



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101939905 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 19

(21) 申请号 200980104657. X

H02P 6/18 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 16

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2008-108607 2008. 04. 18 JP

2008-289554 2008. 11. 12 JP

JP 特开平 8-140391 A, 1996. 05. 31, 全文.

JP 特开平 8-163891 A, 1996. 06. 21, 全文.

JP 特开 2000-037093 A, 2000. 02. 02, 全文.

JP 特开平 11-075396 A, 1999. 03. 16, 全文.

WO 2006/107040 A1, 2006. 10. 12, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/001749 2009. 04. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02009/128268 EN 2009. 10. 22

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 甲田笃志 小川原秀治

(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

审查员 马永祥

(51) Int. Cl.

H02P 6/14 (2006. 01)

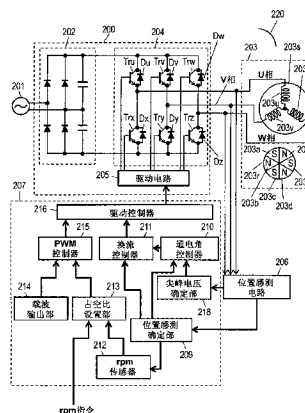
权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 21 页

(54) 发明名称

逆变器控制器、压缩机和家用电器

(57) 摘要

逆变器控制器在各位置感测之间的间隔与从发生位置感测信号直到逆变器电路 (204) 开始执行换流操作的时间加上尖峰电压的持续时间的总时间之间的时间差变得短于预定基准时间时, 在大于 120 度电角度的范围内减小逆变器电路 (204) 的通电角。该减小通电角的操作允许增大可感测位置范围, 使得不会漏检转子的磁极位置。逆变器控制器因此可以防止电动机陷入由负荷或电压改变而引起的不同步。



1. 一种逆变器控制器,包括:

(a) 用于驱动无刷 DC 电动机的逆变器电路;

(b) 用于感测所述电动机的感应电压的位置感测电路;

(c) 用于基于由所述位置感测电路感测的所述感应电压来输出转子的位置感测信号的位置感测确定部;

(d) 用于设置在所述位置感测确定部开始感测所述感应电压之前的等待时间的位置感测等待部;

(e) 用于基于所述电动机的电动机电流的通电角、所述电动机电流相对于所述感应电压的相位超前角以及 rpm 来设置从所述转子的所述位置感测信号的输出到所述逆变器电路开始执行换流操作之间的时间的换流控制器;

(f) 用于在给定角度范围内改变所述逆变器电路的所述通电角的电角度的通电角控制器,其中当在所述位置感测确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在所述位置感测等待部中设置的等待时间之间的时间差变得短于预定基准时间时,所述通电角被减小;以及

(g) 用于对在所述位置感测确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在所述位置感测等待部中设置的所述等待时间之间的时间差变得短于所述预定基准时间时所确定的角度减小确定的次数进行计数的通电角减小次数确定部,其中当在预定次数的位置感测期间角度减小确定的次数变得大于预定的角度减小次数时,所述通电角被减小。

2. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中当在所述位置感测确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在所述位置感测等待部中设置的所述等待时间之间的时间差变得长于所述预定基准时间时,所述逆变器电路中的所述通电角被增大。

3. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,还包括用于对在所述位置感测确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在所述位置感测等待部中设置的所述等待时间之间的时间差变得长于所述预定基准时间时所确定的角度增大确定的次数进行计数的通电角增大次数确定部,

其中当在预定次数的位置感测期间角度减小确定的次数变得大于预定的角度增大次数时,所述通电角被增大。

4. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中所述给定角度范围大于 120 度电角度并且小于 180 度电角度。

5. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中所述无刷 DC 电动机在所述转子中包括永磁体。

6. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中所述无刷 DC 电动机具有凸极。

7. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中所述无刷 DC 电动机包括多个定子绕组,各定子绕组具有 160 匝或大于 160 匝。

8. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中所述无刷 DC 电动机包括六个极或多于六个极。

9. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中当从发生所述位置感测信号直到所述逆变器电路开始执行所述换流操作的时间

加上尖峰电压的持续时间的总时间超过所述转子的所述位置感测信号的各输出之间的间隔时,通过利用先前执行过换流的另一个相的感应电压,基于所述转子的所述位置感测信号,来执行所述换流操作。

10. 如权利要求 1 所述的逆变器控制器,

其中当所述转子的所述位置感测信号的各输出之间的间隔与从发生所述位置感测信号直到所述逆变器电路开始执行所述换流操作的时间加上尖峰电压的持续时间的总时间之间的时间差变得长于所述预定基准时间时,所述逆变器电路中的所述通电角被增大。

11. 一种采用如权利要求 1 至 10 中任一项所述的逆变器控制器的压缩机。

12. 一种包括电冰箱在内的家用电器,其采用如权利要求 1 至 10 中任一项所述的逆变器控制器。

逆变器控制器、压缩机和家用电器

技术领域

[0001] 本发明涉及在无刷 DC 电动机中使用的逆变器控制器。本发明还涉及压缩机和诸如电冰箱的家用电器。

背景技术

[0002] 常规的逆变器控制器已经进行广角控制 (wide angle control), 在该广角控制中, 将通电角增大到高达 120 度的电角度以增大逆变器的工作范围, 从而提高逆变器控制器的输出。专利文献 1 公开了这样的逆变器控制器的实例。

[0003] 120 度电角度的通电波形已经被普遍地采用, 因为其允许容易地控制逆变器。在无刷 DC 电动机的驱动系统中, 尽管可利用 180 度电角度, 但是逆变器的各个相的开关仅在 120 度电角度的范围内是导通的。因此留下剩余 60 度的范围不受控制。

[0004] 在该不受控制的范围期间, 逆变器不能输出期望的电压, 使得逆变器对 DC 电压的利用率被迫停留在低水平。该低利用率导致 DC 无刷电动机的端子电压较低, 从而减小电动机的工作范围, 即最大 rpm 被迫停留在低水平。

[0005] 专利文献 1 因此公开了将电压型逆变器的通电角设置为大于 120 度电角度并且不大于 180 度电角度的给定值, 使得不受控制的范围变得小于 60 度电角度。结果, 电动机的端子电压得到了提高并且工作范围可以得到增大。

[0006] 近年来, 永磁体被埋置在转子中以获得更高的电动机效率, 因为该结构除了允许产生由磁体引起的扭矩之外, 还允许产生由磁阻引起的扭矩。该内置磁体型 DC 无刷电动机因此可以有利地获得总体上更大的扭矩而不增大电动机电流。

[0007] 相位超前控制 (phase-advancing control) 被执行以便充分利用该磁阻扭矩。相位超前控制使逆变器的电压相位相对于电动机的感应电压超前。该控制方法还可以高效地利用弱化的磁通量以提高输出扭矩。

[0008] 压缩机采用逆变器控制器; 然而, 从环境状况、可靠性和维修的观点来看, 逆变器控制器不使用诸如霍尔元件的传感器。换言之, 压缩机采用无传感器式逆变器控制器, 其利用在定子布线上发生的感应电压来感测转子的磁极位置。该无传感器式逆变器控制器通常利用不受控制的范围 (即 60 度电角度) 来观测在上和下臂的开关被关断时在电动机端子处发生的感应电压, 从而获得转子的磁极位置。

[0009] 在下文中参照图 13-15 详细描述上述常规逆变器控制器。图 13 示出常规逆变器控制器的结构。图 14 示出常规逆变器控制器的关于在执行广角控制时负荷扭矩与 rpm 之间关系的特性。图 15 示出在执行 150 度电角度的广角控制时常规逆变器的各个部分的信号波形以及处理内容。

[0010] 磁极位置感测电路 10 由差动放大器 11、积分器 12 和过零比较器 13 形成。连接成 Y 形的定子绕组 3u、3v 和 3w 的中性点 3d 处的电压经由电阻器 11a 供应到放大器 11b 的反转输入端子。连接成 Y 形的电阻器 4u、4v 和 4w 的中性点 4d 处的电压直接供应到放大器 11b 的非反转输入端子。在输出端子和反转输入端子之间连接电阻器 11c, 使得放大器 11b

作为差动放大器 11 工作。

[0011] 来自放大器 11 的输出端子的输出信号被供应到由串联连接在一起的电阻器 12a 和电容器 12b 形成的积分器 12。

[0012] 来自积分器 12 的输出信号（电阻器 12a 和电容器 12b 之间的连接点处的电压）被供应到过零比较器 13 的非反转输入端子。中性点 3d 处的电压被供应到该非反转输入端子。比较器 13 从其输出端子输出磁极感测信号。放大器 11、积分器 12 和过零比较器 13 形成可以感测无刷 DC 电动机 3 的转子 3r 的磁极位置的磁极位置感测电路 10。

[0013] 从感测电路 10 输出的磁极位置感测信号被供应到微处理器 20，在该微处理器 20 中，信号经历相位校正以测量周期或设置相位角和通电角。该感测信号然后计算每电角度周期的计时器值，并确定开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw 和 Trz 的换流信号。

[0014] 微处理器 20 基于 rpm 指令输出电压指令，该微处理器 20 以 PWM（脉宽调制）来调制电压指令，并基于 rpm 指令与实际 rpm 之间的差来控制 PWM 信号的占空比（即通 / 断比），以输出覆盖三个相的脉宽调制（PWM）信号。如果实际 rpm 低于指示的 rpm，则微处理器 20 增大占空比，并且如果实际 rpm 高于指示的 rpm，则微处理器 20 减小占空比。

[0015] PWM 信号被供应到驱动电路 30，驱动电路 30 然后输出驱动信号以将其供应到开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw 和 Trz 的各个基极端子。

[0016] 在下文中参照图 15 说明前述逆变器控制器在加电时的操作，其中信号 (A)–(C) 与无刷 DC 电动机 3 的 U 相、V 相和 W 相的感应电压 Eu、Ev 和 Ew 相对应。信号 (A)–(C) 以各相位彼此之间相移 120 度的状态变化。

[0017] 信号 (D) 从差动放大器 11 输出，并且信号 (E) 从积分器 12 供应且形状为积分波形，该积分波形被供应到过零比较器 13，由此输出在过零点处上升和下降的励磁切换信号作为磁极位置感测信号，即信号 (F)。

[0018] 在励磁信号的上升和下降处启动的相位校正计时器 G1 以及由第一相位校正计时器 G1 启动的第二相位校正计时器 G2 使换流模式即逆变器模式（信号 N）前进一步。

[0019] 基于 W 相的感应电压波形来计算 U 相的通电定时，并且第一相位校正计时器 G1 可以控制逆变器的相位超前量。在图 7 中，通电角被设置为 150 度，并且相位超前角被设置为 60 度。第一计时器 G1 因此具有与 45 度相对应的值，并且第二计时器 G2 具有与 30 度相对应的值。

[0020] 结果，相应于各个逆变器模式，开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw 和 Trz 的开关状态可被控制为如信号 (H)–(M) 所示。

[0021] 通电期间被设置在 120–180 度之间的无刷 DC 电动机 3 可以如上所述进行驱动，使得逆变器电压的相位可以超前于电动机的感应电压的相位。

[0022] 前述常规结构基于转子 3r 的旋转来感测在定子绕组 3u、3v 和 3w 上发生的感应电压，并利用具有 90 度延迟的积分器 12 来移动这些感应电压的相位，从而获得与转子 3r 的磁极相对应的位置感测信号。基于位置感测信号来确定定子绕组 3u、3v 和 3w 的通电定时。结果，图 13 中所示的技术对急剧加速或急剧减速的响应较差，这是因为该技术采用具有 90 度的相位延迟的积分器 12。

[0023] 因此，在例如专利文献 2 中提出了响应性得到了改善的位置感测电路。在下文中参照图 16–17 描述专利文献 2 中公开并且采用响应性得到改善的位置感测电路的另一常规

逆变器控制器。

[0024] 图 16 示出专利文献 2 中公开的逆变器控制器的结构,并且图 17 示出图 16 所示的常规逆变器的各个部分的信号波形以及处理内容。

[0025] 如图 16 所示,在 DC 电源 001 的端子之间,三对开关晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 和 Tr_z 分别串联连接在一起,从而形成逆变器电路 140。无刷 DC 电动机 105 由转子 105r 和具有带分布绕组的四个极的定子 105s 形成。永磁体 105a 和 105b 埋置在转子 105r 中,即电动机 105 是内置磁体型。

[0026] 各对开关晶体管的连接点连接于连接成 Y 形的各个相的定子绕组 105u、105v 和 105w 的端子。前述连接点还连接到也连接成 Y 形的电阻器 107、108 和 109。保护性回流二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_w 和 D_z 连接在开关晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 和 Tr_z 的各个集电极和发射极之间。

[0027] 电阻器 101、102 在母线 103 和母线 104 之间串联连接在一起,并且它们的共同连接点(即感测端子 ON)被假定为在虚拟中性点处输出电压 V_N 。电压 V_N 与 DC 电源 001 的半电压相对应,即与无刷 DC 电动机 105 的定子绕组 105u、105v 和 105w 的中性点处的电压相对应。

[0028] 比较器 106a、106b 和 106c 经由它们的非反转输入端子(+)处的电阻器 107、108 和 109 连接到输出端子 OU 、 OV 和 OW 。它们的反转输入端子(-)连接到感测端子 ON。这些比较器 106a、106b 和 106c 的输出端子连接到作为逻辑部工作的微处理器 110 的输入端子 $I1$ 、 $I2$ 和 $I3$ 。微处理器 110 的输出端子 $O1$ – $O6$ 工作以经由驱动电路 120 驱动晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 和 Tr_z 。

[0029] 电动机 105 具有带分布绕组的四个极,并且转子 105r 具有设置在其表面上的永磁体 105a、105b,即电动机是表面磁体型,使得通电角被设置为 120 度,并且超前角被设置为 0 度。

[0030] 在下文中参照图 17 描述该常规逆变器控制器的操作。信号(A)–(C)指示在正常工作期间定子绕组 105u、105v 和 105w 的端子电压 V_u 、 V_v 和 V_w 。这些端子电压示出从逆变器电路 140 供应的电压 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} ,在定子绕组 105u、105v、105w 上发生的感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} ,以及通过逆变器电路 140 中的二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_y 、 D_w 、 D_z 中的任何一个的导通而产生的脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 的合成波形。

[0031] 比较器 106a、106b、106c 将这些端子电压 V_u 、 V_v 、 V_w 与虚拟中性点处的电压 V_N (即 DC 电源 001 的半电压)进行比较,并且比较器输出信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 作为信号(D)–(F)。

[0032] 在这种情况下,来自比较器的输出信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 由指示前述感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 的正状态、负状态和相位的时间段 PS_{ua} 、 PS_{va} 、 PS_{wa} 以及与脉冲状信号 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 相对应的时间段 PS_{ub} 、 PS_{vb} 、 PS_{wb} 形成。

[0033] 脉冲状信号 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 被等待计时器忽视,使得:结果,来自比较器的输出信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 指示感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 的正状态、负状态和相位。

[0034] 微处理器 110 基于从比较器供应的信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态来识别由信号(G)指示的六个模式 A–F,并且输出从输出信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 改变它们的电平的时刻延迟 30 度电角度的驱动信号 DS_u (信号 J)– DS_z (信号 O)。

[0035] 各个模式 A–F 的持续时间 T(H) 指示 60 度电角度,并且模式 A–F 的持续时间的一

半（信号 I）（即 $T/2$ ）指示与 30 度电角度相对应的时间延迟。

[0036] 如上所述，专利文献 2 中公开的技术利用响应于电动机 105 的转子 105r 的旋转而在定子绕组 105u、105v、105w 上发生的感应电压来感测转子 105r 的位置和状态。除此之外，感测感应电压的时间变化 T ，以便基于对定子绕组 105u、105v、105w 的通电模式和定时来确定驱动信号。所确定的驱动信号被用于对各个相的定子绕组进行通电。

[0037] 专利文献 1 中公开的常规结构提出了可以感测 180 度电角度范围内的磁极的磁极位置感测电路 10。然而，积分器的使用引起了 90 度电角度的延迟，使得电路 10 对 rpm 的急剧变化（例如负荷变化）的响应较差，并且电动机有时会陷入不同步或者停止工作。

[0038] 专利文献 2 中公开的另一常规结构提出了免除 90 度电角度延迟的位置感测电路。然而，该电路采用将通电角扩大到超过 120 度的广角控制，或者执行使逆变器的电压相位相对于电动机的感应电压的相位超前的相位超前控制。换言之，定子绕组 105u、105v、105w 的绕组匝数被增大以获得更高的效率。该结构既会引起电感的增加又会引起尖峰电压的宽度的增加，使得可感测的位置范围减小。

[0039] 使用具有集中绕组的定子将会提高效率和输出扭矩；然而，在这种情况下，当该无刷 DC 电动机 105 采用六个极时，可感测的位置范围被减小为采用四个极的情况的机械角的 $2/3$ 。

[0040] 然而，如上所述，这些技术想法，诸如广角控制、相位超前控制、增加绕组匝数和增加极数，结果会减小机械角的可感测的位置范围。当伴随着 rpm 的急剧变化而发生负荷或电压变化时，上面讨论的这些技术想法会使电动机在感测位置时失败，使得电动机陷入不同步并停止工作。

[0041] 专利引证 1：国际公开第 95/27328 号单行本

[0042] 专利引证 2：日本特开第 H01-8890 号

发明内容

[0043] 本发明的目的在于提供一种可靠的逆变器控制器，其可以响应于负荷或电压的急剧变化所引起的可感测位置范围的减小而瞬时地改变通电角，从而防止电动机陷入不同步并停止工作。

[0044] 本发明的逆变器控制器包括以下结构元件：

[0045] (a) 用于驱动无刷 DC 电动机的逆变器电路；

[0046] (b) 用于感测电动机的感应电压以及在逆变器电路中对换流（commutation）进行切换时发生的尖峰电压的位置感测电路；

[0047] (c) 用于基于由位置感测电路感测的感应电压来感测电动机的转子的旋转位置和 rpm，并输出转子的旋转位置感测信号的位置感测确定部；

[0048] (d) 用于测量尖峰电压的持续时间的尖峰电压确定部；

[0049] (e) 用于基于无刷 DC 电动机的电动机电流的通电角、电动机电流相对于感应电压的相位超前以及 rpm 来设置从转子的位置感测信号的输出到逆变器电路开始换流之间的时间的换流控制器；以及

[0050] (f) 用于在给定角度范围内改变逆变器电路的通电角的电角度的通电角控制器。

[0051] 上述结构允许逆变器电路的通电角在比以下情况下的电角度的给定角度范围的

下限更大的范围内减小 ; 转子的位置感测信号的各输出之间的间隔与从发生位置感测信号开始直到逆变器电路开始换流的时间加上尖峰电压的持续时间的总时间之间的时间差变得比预定基准时间短。

[0052] 本发明的另一逆变器控制器包括以下结构元件 :

[0053] (a) 用于驱动无刷 DC 电动机的逆变器电路 ;

[0054] (b) 用于感测电动机的感应电压的位置感测电路 ;

[0055] (c) 用于基于由位置感测电路感测的感应电压来输出转子的位置感测信号的位置感测确定部 ;

[0056] (d) 用于设置在位置感测确定部开始感测感应电压之前的等待时间的位置感测等待部 ;

[0057] (e) 用于基于无刷 DC 电动机的电动机电流的通电角、电动机电流相对于感应电压的相位超前以及 rpm 来设置从转子的位置感测信号的输出到逆变器电路开始换流之间的时间的换流控制器 ; 以及

[0058] (f) 用于在给定角度范围内改变逆变器电路的通电角的电角度的通电角控制器。

[0059] 上述结构允许逆变器电路的通电角在比以下情况下的电角度的给定角度范围的下限更大的范围内减小 ; 位置感测确定部执行的各位置感测之间的间隔与位置感测等待部所设置的等待时间之间的时间差变得比预定基准时间短。

[0060] 上述结构允许增大可感测位置范围, 并且仍然消除感测转子的磁极位置时的漏检。

附图说明

[0061] 图 1 示出根据本发明的第一实施例的逆变器控制器的框图。

[0062] 图 2 示出根据第一实施例的逆变器控制器的各个部分的信号波形。

[0063] 图 3A 示出图解根据第一实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0064] 图 3B 示出图解根据第一实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0065] 图 4 示出根据本发明的第二实施例的逆变器控制器的框图。

[0066] 图 5 示出根据第二实施例的逆变器控制器的各个部分的信号波形。

[0067] 图 6A 示出图解根据第二实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0068] 图 6B 示出图解根据第二实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0069] 图 7 示出根据本发明的第三实施例的逆变器控制器的框图。

[0070] 图 8 示出根据第三实施例的逆变器控制器的各个部分的信号波形。

[0071] 图 9A 示出图解根据第三实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0072] 图 9B 示出图解根据第三实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0073] 图 10 示出根据本发明的第四实施例的逆变器控制器的框图。

[0074] 图 11A 示出图解根据第四实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0075] 图 11B 示出图解根据第四实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0076] 图 12 示出根据第四实施例的电冰箱的示意图。

[0077] 图 13 示出常规逆变器控制器的结构。

[0078] 图 14 示出常规逆变器控制器的负荷扭矩与 rpm 之间的特性。

- [0079] 图 15 示出常规逆变器控制器的各个部分的信号波形和处理内容。
- [0080] 图 16 示出另一常规逆变器控制器的结构。
- [0081] 图 17 示出常规逆变器控制器的各个部分的信号波形。
- [0082] 附图标记的说明
- [0083] 200 逆变器控制器
- [0084] 201 商用电源
- [0085] 202 整流器
- [0086] 203 无刷 DC 电动机
- [0087] 203r 转子
- [0088] 203a、203b、203c、203d、203e、203f 永磁体
- [0089] 203s 定子
- [0090] 203u、203v、203w 定子绕组
- [0091] 204 逆变器电路
- [0092] 205 驱动电路
- [0093] 206 位置感测电路
- [0094] 207 微处理器
- [0095] 208 位置感测等待部
- [0096] 209 位置感测确定部
- [0097] 209a 通电角减小次数确定部
- [0098] 209b 通电角增大次数确定部
- [0099] 210 通电角控制器
- [0100] 210a 通电角更新计时器
- [0101] 211 换流控制器
- [0102] 212rpm 传感器
- [0103] 213 占空比设置部
- [0104] 214 载波输出部
- [0105] 215PWM 控制器
- [0106] 216 驱动控制器
- [0107] 218 尖峰电压确定部
- [0108] 220 压缩机
- [0109] 300 电冰箱
- [0110] 301 主体
- [0111] 302 储藏室
- [0112] 303 机械室
- [0113] 304 压缩机
- [0114] 305 管道
- [0115] 306 制冷循环元件

具体实施方式

[0116] 在下文中参照附图说明本发明的示例性实施例。这些实施例并非对本发明进行限制。

[0117] 实施例 1

[0118] 图 1 示出根据本发明的第一实施例的逆变器控制器的框图。图 2 示出根据第一实施例的逆变器控制器的各个部分的信号波形。图 3 示出图解根据第一实施例的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0119] 在图 1 中,逆变器控制器 200 连接到商用电源 201 和压缩机(未示出),并且包括整流器 202 和逆变器电路 204。整流器 202 将商用电源 201 变换成 DC 电源,并且逆变器电路 204 驱动压缩机的无刷 DC 电动机 203。逆变器控制器 200 还包括驱动逆变器电路 204 的驱动电路 205,感测电动机 203 的端子电压的位置感测电路 206,以及控制逆变器电路 204 的微处理器 207。

[0120] 微处理器 207 包括 rpm 传感器 212、换流控制器 211、占空比设置部 213、PWM 控制器 215、驱动控制器 216、载波输出部 214。微处理器 207 还包括基于来自位置感测电路 206 的输出信号来感测电动机 203 的磁极位置的位置感测确定部 209,感测尖峰电压的尖峰电压确定部 218,以及基于来自位置感测确定部 209 和尖峰电压确定部 218 的输出来确定通电角的通电角控制器 210。

[0121] 无刷 DC 电动机 203 具有带集中凸极绕组的六个极,使得该无刷 DC 电动机 203 由具有三相绕组的定子 203s 和转子 203r 形成。定子 203s 具有六个极和九个槽,并且各个相的定子绕组 203u、203v、203w 各自具有 189 匝。在转子 203r 中包括有永磁体 203a、203b、203c、203d、203e 和 203f,使得它们可以产生磁阻扭矩,即转子 203r 是内置磁体型。

[0122] 逆变器电路 204 由三相桥接的六个开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 以及并联连接到各个晶体管的回流二极管(reflux diode)Du、Dx、Dv、Dy、Dw、Dz 形成。

[0123] 位置感测电路 206 由比较器(未示出)等形成,并且比较器将基于电动机 203 的感应电压的端子电压信号与基准电压进行比较,从而获得位置感测信号。该结构与专利文献 2 中公开的结构相似。

[0124] 位置感测确定部 209 从位置感测电路 206 所供应的输出信号中仅提取位置感测信号,从而获得转子 203r 的位置信号。尖峰电压确定部 218 从位置感测电路 206 所供应的输出信号中仅提取尖峰电压信号。

[0125] 换流控制器 211 通过使用由确定部 209 供应的位置信号和由通电角控制器 210 确定的通电角来计算换流定时,从而产生用于开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw 和 Trz 的换流信号。

[0126] Rpm 传感器 212 对位置感测确定部 209 所供应的位置信号计数给定的时间,并且测量脉冲之间的间隔,由此计算电动机 203 的 rpm。

[0127] 占空比设置部 213 通过使用 rpm 传感器 212 所计算的 rpm 与 rpm 指令所指示的 rpm 之间的差来执行占空比的加法运算或减法运算,由此将占空比值输出到 PWM 控制器 215。当实际的 rpm 小于指示的 rpm 时,占空比设置部 213 增大占空比,并且当实际的 rpm 大于指示的 rpm 时,占空比设置部 213 减小占空比。

[0128] 载波输出部 214 在 3kHz 和 10kHz 之间的范围内设置对开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 进行开关的载波频率。

[0129] PWM 控制器 215 通过使用由载波输出部 214 设置的载波频率和由占空比设置部 213 设置的占空比值来输出 PWM 调制信号。

[0130] 通电角控制器 210 基于在位置感测确定部 209 和尖峰电压确定部 218 中获得的位置感测信息来控制换流控制器 211 的通电角。

[0131] 驱动控制器 216 将换流信号、PWM 调制信号、通电角以及相位超前角 (phase advancing angle) 合成在一起用于产生导通或关断开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 的驱动信号,然后将驱动信号输出到驱动电路 205。基于该驱动信号,驱动电路 205 导通或关断开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz,即执行对晶体管的开关,由此驱动无刷 DC 电动机 203。

[0132] 在下文中描述逆变器控制器的各个部分的图 2 中所示的波形。逆变器控制器 200 以 150 度的通电角和 15 度的相位超前角来控制无刷 DC 电动机 203。

[0133] 信号 (A)-(C) 表示电动机 203 的 U 相、V 相、W 相的端子电压 V_u 、 V_v 、 V_w ,并且这些信号以各相位彼此之间相移 120 度的状态变化。这些端子电压示出由以下电压合成的波形:从逆变器电路 204 供应的电压 V_{us} 、 V_{va} 、 V_{wa} ,在定子绕组 203u、203v、203w 上产生的感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} ,以及在回流二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_y 、 D_w 、 D_z 中的任何一个变为导通时产生的脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 。

[0134] 比较器将各个端子电压 V_u 、 V_v 、 V_w 与虚拟中性点处的电压 V_N (即从整流器 202 向逆变器电路 204 供应的 DC 电源电压的半电压) 进行比较,然后比较器输出信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 即信号 (D)-(F)。这些输出信号由与供应电压 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} 相对应的时间段 PS_{ua} 、 PS_{va} 、 PS_{wa} ,和与尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 相对应的时间段 PS_{uc} 、 PS_{vc} 、 PS_{wc} ,以及与将感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 和虚拟中性点处的电压 V_N 进行比较的各个时间段相对应的时间段 PS_{ub} 、 PS_{vb} 、 PS_{wb} 合成。

[0135] 微处理器 207 基于由各个比较器供应的信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态来识别由信号 (G) 指示的六个模式 A-F。微处理器 207 输出驱动信号 DS_u - DS_z 即信号 (H)-(M)。

[0136] 接下来,参照图 3 所示的流程图详细描述本实施例的操作。首先,在步骤 S001,感测从位置感测电路 206 供应的位置感测信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 。然后在步骤 S002,取决于开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 的输出状态 (即与图 2 所示的工作模式相应的位置感测信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态),来确定位置感测。例如,在图 2 所示的工作模式 A 的情况下,在 PS_{ub} 时间段期间,信号 PS_u 感测出高电平 (H-level),信号 PS_v 感测出低电平 (L-level),并且信号 PS_w 感测出高电平,由此感测出 U 相的端子电压的上升。以类似的方式,在其它工作模式的情况下,在 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 时间段期间,对信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态感测允许感测出各个端子电压相对于虚拟中性点处的电压 V_N 的上升或下降。稍后将描述在 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 时间段期间执行位置感测的原因。

[0137] 步骤 S002 中对位置感测的确定促使步骤 (步骤 S002 之后的箭头标记 Y) 进行到步骤 S003,在该步骤 S003 中,读取计算自从前一次位置感测以来的持续时间的持续时间的间隔计时器,然后重置该计时器以重新开始时间计算。通过感测各个端子电压的上升和下降来执行的位置感测在端子电压的一个周期中发生六次,使得对各位置感测之间的间隔进行的测量允许获得与 60 度电角度相对应的持续时间。

[0138] 接着,在步骤 S004 中,确定与通电角和相位超前角的设置相应的换流定时。例如,

图 2 示出在 150 度通电角和 15 度相位超前角下的操作。将通过各位置感测之间的间隔而获得的 60 度基准用作基准,设置换流定时,使得驱动信号 D_{su} 、 D_{sv} 、 D_{sw} 、 D_{sx} 、 D_{sy} 、 D_{sz} 的通时刻 (on-timing) 是位置感测之后的 0 度,并且驱动信号的断时刻 (off-timing) 是位置感测之后的 30 度。

[0139] 然后在步骤 S005 中,对计算自从位置感测信号发生以来的持续时间的换流计时器进行计数以便将该持续时间与在步骤 004 中设置的换流定时进行比较,然后在步骤 S006 中,等待直到经过了由换流定时设置的时间,这促使步骤 (在步骤 S006 之后的箭头标记 Y) 进行到步骤 S007,在该步骤 S007 中,将驱动信号 D_{su} 、 D_{sv} 、 D_{sw} 、 D_{sx} 、 D_{sy} 、 D_{sz} 供应到驱动电路 205 使得换流操作得以执行。

[0140] 在这种情况下,在开关晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 、 Tr_z 中的任何一个刚刚从开通状态转换成关断状态之后,在转换之前的一瞬间还导通的定子绕组 203u、203v、203w 中所存储的能量由于回流二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_y 、 D_w 、 D_z 中的任何一个的导通而被释放。在该时间段期间,即在转换和释放之间,发生脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 。

[0141] 通常,尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 应该在感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 通过虚拟中性点处的电压 V_N 处的交叉点之前终止。然而,这些尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 会由于定子绕组 203u、203v、203w 的电感以及在晶体管关断之前的一瞬间可获得的电流,而改变它们的发生时间。如果尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 的持续时间由于发生时间的改变而变得更长,则感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 被隐蔽,使得超过交叉点的发生时刻的持续时间将使得不可能执行正常的位置感测。

[0142] 为了克服这个问题,本实施例在步骤 S008 中设置尖峰测量计时器用于测量尖峰电压的持续时间。然后在步骤 S009 中,与步骤 S001 中的操作相类似,感测从位置感测电路 206 供应的位置感测信号 P_{su} 、 P_{sv} 、 P_{sw} 的状态。然后在步骤 S010 中,取决于开关晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 、 Tr_z 的输出状态,即取决于与图 2 中所示的工作模式相应的位置感测信号 P_{su} 、 P_{sv} 、 P_{sw} 的状态,来确定尖峰电压是否终止。

[0143] 在图 2 所示的工作模式 A 的情况下,与先前的描述类似,在 PS_{uc} 时间段期间,信号 P_{su} 感测出低电平,信号 P_{sv} 感测出低电平,并且信号 P_{sw} 感测出高电平,由此感测出尖峰电压的终止。以类似的方式,在其它工作模式的情况下,在 PS_{uc} 、 PS_{vc} 和 PS_{wc} 时间段期间,对信号 P_{su} 、 P_{sv} 、 P_{sw} 的状态感测允许感测出尖峰电压的终止。

[0144] 在这种情况下,基于换流操作之后的进展,来确定位置感测信号的位置。例如,位置感测信号位于尖峰电压被感测到的 PS_{uc} 、 PS_{vc} 和 PS_{wc} 时间段期间吗? 或者位置感测信号位于感应电压被感测到的 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 时间段期间吗? 这个问题可以基于换流操作之后的进展来回答。换言之,在换流刚刚被关闭之后,尖峰电压感测时间段 PS_{uc} 、 PS_{vc} 和 PS_{wc} 是有效的,然后感应电压感测时间段 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 是有效的,随后是与供应电压 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} 相对应的信号产生时间段 PS_{ua} 、 PS_{va} 、 PS_{wa} 。然后波形返回到通过关闭换流操作而产生的尖峰电压感测时间段 PS_{uc} 、 PS_{vc} 和 PS_{wc} 。波形因此重复上述周期。

[0145] 在先前讨论的步骤 S001 中,在时间段 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 期间执行位置感测,并且在步骤 S009 中,在时间段 PS_{uc} 、 PS_{vc} 和 PS_{wc} 期间执行位置感测。在感测到尖峰电压的终止的情况下 (步骤 S010 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S011,在该步骤 S011 中,读取尖峰电压测量计时器以测量尖峰电压的持续时间。

[0146] 接着,在步骤 S012 中,基于在步骤 S003 中获得的各位置感测之间的间隔以及在步骤 S011 中获得的尖峰电压的持续时间,来确定尖峰电压时间段 PSuc、PSvc 和 PSwc 是否大于感应电压感测时间段 PSub、PSvb 和 PSwb。

[0147] 例如,可以以这样的方式确定关于尖峰电压时间段是较大还是较小:将预定时间与时间差(下文中称为确定时间)进行比较,所述时间差是之前刚刚执行的每 60 度的各位置感测之间的间隔与从位置感测之后直到换流被关闭为止的换流时间加上尖峰电压的持续时间的总时间之间的时间差。该预定时间与例如 3.75 度电角度相对应。

[0148] 当确定时间不比预定时间长时(步骤 S012 之后的箭头标记 Y),换言之,当位置感测信号的尖峰电压感测时间段 PSuc、PSvc 和 PSwc 的终止时刻接近感应电压感测时间段 PSub、PSvb 和 PSwb 期间与虚拟中性点电压 VN 的交叉点时,即当尖峰电压的持续时间变得更大时,步骤进行到步骤 S013。

[0149] 在步骤 S013 中,当通电角大于下限时(步骤 S013 之后的箭头标记 Y),在步骤 S014 中将通电角减小预定角度。例如,当通电角被设置为 150 度、通电角的下限被设置为 120 度并且变更角被设置为 7.5 度时,通电角从 150 度变更为 142.5 度。当确定条件在前述变更被执行之后仍然保持原样时,通电角从 142.5 度减小为 135 度,然后减小为 127.5 度,然后减小为 120 度。

[0150] 当在步骤 S013 中通电角已经达到下限时(步骤 S013 之后的箭头标记 Y),或者当在步骤 S014 中通电角被减小时,然后步骤进行到步骤 S015。

[0151] 在步骤 S015 中,当确定时间不长于预定时间或者取负值时(步骤 S015 之后的箭头标记 Y),换言之,当尖峰电压的持续时间的终止时刻超过位置感测间隔 60 度的持续时间时,在步骤 S016 中重置换流定时。

[0152] 如先前讨论的那样,当尖峰电压的持续时间超过感应电压与虚拟中性点处的电压 VN 之间的交叉点的发生时刻时,不可能执行正常的位置感测。在这样的情况下,在自从之前刚刚执行的上一次位置感测以来经过 60 度角度之后设置位置感测的临时点,然后基于该临时点设置换流定时。

[0153] 例如,在图 2 所示的工作模式 A 的情况下,换言之,即在感测出 U 相的端子电压的上升的情况下,基于在之前刚刚执行的工作模式 F 中获得的位置感测信息,即基于在感测出 V 相的端子电压的下降期间获得的信息,来临时地对位置进行感测。以类似的方式,基于在之前刚刚执行的其它相期间获得的位置感测信息,来对其它工作模式执行临时位置感测。在这种情况下,基于之前刚刚执行的另一个相来执行位置感测;然而,也可以基于确定时间取正值的数次前的位置感测信息来执行位置感测。

[0154] 在步骤 S016 中重置换流定时之后,步骤返回到步骤 S005,然后重复其后的相同步骤。当在步骤 S015 中确定时间取正值时(步骤 S015 之后的箭头标记 N),步骤返回到步骤 S001,然后重复从该步骤开始的相同步骤。

[0155] 另一方面,当确定时间取比预定时间更长的时间时(步骤 S012 之后的箭头标记 N),步骤进行到步骤 S017。与前述确定相反,当确定时间和预定时间(例如,与 7.5 度电角度相对应的时间)之间的比较导致更大的确定时间时(步骤 S017 之后的箭头标记 Y),换言之,当位置感测信号的尖峰电压感测时间段 PSuc、PSvc 和 PSwc 的终止时刻变得远离虚拟中性点处的电压 VN 与感应电压之间的交叉点时,即当尖峰电压的持续时间变得更小时,步骤

进行到步骤 S018。

[0156] 在步骤 S018 中,当通电角小于上限时(步骤 S018 之后的箭头标记 N),将通电角增大预定角度。与之前的情况相类似,当通电角被设置为 120 度、通电角的上限被设置为 150 度并且预定变更角被设置为 7.5 度时,那么通电角从 120 度变更为 127.5 度。如果确定条件仍然保持原样,则通电角从 127.5 度增大到 135 度,然后增大到 142.5 度,然后增大到 150 度。

[0157] 在步骤 S018 中,当通电角已经达到上限时(步骤 S018 之后的箭头标记 Y),或者当在步骤 S019 中通电角增大时,步骤返回到步骤 S001,并且重复从该步骤开始的相同步骤。

[0158] 如果确定条件在步骤 S012 和步骤 S017 中都得不到满足(步骤 S012 和 S017 之后的箭头标记 N),则步骤直接返回到步骤 S001,并且重复从该步骤开始的相同步骤。

[0159] 本实施例因此证实:当负荷扭矩的改变引起电动机电流的改变并且由此使尖峰电压宽度加宽时,通电角被瞬时地减小以减小电动机电流。结果,可感测位置范围即感应电压感测时间段 PSub、PSvb 和 PSwb 可以得到增大。除此之外,尖峰电压的宽度即尖峰电压感测时间段 PSuc、PSvc 和 PSwc 可以得到减小。

[0160] 此外,当存在着由于尖峰电压的不利影响而引起的错误位置感测的可能性时,通电角的变更允许通过临时位置感测来使电动机继续工作直到正常的位置感测得到恢复为止。

[0161] 本发明的实施例因此允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误位置感测而陷入不同步,这会导致电动机停止工作。在压缩机中使用逆变器控制器 200,允许压缩机优良地工作,这保证包括配备有逆变器控制器 200 的电冰箱等的家用电器也作为一个系统优良地工作。

[0162] 实施例 2

[0163] 图 4 示出根据本发明的第二实施例的逆变器控制器的框图。图 5 示出图 4 中所示的逆变器控制器的各个部分的信号波形。图 6 示出图解图 4 所示的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0164] 在图 4 中,逆变器控制器 200 连接到商用电源 201 和压缩机(未示出),并且包括整流器 202 和逆变器电路 204。整流器 202 将商用电源 201 变换成 DC 电源,并且逆变器电路 204 驱动压缩机的无刷 DC 电动机 203。逆变器控制器 200 还包括驱动逆变器电路 204 的驱动电路 205,感测电动机 203 的端子电压的位置感测电路 206,以及控制逆变器电路 204 的微处理器 207。

[0165] 微处理器 207 包括基于来自位置感测电路 206 的输出信号来感测电动机 203 的磁极位置的位置感测确定部 209,确定磁极位置感测的采样的开始的位置感测等待部 208,确定通电角的通电角控制器 210,以及产生换流信号的换流控制器 211。

[0166] 微处理器 207 还包括基于来自位置感测确定部 209 的输出来计算 rpm 的 rpm 传感器 212,响应于 rpm 提供采用 PWM 调制的换流信号的占空比设置部 213,载波输出部 214,以及 PWM 控制器 215。微处理器 207 还包括通过使用来自换流控制器 211 和 PWM 控制器 215 的输出来驱动驱动电路 205 的驱动控制器 216。

[0167] 无刷 DC 电动机 203 具有带集中凸极绕组的六个极,使得该无刷 DC 电动机 203 由具有三相绕组的定子 203s 和转子 203r 形成。定子 203s 具有六个极和九个槽,以及各个相

的定子绕组 203u、203v、203w, 并且这些绕组各自具有 189 匝。在转子 203r 中包括有永磁体 203a、203b、203c、203d、203e 和 203f, 使得它们可以产生磁阻扭矩, 即转子 203r 是内置磁体型。

[0168] 逆变器电路 204 由三相桥接的六个开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 以及并联连接到各个晶体管的回流二极管 Du、Dx、Dv、Dy、Dw、Dz 形成。

[0169] 位置感测电路 206 由比较器 (未示出) 等形成, 并且比较器将基于电动机 203 的感应电压的端子电压信号与基准电压进行比较, 从而获得位置感测信号。

[0170] 位置感测等待部 208 设置用于忽视尖峰电压信号的等待时间以便仅提取位置感测信号。通过从自位置感测电路 206 供应的信号中分离出尖峰电压信号来执行该提取。

[0171] 位置感测确定部 209 从自位置感测电路 206 供应的输出信号中获取转子 203r 的位置信号, 由此产生位置感测信号。通电角减小次数确定部 209a 确定在确定部 209 中使用的位置感测间隔与在等待部 208 中设置的等待时间之间的时间差是否短于基准时间。

[0172] 通电角控制器 210 基于在位置感测确定部 209 中获得的位置感测信息来控制换流控制器 211 中的通电角。通电角更新计时器 210a 为控制器 210 设置通电角的更新周期以更新通电角。

[0173] 换流控制器 211 基于从位置感测确定部 209 供应的位置信号和从通电角控制器 210 供应的通电角来计算换流定时, 由此产生用于开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw 和 Trz 的换流信号。

[0174] Rpm 传感器 212 对位置感测确定部 209 所供应的位置信号计数给定时间, 并测量各脉冲之间的间隔, 由此计算电动机 203 的 rpm。

[0175] 占空比设置部 213 通过利用由 rpm 传感器 212 计算的 rpm 和由 rpm 指令指示的 rpm 之间的差来执行占空比的加法运算或减法运算, 由此将占空比值输出到 PWM 控制器 215。当实际 rpm 小于指示的 rpm 时, 占空比设置部 213 增大占空比, 并且当实际 rpm 大于指示的 rpm 时, 占空比设置部 213 减小占空比。

[0176] 载波输出部 214 在 3kHz 和 10kHz 之间的范围内设置对开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 进行开关的载波频率。

[0177] PWM 控制器 215 通过使用由载波输出部 214 设置的载波频率和由占空比设置部 213 设置的占空比值来输出 PWM 调制信号。

[0178] 驱动控制器 216 将换流信号、PWM 调制信号、通电角以及相位超前角合成在一起用于产生应该导通或关断开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 的驱动信号, 由此将驱动信号输出到驱动电路 205。基于该驱动信号, 驱动电路 205 导通或关断开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz, 即执行对晶体管的开关, 由此驱动无刷 DC 电动机 203。

[0179] 在下文中描述逆变器控制器的各个部分的图 5 所示的波形。逆变器控制器 200 以 150 度的通电角和 15 度的相位超前角来控制无刷 DC 电动机 203。

[0180] 信号 (A)-(C) 表示电动机 203 的 U 相、V 相、W 相的端子电压 Vu、Vv、Vw, 并且以各相位彼此之间相移 120 度的状态变化。这些端子电压示出由以下电压合成的波形: 从逆变器电路 204 供应的电压 Vus、Vva、Vwa, 在定子绕组 203u、203v、203w 上产生的感应电压 Vub、Vvb、Vwb, 以及在回流二极管 Du、Dx、Dv、Dy、Dw、Dz 中的任何一个变为导通时产生的脉冲状尖峰电压 Vuc、Vvc、Vwc。

[0181] 比较器将各个端子电压 V_u 、 V_v 、 V_w 与虚拟中性点处的电压 V_N (即从整流器 202 向逆变器电路 204 供应的 DC 电源电压的半电压) 进行比较, 然后比较器输出由信号 (D)-(F) 表示的信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 。这些输出信号由与供应电压 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} 相对应的 PS_{ua} 、 PS_{va} 、 PS_{wa} , 和与尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 相对应的 PS_{uc} 、 PS_{vc} 、 PS_{wc} , 以及与将感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 和虚拟中性点处的电压 V_N 进行比较的各个时间段相对应的 PS_{ub} 、 PS_{vb} 、 PS_{wb} 合成。

[0182] 脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 被与专利文献 2 所公开的等待计时器类似的位置感测等待部 208 所设置的等待时间 (信号 G) 忽视。结果, 从比较器供应的信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 因此指示感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 的状态 (诸如正、负和相位)。

[0183] 微处理器 207 基于由各个比较器供应的信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态来识别由信号 (H) 指示的六个模式 A-F。微处理器 207 输出驱动信号 DS_u - DS_z 即信号 (I)-(N)。换言之, 由信号 (H) 指示的各个模式 A-F 的持续时间表示微处理器 207 所识别的位置感测信号中发生的各状态改变之间的间隔, 即各位置感测之间的间隔 (信号 O)。

[0184] 在下文中参照图 6 所示的流程图来详细描述逆变器控制器的操作。位置感测等待部 208 在图 6 中的步骤 S103 之后开始工作直到步骤 S202 为止。位置感测确定部 209 在步骤 S202 之后开始工作直到步骤 S306 为止。通电角减小次数确定部 209a 从步骤 S401 开始工作并向前工作。

[0185] 首先在步骤 S101 中, 开始对计时器进行计数, 并且在步骤 S102 中, 等待直到经过了换流时间 (步骤 S102 之后的箭头标记 N), 然后在步骤 S103 中, 将驱动信号 DS_u 、 DS_v 、 DS_w 、 DS_x 、 DS_y 、 DS_z 供应到驱动电路 205, 由此执行换流。

[0186] 在下文中说明位置感测等待部 208 的操作。在换流操作期间, 逆变器电路 204 的开关晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 、 Tr_z 中的任何一个从开通状态转换成关断状态。刚刚在该转换之后, 在转换之前的一瞬间还导通的定子绕组 203u、203v、203w 中所存储的能量由于回流二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_y 、 D_w 、 D_z 中的任何一个的导通而被释放。在该时间段期间, 即在转换和释放之间, 发生脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 。

[0187] 在忽视这些尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 之后, 在感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 通过虚拟中性点处的电压 V_N 处的交叉点处执行位置感测。换言之, 在步骤 S201 中, 等待直到经过了等待时间 (步骤 S201 之后的箭头标记 N), 然后在步骤 S202 中, 开始位置感测, 即在位置感测等待部 208 中停止位置感测操作, 直到经过了等待时间, 并且忽视尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} , 然后开始位置感测操作。

[0188] 接下来, 说明位置感测确定部 209 的操作。在步骤 S301 中, 感测从位置感测电路 206 供应的信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态, 并且在步骤 S302 中, 基于开关晶体管 Tr_u 、 Tr_x 、 Tr_v 、 Tr_y 、 Tr_w 、 Tr_z 的输出状态, 即基于与图 5 所示的工作模式相应的输出信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态, 来确定位置感测。

[0189] 例如, 在图 5 所示的工作模式 A 的情况下, 信号 PS_u 感测出高电平, 信号 PS_v 感测出低电平, 并且信号 PS_w 感测出高电平, 由此感测出 U 相的端子电压的上升。以类似的方式, 在其它工作模式的情况下, 对信号 PS_u 、 PS_v 、 PS_w 的状态感测允许感测出各个端子电压相对于虚拟中性点处的电压 V_N 的上升或下降。

[0190] 在步骤 S302 中, 对位置感测的确定使步骤 (步骤 S302 之后的箭头标记 Y) 进行到步骤 S303, 在该步骤 S303 中, 读取计时器以测量自从前一次位置感测以来的持续时间。通

过感测各个端子电压的上升和下降来执行的位置感测在端子电压的一个周期中发生六次,使得对各位置感测之间的间隔进行的测量允许获得与 60 度电角度相对应的持续时间。

[0191] 通常,尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 应该在各感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 通过虚拟中性点处的电压 V_N 处的交叉点之前终止。然而,这些尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 会由于定子绕组 203u、203v、203w 的电感以及在晶体管关断之前的一瞬间可获得的电流,而改变它们的发生时间。如果尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 的持续时间由于这些改变而变得更长,则感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 被隐蔽,使得超过交叉点的发生时刻的持续时间将使得不可能执行正常的位置感测。

[0192] 为了克服该问题,本第二实施例以下述方式确定交叉点的变化:测量在已经相应于过去的各位置感测之间的间隔而设置的等待时间之后的位置感测开始时间与实际的位置感测信号的发生之间的时间差。

[0193] 在步骤 S304 中,计算计时器计数值(即以 60 度间隔执行的各位置感测之间的间隔)与在步骤 S201 中设置的等待时间之间的时间差。该时间差被称为确定时间。

[0194] 更具体地,在位置感测确定部 209 中,计算在确定部 209 中执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部 208 中设置的等待时间之间的时间差。当时间差大于预定基准时间(即设置减小时间)时,确定从尖峰电压的终止定时直到感应电压与虚拟中性点电压之间的交叉点的发生定时为止仍然存在一些时间裕量。相反,当发现时间差较小时,确定时间裕量不足。如果多次发现时间差较小,则在紧接着确定部 209 设置的通电角减小次数确定部 209a 处减小逆变器电路 204 的通电角。

[0195] 然后在步骤 S305 中,相应于各位置感测之间的间隔设置下一次操作的换流时间和等待时间。

[0196] 例如,图 5 示出以 150 度通电角和 15 度相位超前角进行的操作。基准换流定时是由各位置感测之间的间隔产生的 60 度,并且驱动信号 D_{su} 、 D_{sv} 、 D_{sw} 、 D_{sx} 、 D_{sy} 、 D_{sz} 的通时刻是位置感测后的 0 度,且其断时刻是位置感测后的 30 度。直到下一次位置感测开始为止的等待时间是位置感测后的 45 度。

[0197] 然后在步骤 S306 中,对位置感测确定的次数进行计数,即,每一次步骤通过步骤 S306 时,位置感测确定计入 1(+1)。

[0198] 在下文中说明通电角减小次数确定部 209a 中的操作。在确定部 209a 中,基于在步骤 S304 中获得的确定时间,确定尖峰电压感测时间段 PS_{uc} 、 PS_{vc} 和 PS_{wc} 是否大于感应电压感测时间段 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 。

[0199] 在步骤 S401 中,当在步骤 S304 中获得的确定时间不大于预定基准时间(即设置减小时间)时(步骤 S401 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S402。例如,当确定时间变得不大于与 3.75 度电角度相对应的时间时,即当虚拟中性点电压 V_N 与感应电压感测时间段 PS_{ub} 、 PS_{vb} 和 PS_{wb} 之间的交叉点接近经过了等待时间之后的位置感测的开始定时时,步骤进行到步骤 S402,在该步骤 S402 中,每一次确定角度减小时执行计入 1(+1) 的操作以对确定次数进行计数。更具体地,每次通过步骤 S402 时,角度减小确定计入 +1。

[0200] 当确定时间不小于设置减小时间时(步骤 S401 之后的箭头标记 N),步骤进行到步骤 S403。

[0201] 在步骤 S403 中,当在步骤 S306 中计数的位置感测确定的次数超过预定感测次数时(步骤 S403 之后的箭头标记 Y),将在步骤 S402 中设置的角度减小确定的次数与预定的

角度减小次数进行比较,然后步骤进行到用于确定通电角是否应该减小的下一步骤。

[0202] 更具体地,在步骤 S403 中,当角度减小确定的次数超过预定感测次数(例如与电角度的 3 个回转相对应的确定次数 18)时(步骤 S403 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S404,在该步骤 S404 中,清零并重置确定次数,然后进行到步骤 S405。当确定次数小于预定次数时(箭头标记 N),步骤进行到步骤 S501。

[0203] 在步骤 S405 中,当角度减小确定的次数不小于预定次数时(步骤 S405 之后的箭头标记 Y),例如当该次数是 6 或大于 6 时,在步骤 S406 中设置对角度减小的请求,然后步骤进行到步骤 S408。在前述情况下,当在 18 次位置感测当中角度减小确定发生 6 次或多于 6 次时,设置角度减小请求。

[0204] 另一方面,在步骤 S405 中,当角度减小确定的次数小于预定次数时(箭头标记 N),在步骤 S407 中取消角度减小请求,然后步骤进行到步骤 S408,在该步骤 S408 中,将角度减小确定的次数清零,然后步骤进行到步骤 S501。

[0205] 在步骤 S501 中,确定通电角的更新周期。当经过了更新周期时(步骤 S501 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S502,并且当通电角留在更新周期内时(箭头标记 N),步骤返回到步骤 S101,并且重复该步骤之后的相同步骤。

[0206] 在步骤 S502 中,当角度减小请求存在时(箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S503。在步骤 S502 中的其它情况下(箭头标记 N),步骤返回到步骤 S101,并重复该步骤后的相同步骤。

[0207] 在步骤 S503 中,当通电角大于下限 120 度时(步骤 S503 之后的箭头标记 N),将通电角改变预定角度。例如,当通电角被设置为 150 度、通电角的下限被设置为 120 度并且变更角被设置为 7.5 度时,通电角从 150 度变更为 142.5 度。当在该减小之后角度减小请求仍然存在时,通电角从 142.5 度减小为 135 度,然后减小为 127.5 度,然后减小为 120 度。

[0208] 当在步骤 S503 中通电角已经达到下限时(步骤 S503 之后的箭头标记 Y),或者当在步骤 S504 中通电角减小时,步骤然后返回到步骤 S101,并重复该步骤之后的相同步骤。

[0209] 如上面讨论的那样,在通电角减小次数确定部 209a 中,当在位置感测确定部 209 中执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部 208 中设置的等待时间之间的时间差小于预定基准时间(即设置减小时间)时,对角度减小确定的次数进行计数。如果在预定次数的位置感测当中角度减小确定的次数超过预定次数,则确定从尖峰电压的终止定时直到感应电压与虚拟中性点电压之间的交叉点的出现定时为止的时间裕量不足的次数较多。结果,逆变器电路 204 中的通电角在不小于 120 度电角度的范围内被减小。

[0210] 驱动无刷 DC 电动机 203 的逆变器电路 204 执行用于将通电角扩大到作为最小角度的 120 度电角度以上的广角控制,使得电路 204 可以在 120 度以上的范围内减小通电角。

[0211] 如果尖峰电压宽度由于负荷扭矩的变化所引起的电动机电流变化而被增大,则通电角的减小允许减小电动机电流。结果,可感测位置范围即感应电压感测时间段 PSub、PSvb 和 PSwb 可被增大。同时,尖峰电压宽度即尖峰电压感测时间段 PSuc、PSvc 和 PSwc 可被减小。这种机制允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0212] 当负荷扭矩变化非常大(这会改变在转子 203r 的一个回转期间各位置感测之间的间隔)时,可以确定尖峰电压的持续时间应该增大。这种机制也允许防止电动机由于因

为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0213] 转子 203r 中的永磁体 203a、203b、203c、203d、203e 和 203f 的布置允许充分利用磁阻扭矩。如果执行使可感测位置范围变窄的相位超前角控制,则这种结构允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0214] 如果电动机具有较大的电感并且因此倾向于使可感测位置范围变窄,则使用具有更大匝数(例如 160 匝或大于 160 匝)的定子绕组 203u、203v、203w 也允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0215] 如果电动机由于因为极数的增加所导致的较小的机械角而倾向于使可感测位置范围变窄,则在无刷 DC 电动机 203 中使用六个极或多于六个极(常规情况下使用四个极)允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0216] 在压缩机 220 中使用逆变器控制器 200 允许压缩机 220 优良地工作,这保证包括配备有逆变器控制器 200 的电冰箱等的家用电器也作为一个系统优良地工作。

[0217] 在本第二实施例中,通电角以每步 7.5 度的方式逐步从 150 度减小到 120 度;然而,7.5 度的变更角可以更小,以便通电角更加线性地改变,或者相反地,变更角也可以大于 7.5 度。

[0218] 在本实施例中,位置感测的次数和角度减小的次数分别被设置为 18 次和 6 次;然而,本实施例获得了与上面所讨论的情况类似的结果,尽管这些次数被适当地改变。

[0219] 在本实施例中,首先,在位置感测确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部中设置的等待时间之间的时间差被感测出短于预定基准时间。然后当在预定次数的位置感测确定当中角度减小确定次数大于预定减小次数时,逆变器电路中的通电角在 120 度电角度以上的范围内被减小。然而,可以感测出前述时间差短于预定基准时间、然后可以在 120 度电角度以上的范围内减小通电角的逆变器控制器允许实现本第二实施例,而不管在感测出时间差短于基准时间之后的控制步骤的内容如何。

[0220] 在本第二实施例中,用于将各位置感测之间的间隔与等待时间进行比较的基准时间(设置减小时间)是与 3.75 度电角度相对应的时间。然而,可以适当地改变基准时间,使得可以适当地确定时间裕量,其中时间裕量是从尖峰电压的终止定时直到感应电压与虚拟中性点电压之间的交叉点的发生定时为止可用的时间。

[0221] 实施例 3

[0222] 图 7 示出根据本发明的第三实施例的逆变器控制器的框图。图 8 示出图 7 所示的逆变器控制器的各个部分的信号波形。图 9 示出图解图 7 所示的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0223] 在图 7 中,逆变器控制器 200 连接到商用电源 201 和压缩机(未示出),并且包括整流器 202 和逆变器电路 204。整流器 202 将商用电源 201 变换成 DC 电源,并且逆变器电路 204 驱动压缩机的无刷 DC 电动机 203。逆变器控制器 200 还包括驱动逆变器电路 204 的驱动电路 205,感测电动机 203 的端子电压的位置感测电路 206,以及控制逆变器电路 204

的微处理器 207。

[0224] 微处理器 207 包括基于来自位置感测电路 206 的输出信号来感测电动机 203 的磁极位置的位置感测确定部 209, 确定磁极位置感测的采样的开始的位置感测等待部 208, 确定通电角的通电角控制器 210, 以及产生换流信号的换流控制器 211。

[0225] 微处理器 207 还包括基于来自位置感测确定部 209 的输出来计算 rpm 的 rpm 传感器 212, 响应于 rpm 提供采用 PWM 调制的换流信号的占空比设置部 213, 载波输出部 214, 以及 PWM 控制器 215。微处理器 207 还包括通过使用来自换流控制器 211 和 PWM 控制器 215 的输出来驱动驱动电路 205 的驱动控制器 216。

[0226] 无刷 DC 电动机 203 具有带集中凸极绕组的六个极, 使得该无刷 DC 电动机 203 由具有三相绕组的定子 203s 和转子 203r 形成。定子 203s 具有六个极和九个槽, 并且各个相的定子绕组即 203u、203v、203w 各自具有 189 匝。在转子 203r 中包括有永磁体 203a、203b、203c、203d、203e 和 203f, 使得它们可以产生磁阻扭矩, 即转子 203r 是内置磁体型。

[0227] 逆变器电路 204 由三相桥接的六个开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 以及并联连接到各个晶体管的回流二极管 Du、Dx、Dv、Dy、Dw、Dz 形成。

[0228] 位置感测电路 206 由比较器 (未示出) 等形成, 并且比较器将基于电动机 203 的感应电压的端子电压信号与基准电压进行比较, 从而获得位置感测信号。

[0229] 位置感测等待部 208 设置用于忽视尖峰电压信号的等待时间以便仅提取位置感测信号。通过从自位置感测电路 206 供应的输出信号中分离出尖峰电压信号来执行该提取。

[0230] 位置感测确定部 209 从自位置感测电路 206 供应的输出信号中获取转子 203r 的位置信号, 由此产生位置感测信号。通电角增大次数确定部 209b 确定确定部 209 中的位置感测间隔与等待部 208 中的等待时间之间的时间差是否长于基准时间。

[0231] 通电角控制器 210 基于在位置感测确定部 209 中获得的位置感测信息来控制换流控制器 211 中的通电角。通电角更新计时器 210a 为控制器 210 设置通电角的更新周期以更新通电角。

[0232] 换流控制器 211 基于从位置感测确定部 209 供应的位置信号和从通电角控制器 210 供应的通电角来计算换流定时, 由此产生用于开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 的换流信号。

[0233] Rpm 传感器 212 对位置感测确定部 209 所供应的位置信号计数给定时间, 并测量各脉冲之间的间隔, 由此计算电动机 203 的 rpm。

[0234] 占空比设置部 213 通过利用由 rpm 传感器 212 计算的 rpm 和由 rpm 指令指示的 rpm 之间的差来执行占空比的加法运算或减法运算, 由此将占空比值输出到 PWM 控制器 215。当实际 rpm 小于指示的 rpm 时, 占空比设置部 213 增大占空比, 并且当实际 rpm 大于指示的 rpm 时, 占空比设置部 213 减小占空比。

[0235] 载波输出部 214 在 3kHz 和 10kHz 之间的范围内设置对开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 进行开关的载波频率。

[0236] PWM 控制器 215 通过使用由载波输出部 214 设置的载波频率和由占空比设置部 213 设置的占空比值来输出 PWM 调制信号。

[0237] 驱动控制器 216 将换流信号、PWM 调制信号、通电角以及相位超前角合成在一起用

于产生应该导通或关断开关晶体管 Tru 、 Trx 、 Trv 、 Try 、 Trw 、 Trz 的驱动信号,由此将驱动信号输出到驱动电路 205。基于该驱动信号,驱动电路 205 导通或关断开关晶体管 Tru 、 Trx 、 Trv 、 Try 、 Trw 、 Trz ,即执行对晶体管的开关,由此驱动无刷 DC 电动机 203。

[0238] 接下来,在下文中详细描述图 8 所示的波形。逆变器控制器 200 以 150 度的通电角和 15 度的相位超前角来控制无刷 DC 电动机 203。

[0239] 信号 (A)–(C) 表示电动机 203 的 U 相、V 相、W 相的端子电压 V_u 、 V_v 、 V_w ,并且以各相位彼此之间相移 120 度的状态变化。这些端子电压示出由以下电压合成的波形:从逆变器电路 204 供应的电压 V_{us} 、 V_{va} 、 V_{wa} ,在定子绕组 203u、203v、203w 上产生的感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} ,以及在回流二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_y 、 D_w 、 D_z 中的任何一个变为导通时产生的脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 。

[0240] 比较器将各个端子电压 V_u 、 V_v 、 V_w 与虚拟中性点处的电压 V_N (即从整流器 202 向逆变器电路 204 供应的 DC 电源电压的半电压)进行比较,然后比较器输出由信号 (D)–(F) 表示的信号 Ps_u 、 Ps_v 、 Ps_w 。这些输出信号由与供应电压 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} 相对应的 Ps_{ua} 、 Ps_{va} 、 Ps_{wa} ,和与尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 相对应的 Ps_{uc} 、 Ps_{vc} 、 Ps_{wc} ,以及与将感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 和虚拟中性点处的电压 V_N 进行比较的各个时间段相对应的 Ps_{ub} 、 Ps_{vb} 、 Ps_{wb} 合成。

[0241] 脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 被与专利文献 2 所公开的等待计时器类似的位置感测等待部 208 所设置的等待时间(信号 G)忽视。结果,从比较器供应的信号 Ps_u 、 Ps_v 、 Ps_w 因此指示感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 的状态(诸如正、负和相位)。

[0242] 微处理器 207 基于由各个比较器供应的信号 Ps_u 、 Ps_v 、 Ps_w 的状态来识别由信号 (H) 指示的六个模式 A–F。微处理器 207 输出驱动信号 D_{su} – D_{sz} 即信号 (I)–(N)。换言之,由信号 (H) 指示的各个模式 A–F 的持续时间表示微处理器 207 所识别的位置感测信号中发生的各状态改变之间的间隔,即各位置感测之间的间隔(信号 O)。

[0243] 在下文中参照图 9 所示的流程图来详细描述逆变器控制器的操作。位置感测等待部 208 在图 9 中的步骤 S103 之后开始工作直到步骤 S202 为止。位置感测确定部 209 在步骤 S202 之后开始工作直到步骤 S306 为止。通电角增大次数确定部 209b 从步骤 S601 开始工作并向前工作。

[0244] 首先在步骤 S101 中,开始对计时器进行计数,并且在步骤 S102 中,等待直到经过了换流时间,并且当换流时间变得大于计时器值时,确定经过了换流时间(步骤 S102 之后的箭头标记 N),并且步骤进行到步骤 S103。在步骤 S103 中,将驱动信号 D_{su} 、 D_{sv} 、 D_{sw} 、 D_{sx} 、 D_{sy} 、 D_{sz} 供应到驱动电路 205,由此执行换流操作。

[0245] 在下文中说明位置感测等待部 208 的操作。在换流操作期间,逆变器电路 204 的开关晶体管 Tru 、 Trx 、 Trv 、 Try 、 Trw 、 Trz 中的任何一个从开通状态转换成关断状态。刚刚在该转换之后,在转换之前的一瞬间还导通的定子绕组 203u、203v、203w 中所存储的能量由于回流二极管 D_u 、 D_x 、 D_v 、 D_y 、 D_w 、 D_z 中的任何一个的导通而被释放。在该时间段期间,即在转换和释放之间,发生脉冲状尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 。

[0246] 在忽视这些尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} 之后,在感应电压 V_{ub} 、 V_{vb} 、 V_{wb} 通过虚拟中性点处的电压 V_N 处的交叉点处执行位置感测。换言之,在步骤 S201 中,等待直到经过了等待时间(步骤 S201 之后的箭头标记 N),然后在步骤 S202 中,开始位置感测,即在位置感测等待部 208 中停止位置感测操作,直到经过了等待时间以便忽视尖峰电压 V_{uc} 、 V_{vc} 、 V_{wc} ,然后

开始位置感测操作。

[0247] 接下来,说明位置感测确定部 209 的操作。在步骤 S301 中,感测从位置感测电路 206 供应的信号 PSu、PSv、PSw 的状态,并且在步骤 S302 中,基于开关晶体管 Tru、Trx、Trv、Try、Trw、Trz 的输出状态,即基于与图 8 所示的工作模式相应的输出信号 PSu、PSv、PSw 的状态,来确定位置感测。

[0248] 例如,在图 8 所示的工作模式 A 的情况下,Psu 感测出高电平,PSv 感测出低电平,并且 PSw 感测出高电平,由此感测出 U 相的端子电压的上升。以类似的方式,在其它工作模式的情况下,对信号 PSu、PSv、PSw 的状态感测允许感测出各个端子电压相对于虚拟中性点处的电压 VN 的上升或下降。

[0249] 在步骤 S302 中,对位置感测的确定使步骤(步骤 S302 之后的箭头标记 Y)进行到步骤 S303,在该步骤 S303 中,读取计时器以测量自从前一次位置感测以来的持续时间。通过感测各个端子电压的上升和下降来执行的位置感测在端子电压的一个周期中发生六次,使得对各位位置感测之间的间隔进行的测量允许获得与 60 度电角度相对应的持续时间。

[0250] 通常,尖峰电压 Vuc、Vvc、Vwc 应该在各感应电压 Vub、Vvb、Vwb 通过虚拟中性点电压 VN 处的交叉点之前终止。然而,这些尖峰电压 Vuc、Vvc、Vwc 会由于定子绕组 203u、203v、203w 的电感以及在晶体管关断之前的一瞬间可获得的电流,而改变它们的发生时间。如果尖峰电压 Vuc、Vvc、Vwc 的持续时间变得更长,则感应电压 Vub、Vvb、Vwb 被隐蔽,使得超过交叉点的发生时刻的持续时间将使得不可能执行正常的位置感测。

[0251] 为了克服该问题,本第二实施例以下述方式确定交叉点的变化:测量从相应于先前执行的各位位置感测之间的间隔而设置的等待时间之后的位置感测开始时间直到实际的位置感测信号发生为止之间的时间差。

[0252] 在步骤 S304 中,计算计时器计数值(即以 60 度间隔执行的各位位置感测之间的间隔)与在步骤 S201 中设置的等待时间之间的时间差。该时间差被称为确定时间。

[0253] 更具体地,在位置感测确定部 209 中,计算在确定部 209 中执行的各位位置感测之间的间隔与在位置感测等待部 208 中设置的等待时间之间的时间差。当发现时间差较大时,确定从尖峰电压的终止定时直到感应电压与虚拟中性点电压之间的交叉点的发生定时为止仍然存在一些时间裕量。相反,当发现时间差较小时,确定时间裕量不足。如果多次发现时间差较大,则在紧接着确定部 209 设置的通电角增大次数确定部 209b 处增大逆变器电路 204 的通电角。

[0254] 然后在步骤 S305 中,相应于各位位置感测之间的间隔设置下一次位置感测的换流时间和等待时间。例如,图 8 示出以 150 度通电角和 15 度相位超前角进行的操作。基准换流定时是由各位位置感测之间的间隔产生的 60 度,并且驱动信号 Dsu、DSv、DSw、DSx、Dsy、DSz 的通时刻是位置感测后的 0 度,且其断时刻是位置感测后的 30 度。直到下一次位置感测开始为止的等待时间是位置感测后的 45 度。

[0255] 然后在步骤 S306 中,对位置感测确定的次数进行计数,即,每一次步骤通过步骤 S306 时,位置感测确定计入 1(+1)。

[0256] 在下文中说明通电角增大次数确定部 209b 中的操作。在确定部 209b 中,基于在步骤 S304 中获得的确定时间,确定尖峰电压感测时间段 PSuc、PSvc 和 PSwc 是否大于感应电压感测时间段 PSub、PSvb 和 PSwb。

[0257] 首先在步骤 S601 中,当在步骤 S304 中获得的时间大于预定基准时间(即设置增大时间)时(步骤 S601 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S602。例如,当确定时间变得不小于与 7.5 度电角度相对应的时间时,即当虚拟中性点电压 VN 与感应电压感测时间段 PSub、PSvb 和 PSwb 之间的交叉点远离经过了等待时间之后的位置感测的开始定时时,步骤进行到步骤 S602,在该步骤 S602 中,每一次确定角度增大时执行计入 1(+1) 的操作以对确定次数进行计数。换言之,每次通过步骤 S602 时,角度增大确定计入 1(+1)。

[0258] 当在步骤 S601 中确定时间小于设置增大时间时(步骤 S601 之后的箭头标记 N),步骤进行到步骤 S603。

[0259] 在步骤 S603 中,当在步骤 S306 中计数的位置感测确定的次数超过预定感测次数时(步骤 S603 之后的箭头标记 Y),将在步骤 S602 中设置的角度增大确定的次数与预定的角度增大次数进行比较,然后步骤进行到用于确定通电角是否应该增大的下一步骤。

[0260] 更具体地,在步骤 S603 中,当角度增大确定的次数超过预定感测次数(例如与电角度的 3 个回转相对应的确定次数 18)时(步骤 S603 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S604,在该步骤 S604 中,将确定次数清零,然后进行到步骤 S605。当在步骤 S603 中确定次数小于预定次数时(步骤 S603 之后的箭头标记 N),步骤进行到步骤 S701。

[0261] 在步骤 S605 中,当角度增大确定的次数不小于预定次数时(步骤 S605 之后的箭头标记 Y),例如当该次数是 18 或大于 18 时,在步骤 S606 中设置对角度增大的请求,然后步骤进行到步骤 S608。在前述情况下,当在 18 次位置感测当中角度增大确定发生相同次数时,请求角度增大。

[0262] 另一方面,在步骤 S605 中,当角度增大确定的次数小于预定次数时(箭头标记 N),在步骤 S607 中清除角度增大请求,然后步骤进行到步骤 S608,在该步骤 S608 中,将角度增大确定的次数清零,然后步骤进行到步骤 S701。在步骤 S701 中,确定通电角的更新周期。当经过了更新周期时(步骤 S701 之后的箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S702,并且当通电角留在更新周期内时(箭头标记 N),步骤返回到步骤 S101,并且重复该步骤之后的相同步骤。

[0263] 在步骤 S702 中,当请求了角度增大时(箭头标记 Y),步骤进行到步骤 S703。当在步骤 S702 中请求不存在时(箭头标记 N),步骤返回到步骤 S101,并重复该步骤后的相同步骤。

[0264] 在步骤 S703 中,当通电角小于上限(例如小于 150 度)时(步骤 S703 之后的箭头标记 N),将通电角改变预定角度。例如,当通电角被设置为 120 度、通电角的上限被设置为 150 度并且变更角被设置为 7.5 度时,通电角从 120 度变更为 127.5 度。当在该增大之后角度增大请求仍然存在时,通电角从 127.5 度增大到 135 度,然后增大到 142.5 度,然后增大到 150 度。

[0265] 当在步骤 S703 中通电角已经达到上限即 150 度时(步骤 S703 之后的箭头标记 Y),或者当在步骤 S704 中通电角增大时,步骤然后返回到步骤 S101,并重复该步骤之后的相同步骤。

[0266] 如上面讨论的那样,在通电角增大次数确定部 209b 中,当在位置感测确定部 209 中执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部 208 中设置的等待时间之间的时间差大于预定基准时间(即设置增大时间)时,对角度增大确定的次数进行计数。如果在预定次数的位置感测当中计数的角度增大确定的次数超过预定的角度增大次数,则确定从尖

峰电压的终止定时直到感应电压与虚拟中性点电压之间的交叉点的出现定时为止仍然存在时间裕量的次数较多。结果,逆变器电路 204 中的通电角在小于 180 度电角度的范围内被增大。

[0267] 驱动无刷 DC 电动机 203 的逆变器电路 204 执行用于将通电角扩大到 120 度电角度以上的广角控制,使得电路 204 可以在小于最大角度(即 180 度)的范围内增大通电角。

[0268] 如果尖峰电压的持续时间被增大,并且通电角减小(结果,这然后会减小尖峰电压的持续时间),则前述结构允许恢复通电角,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0269] 当负荷扭矩发生非常大的变化(这会改变在转子 203r 的一个回转期间各位置感测之间的间隔)时,前述结构允许确定尖峰电压的持续时间应该减小。结果,通电角可以得到恢复,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0270] 在压缩机 220 中使用逆变器控制器 200 允许压缩机 220 优良地工作,这保证包括配备有逆变器控制器 200 的电冰箱等的家用电器也作为一个系统优良地工作。

[0271] 在本第三实施例中,通电角以每步 7.5 度的方式逐步从 120 度增大到 150 度;然而,7.5 度的变更角可以更小,以便通电角更加线性地改变,或者相反地,变更角也可以大于 7.5 度。

[0272] 在本实施例中,位置感测的次数和角度减小的次数都被设置为 18 次;然而,如果适当地改变这些次数,则本实施例仍然可以获得与上面所讨论的情况类似的结果。

[0273] 在本实施例中,首先,在位置感测确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部中设置的等待时间之间的时间差被感测出大于预定基准时间。然后当在预定次数的位置感测确定当中计数的角度增大确定次数超过预定的角度增大次数时,逆变器电路中的通电角在不大于 150 度电角度的范围中被增大。然而,可以感测出前述时间差大于预定基准时间、然后可以在小于 180 度电角度的范围内增大通电角的逆变器控制器允许产生与上面所讨论的情况类似的优点,而不管在感测出时间差较大之后的控制步骤的内容如何。

[0274] 在本第三实施例中,用于将各位置感测之间的间隔与等待时间进行比较的基准时间(设置增大时间)是与 7.5 度电角度相对应的时间。然而,可以适当地改变基准时间,使得可以正确地确定从尖峰电压的终止定时直到感应电压与虚拟中性点电压之间的交叉点的发生定时为止的时间裕量。

[0275] 实施例 4

[0276] 图 10 示出根据本发明的第四实施例的逆变器控制器的框图,图 11 示出图解图 10 所示的逆变器控制器所执行的操作的流程图。

[0277] 在图 10 中,位置感测确定部 209 既配备有实施例 2 中使用的通电角减小次数确定部 209a 又配备有实施例 3 中使用的通电角增大次数确定部 209b。根据本第四实施例的逆变器控制器因此可以既产生实施例 2 中描述的优点又产生实施例 3 中描述的优点。

[0278] 更具体地,第二实施例产生该优点:如果尖峰电压宽度由于负荷扭矩的变化所引起的电动机电流变化而被增大,则通电角的减小允许减小电动机电流。结果,可感测位置范围可被增大。同时,尖峰电压宽度可被减小。这种机制允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0279] 除此之外,第三实施例产生该优点:如果尖峰电压的持续时间被增大,并且通电角减小(结果,这然后会减小尖峰电压的持续时间),则前述结构允许恢复通电角,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0280] 当负荷扭矩发生非常大的变化(这会改变在转子 203r 的一个回转期间各位置感测之间的间隔)时,前述结构允许确定尖峰电压的持续时间被增大。这种机制允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0281] 转子 203r 中的永磁体 203a、203b、203c、203d、203e 和 203f 的布置允许充分利用磁阻扭矩。如果执行使可感测位置范围变窄的相位超前角控制以便利用磁阻扭矩,则这种结构允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0282] 如果电动机由于采用具有更大匝数(例如 160 匝或大于 160 匝)的定子绕组 203u、203v、203w 而具有较大的电感并且因此倾向于使可感测位置范围变窄,则上面讨论的结构也允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0283] 如果采用六个极或多于六个极(常规情况下使用四个极)的无刷 DC 电动机由于极数的增加而倾向于使机械角的可感测位置范围变窄,则上面讨论的结构允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0284] 如果尖峰电压的持续时间被增大,并且通电角减小(结果,这然后会减小尖峰电压的持续时间),则前述结构允许恢复通电角,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0285] 当负荷扭矩发生非常大的变化(这会改变在转子 203r 的一个回转期间各位置感测之间的间隔)时,前述结构允许确定尖峰电压的持续时间被减小。结果,通电角可以得到恢复,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0286] 在压缩机 220 中使用逆变器控制器 200 允许压缩机 220 优良地工作,这保证包括配备有逆变器控制器 200 的电冰箱等的家用电器也作为一个系统优良地工作。

[0287] 例如,如图 12 中的示意图所示,根据本第四实施例的电冰箱 300 包括设置在主体 301 中的多个储藏室 302,设置在主体 301 的后方下部或后方上部的机械室 303。在机械室 303 中,设置有具有实施例 1-4 中说明的逆变器控制器 200 的压缩机 304。通过管道 305 结合在一起并且包括压缩机 304 的制冷循环元件 306 被设置在主体 301 的后面。

[0288] 根据本第四实施例的电冰箱由配备有实施例 1-4 中说明的逆变器控制器的压缩机运转,使得尽管发生负荷扭矩的改变或电压的改变,电冰箱也可以优良地工作而免于停机。

[0289] 本发明的逆变器控制器包括以下结构元件:

[0290] (a) 用于驱动无刷 DC 电动机的逆变器电路;

[0291] (b) 用于感测电动机的感应电压以及在逆变器电路中对换流进行切换时发生的尖峰电压的位置感测电路;

[0292] (c) 用于基于由位置感测电路感测的感应电压来感测电动机的转子的旋转位置和

rpm,并输出转子的旋转位置感测信号的位置感测确定部;

[0293] (d) 用于测量尖峰电压的持续时间的尖峰电压确定部;

[0294] (e) 用于基于无刷 DC 电动机的电动机电流的通电角、电动机电流相对于感应电压的相位超前以及 rpm 来设置从转子的位置感测信号的输出到逆变器电路开始换流之间的时间的换流控制器;以及

[0295] (f) 用于在给定角度范围内改变逆变器电路的通电角的电角度的通电角控制器。

[0296] 上述结构允许逆变器电路的通电角在比以下情况下的电角度的给定角度范围的下限更大的范围内减小:转子的位置感测信号各输出之间的间隔与从发生位置感测信号开始直到逆变器电路开始换流的时间加上尖峰电压的持续时间的总时间之间的时间差变得比预定基准时间短。

[0297] 上面讨论的结构可以响应于由于因为负荷扭矩的改变引起的电动机电流的改变所导致的尖峰电压宽度的增大而瞬时地改变通电角。结果,可感测位置范围可以得到增大,并且尖峰电压宽度可以得到减小,由此防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误位置感测而陷入不同步或停止工作。

[0298] 当从发生位置感测信号开始直到逆变器电路开始换流的时间加上尖峰电压的持续时间的总时间超过转子的位置感测信号各输出之间的时间间隔时,本发明基于通过利用已经执行了换流操作的另一个相的感应电压而得到的转子的位置感测信号,来执行换流操作。

[0299] 如果存在着由于尖峰电压的不利影响而引起的错误位置感测的可能性,则通电角的变更因此允许通过临时位置感测来使电动机继续工作直到正常的位置感测得到恢复为止。逆变器控制器因此可以防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的错误位置感测或位置感测失败所引起的电动机陷入不同步而停止工作。

[0300] 本发明还可以在时间差变得大于预定基准时间时,在小于角度上限的范围内增大逆变器电路的通电角的电角度。时间差是在转子的位置感测信号各输出之间的间隔与从发生位置感测信号直到逆变器电路开始执行换流操作的时间加上尖峰电压的持续时间终止之前的时间的总时间之间测量的。

[0301] 如果尖峰电压的持续时间被增大,并且通电角减小(结果,这然后会减小尖峰电压的持续时间),则前述机制允许恢复通电角,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0302] 本发明的逆变器控制器包括以下结构元件:

[0303] (a) 用于驱动无刷 DC 电动机的逆变器电路;

[0304] (b) 用于感测电动机的感应电压的位置感测电路;

[0305] (c) 用于基于由位置感测电路感测的感应电压来输出转子的位置感测信号的位置感测确定部;

[0306] (d) 用于设置在位置感测确定部开始感测感应电压之前的等待时间的位置感测等待部;

[0307] (e) 用于基于无刷 DC 电动机的电动机电流的通电角、电动机电流相对于感应电压的相位超前以及 rpm 来设置从转子的位置感测信号的输出到逆变器电路开始换流之间的时间的换流控制器;以及

[0308] (f) 用于在给定范围内改变逆变器电路的通电角的电角度的通电角控制器。

[0309] 上述结构允许逆变器电路的通电角在比以下情况下的电角度的给定角度范围的下限更大的范围内减小:位置感测确定部执行的各位置感测之间的间隔与位置感测等待部所设置的等待时间之间的时间差变得比预定基准时间短。

[0310] 如果尖峰电压宽度由于负荷扭矩的变化所引起的电动机电流变化而被增大,则通电角的减小允许减小电动机电流。结果,可感测位置范围即感应电压感测时间段可被增大。同时,尖峰电压宽度可被减小。这种机制允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误感测而陷入不同步或停止工作。

[0311] 本发明的逆变器控制器配备有确定在确定部中执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部中设置的等待时间之间的时间差是否短于预定基准时间的通电角减小次数确定部。当在预定次数的位置感测期间角度减小确定的次数超过预定的角度减小次数时,逆变器电路的通电角可以在大于给定角度范围的下限的范围内减小。

[0312] 当负荷扭矩发生非常大的变化(这会改变在转子的一个回转期间各位置感测之间的间隔)时,前述结构允许确定尖峰电压的持续时间应该增大。上面讨论的机制因此允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误位置感测而陷入不同步(这会导致电动机停止其工作)。

[0313] 本发明的逆变器控制器允许在由位置感测确定部执行的各位置感测之间的间隔与在位置感测等待部中设置的等待时间之间的时间差变得比预定基准时间大时,增大逆变器电路的通电角的电角度。通电角可以在小于给定角度范围的上限的范围内增大。

[0314] 如果尖峰电压的持续时间被增大,并且通电角减小(结果,这然后会减小尖峰电压的持续时间),则前述结构允许恢复通电角,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0315] 本发明的逆变器控制器包括对角度增大确定的次数(即在确定部 209 中执行的各位置感测之间的间隔与在等待部 208 中设置的等待时间之间的时间差长于预定基准时间的次数)进行计数的通电角增大次数确定部。当计数的次数变得大于预定次数时,逆变器电路的通电角的电角度可以在小于预定角度范围的上限的范围内增大。

[0316] 当负荷扭矩发生非常大的变化(这会改变在转子的一个回转期间各位置感测之间的间隔)时,前述结构允许确定尖峰电压的持续时间应该减小。结果,尽管通电角已经被减小,但通电角可以得到恢复,使得电动机可以再次以高 rpm 工作并产生高扭矩。

[0317] 由于无刷 DC 电动机是内置磁体型并且具有凸极,所以可以通过执行相位超前控制来充分利用磁阻扭矩,然而,相位超前控制会使可感测位置范围变窄。本发明的逆变器控制器产生先前讨论的优点,使得本发明的逆变器控制器允许防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误位置感测而陷入不同步(这会导致电动机停止其工作)。

[0318] 当无刷 DC 电动机采用各自具有 160 匝或大于 160 匝的定子绕组时,电动机具有更大的电感,并且尖峰电压宽度变得更大,使得可感测位置范围变得更窄。在这样的情况下,本发明的逆变器控制器产生先前讨论的优点,使得可以防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误位置感测而陷入不同步(这会导致电动机停止其工作)。

[0319] 当无刷 DC 电动机采用六个极或多于六个极,使得其可感测位置范围由于极数的增大而在机械角方面变得更窄时,本发明的逆变器控制器产生先前讨论的优点。结果,可以防止电动机由于因为负荷改变或电压改变等外部因素而导致的位置感测失败或错误位置感测而陷入不同步(这会导致电动机停止其工作)。

[0320] 本发明可应用于采用逆变器控制器的压缩机,使得可以获得可靠的压缩机,可以防止该压缩机由于负荷或电压改变而陷入不同步。

[0321] 本发明可应用于采用逆变器控制器的家用电器,使得可以获得可靠的家用电器,诸如可靠的电冰箱。家用电器可以提高它们对负荷或电压改变的耐受性。

[0322] 工业适用性

[0323] 尽管发生负荷或电压改变,本发明的逆变器控制器也允许无误地感测转子的磁极位置。逆变器控制器因此可以有益于家用电器(诸如空调、电冰箱、洗衣机)或者有时会遇到负荷或电压改变的电动车。

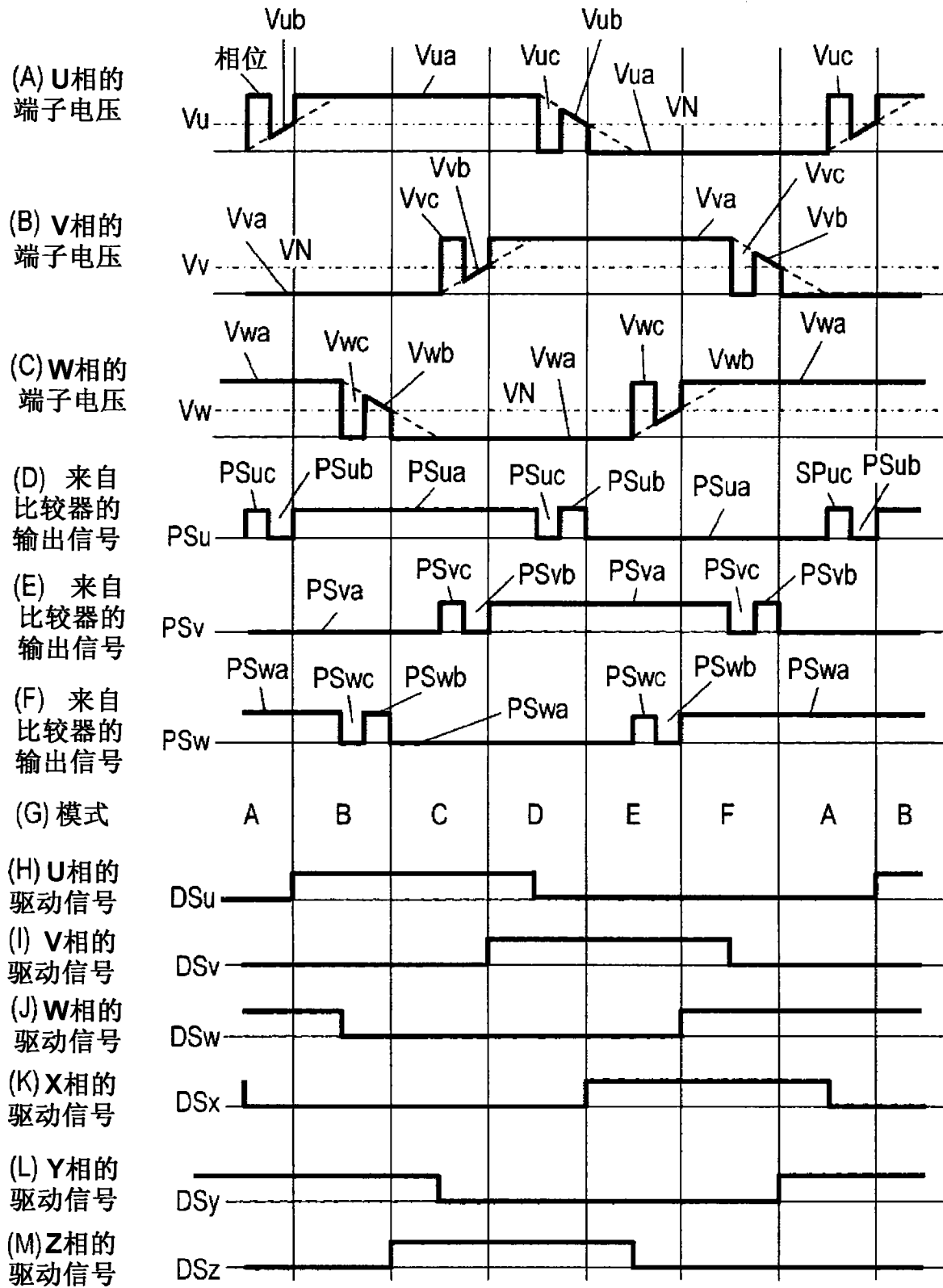


图 2

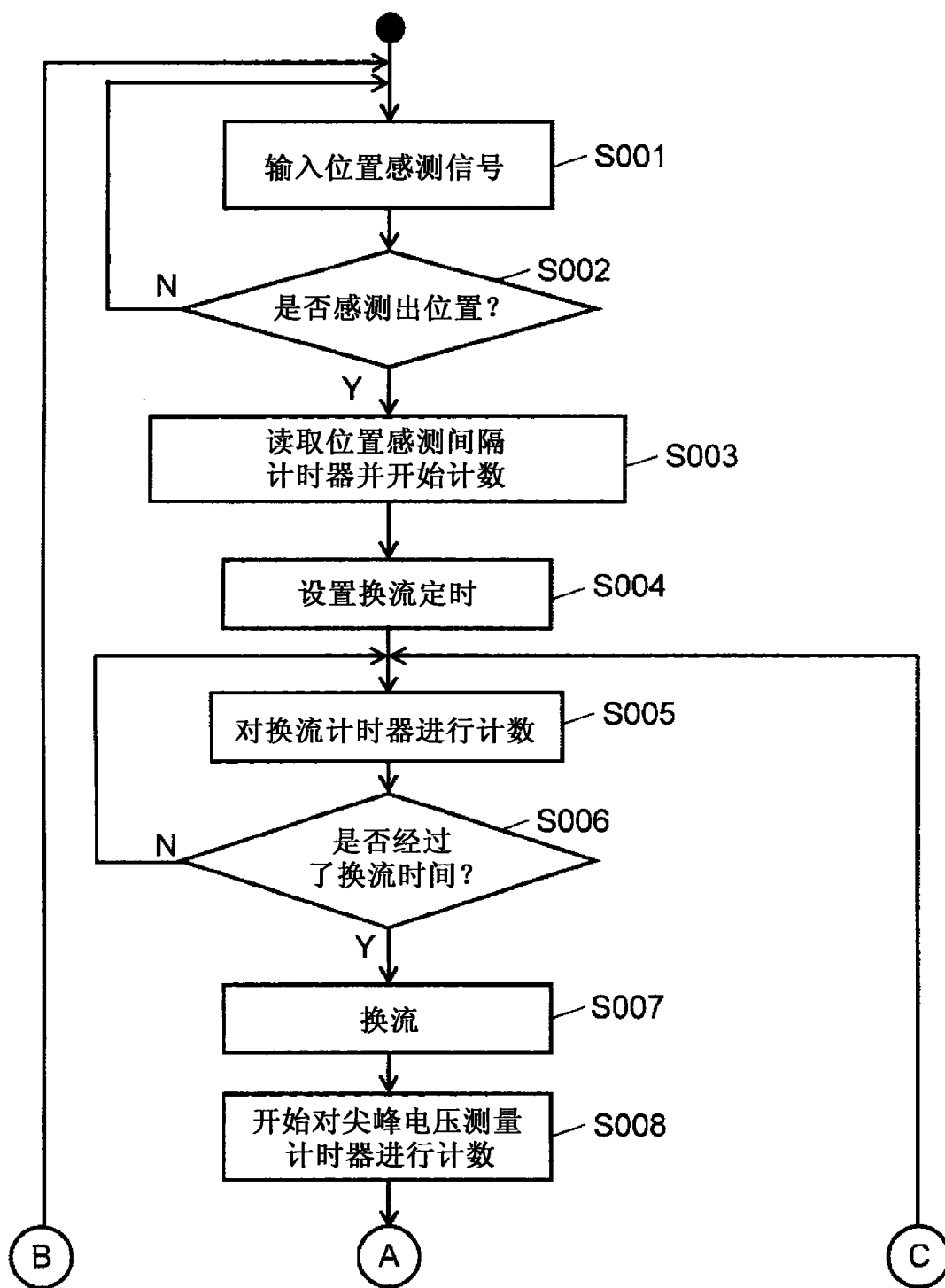


图 3A

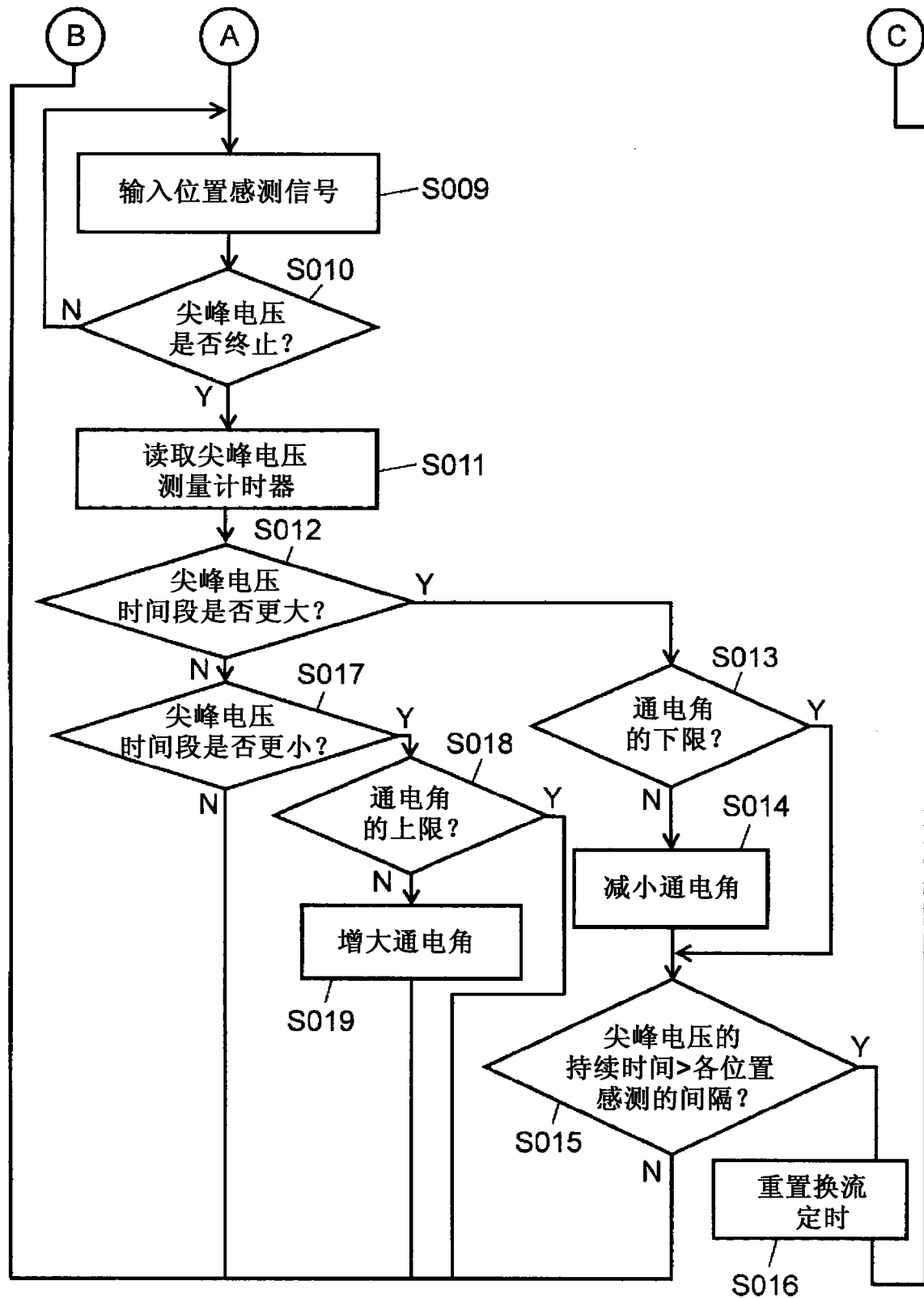


图 3B

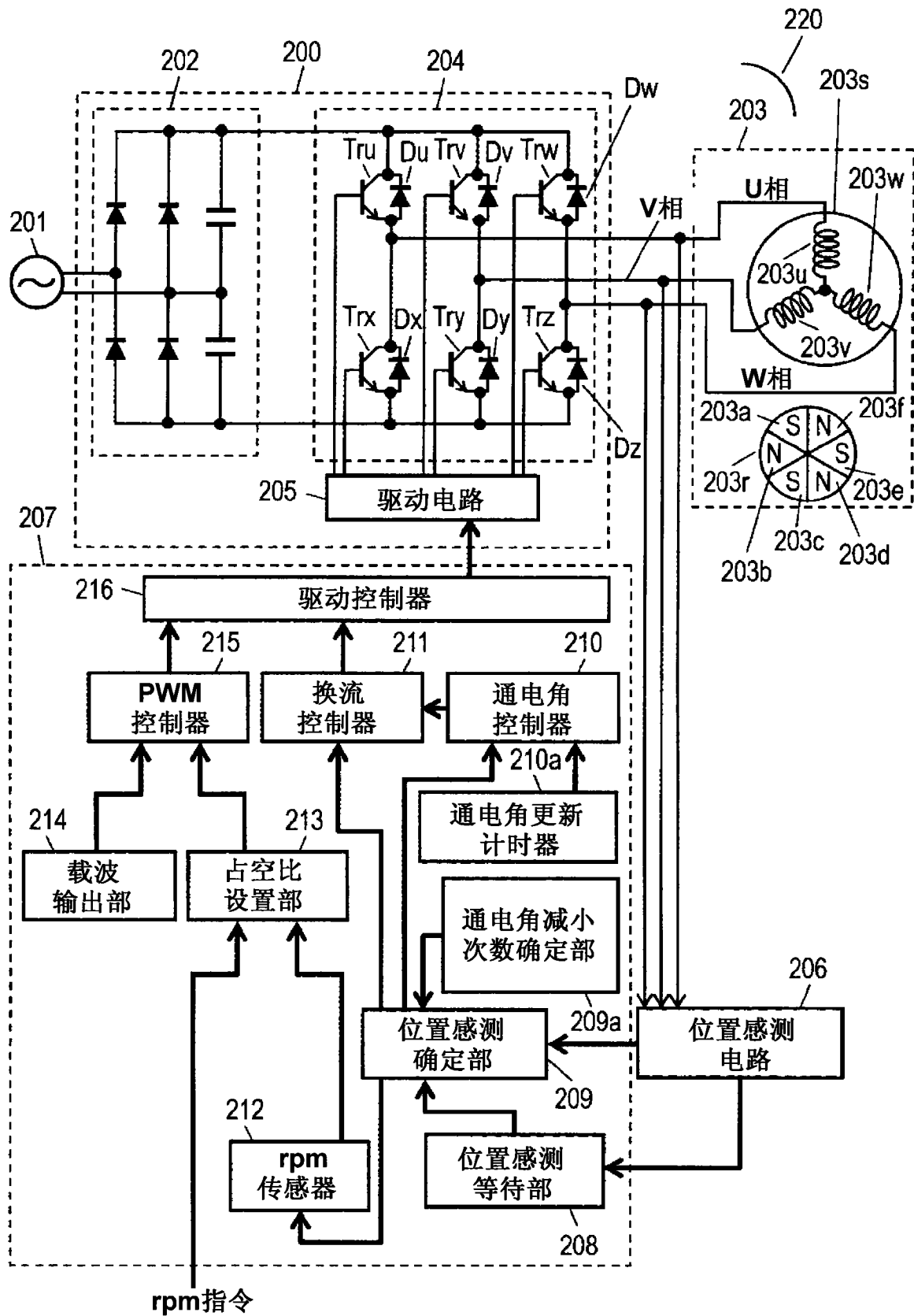


图 4

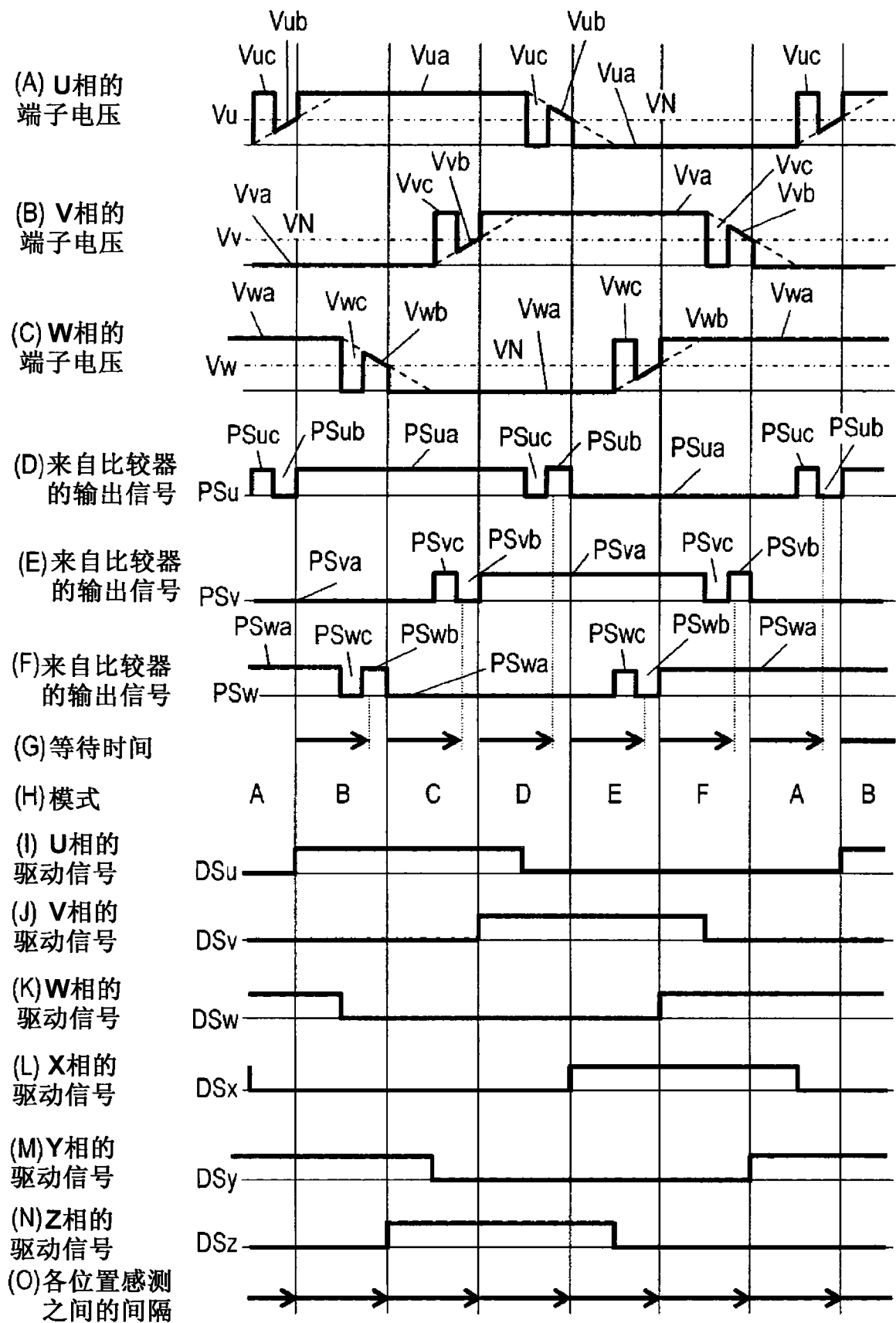


图 5

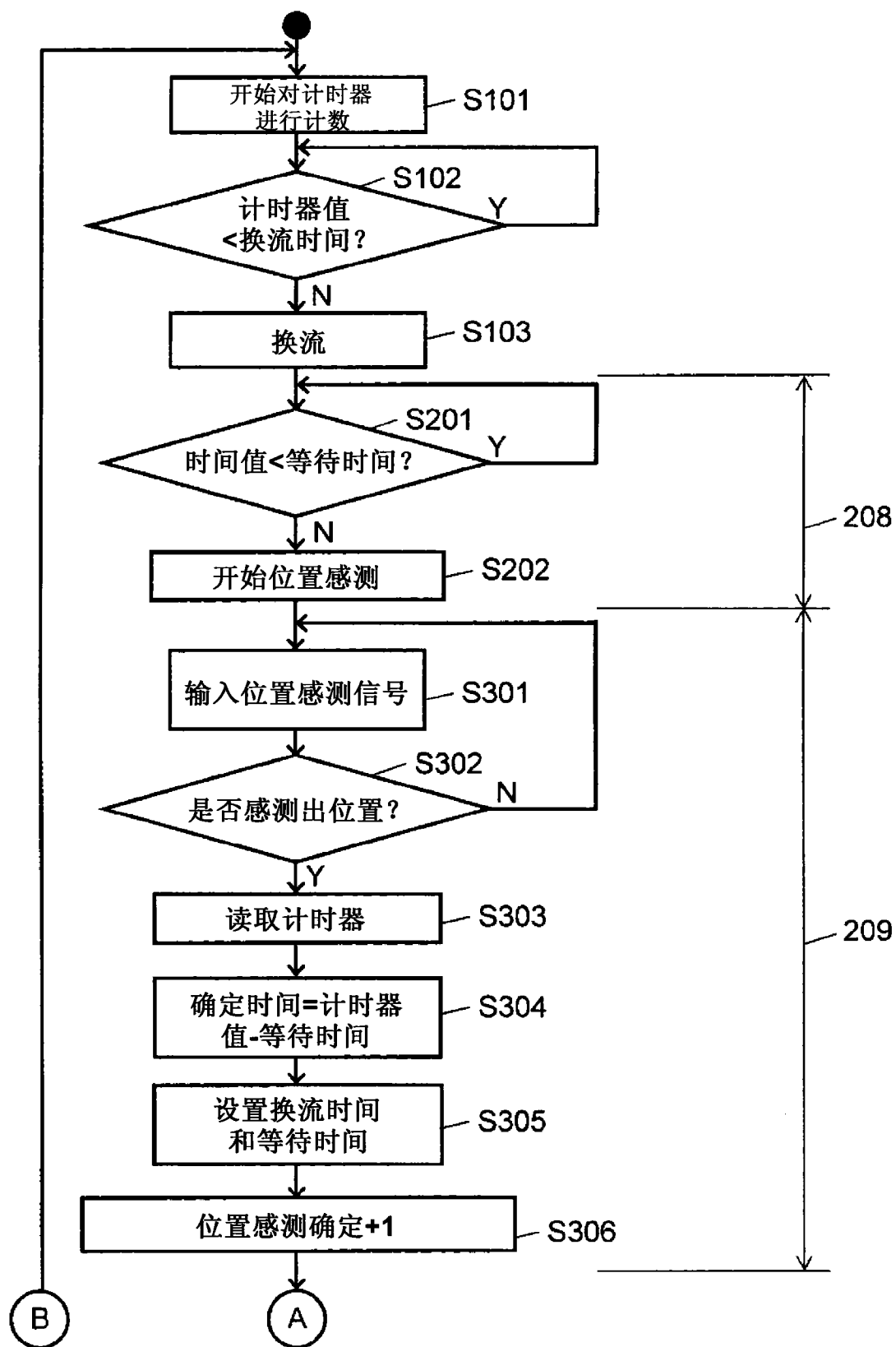


图 6A

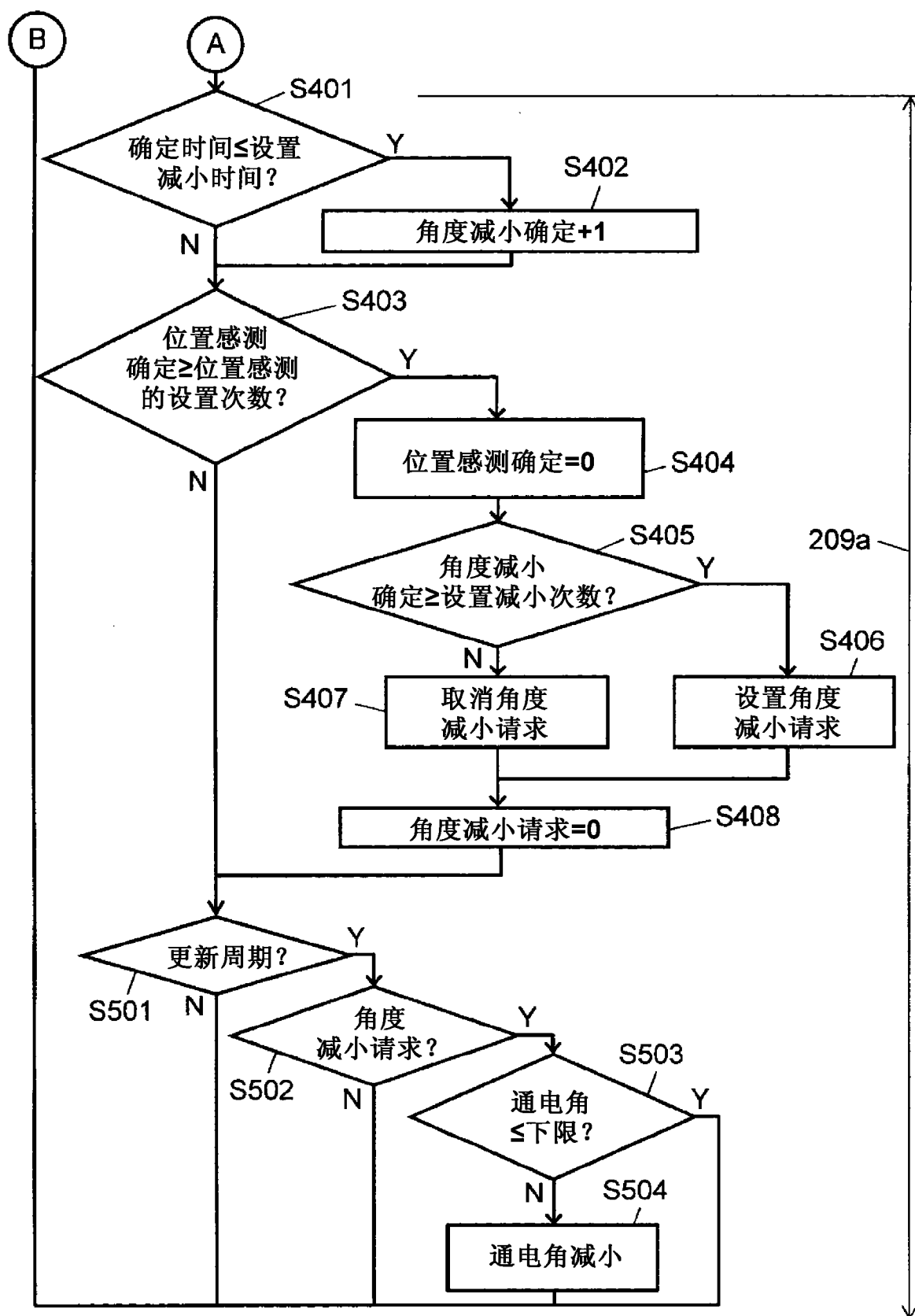


图 6B

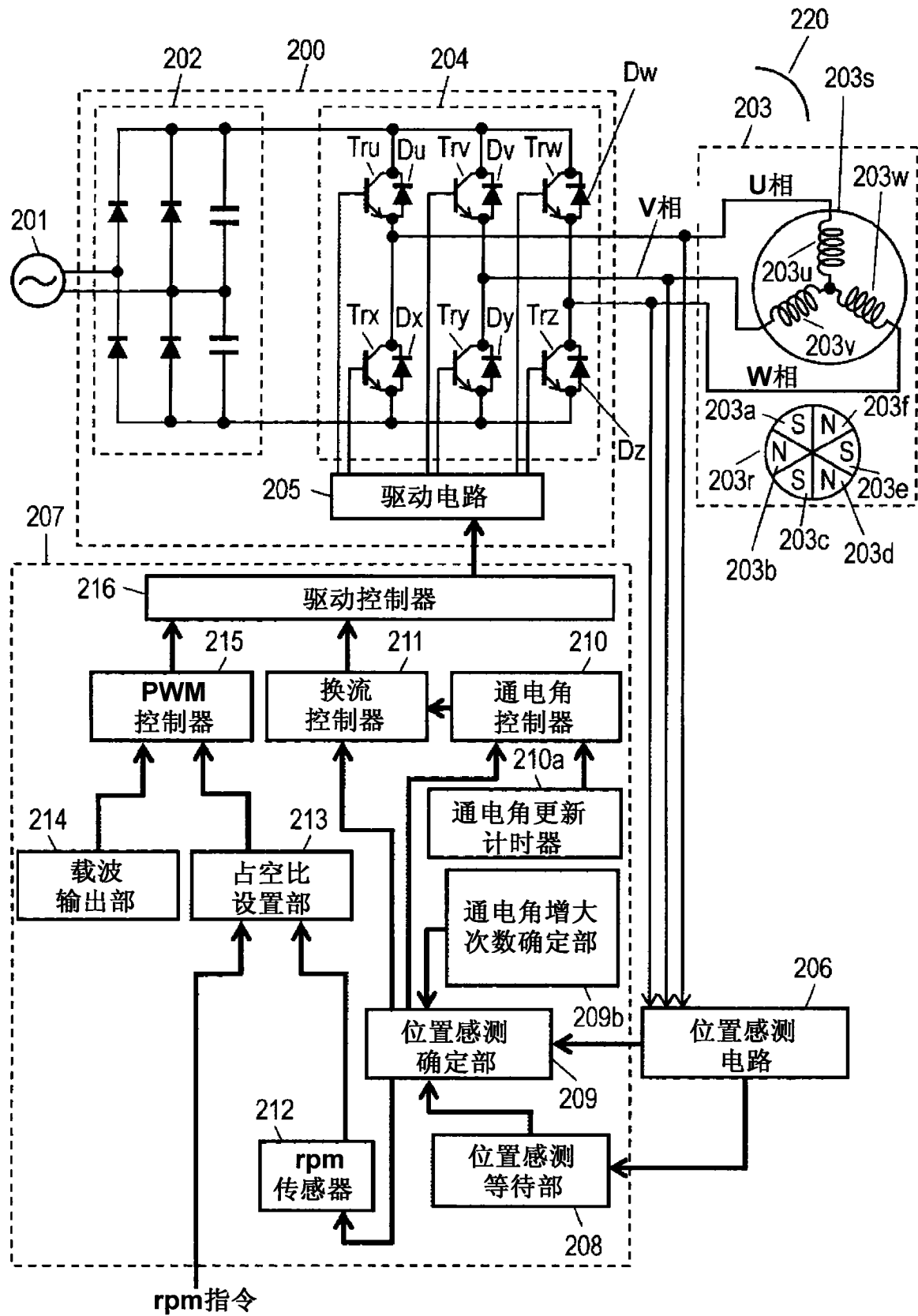


图 7

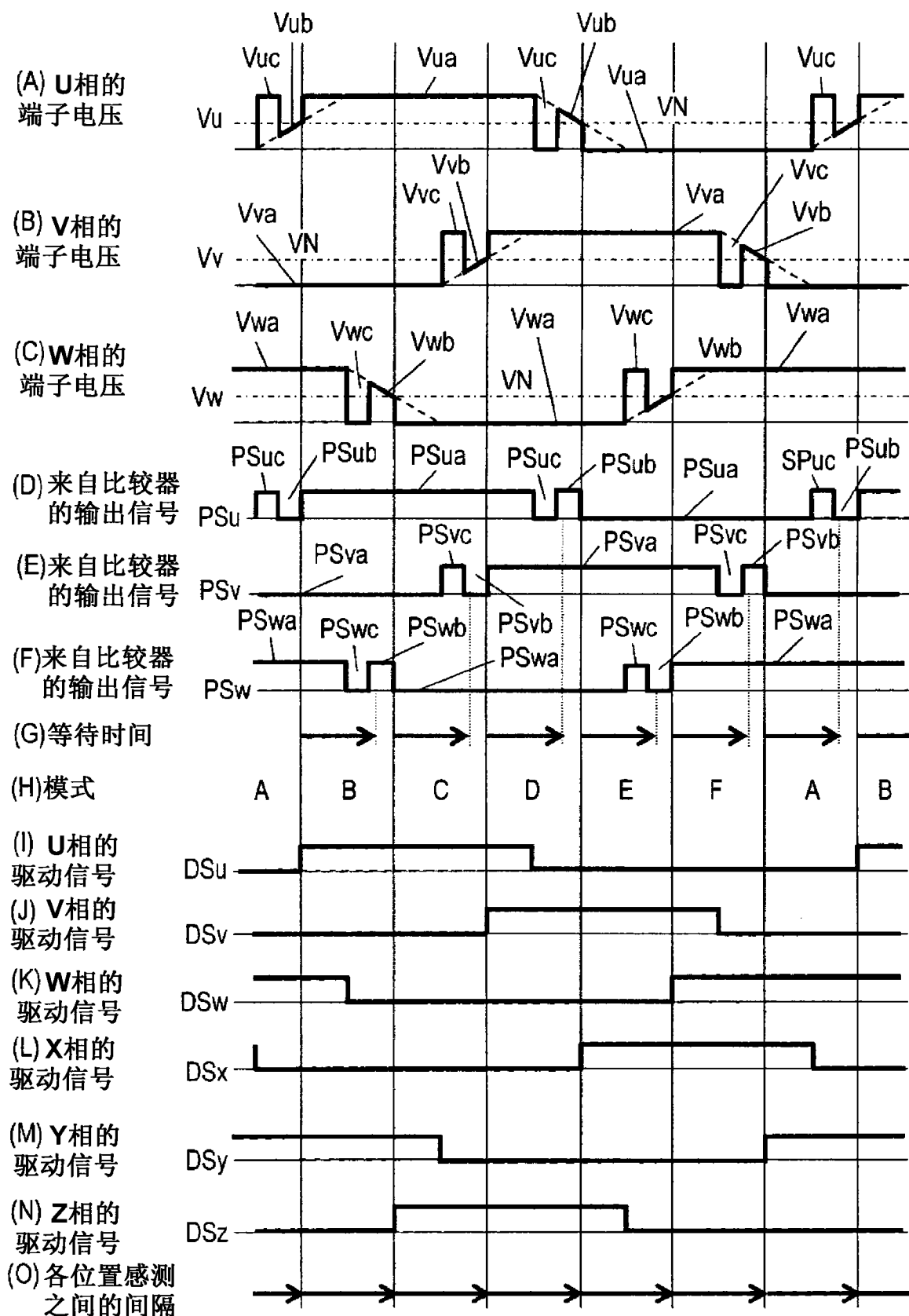


图 8

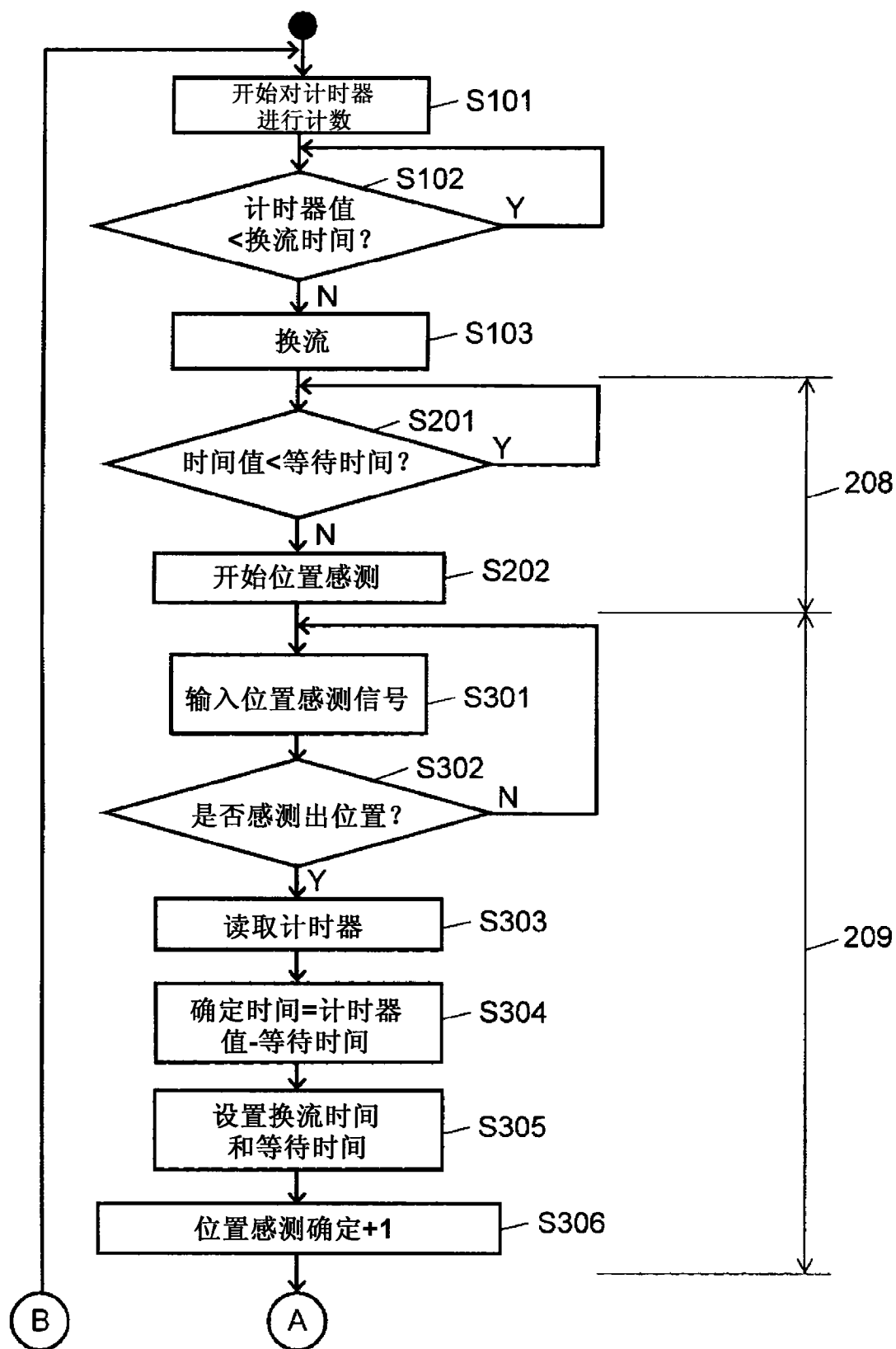


图 9A

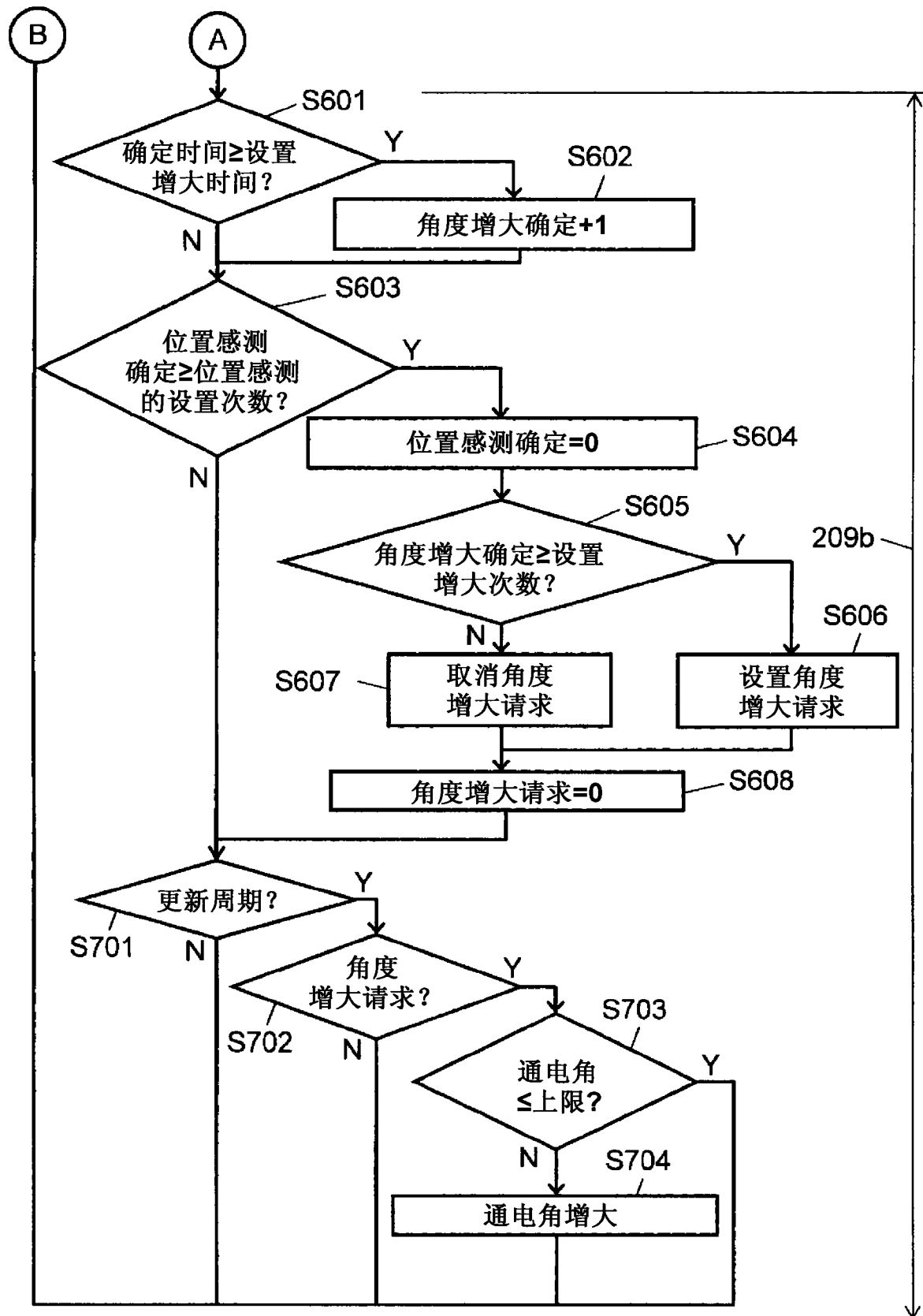


图 9B

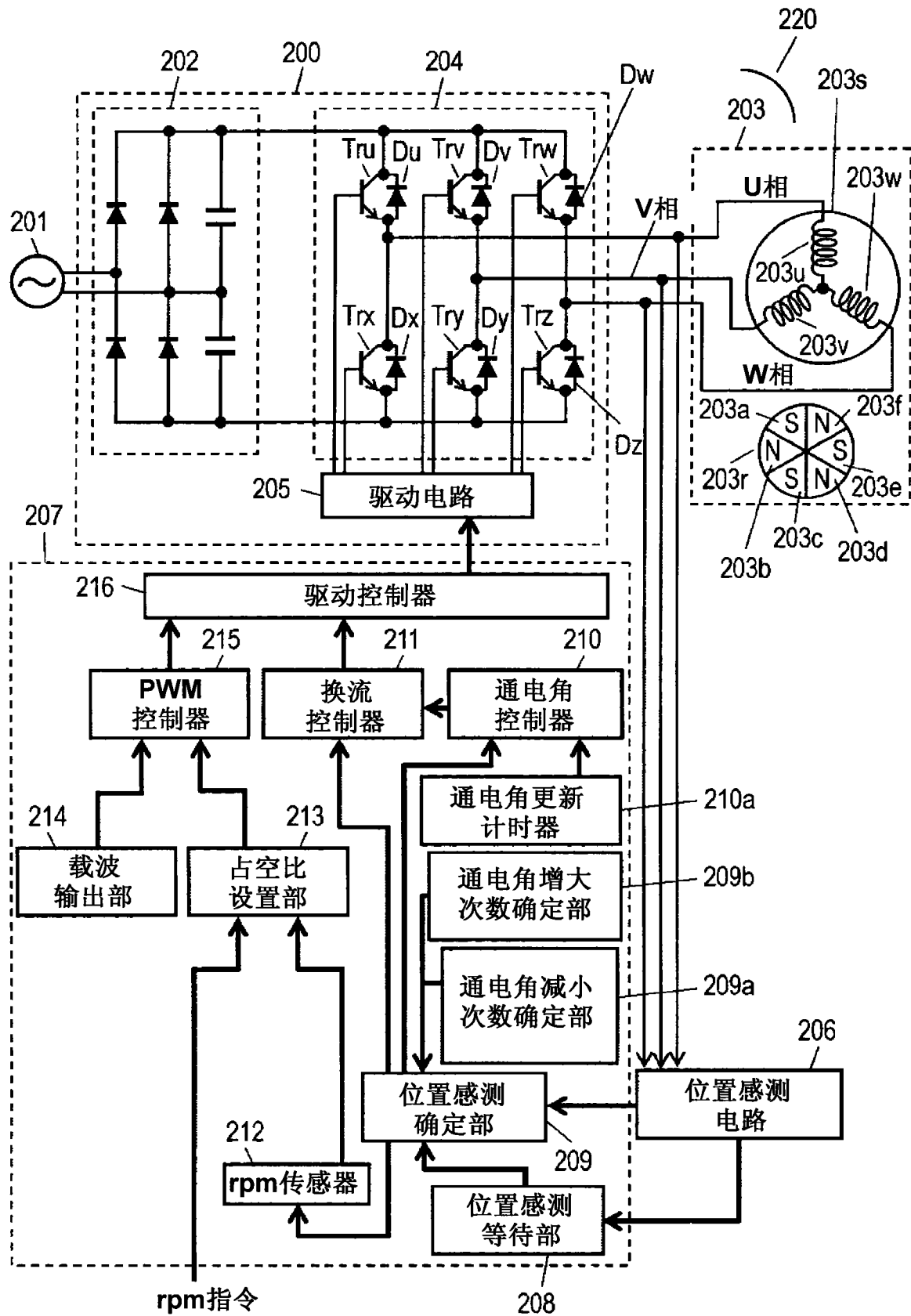


图 10

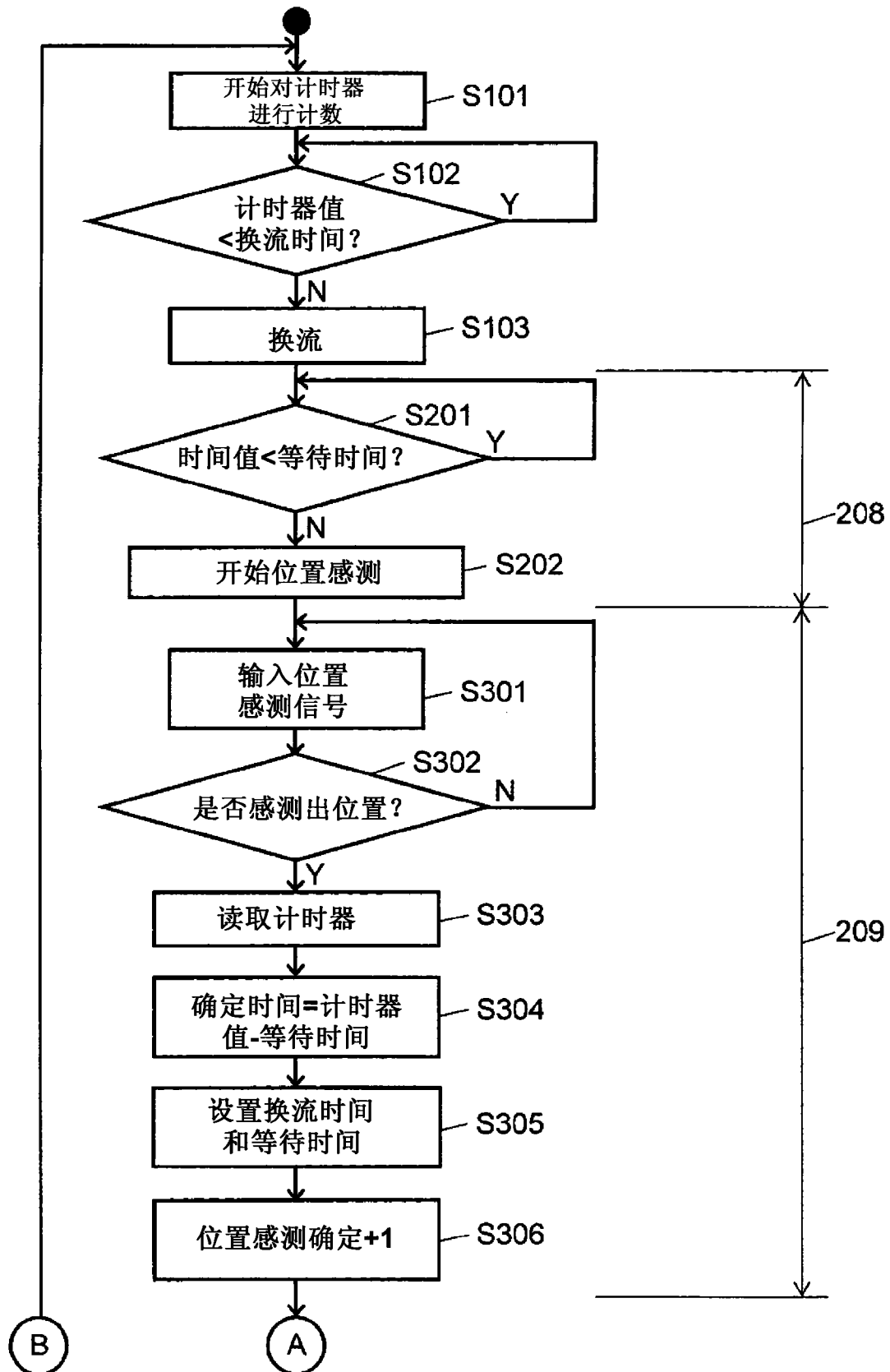


图 11A

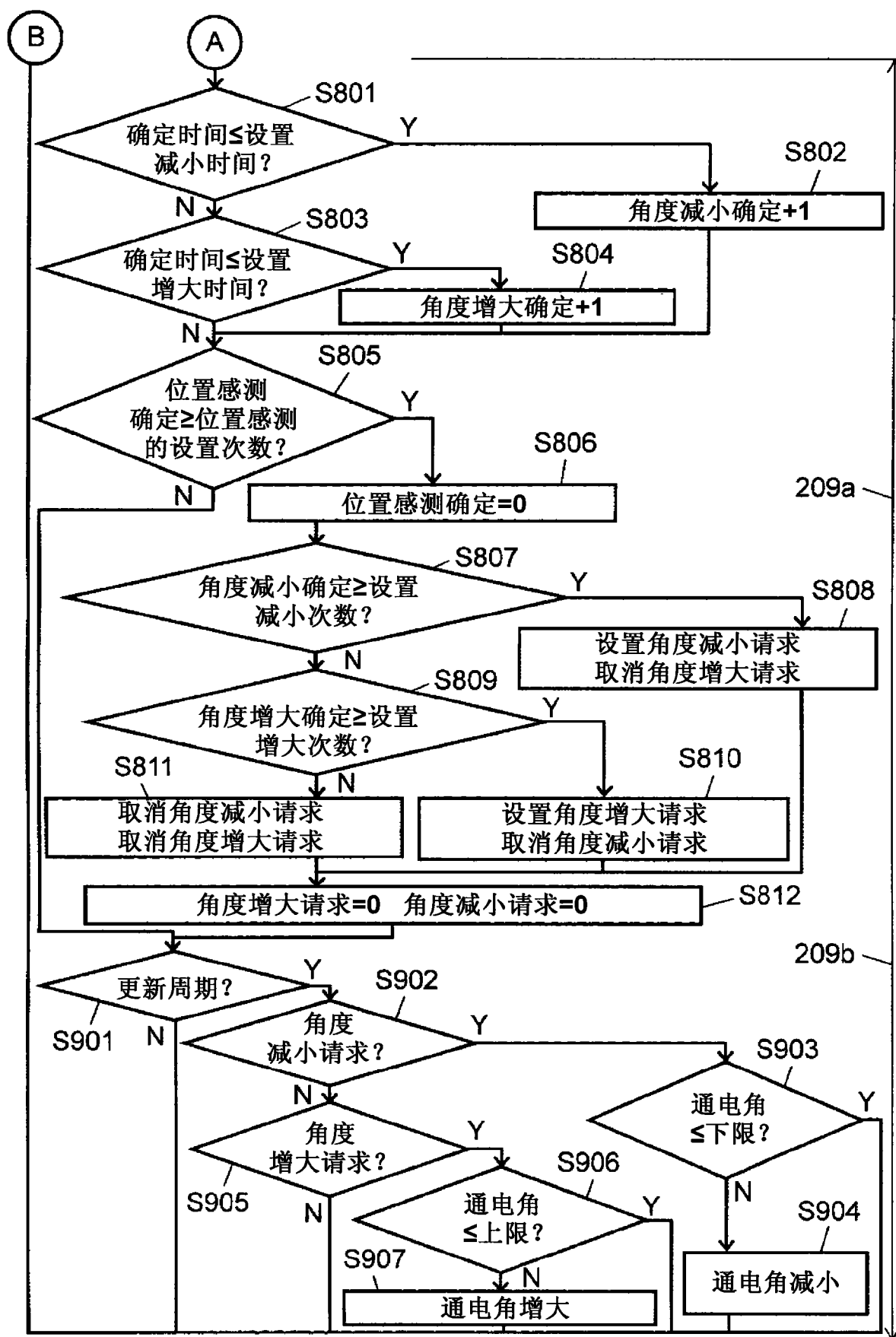


图 11B

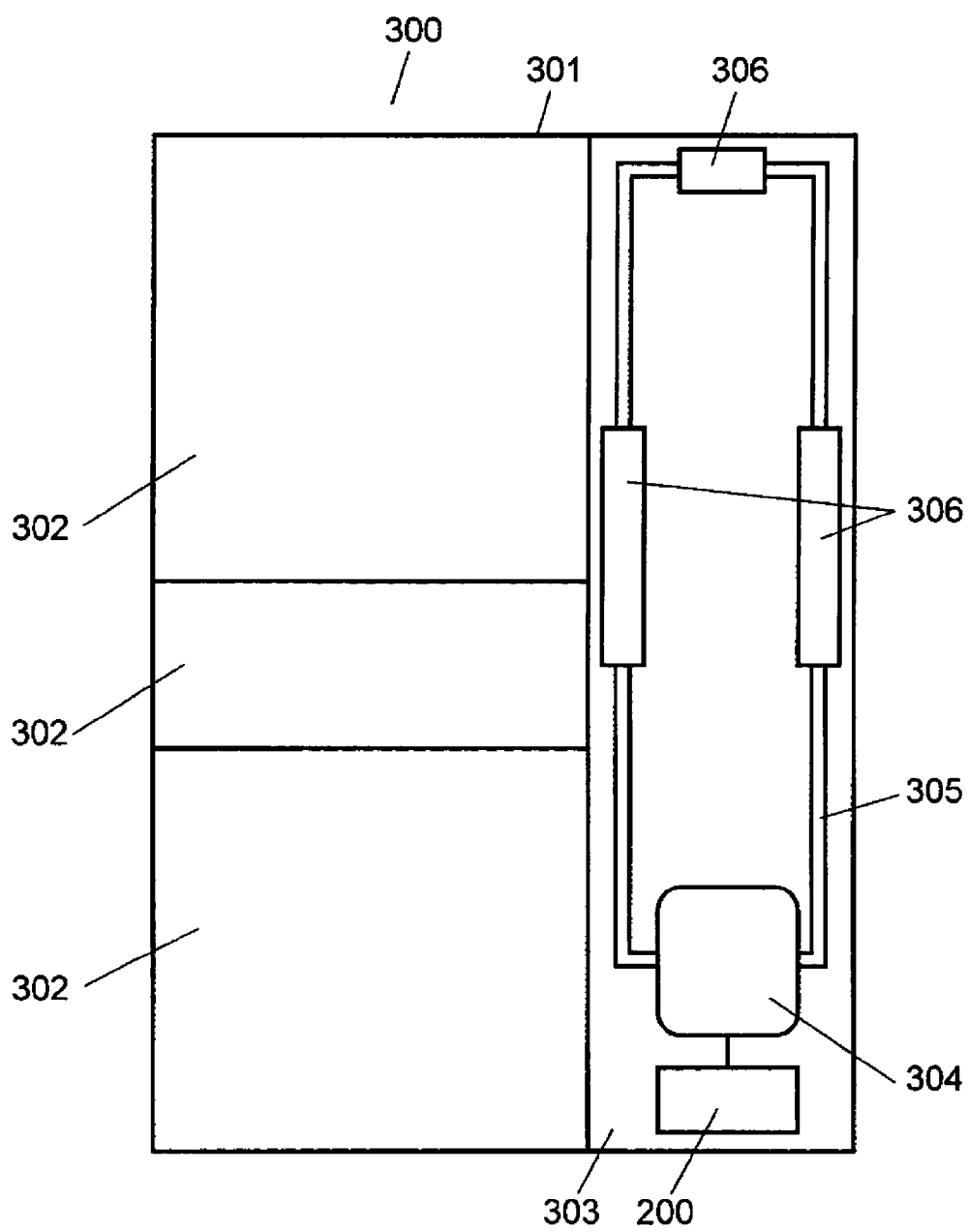


图 12

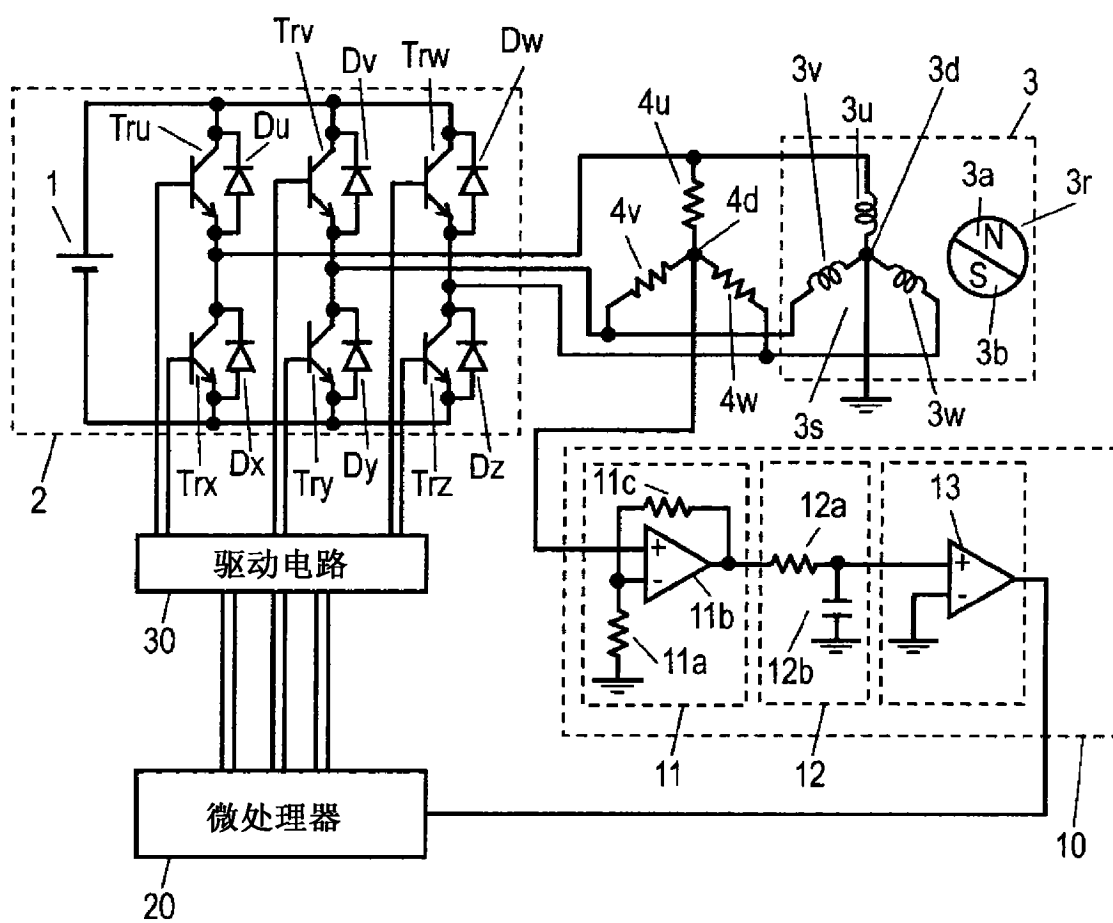


图 13

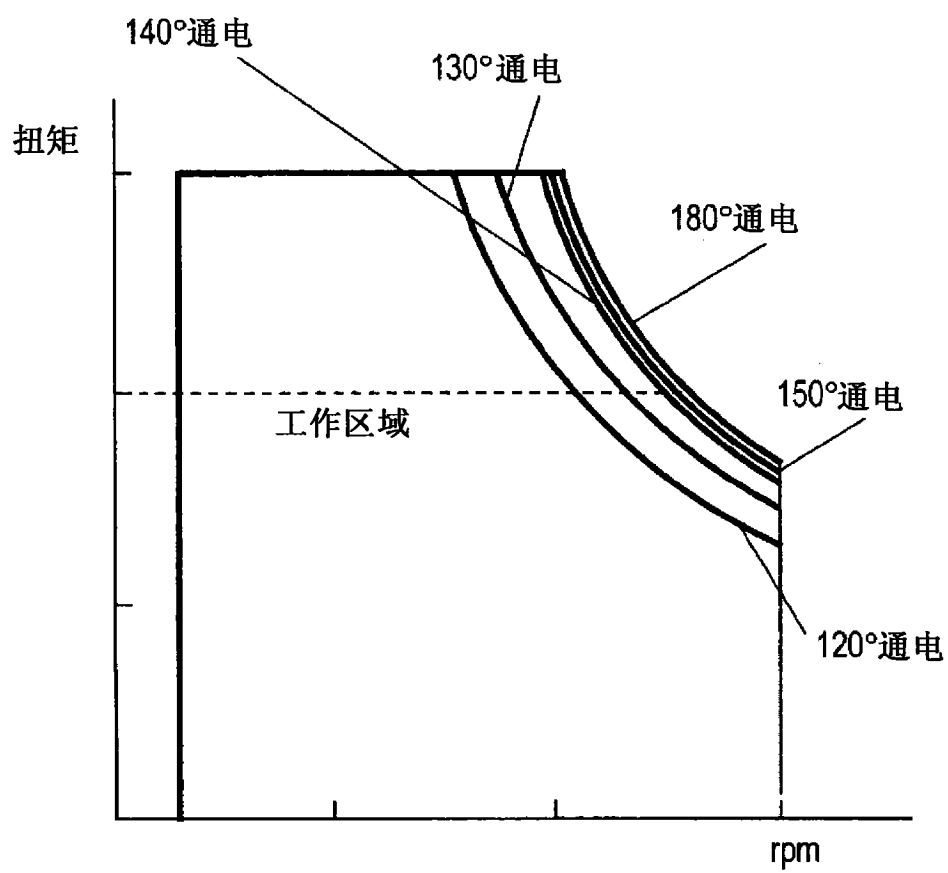


图 14

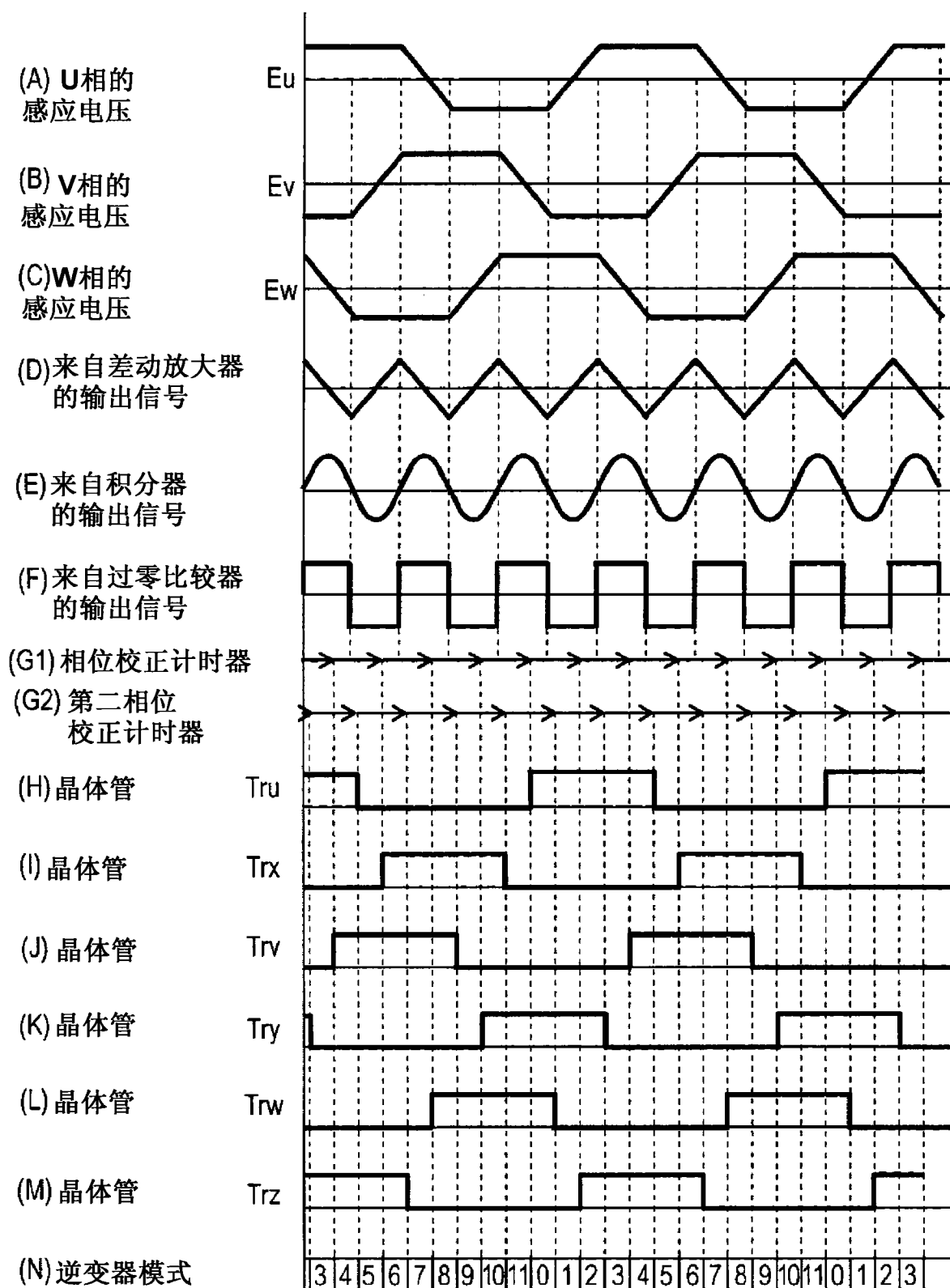


图 15

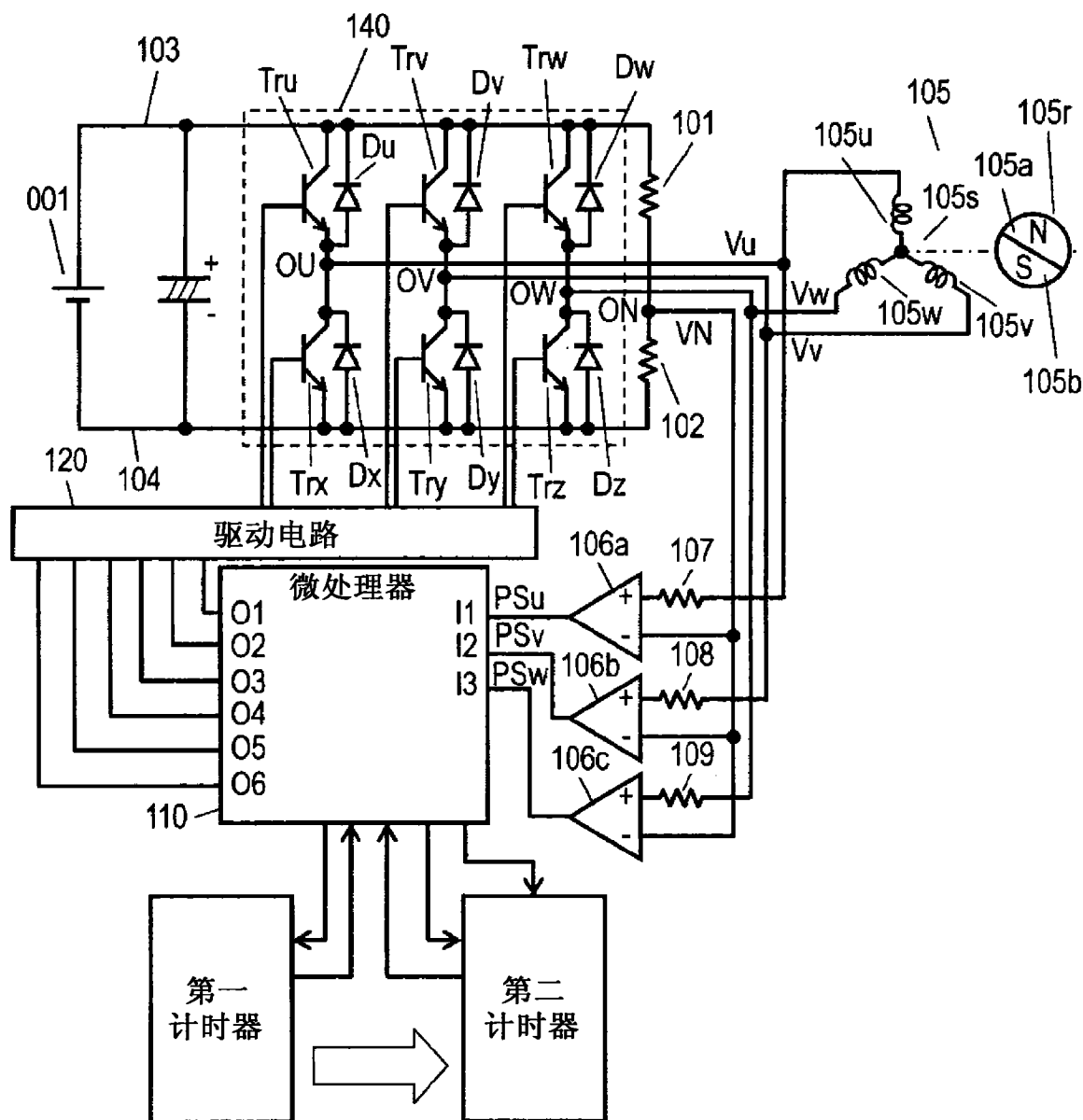


图 16

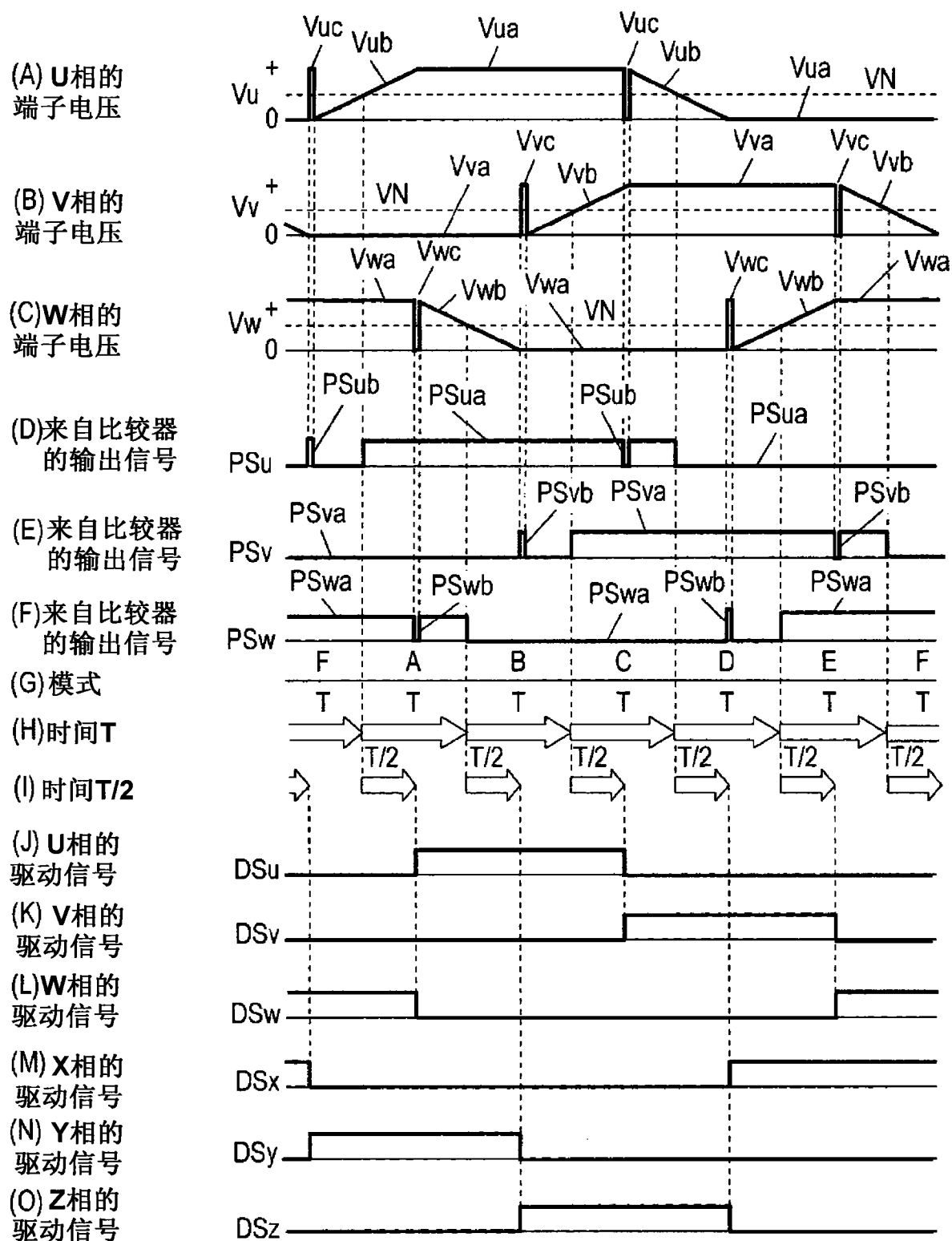


图 17