



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103684129 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310389572. 9

(22) 申请日 2013. 08. 30

(30) 优先权数据

2012-207922 2012. 09. 21 JP

(71) 申请人 日立汽车系统株式会社

地址 日本茨城县

(72) 发明人 羽野诚己 岩路善尚

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 郭定辉

(51) Int. Cl.

H02P 6/10(2006. 01)

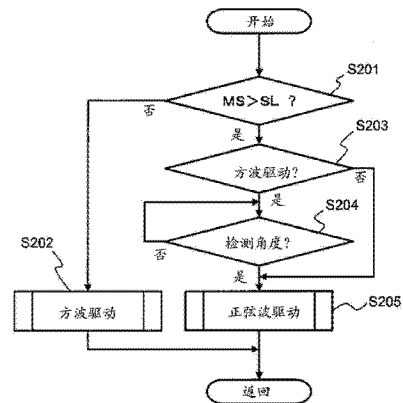
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

无刷电动机的无传感器驱动装置及无传感器驱动方法

(57) 摘要

本发明涉及无刷电动机的无传感器驱动装置以及无传感器驱动方法。驱动装置如果检测到在使用方波驱动无刷电动机的状态下无刷电动机的转速高于设定速度时,则随后,在检测到无刷电动机的转子的角度成为规定角度时,从方波驱动切换到正弦波驱动。驱动装置设定在方波驱动中进行通电模式的切换的角度或者在方波驱动中电动机扭矩成为峰值的角度,作为所述规定角度。



1. 一种无刷电动机的无传感器驱动装置,包括:  
第一驱动部,通过方波驱动所述无刷电动机;  
第二驱动部,通过正弦波驱动所述无刷电动机;以及  
切换部,当所述无刷电动机的转子的角度为规定角度时从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
2. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在所述无刷电动机的扭矩成为峰值的角度从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
3. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在所述无刷电动机的电流成为峰值的角度从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
4. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部基于由所述第一驱动部驱动所述无刷电动机的状态下的非通电相的电压,  
检测所述设定角度。
5. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在由所述第一驱动部切换通电图案的角度从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
6. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在所述无刷电动机的扭矩比由所述第一驱动部切换通电图案的角度的所述无刷电动机的扭矩更高的角度从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
7. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在由所述第一驱动部上一次切换通电图案的角度与由所述第一驱动部下一次切换通电图案的角度之间的角度从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
8. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在所述无刷电动机的转速比设定速度更高时从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。
9. 如权利要求 8 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述切换部在由所述第二驱动部驱动所述无刷电动机的状态下所述无刷电动机的转速不再上升时,将所述设定速度变更为更高的速度。
10. 如权利要求 1 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,  
所述无刷电动机为三相无刷电动机,并且,  
所述第一驱动部按照每 60 度切换六种通电图案。
11. 一种无刷电动机的无传感器驱动装置,包括:  
第一驱动部件,通过方波驱动所述无刷电动机;  
第二驱动部件,通过正弦波驱动所述无刷电动机;以及  
切换部件,当所述无刷电动机的转子的角度为设定的角度时从所述第一驱动部件切换到所述第二驱动部件。
12. 一种无刷电动机的无传感器驱动方法,包括以下步骤:  
检测所述无刷电动机的转子的角度是否为规定角度;以及

在所述无刷电动机的转子的角度为所述规定的角度时,将所述无刷电动机的驱动从方波的驱动切换为正弦波的驱动。

13. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,检测所述无刷电动机的转子的角度的步骤包括以下步骤:  
检测是否为所述无刷电动机的扭矩成为峰值的角度。

14. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,检测所述无刷电动机的转子的角度的步骤包括以下步骤:  
检测是否为所述无刷电动机的电流成为峰值的角度。

15. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,检测所述无刷电动机的转子的角度的步骤包括以下步骤:  
检测在所述无刷电动机由所述方波的驱动来驱动的状态下的非通电相的电压;以及比较所述非通电相的电压和阈值。

16. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,检测所述无刷电动机的转子的角度的步骤包括以下步骤:  
检测所述方波的驱动中切换通电图案的角度。

17. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,检测所述无刷电动机的转子的角度的步骤包括以下步骤:  
检测所述无刷电动机的扭矩比所述方波的驱动中切换通电图案的角度时的所述无刷电动机的扭矩更高的角度。

18. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,检测所述无刷电动机的转子的角度的步骤包括以下步骤:  
检测所述方波的驱动中上一次切换通电图案的角度与所述方波的驱动中下一次切换通电图案的角度之间的角度。

19. 如权利要求 12 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,其中,将所述无刷电动机的驱动从方波的驱动切换为正弦波的驱动的步骤包括以下的步骤:  
检测所述无刷电动机的转速是否比设定速度更高;以及  
所述无刷电动机的速度比设定速度更高,并且所述无刷电动机的转子的角度为所述规定的角度时,将所述无刷电动机的驱动从方波的驱动切换为正弦波的驱动。

20. 如权利要求 19 所述的无刷电动机的无传感器驱动装置,还包括以下步骤:  
在所述正弦波的驱动状态下所述无刷电动机的转速不再上升时,将所述设定速度变更为更高的速度。

## 无刷电动机的无传感器驱动装置及无传感器驱动方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于将无刷电动机在方波驱动和正弦波驱动之间切换而无传感器地驱动的驱动装置及驱动方法。

### 背景技术

[0002] 作为无刷电动机的驱动方式,除正弦波驱动外,已知方波驱动。所述方波驱动是对于无刷电动机的三个相,决定实施 PWM 控制的相、输出高信号的相以及输出低信号的相的驱动方式。

[0003] 而不使用用于检测转子的角度的传感器而实现这些驱动方式的方法,例如已在特开 2009-189176 公报中公开。

[0004] 在正弦波驱动中,根据通过转子旋转时产生的感生电压(换言之,速率产生电压)能够获得转子的角度信息。此外,在方波驱动中,根据通过对通电相施加脉冲状的电压而在非通电相感生的电压(换言之,变压器产生电压)能够获得转子的角度信息。

[0005] 然而,在无刷电动机的无传感器驱动装置中,有时基于电动机的转速进行从方波驱动到正弦波驱动的切换。这里,在方波驱动中通电模式的切换周期期间,电动机的转速达到进行驱动方式切换的速度时,会在转子的角度不详的状态下切换到正弦波驱动。

[0006] 由于在正弦波驱动中,与方波驱动相比,需要更细微的角度周期中的位置信息,因此在转子的角度不详的状态下切换为正弦波驱动会存在发生刚切换时的控制性的恶化,失步或者扭矩下降的可能性。

### 发明内容

[0007] 在此,本申请发明的目的在于,提供一种可以抑制刚刚从方波驱动切换到正弦波驱动之后的失步或者扭矩下降的无刷电动机的无传感器驱动装置以及无传感器驱动方法。

[0008] 为了达到上述目的,本发明的无刷电动机的无传感器驱动装置包括:第一驱动部,通过方波驱动所述无刷电动机;第二驱动部,通过正弦波驱动所述无刷电动机;切换部,当所述无刷电动机的转子的角度为规定角度时从所述第一驱动部切换到所述第二驱动部。

[0009] 此外,本发明的无刷电动机的无传感器驱动方法为:检测所述无刷电动机的转子的角度是否为规定角度,在所述无刷电动机的转子的角度为所述规定的角度时,将所述无刷电动机的驱动从方波的驱动切换为正弦波的驱动。

[0010] 为了达到上述目的,本发明的无刷电动机的无传感器驱动装置包括:第一驱动部件,通过方波驱动所述无刷电动机;第二驱动部件,通过正弦波驱动所述无刷电动机;切换部件,当所述无刷电动机的转子的角度为规定角度时从所述第一驱动部件切换到所述第二驱动部件。

[0011] 此外,本发明的无刷电动机的无传感器驱动方法为:检测所述无刷电动机的转子的角度是否为规定角度,在所述无刷电动机的转子的角度为所述规定的角度时,将所述无刷电动机的驱动从方波的驱动切换为正弦波的驱动。

[0012] 通过参照下列附图说明,使得本发明的其他目标及特征更加容易理解。

#### 附图说明

[0013] 图 1 是表示本发明的实施方式的驱动装置以及无刷电动机的结构的电路模块图。

[0014] 图 2 是表示本发明的实施方式的驱动方式的切换处理的一例的流程图。

[0015] 图 3 是表示进行本发明的实施方式的驱动方式的切换的角度位置的一例的时序图。

[0016] 图 4 是表示进行本发明的实施方式的驱动方式的切换的角度位置的一例的时序图。

[0017] 图 5 (A) ~ (B) 是用于说明本发明的实施方式的作用的时序图。

[0018] 图 6 是表示进行本发明的实施方式的驱动方式的切换的角度位置的一例的时序图。

#### 具体实施方式

[0019] 图 1 是表示本发明的无刷电动机的无传感器驱动装置的一实施方式的电路图。

[0020] 图 1 表示的无刷电动机 1 例如可以在车辆中作为使用电动油泵或者电动水泵等电动式流体泵的动力源。

[0021] 图 1 表示的驱动装置 2 是不使用检测无刷电动机 1 的转子的角度的传感器而驱动无刷电动机 1 的无传感器驱动装置。

[0022] 驱动装置 2 包括电动机驱动电路 212 以及具有计算机的控制器 213。

[0023] 无刷电动机 1 为三相 DC 无刷电动机,换言之为三相同步电动机。无刷电动机 1 的 U 相、V 相、W 相的三相线圈 215U、215V、215W 设置在省略图示的圆筒状的定子上,永磁体转子 216 配置在该定子的中央部位形成的空间中。

[0024] 电动机驱动电路 212 具有三相桥接开关元件 217a ~ 217f 的电路、以及电源电路 219。其中,所述开关元件 217a ~ 217f 包括反并联的二极管 218a ~ 218f 而组成。

[0025] 开关元件 217a ~ 217f 的栅极端子连接到控制器 213,控制器 213 控制开关元件 217a ~ 217f。

[0026] 控制器 213 运算无刷电动机 1 的对各相的施加电压,生成向驱动电路 212 输出的驱动控制信号的电路。

[0027] 控制器 213 不使用传感器而检测转子 216 的角度(换言之,磁极位置),基于该位置信息控制对各相的施加电压,从而驱动无刷电动机 1。

[0028] 控制器 213 将无刷电动机 1 的驱动方式切换为正弦波驱动方式、以及方波驱动方式。正弦波驱动方式是基于转子 216 的位置信息输出正弦波的 180 度通电型的驱动方式,方波驱动方式是基于转子 216 的位置信息决定实施 PWM 控制的相、输出高信号的相以及输出低信号的相的 120 度通电型的驱动方式。

[0029] 另外,在方波驱动中,设定六种实施 PWM 控制的相、输出高信号的相以及输出低信号的相的组合图案,转子 217 每旋转 60 度依次切换输出图案。

[0030] 此外,控制器 213 在正弦波驱动中通过旋转转子 216 而产生的感生电压来获得转子的位置信息,另一方面在方波驱动中通过对通电相施加脉冲状的电压而在非通电相感生

的电压获得转子 216 的位置信息,从而在无传感器的状态下进行驱动。

[0031] 另外,控制器 213 在正弦波驱动中,速率产生电压的转子的位置的检测周期期间,从电动机转速估计转子的位置,根据估计的转子的位置以及 PWM 占空计算对三相分别的输出值。

[0032] 控制器 213 在正弦波驱动中例如以向量控制型无传感器方式驱动无刷电动机 1。

[0033] 控制器 213 以向量控制型无传感器方式的驱动作为一例如下进行:

[0034] 控制器 213 输入 d 轴检测电流  $I_{dc}$ 、q 轴检测电流  $I_{qc}$ 、d 轴以及 q 轴电压命令值 ( $V_{d*}$  以及  $V_{q*}$ ),运算转子的实际旋转位置(实际旋转坐标轴)与设想旋转位置(控制轴)的位置误差即轴误差  $\Delta \theta_c$ 。

[0035] 进而,控制器 213 求出轴误差  $\Delta \theta_c$  与轴误差命令值  $\Delta \theta^*$  之差,进行调整逆变器频率命令值  $\omega_{l*}$  的 PLL 控制以使得该差为零。

[0036] 再有,控制器 213 使用 d 轴电流命令值  $I_{d*}$  和 q 轴电流命令值  $I_{q*}$ 、以及逆变器频率命令值  $\omega_{l*}$  进行向量运算求出  $V_{d*}$  以及  $V_{q*}$ ,将  $V_{d*}$  以及  $V_{q*}$  坐标转换为三相轴,输出三相电压命令值 ( $V_{u*}$ ,  $V_{v*}$ ,  $V_{w*}$ )。

[0037] 在上述的向量控制型无传感器方式的驱动中,控制器 213 估计实际的转子相位角和控制中假设的相位角之间的偏差(轴误差),修正控制中的相位使得该偏差成为零,从而实现无传感器控制,控制器 213 基于感生电压计算轴误差。

[0038] 在正弦波驱动中,控制器 213 由于从速率产生电压获得转子 216 的位置信息,因此在电动机转速低时速率产生电压下降,转子 216 的位置信息的检测精确度降低。

[0039] 另一方面,在方波驱动中,控制器 213 通过施加脉冲状的电压在非通电相感生的电压获得转子 216 的位置信息,因此,即使在包括停止状态的电动机转速低的区域也能够检测位置信息。

[0040] 这里,控制器 213 基于速率产生电压以足够的精确度检测转子 216 的位置的电动机转速区域,换言之速率产生电压超过设定电压的电动机转速的区域切换正弦波驱动以及方波驱动。也就是说,控制器 213 在无刷电动机 1 的转速超过规定速度的高速区域实施正弦波驱动,在无刷电动机 1 的转速低于所述规定速度的低速区域实施方波驱动。

[0041] 即,在本实施方式中,正弦波驱动为在高速区域使用的无传感器驱动方式,方波驱动为在低速区域使用的无传感器驱动方式。

[0042] 再有,为了抑制刚刚从方波驱动向正弦波驱动的切换之后的失步或者扭矩下降,控制器 213 在检测到电动机转速超过设定速度且转子 216 的角度成为进行驱动方式的切换的角度时进行从方波驱动到正弦波驱动的切换。

[0043] 控制器 213 在方波驱动中,通过比较非通电相的电压和阈值电压来检测转子 216 的位置是否为进行输出图案(通电模式)的切换的角度,并进行输出图案的切换。

[0044] 因此,在上一个切换输出图案的角度与下一次切换的角度之间发生基于电动机转速的向正弦波驱动的切换命令时,控制器 213 虽然知道处于输出图案的切换周期内,但无法得到正弦波驱动所必须的详细的位置信息,因此正弦波驱动开始时有可能发生失步或者扭矩降低。

[0045] 此时,控制器 213 在检测到电动机转速超过设定速度以后,等待转子 216 的角度成为预先设定的角度,然后进行从方波驱动到正弦波驱动的切换。

[0046] 根据上述结构,由于已知从方波驱动到正弦波驱动的切换时的转子 216 的角度,因此控制器 213 基于该已知的角度以及此时的电动机转速,可以获得正弦波驱动控制所必须的更小的角度周期中的位置信息。

[0047] 因此,控制器 213 可以在正弦波驱动中基于速率产生电力进行最初的位置检测为止的期间进行高精度度的驱动控制,从而抑制失步或者扭矩下降。

[0048] 例如,无刷电动机 1 为用于驱动车辆的油泵的电动机时,因油流量的要求等,若需要无刷电动机 1 以低转速运转,则控制器 213 通过方波驱动使得无刷电动机以低转速运转。

[0049] 进而,若发生了无刷电动机 1 以高转速运转的需要,控制器 213 从方波驱动切换为正弦波驱动,但由于可以抑制在该驱动方式的切换时的失步或者扭矩下降,因此可以根据油流量的需要等稳定地控制无刷电动机 1 的转速,从而油流量的控制精确度提高。

[0050] 由此,如果油泵是供给润滑或者冷却用油的泵,可以抑制油流量过剩,同时可以稳定地获得润滑或者冷却所需的油流量,从而提高润滑、冷却性能。

[0051] 图 2 是表示控制器 213 进行的方波驱动、正弦波驱动的切换控制的一例的流程图。

[0052] 图 2 的流程图表示的程序每按照一定时间插入执行,首先控制器 213 在步骤 S201 判断电动机转速 MS 是否超过设定速度 SL。另外,电动机转速 MS 从转子 216 的位置信息的检测周期计算得出。

[0053] 所述设定速度 SL 被预先设定,以便能够判别是否能够基于速率产生电压以足够的精确度检测出转子 216 的位置。

[0054] 因此,当电动机转速 MS 比设定速度 SL 更高时,因速率产生电压变高而可以基于速率产生电压以足够的精确度检测转子 216 的位置。另一方面,当电动机转速 MS 比设定速度 SL 更低时,因速率产生电压变小,基于速率产生电压的位置检测的精确度恶化,无法实施正弦波驱动。

[0055] 此时,驱动器 213 在电动机转速 MS 为设定速度以下时,进入步骤 S202,实施基于非通电相的变压器产生电压而进行位置检测的方波驱动。

[0056] 当根据通过对通电相施加脉冲状的电压而非通电相感生的电压(变压器产生电压)检测转子 216 的位置时,即使在电动机转速低的区域,可以以方波驱动所需的精确度进行位置检测。

[0057] 这里,控制器 213 在无刷电动机 1 的启动时开始直到电动机转速 MS 超过设定速度 SL 的低速区域中,通过方波驱动来旋转驱动无刷电动机 1。

[0058] 另一方面,从通过方波驱动来驱动无刷电动机 1 的低速区域,电动机转速 MS 上升,转移到电动机转速 MS 超过设定速度 SL 的高速区域,即,可以通过速率产生电压进行位置检测的速度区域后,控制器 213 从步骤 S201 进入步骤 S203。

[0059] 在步骤 S203,控制器 213 判断是否选择了方波驱动作为驱动方式,若是选择了方波驱动的情况,则进入步骤 S204。

[0060] 在步骤 S204,控制器 213 判断是否在方波驱动状态下检测到预先设定实施从方波驱动到正弦波驱动的切换的转子 216 的角度位置 DCA,

[0061] 进而,控制器 213 等待至转子 216 的角度成为角度位置 DCA,转子 216 的角度成为角度位置 DCA 后进入步骤 S205,从方波驱动切换到正弦波驱动。

[0062] 由此,控制器 213 即使电动机转速 MS 超过设定速度 SL 也不会立即切换到正弦波

驱动,而是等到随后转子 216 的角度成为角度位置 DCA 后切换为正弦波驱动。

[0063] 进而,控制器 213 从切换至正弦波驱动时到进行基于速率产生电压的最初的位置检测为止,根据角度位置 DCA 和电动机转速估计转子 216 的位置,设定正弦波驱动的输出。

[0064] 因此,控制器 213 可以从正弦波的切换后立即高精度地检测转子 216 的位置,通过正弦波驱动来驱动无刷电动机,从而抑制失步和扭矩下降。

[0065] 如果不进行步骤 S203 以及步骤 S204 的处理,则控制器 213 在电动机转速 MS 超过设定速度 SL 时切换到正弦波驱动。

[0066] 在方波驱动中,控制器 213 为了按照每 60 度切换输出图案,按照每 60 度检测角度,如果在该位置检测期间电动机转速 MS 超过设定速度 SL,则在不知道转子的角度在 60 度区间的哪一个位置的状态下开始正弦波驱动。此时,直到基于速率产生电压的最初的位置检测位置的期间,控制器 213 的控制性恶化,存在发生失步或者扭矩降低的可能性。

[0067] 若控制器 213 在进入步骤 S205 实施正弦波驱动,其后,只要电动机转速 MS 超过设定速度 SL 的状态继续,在步骤 S203 判断为选择正弦波驱动,越过步骤 S204 而进入步骤 S205,继续正弦波驱动。

[0068] 进而,从选择正弦波驱动的高速区域电动机转速 MS 下降至低于设定速度 SL,控制器 213 从步骤 S201 进入步骤 S202 切换至方波驱动。

[0069] 在从正弦波驱动到方波驱动的切换中,正弦波驱动与进行方波驱动的情况相比进行分辨率更高的位置检测,因此即使在电动机转速 MS 低于设定速度 SL 的时刻切换至 120 度通电方波驱动,也可以从 120 度通电方波驱动的最开始选择合适的输出图案。

[0070] 另外,可以在方波驱动中进行输出图案的切换的角度位置 PCA 进行从正弦波驱动到方波驱动的切换。

[0071] 接下来,根据图 3 说明在步骤 S204 中控制器 213 检测角度位置 DCA 的一例。

[0072] 图 3 所示的例子中,使得进行从方波驱动到正弦波驱动的切换的角度位置 DCA 与在方波驱动中进行输出图案的切换的角度位置 PCA 一致。

[0073] 在方波驱动中,例如在 30 度、90 度、150 度、210 度、270 度、330 度的各角度位置 PCA 切换六种输出图案(通电模式)时,控制器 213 比较非通电相的电压的检测值与作为在各角度位置 PCA 的非通电相的电压预先设置的阈值电压,从而判断是否为角度位置 PCA。

[0074] 进而,控制器 213 在 30 度、90 度、150 度、210 度、270 度、330 度的各角度位置 PCA 中,电动机转速 MS 超过设定速度 SL 时,在与正旋转方向最近的角度进行从方波驱动到正弦波驱动的切换。

[0075] 图 3 所示的例子为在六种输出图案中第三图案(第三通电模式)在 330 度到 30 度之间的 60 度区间选择的例子,阈值电压 V3-4 为进行从第三图案到第四图案的切换的 30 度的位置的非通电相的感生电压。

[0076] 进而,在判断为电动机转速 MS 超过设定速度 SL 的时刻,如果在 330 度到 30 度的 60 度区间的途中,控制器 213 等待至检测到 30 度的角度位置后,实施从方波驱动到正弦波驱动的切换。

[0077] 如上所述,只要使得在方波驱动中进行输出图案的切换的角度位置 PCA 与进行从方波驱动到正弦波驱动的切换的角度位置 DCA 一致,则不必个别地实施从方波驱动切换到正弦波驱动的角度检测,从而控制变为容易。



[0078] 图 4 表示步骤 S204 中控制器 213 检测角度位置 DCA 的另一个例子。

[0079] 图 4 所示的一例中,根据方波驱动中的电动机扭矩决定进行从方波驱动到正弦波驱动的切换的角度位置 DCA,详细地,在电动机扭矩成为峰值(最大值)的角度位置 MTP 设定角度位置 DCA。

[0080] 在方波驱动中电动机扭矩发生变动,方波驱动中在输出图案(通电模式)的切换的角度位置 PCA 的电动机扭矩有可能变得比在正弦波驱动状态下的电动机扭矩更低。

[0081] 控制器 213 作为正弦波驱动控制从施加到电动机的电压和电流估计电动机的转子轴和控制系统轴之间的轴误差,调整施加到电动机的电压和电流,以控制估计的轴误差成为规定值,同时基于作为速度命令的频率对构成逆变器的开关元件进行 PWM 控制。

[0082] 在该正弦波驱动控制中,以比在正弦波驱动产生的电动机扭矩更低的电动机扭矩的状态下从方波驱动切换到正弦波驱动时,如图 5 (A)所示,在向正弦波驱动的切换定时的时刻  $t_1$  产生轴误差。

[0083] 进而,根据 PLL (Phase Locked Loop, 锁相环) 的增益,因在正弦波驱动的开始初期产生轴误差,如图 5 (A) 所示,向正弦波驱动的切换后的  $t_1$  以后轴误差的估计值发生摆动(hunting),从而引起扭矩摆动,在最坏的情况下存在无刷电动机失步的可能性。

[0084] 例如,无刷电动机 1 为驱动电动油泵的电动机时,由于根据油温电动机负载发生变化,根据 PLL 增益的设定无法确保控制的跟随性,存在无刷电动机 1 失步的可能性。

[0085] 在此,在图 4 所示的例子中,控制器 213 通过将方波驱动到正弦波驱动的切换设为在方波驱动中电动机扭矩为峰值的角度位置 MTP,如图 5 (B) 所示,将正弦波驱动的开始时的轴误差接近 0deg,从而抑制扭矩摆动的发生,甚至失步的发生。

[0086] 在图 5 (B)中,在电动机扭矩成为峰值的时刻  $t_0$  实施从方波驱动到正弦波驱动的切换,而通过将轴误差维持到 0deg 来抑制在时刻  $t_0$  以后的扭矩摆动。

[0087] 电动机扭矩成为峰值的角度位置 MTP 的检测,如图 4 所示,通过比较非通电相的电压和角度位置 MTP 对应的阈值电压 VTP 进行。进而,控制器 213 即使在电动机转速超过设定速度 SL 时,也要等待随后的角度位置 MTP 的检测,再实施从方波驱动到正弦波驱动的切换。

[0088] 另外,从方波驱动到正弦波驱动的切换不限于电动机成为峰值的角度位置,控制器 213 也可以在电动机扭矩比在方波驱动进行输出图案的切换的角度位置 PCA 变为更高的角度位置进行方波驱动到正弦波驱动的切换。此时也同样地,与在角度位置 PCA 进行从方波驱动到正弦波驱动的切换的情况更加可以抑制扭矩摆动的发生。

[0089] 即,通过将产生比在角度位置 PCA 的电动机扭矩更高的电动机扭矩的角度位置作为进行从方波驱动到正弦波驱动的切换的角度位置 DCA,从而可以比在角度位置 PCA 进行从方波驱动到正弦波驱动的切换的情况可以更加抑制扭矩摆动,将电动机扭矩成为峰值的角度位置 MTP 作为角度位置 DCA,可以尽可能减少扭矩摆动。

[0090] 此外,在方波驱动状态下电动机扭矩成为峰值的角度位置 MTP 的检测可以基于非通电相的电压,此外,也可以基于电动机电流的检测值进行。

[0091] 电动机扭矩和电动机电流之间具有相关性,如图 6 所示,电动机电流成为峰值的角度位置即为电动机扭矩成为峰值的角度位置。因此,控制器 213 可以检测电动机电流的检测值成为峰值的定时,并在电动机电流的检测值成为峰值的定时进行从方波驱动到正弦

波驱动的切换。

[0092] 此外,无刷电动机 1 为驱动电动油泵的电动机,且油温低、电动机负载高的情况下,即使切换到正弦波驱动,电动机转速也不上升而反复方波驱动和正弦波驱动之间的切换,从而存在发生油的排放压力变动、或者在正弦波驱动状态下电动机电流过分升高的可能性。

[0093] 在此,驱动器 213 在反复方波驱动和正弦波驱动之间的切换的情况下,换言之,电动机负载高而在正弦波驱动中电动机转速不上升的情况下,可以将电动机转速 SL 变更为比标准值更高的值,从而抑制向正弦波驱动的切换。

[0094] 这样,在方波驱动和正弦波驱动之间切换反复那样电动机负载高的情况下,通过抑制向正弦波驱动的切换,即可抑制方波驱动和正弦波驱动之间的切换反复进行从而抑制油的排放压力变动,并且,可以将电动机电流压低,从而保护驱动电路。

[0095] 另外,当控制器 213 检测到方波驱动与正弦波驱动之间的切换在反复时,或者检测到在正弦波驱动中电动机转速不上升时,可以向增大方向变更电动机转速 SL。此外,当无刷电动机 1 为电动油泵的驱动源时,控制器 213 可以随着油温降低,向增大方向变更电动机转速 SL。

[0096] 此外,无刷电动机 1 不限于三相无刷电动机,而且方波驱动、正弦波驱动不限于 120 度通电型的方波驱动、180 度通电型的正弦波驱动。

[0097] 作为引用,要求优先权的 2012 年 9 月 21 日申请的第 2012-207922 号日本发明专利申请的内容全部包含于此。

[0098] 然而,在本发明中仅筛选了精选内容来进行图解和描述,显然,对于本领域技术人员而言,可以根据公开的内容在不脱离附属权利要求定义的范围内进行各种变更和修改。

[0099] 此外,根据本发明的上述内容的描述仅仅为示例,没有限制发明的意图,该发明以权利要求及其等效的内容为准。

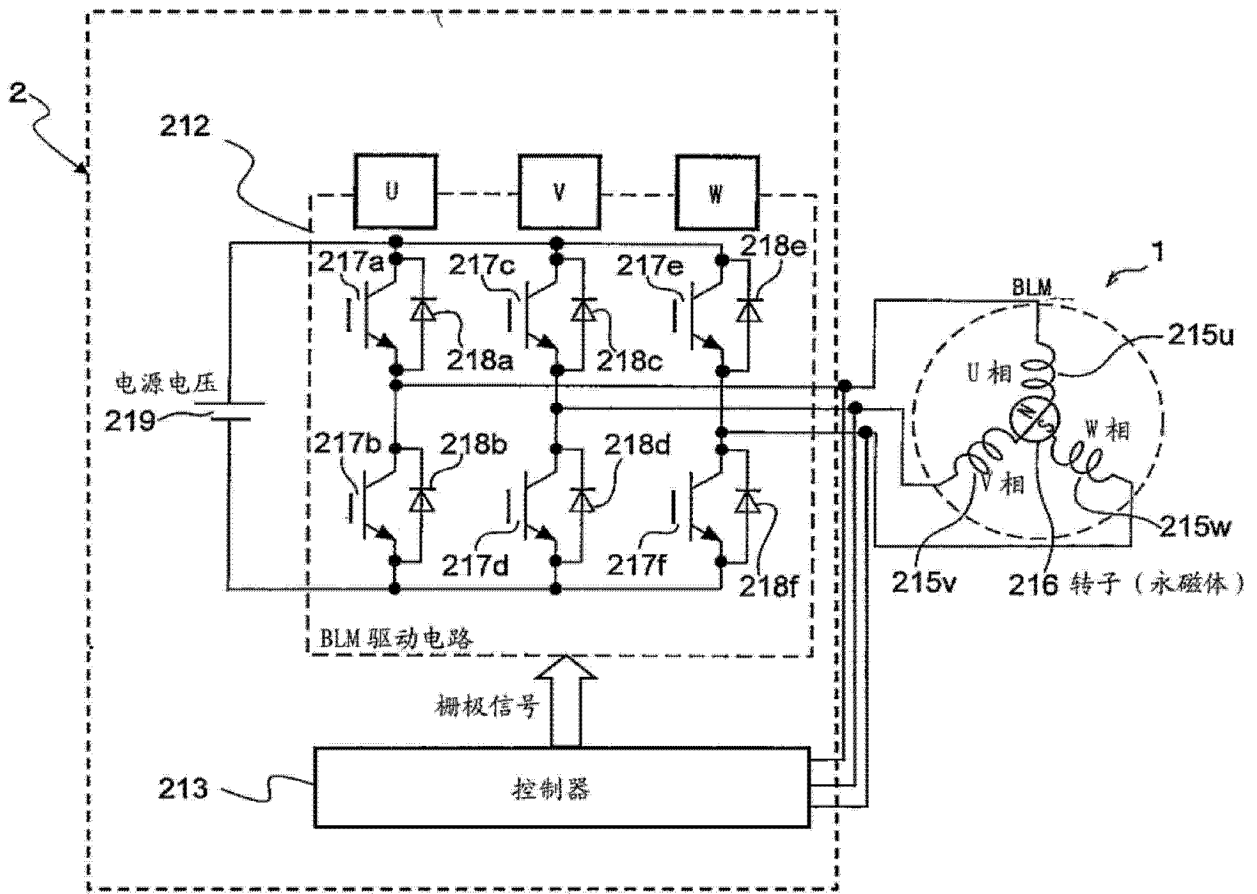


图 1

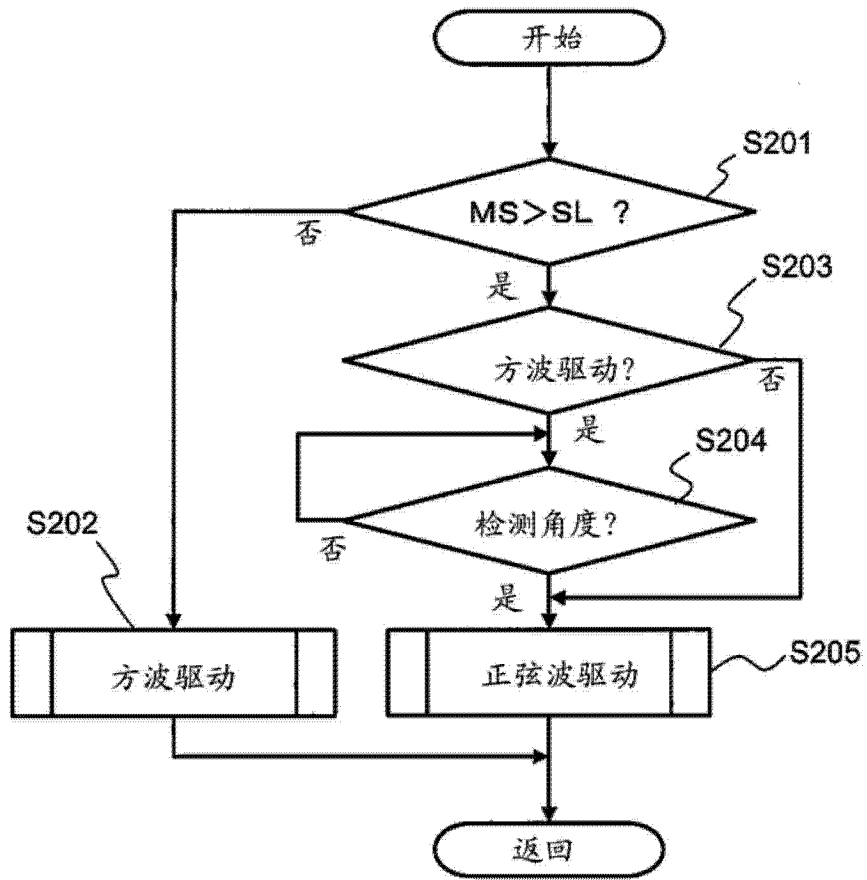


图 2

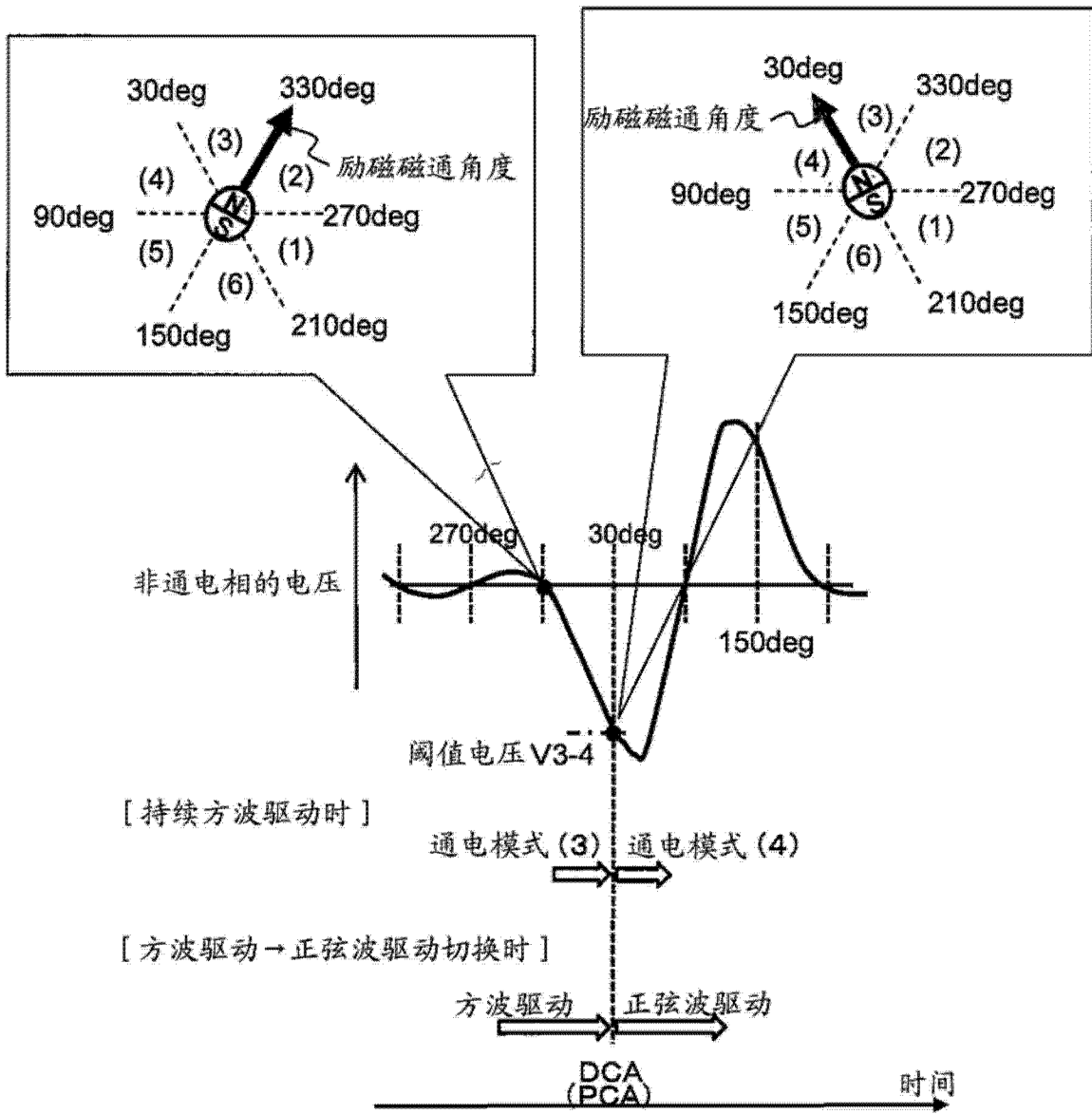


图 3

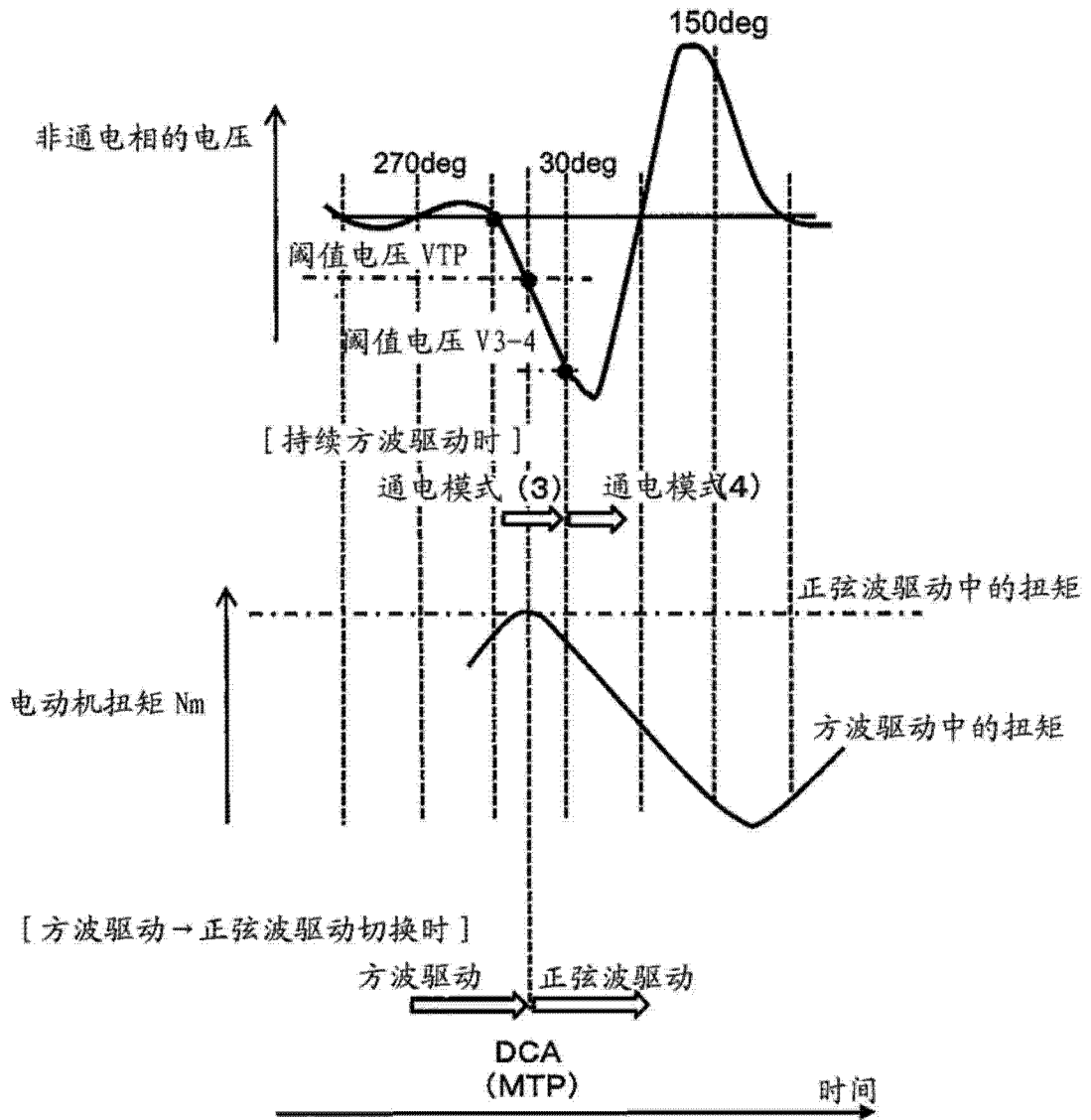


图 4

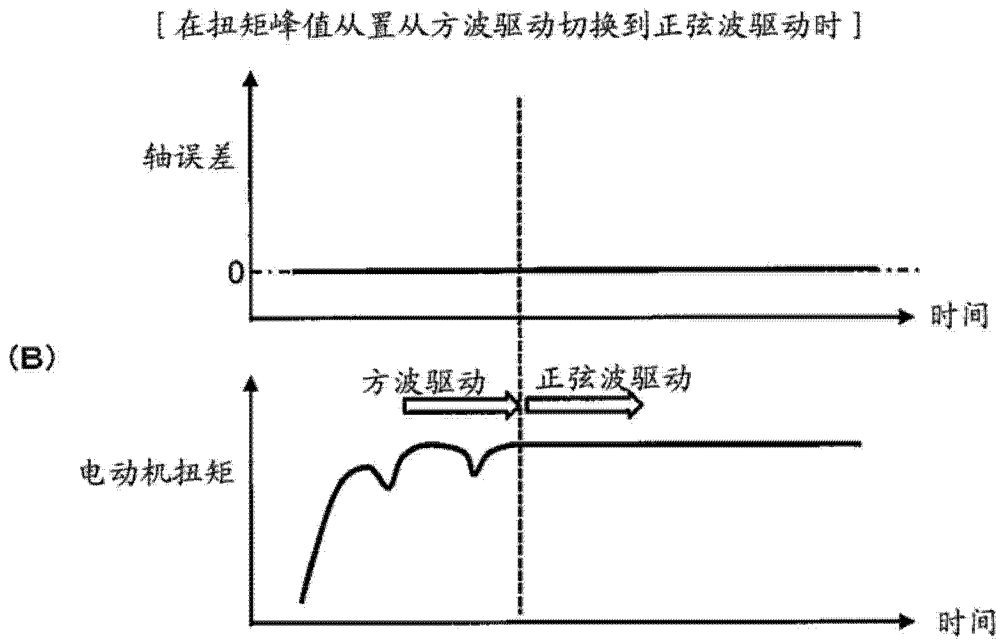
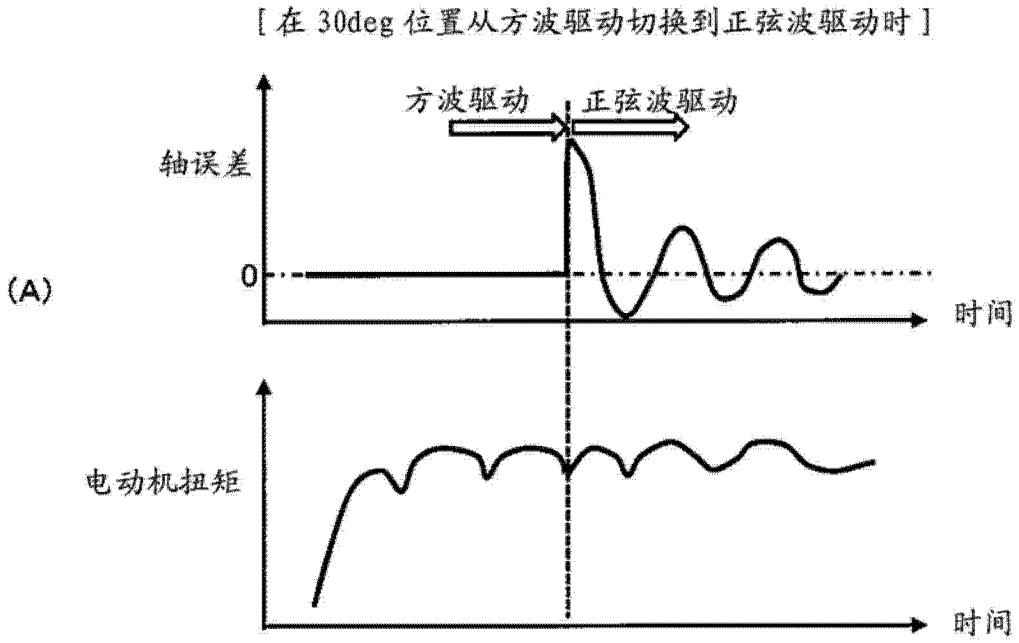


图 5

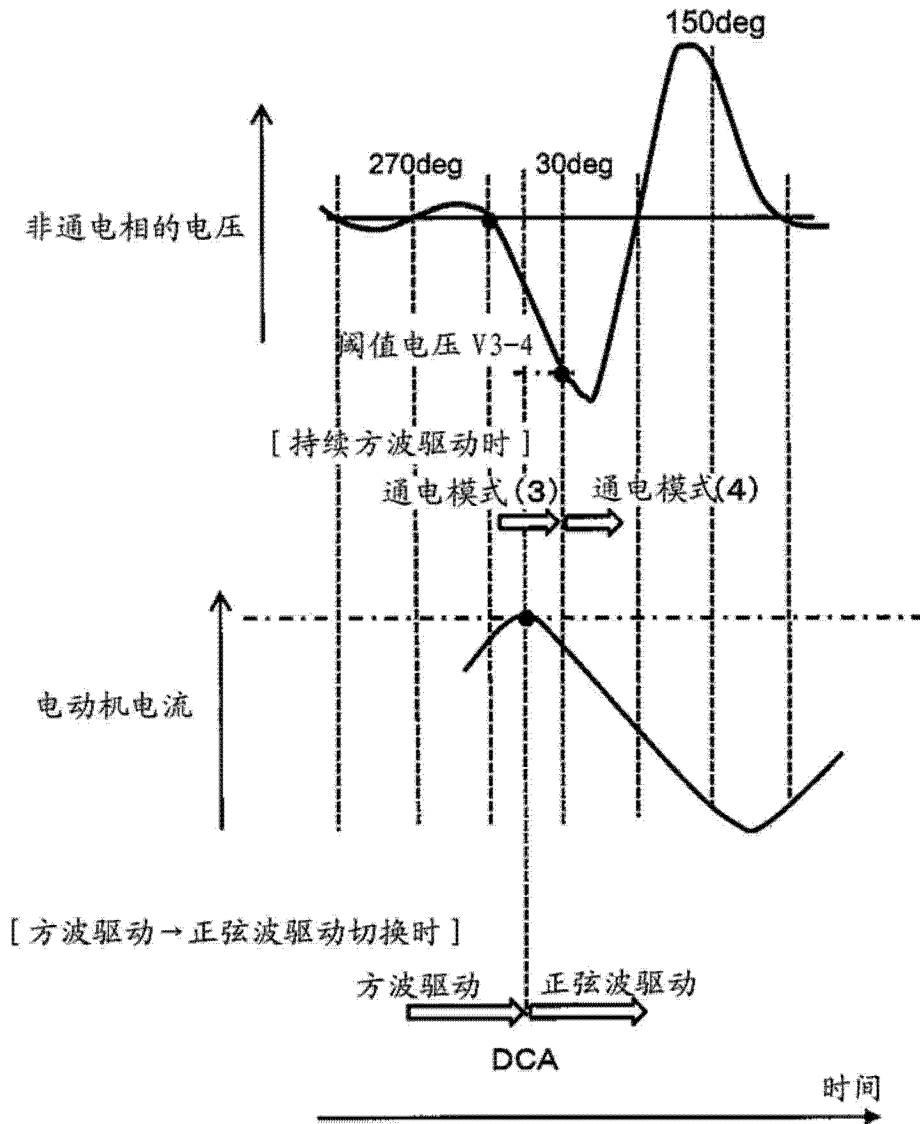


图 6