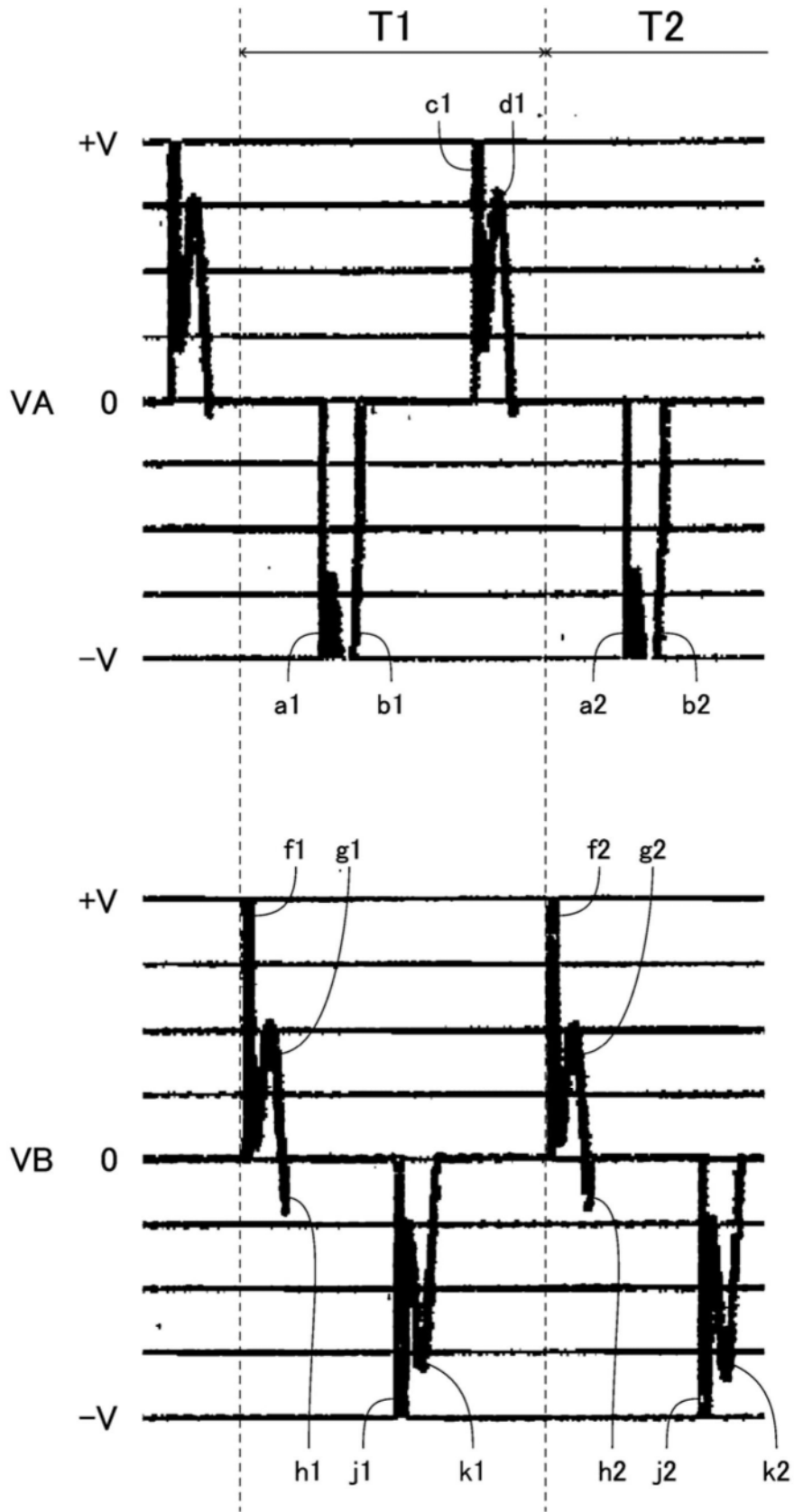


图17

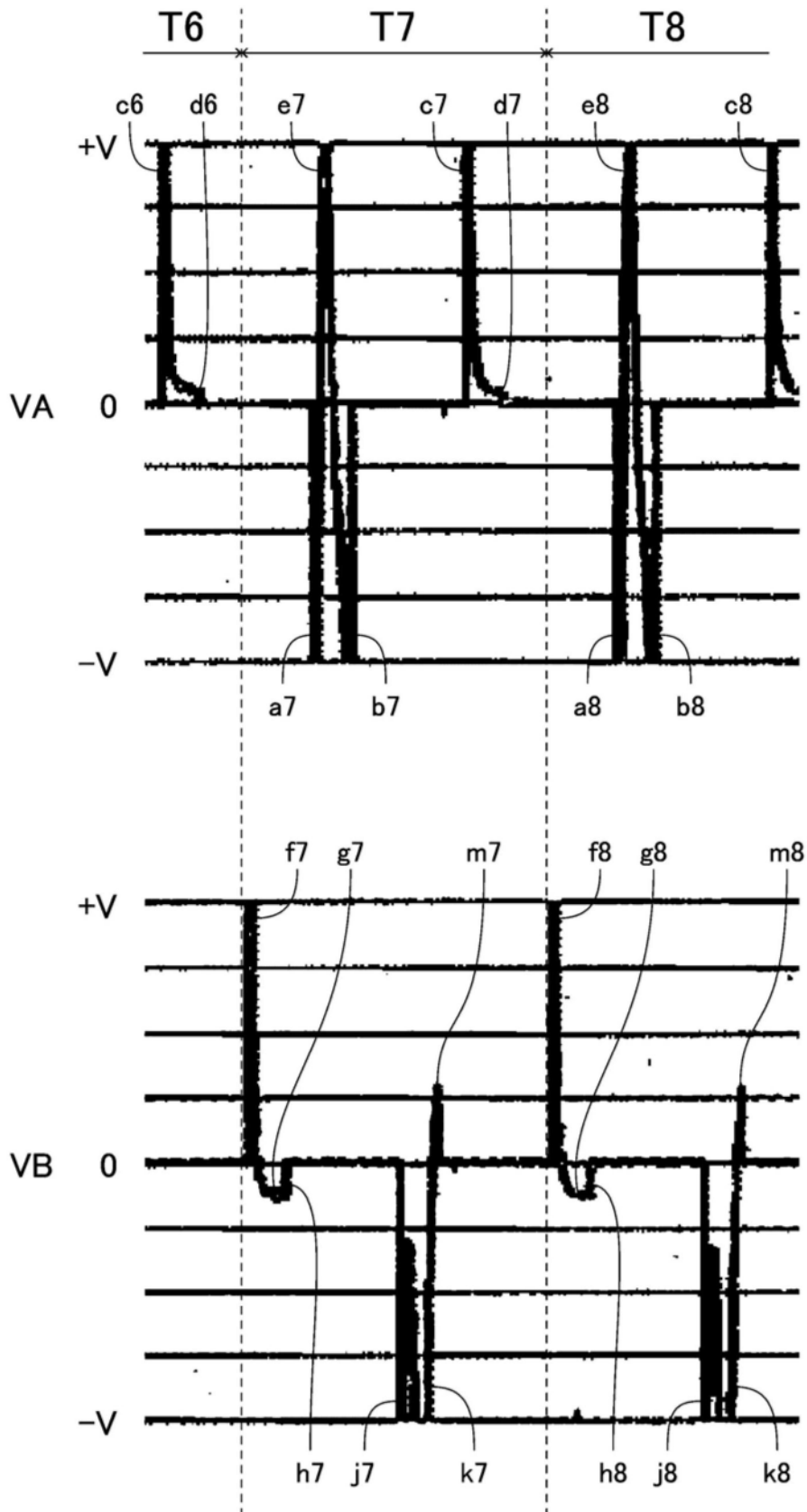


图18

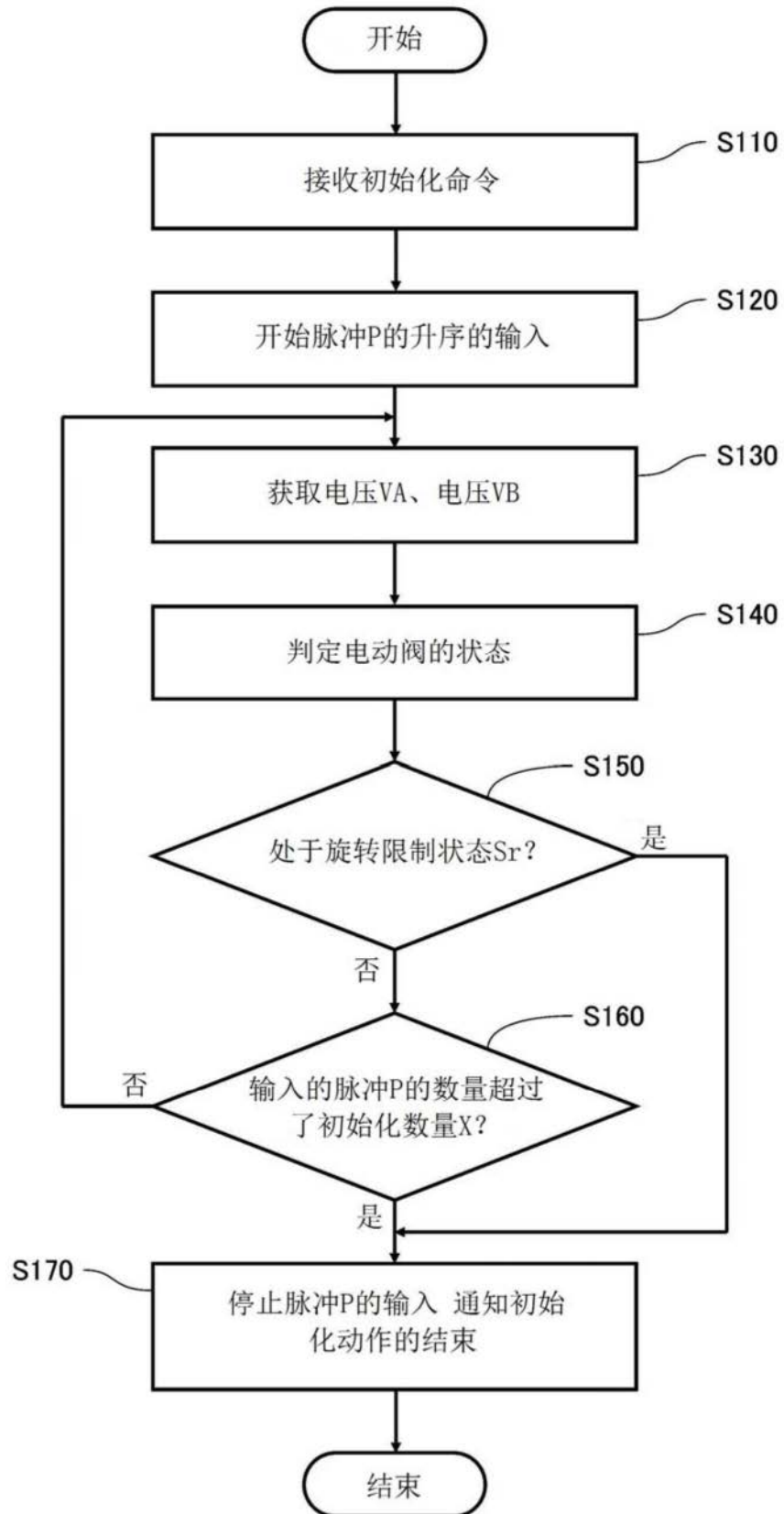


图19

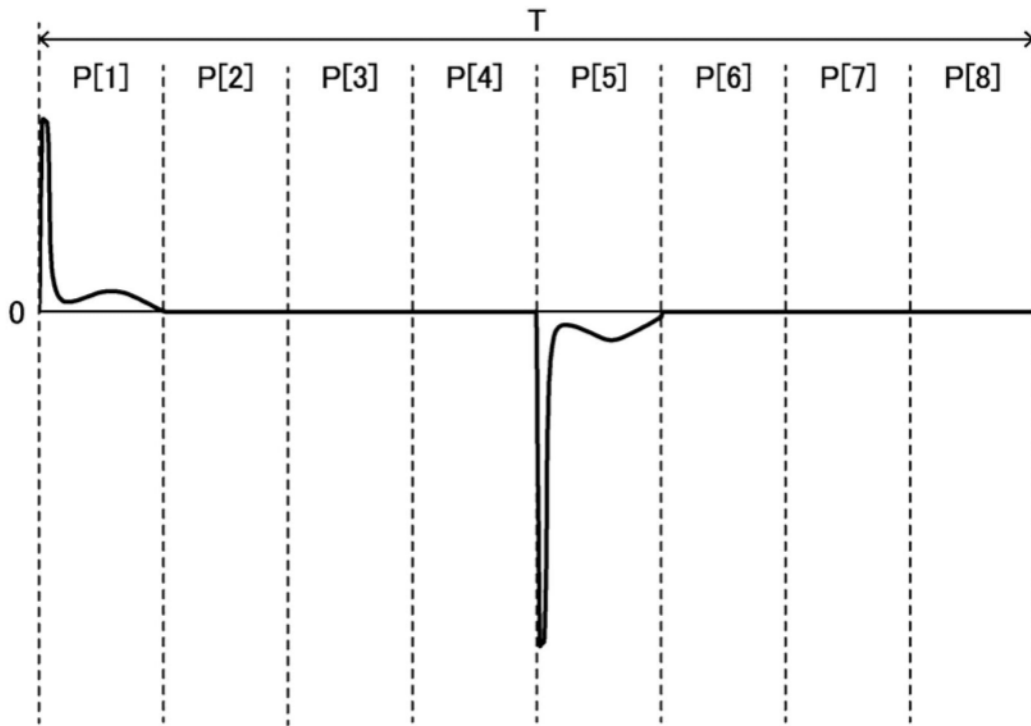


图20

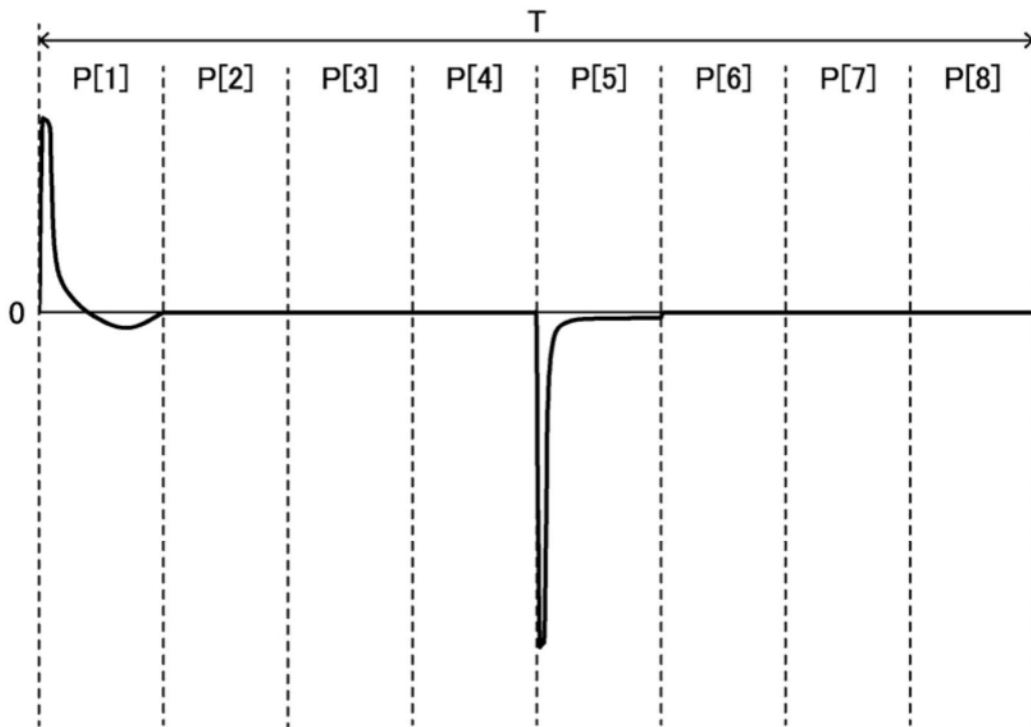


图21

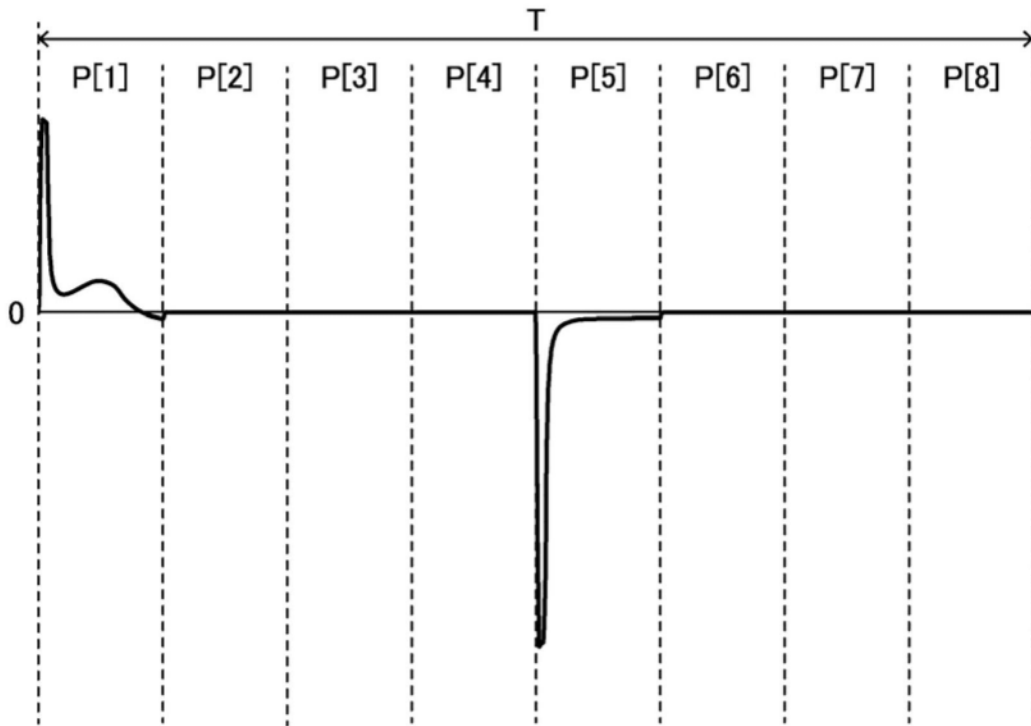


图22

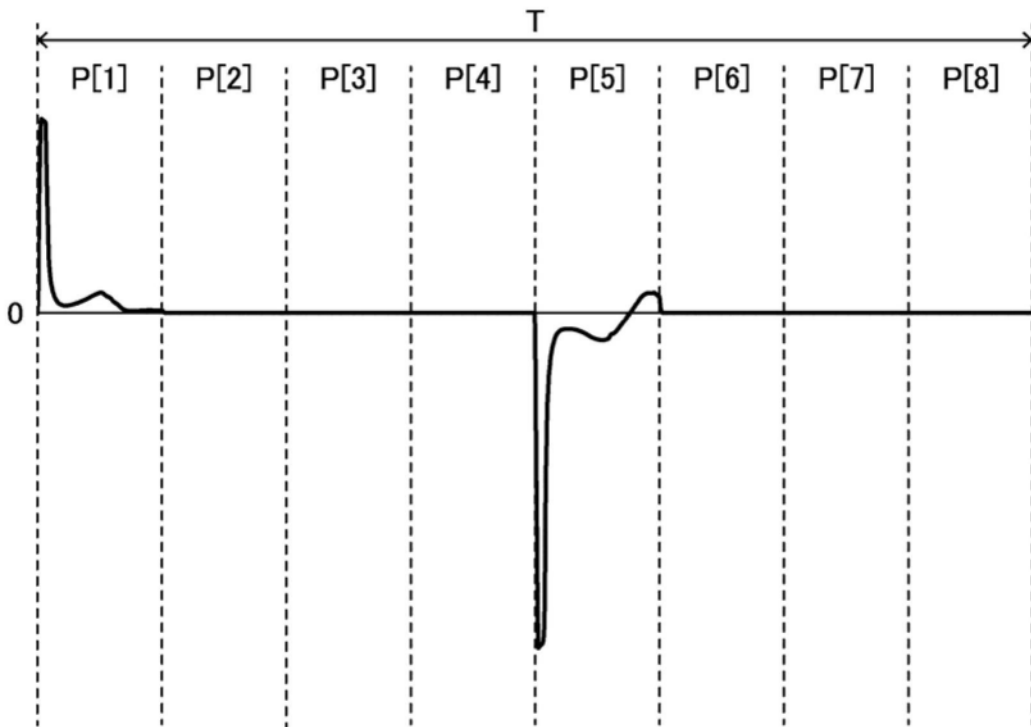


图23

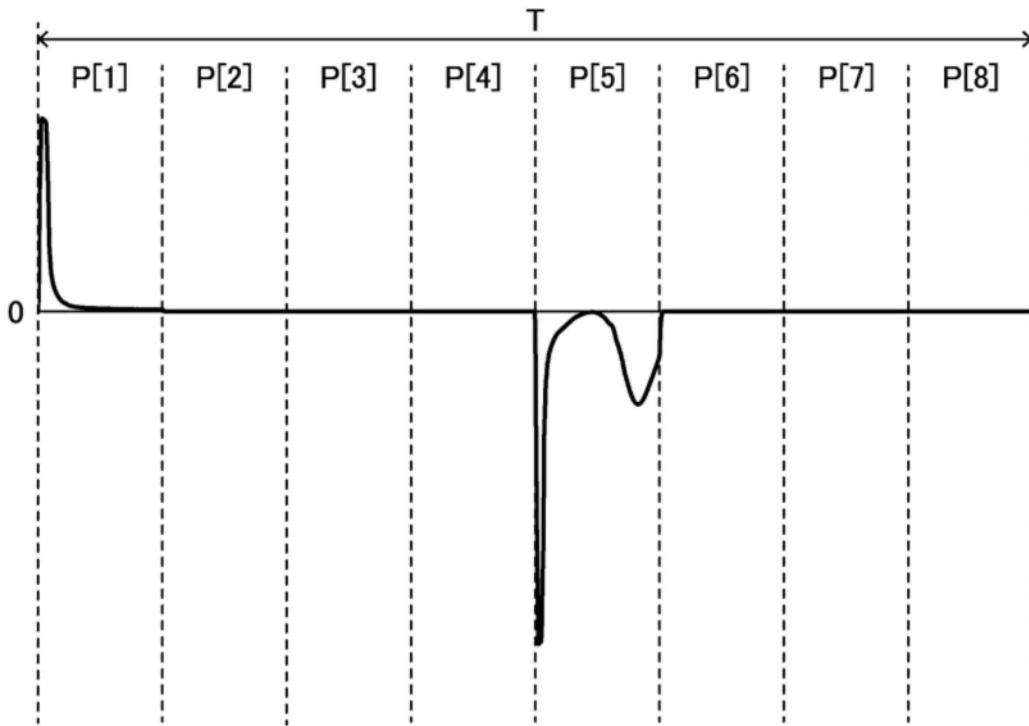


图24

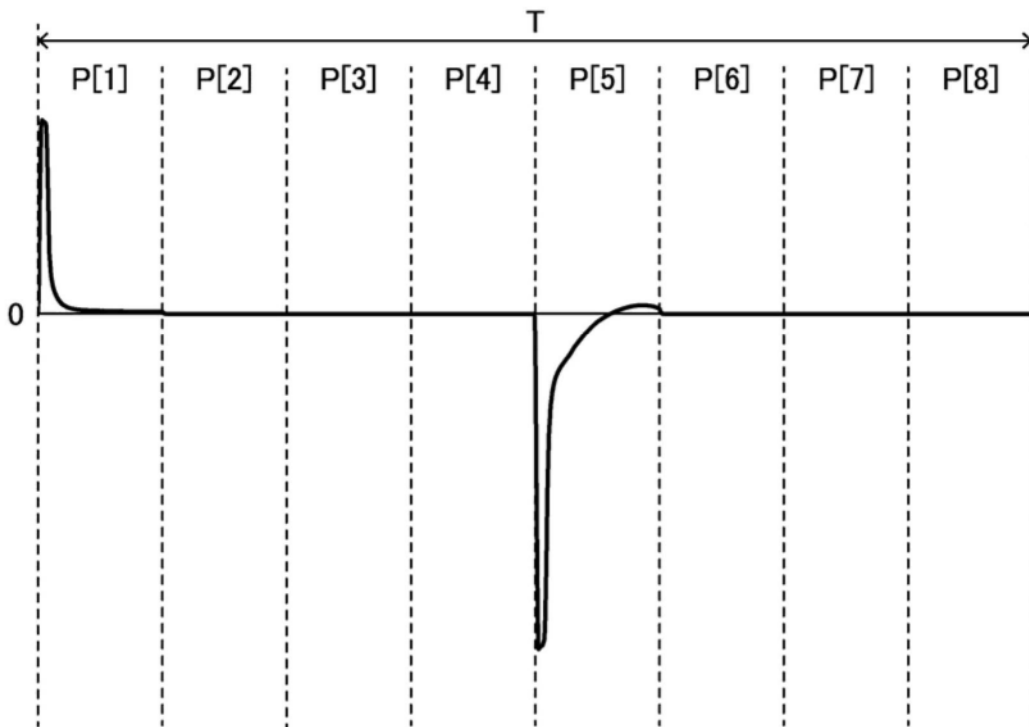


图25

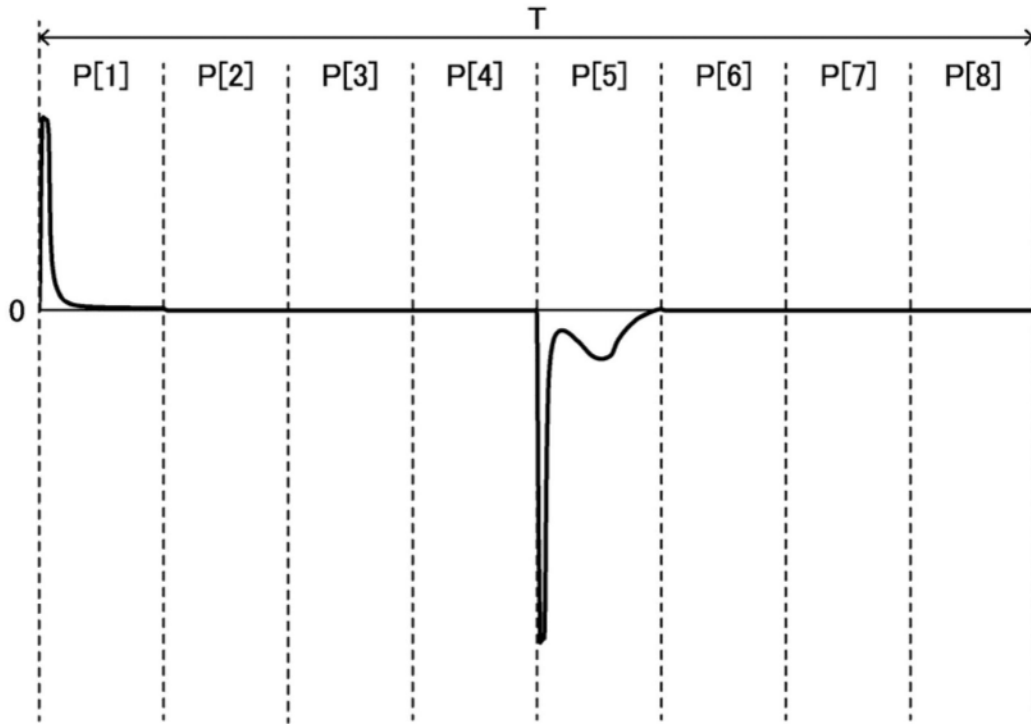


图26

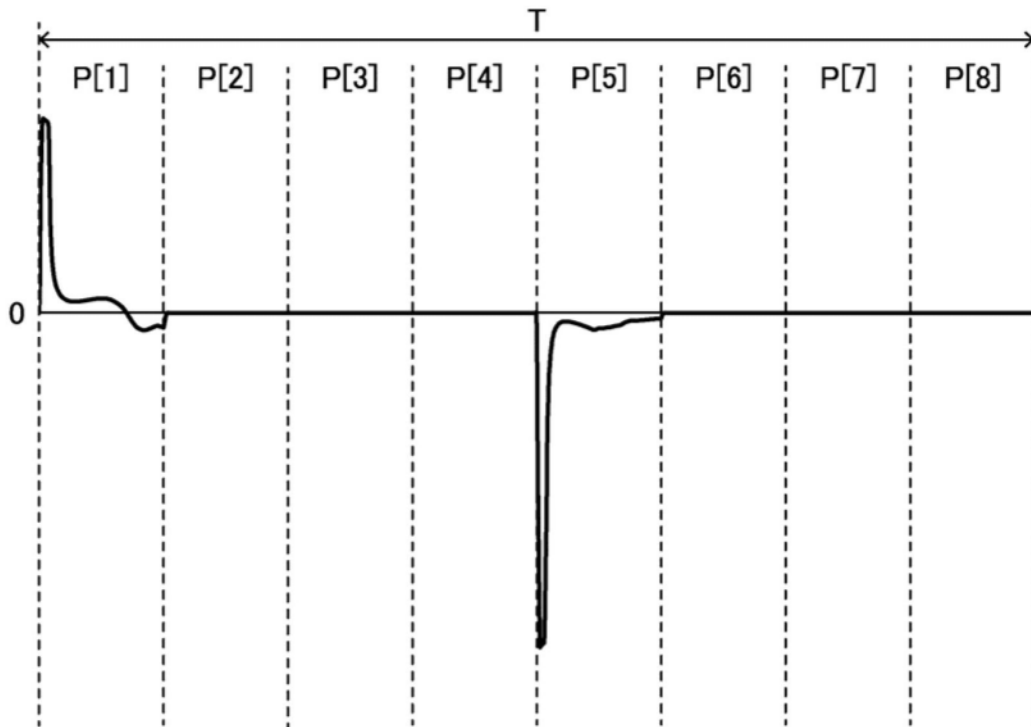


图27

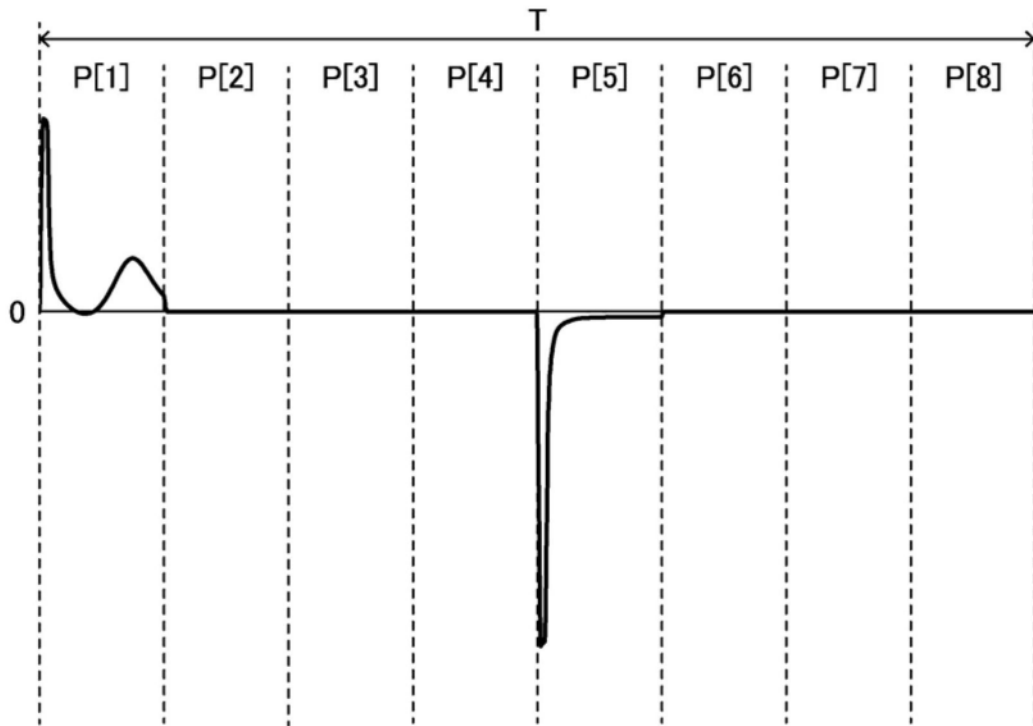


图28

#	时刻t	电压值rv
0	0	0.0
1	200	338.5
2	400	468.5
3	600	440.3
4	800	133.8
5	1000	65.8
6	1200	41.2
7	1400	30.4
8	1600	24.9
9	1800	23.7
:	:	:
34	6800	20.0
35	7000	15.8
36	7200	11.5
37	7400	7.8
38	7600	0.0
39	7800	0.0

图29

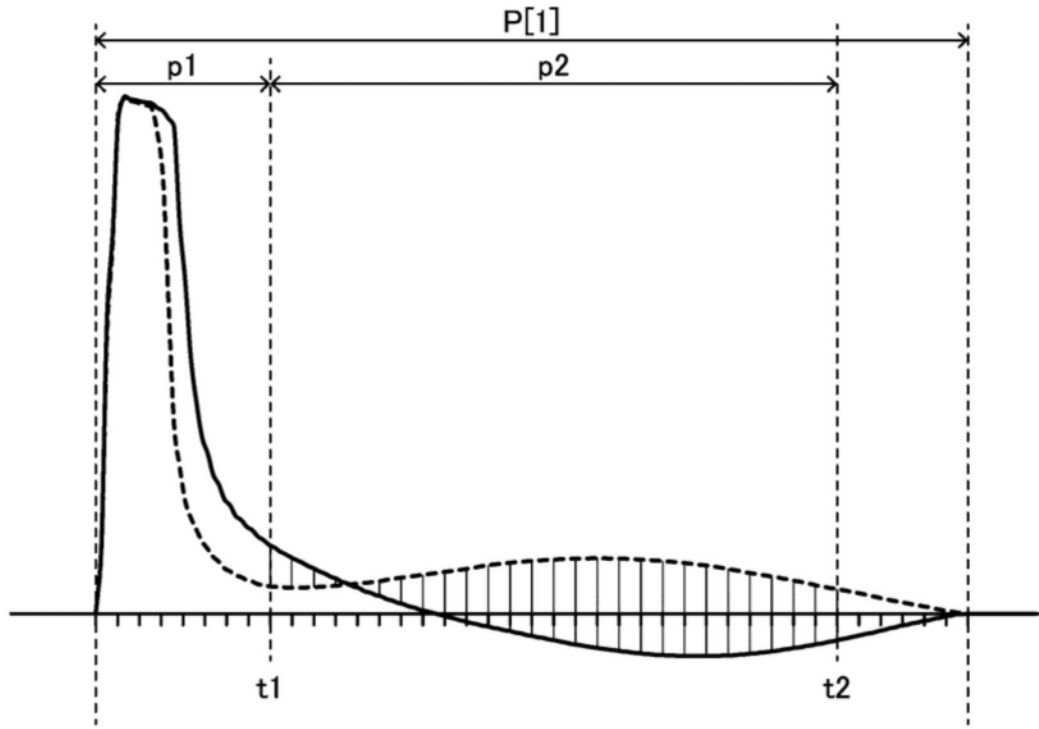


图30

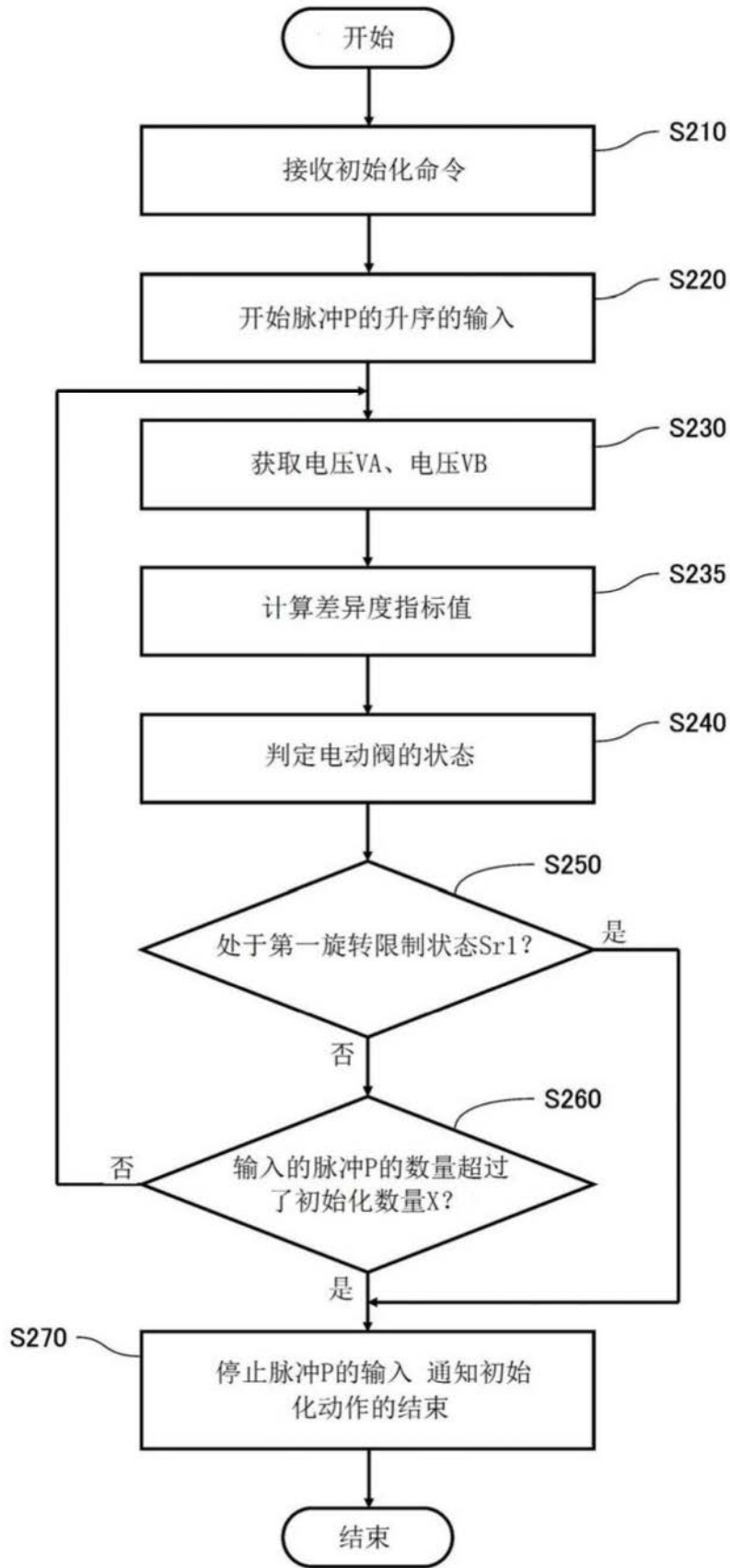


图31

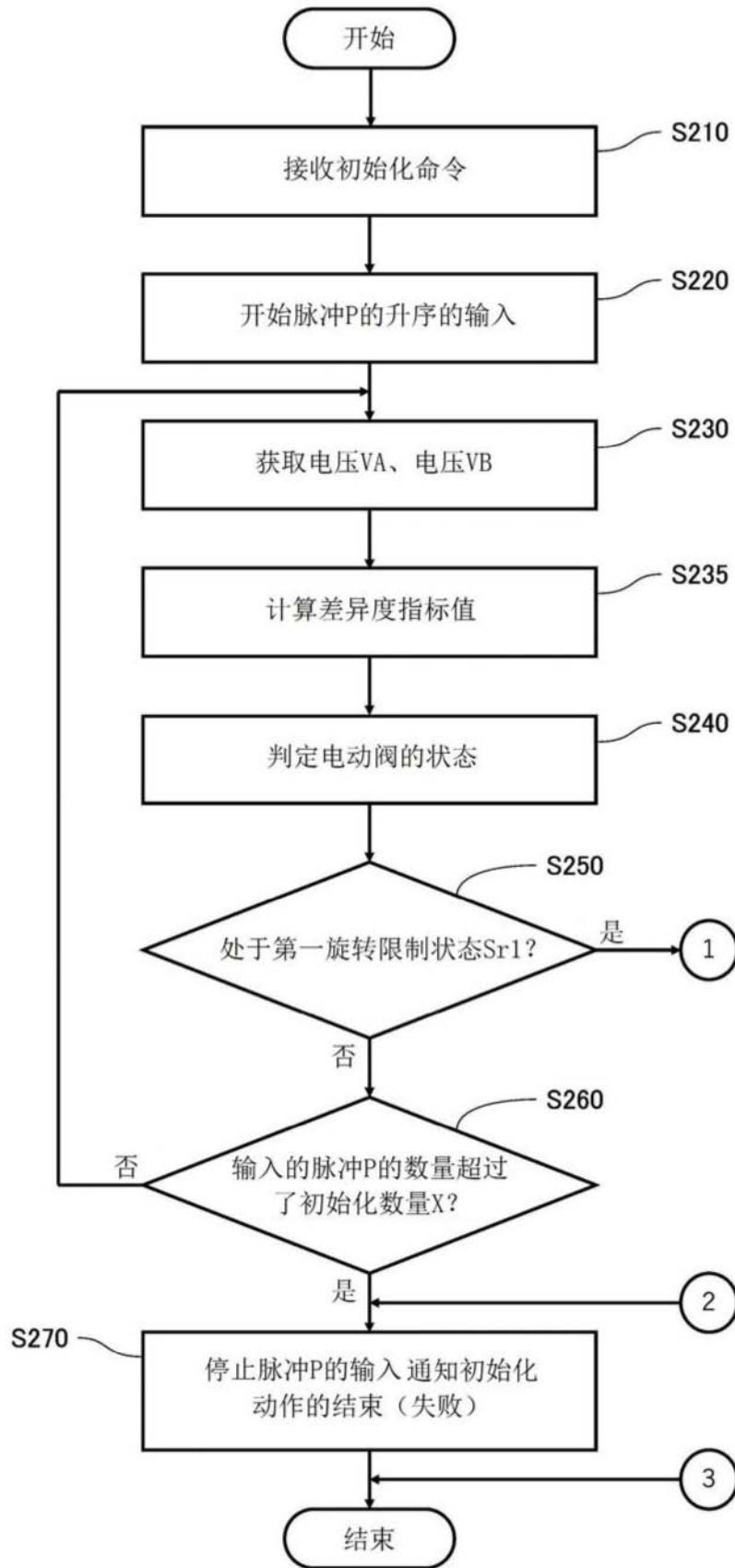


图32

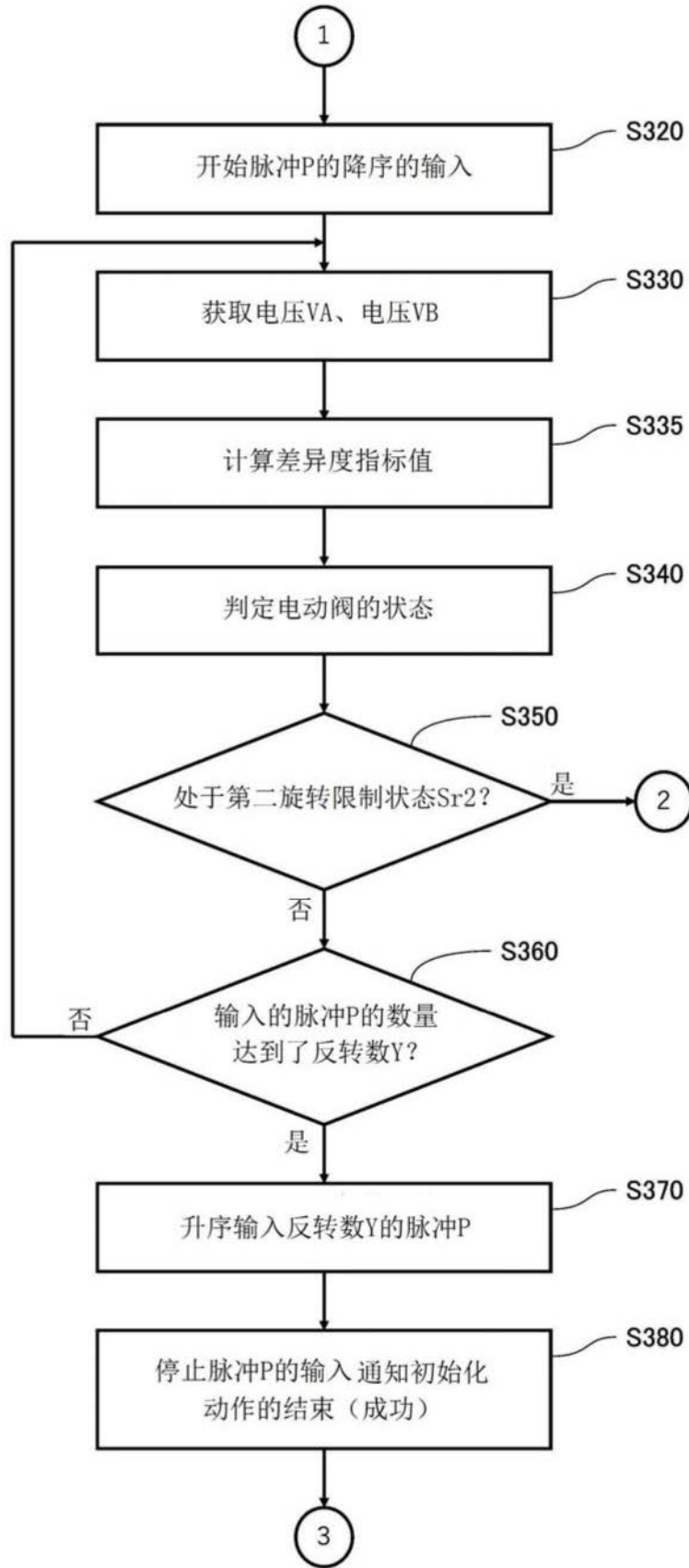


图33