



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102684573 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201210120154. 5

KR 20020061371 A, 2002. 07. 24,

(22) 申请日 2012. 03. 08

CN 1609329 A, 2005. 04. 27,

(30) 优先权数据

审查员 马永祥

10-2011-0020662 2011. 03. 08 KR

(73) 专利权人 LS 产电株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 金光渊

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司

11225

代理人 黄威 徐爱萍

(51) Int. Cl.

H02P 3/18(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2002102585 A, 2002. 04. 09,

CN 1207474 A, 1999. 02. 10,

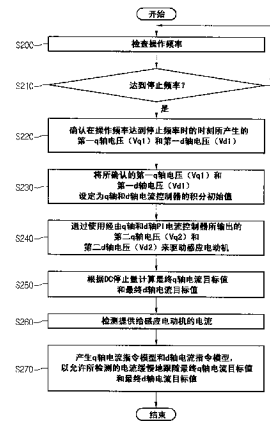
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

使感应电动机停止的装置及方法

(57) 摘要

提供一种使感应电动机停止的装置和方法。所述装置包括：频率指令单元，其用于相应于所述感应电动机的转速指令产生操作频率；q轴和d轴V/F转换器，其用于输出与所产生的操作频率成比例的第一q轴电压(Vq1)和与0频率成比例的第一d轴电压(Vd1)；q轴PI电流控制器，其用于在所述操作频率达到停止频率时输出用于停止感应电动机的第二q轴电压(Vq2)；d轴PI电流控制器，其用于在所述操作频率达到所述停止频率时输出用于停止感应电动机的第二d轴电压(Vd2)；以及选择单元，其用于根据由所述频率指令单元所产生的所述操作频率来选择并输出所述第一q轴和d轴电压(Vq1和Vd1)或所述第二q轴和d轴电压(Vq2和Vd2)。



1. 一种用于使感应电动机 (40) 停止的装置, 包括:

频率指令单元, 其用于相应于所述感应电动机 (40) 的转速指令产生操作频率;

其特征在于, 还包括:

电压 / 频率模型指令单元 (52), 其用于输出与所产生的操作频率成比例的第一 q 轴电压 ( $V_{q1}$ ) 和与 0Hz 频率成比例的第一 d 轴电压 ( $V_{d1}$ );

q 轴比例积分电流控制器 (60), 其用于在所述操作频率达到停止频率时输出用于停止所述感应电动机 (40) 的第二 q 轴电压 ( $V_{q2}$ );

d 轴比例积分电流控制器 (61), 其用于在所述操作频率达到所述停止频率时输出用于停止所述感应电动机 (40) 的第二 d 轴电压 ( $V_{d2}$ );

q 轴积分初始值设定单元 (57), 其用于通过使用在所述操作频率达到所述停止频率时的时刻所产生的所述第一 q 轴电压 ( $V_{q1}$ ) 而设定 q 轴比例积分电流控制器 (60) 的积分初始值; 以及

d 轴积分初始值设定单元 (56), 其用于通过使用在所述操作频率达到所述停止频率时的时刻所产生的所述第一 d 轴电压 ( $V_{d1}$ ) 而设定 d 轴比例积分电流控制器的积分初始值; 以及

选择单元 (53), 其用于根据由所述频率指令单元 (51) 所产生的所述操作频率来选择并输出所述第一 q 轴电压和第一 d 轴电压 ( $V_{q1}$  和  $V_{d1}$ ) 或第二 q 轴电压和第二 d 轴电压 ( $V_{q2}$  和  $V_{d2}$ ),

其中, 如果所述操作频率相当于驱动频率, 则所述选择单元 (53) 选择所述第一 q 轴电压和第一 d 轴电压 ( $V_{q1}$  和  $V_{d1}$ ), 而当所述操作频率达到所述停止频率时, 所述选择单元 (53) 选择所述第二 q 轴电压和第二 d 轴电压 ( $V_{q2}$  和  $V_{d2}$ )。

2. 如权利要求 1 所述的装置, 还包括 DC 停止量指令单元 (58), 当所述操作频率达到所述停止频率时, 所述 DC 停止量指令单元 (58) 用于根据 DC 停止量产生最终电流目标值 ( $I_{Ref}$ )。

3. 如权利要求 2 所述的装置, 其中 d-q 轴电流指令产生单元 (59) 通过使用所述最终电流目标值 ( $I_{Ref}$ ) 计算将提供给所述 q 轴比例积分电流控制器 (60) 的最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ), 以及将提供给所述 d 轴比例积分电流控制器 (61) 的最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ )。

4. 如权利要求 3 所述的装置, 其中所述 d-q 轴电流指令产生单元 (59) 相应于所述最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ) 顺序地产生多个 q 轴电流指令模型, 并且相应于所述最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ ) 顺序地产生多个 d 轴电流指令模型。

5. 如权利要求 4 所述的装置, 其中在由所述 d-q 轴电流指令产生单元 (59) 所顺序产生的所述多个 q 轴电流指令模型中最后输出的 q 轴电流指令模型, 相当于所述最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ); 以及

在多个顺序输出的 d 轴电流指令模型中最后输出的 d 轴电流指令模型, 相当于所述最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ )。

6. 如权利要求 4 所述的装置, 还包括:

三相电流检测器 (62), 其用于检测提供给所述感应电动机 (40) 的三相电流 ( $I_a$ ,  $I_b$  和  $I_c$ ); 以及

三相两相电流转换单元 (63), 其用于将由所述三相电流检测器 (62) 所检测的三相电流 ( $I_a$ ,  $I_b$  和  $I_c$ ) 转换为两相 q 轴电流 ( $I_q$ ) 和 d 轴电流 ( $I_d$ )。

7. 如权利要求 6 所述的装置, 其中所述 d-q 轴电流指令产生单元 (59) 相应于所述 q 轴电流 ( $I_q$ ) 和所述最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ) 之间的多个 q 轴电流而顺序地产生 q 轴电流指令模型, 并且相应于所述 d 轴电流 ( $I_d$ ) 和所述最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ ) 之间的多个 d 轴电流而顺序地产生 d 轴电流指令模型。

8. 如权利要求 7 所述的装置, 其中用于产生所述多个 q 轴电流指令模型的所述 q 轴电流逐渐地增加, 以最后等于所述最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ); 并且

用于产生所述多个 d 轴电流指令模型的所述 d 轴电流逐渐地增加, 以最后等于所述最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ )。

9. 一种使感应电动机停止的方法, 包括:

基于与操作频率成比例的第一 q 轴电压 ( $V_{q1}$ ) 和与 0Hz 频率成比例的第一 d 轴电压 ( $V_{d1}$ ) 驱动所述感应电动机;

其特征在于, 还包括:

判定所述操作频率是否达到停止频率;

当所述操作频率达到所述停止频率时顺序地输出多个 q 轴电流指令模型和 d 轴电流指令模型; 以及

通过使用第二 q 轴电压 ( $V_{q2}$ ) 和第二 d 轴电压 ( $V_{d2}$ ) 相应于多个顺序输出的 q 轴电流指令模型和 d 轴电流指令模型而使所述感应电动机停止,

其中顺序地输出多个 q 轴电流指令模型和 d 轴电流指令模型包括:

通过使用在所述操作频率达到所述停止频率时的时刻所输出的所述第一 q 轴电压 ( $V_{q1}$ ) 和所述第一 d 轴电压 ( $V_{d1}$ ) 而初始输出第二 q 轴电压 ( $V_{q2}$ ) 和第二 d 轴电压 ( $V_{d2}$ )。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 还包括当所述操作频率达到所述停止频率时, 通过使用根据 DC 停止量的最终电流目标值 ( $I_{Ref}$ ) 来计算最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ) 和最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ )。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中所述顺序地输出多个 q 轴电流指令模型和 d 轴电流指令模型包括:

相应于位于根据所述初始输出的第二 q 轴电压 ( $V_{q2}$ ) 的第一 q 轴电流和所述最终 q 轴电流目标值 ( $I_{q\_Ref}$ ) 之间的多个 q 轴电流而顺序地产生 q 轴电流指令模型; 并且

相应于位于根据所述初始输出的第二 d 轴电压 ( $V_{d2}$ ) 的第一 d 轴电流和所述最终 d 轴电流目标值 ( $I_{d\_Ref}$ ) 之间的多个 d 轴电流而顺序地产生 d 轴电流指令模型。

## 使感应电动机停止的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种使感应电动机停止的装置及方法,尤其涉及一种用于稳定地使感应电动机停止而输出电压和输出电流不发生剧烈变化的装置。

### 背景技术

[0002] 现有几种使旋转的感应电动机停止的方法。

[0003] 使感应电动机停止的几种方法包括:当使用逆变器(inverter)驱动(加速或减速)感应电动机时,降低由逆变器施加给感应电动机的频率的方法;将DC电流施加给感应电动机的方法;以及在增加感应电动机的定子中产生的磁通量密度的同时减小频率的方法。

[0004] 如果更详细地加以说明的话,使感应电动机停止的现有方法之一是在预定时间内降低由逆变器施加给感应电动机的频率。

[0005] 该方法利用了下述原理。即,当施加给定子的频率的转换量小于旋转感应电动机的转速时,感应电动机的转差率(slip)变为负值(-),因此,感应电动机由于其中的停止转矩而减速。

[0006] 然而,根据这种方法,转子在旋转中的动能返回到逆变器的DC环节电容器,因此,DC环节的电压增加到危险电平。

[0007] 此外,使感应电动机停止的另一种方法是将DC电流施加到感应电动机的定子。该方法利用了下述原理。即,当DC电流施加到感应电动机的定子时,由于DC电流在定子中流动而在空间上产生固定磁通量。此刻,一旦产生磁通量,则在转子中感应出电流,并且由于该感应出的电流而产生停止转矩。

[0008] 即,当感应电动机在以预定速度运行后通过使用逆变器而被停止时,由于负荷的强大惯性,即使输出频率达到大约0Hz,感应电动机也会旋转而不会停止,因此,为了使感应电动机停止,而将DC电流施加到感应电动机的定子。

[0009] 即,逆变器在以预定频率驱动感应电动机之后,为了使感应电动机停止而减小了输出频率。此刻,如果减小的输出频率达到停止频率,则为了施加预定的DC电流,逆变器施加预定的DC电流以将电压/频率(V/F)驱动控制模式改变为比例积分(PI)电流控制模式,从而使用电流控制器的d轴和q轴输出。

[0010] 然而,如图1所示,如果在使感应电动机停止期间将V/F驱动控制模式改变为PI电流控制模式,则输出电压和电流会发生剧烈变化,由此,感应电动机的停止转矩会被剧烈改变,从而使停止性能恶化。

### 发明内容

[0011] 实施例提供了一种用于通过使用新方法使感应电动机停止的装置及其停止方法。

[0012] 实施例还提供一种用于通过在停止感应电动机期间减小输出电压及其波动宽度

而平滑地停止感应电动机的装置及其停止方法。

[0013] 在一实施例中,用于使感应电动机停止的装置包括:频率指令单元,其用于相应于感应电动机的转速指令而产生操作频率;q轴和d轴V/F转换器,其用于输出与所产生的操作频率成比例的第一q轴电压 $V_{q1}$ 和与0频率成比例的第一d轴电压 $V_{d1}$ ;q轴PI电流控制器,其用于在操作频率达到停止频率时输出用于停止感应电动机的第二q轴电压 $V_{q2}$ ;d轴PI电流控制器,其用于在操作频率达到停止频率时输出用于停止感应电动机的第二d轴电压 $V_{d2}$ ;以及选择单元,其用于根据由频率指令单元产生的操作频率来选择并输出第一q轴和d轴电压 $V_{q1}$ 和 $V_{d1}$ 或第二q轴和d轴电压 $V_{q2}$ 和 $V_{d2}$ 。如果操作频率相当于驱动频率,则选择单元选择第一q轴和d轴电压 $V_{q1}$ 和 $V_{d1}$ ,而当操作频率达到停止频率时,选择单元选择第二q轴和d轴电压 $V_{q2}$ 和 $V_{d2}$ 。

[0014] 在另一实施例中,一种使感应电动机停止的方法包括:基于与操作频率成比例的第一q轴电压 $V_{q1}$ 和与0频率成比率的第一d轴电压 $V_{d1}$ 驱动感应电动机;判定操作频率是否达到停止频率;当操作频率达到停止频率时顺序地输出多个q轴电流指令模型和d轴电流指令模型;以及通过使用第二q轴电压 $V_{q2}$ 和第二d轴电压 $V_{d2}$ 相应于多个顺序输出的q轴和d轴电流指令模型而使感应电动机停止。

[0015] 在下述附图和说明书中提出了一个以上实施例的详细内容。其他特征将通过说明书和附图以及通过权利要求而变得明显。

## 附图说明

[0016] 图1是示出现有技术停止模式中电流变化和电压变化的视图。

[0017] 图2是示出根据实施例的用于使感应电动机停止的装置的构造的视图。

[0018] 图3是示出根据实施例的停止模式中的电流变化和电压变化的视图。

[0019] 图4是示出根据实施例的感应电动机的操作方法的流程图。

[0020] 图5是示出根据实施例的使感应电动机停止的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0021] 下面将描述所提出的实施例。

[0022] 在下文中,将会参照附图更加详细地描述本发明的详细实施例。但是,本发明的范围不限于此,并且在本发明的范围内,将会很容易的提出增加、改变以及删除另一个元件的其他实施例。

[0023] 在本说明书中所使用的术语是在考虑到本发明的功能时从现有广泛使用的一般术语中选择出的,但是可以根据本发明或者本领域技术人员的惯例或者新技术的出现而发生改变。此外,在某些情况中,可能存在申请人任意选择的术语,在这种情况下,其含义将在下文描述。因此,应该基于术语所具有的基本含义和整个说明书的内容,而不是术语的简单名称来解释本说明书中所使用的术语。

[0024] 即,在下面的描述中,“包括”的含义不排除所列项之外的其他元件或操作。

[0025] 根据本发明的实施例,在停止感应电动机时,在停止感应电动机之前所输出的最终电压被设定为用于使感应电动机停止的初始值,因此,顺序地产生多个电流指令模型,以逐渐地增加用于使感应电动机停止的最终电流指令值。因此,根据本发明的实施例,防止

了在感应电动机停止期间所发生的剧烈电流变化和电压变化,从而使感应电动机平滑地停止,而不会发生脉动或感应电动机反向旋转然后才停止的现象。

[0026] 图 2 是示出了根据实施例的感应电动机的停止装置的构造的结构图。

[0027] 参照图 2,感应操作器的停止装置包括三相电源 10、整流单元 20、PWM 电压产生单元 30、感应电动机 40 和逆变器 50。

[0028] 此外,逆变器 50 可以包括频率指令单元 51、q 轴 V/F 模型产生单元 52、选择单元 53、两相三相电压转换单元 54、PWM 产生单元 55、d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56、q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57、DC 停止量指令单元 58、d-q 轴电流指令产生单元 59、q 轴 PI 电流控制器 60、d 轴 PI 电流控制器 61、电流检测单元 62、以及三相两相电流转换单元 63。

[0029] 在下文中,将会更加详细地描述具有上述构造的感应电动机的停止装置。

[0030] 三相电源 10 提供三相 AC 电力来驱动感应电动机 40。

[0031] 整流单元 20 接收由三相电源 10 提供的三相 AC 电力,从而将所接收到的由三相电源 10 输入的三相 AC 电力转换为 DC 电力。

[0032] PWM 电压产生单元 30 接收由整流单元 20 提供的 DC 电力,然后相应于由逆变器 50 产生的 PWM 信号而产生 PWM 电压。

[0033] PWM 是脉冲宽度调制的首字母缩写。即,PWM 电压产生单元 30 接收由逆变器 50 提供的 PWM 信号,因而通过使用电力开关装置相应于所接收到的 PWM 信号而产生 PWM 电压。

[0034] 感应电动机 40 通过由 PWM 电压产生单元 30 所提供的 PWM 电压产生旋转电力(rotation power)。

[0035] 逆变器 50 产生用于驱动感应电动机 40 的 PWM 信号。

[0036] 在下文中,将会更加详细地描述逆变器 50 的构造和操作。

[0037] 频率指令单元 51 相应于转速指令产生操作频率  $f$ 。

[0038] V/F 模型产生单元 52 产生与由频率指令单元 51 产生的操作频率  $f$  成比例的第一 q 轴电压  $V_{q1}$ 。即,V/F 模型产生单元 52 产生与由频率指令单元 51 产生的操作频率  $f$  成比例的第一 q 轴电压  $V_{q1}$ 。

[0039] 由 V/F 模型产生单元 52 输出的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  被输入到选择单元 53 的一端。

[0040] 此刻,V/F 模型产生单元 52 是用于产生第一 q 轴电压  $V_{q1}$  的 q 轴 V/F 模型产生单元(未示出)。此刻,V/F 模型产生单元 52 还可以包括用于产生与 0 频率成比例的第一 d 轴电压  $V_{d1}$  的 d 轴 V/F 模型产生单元(未示出)。因此,由 V/F 模型产生单元 52 所产生的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$  被输入到选择单元 53 的一端。

[0041] 因此,与操作频率  $f$  成比例的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和与 0 频率成比例的第一 d 轴电压  $V_{d1}$  被输入到选择单元 53。

[0042] 当感应电动机 40 的电流驱动模式是 V/F 控制模式时,选择单元 53 选择并输出由 V/F 模型所输出的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$ 。

[0043] 此外,选择单元 53 在 PI 电流控制模式(即,驱动模式)中执行切换操作,从而选择并输出 q 轴 PI 电流控制器 60 和 d 轴 PI 电流控制器 61 的输出信号。

[0044] 此刻,可以根据由频率指令单元 51 所产生的操作频率  $f$  来区分 V/F 控制模式和 PI 电流控制模式。

[0045] 即,操作频率  $f$  包括用于区分正常驱动感应电动机的驱动频率和使感应电动机停止的停止频率的断点。即,如果操作频率  $f$  高于断点,则其是用于正常驱动感应电动机的驱动频率。此刻,如果操作频率  $f$  减小并达到断点,则减小后的操作频率  $f$  是用于使感应电动机停止的停止频率。

[0046] 因此,操作频率包括用于使感应电动机停止的停止频率的断点。因此,如果所产生的操作频率  $f$  高于停止频率,则选择单元 53 选择 V/F 模型产生单元 52 的输出信号。此外,与之不同的是,如果操作频率  $f$  达到停止频率,则选择单元 53 选择 q 轴 PI 电流控制器 60 和 d 轴 PI 电流控制器 61 的输出信号。

[0047] 两相三相电压转换单元 54 将由选择单元 53 所选择并输出的 q 轴电压  $V_q$  和 d 轴电压  $V_d$  转换为三相电压  $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$ 。

[0048] PWM 产生单元 55 接收由两相三相电压转换单元 54 所转换的三相电压  $V_a$ 、 $V_b$  和  $V_c$ , 然后根据三相电压  $V_a$ 、 $V_b$  和  $V_c$  将指令值转换为 PWM 信号。

[0049] 而且,由 PWM 产生单元所转换的 PWM 信号被输入到 PWM 电压产生单元 30。

[0050] d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 设定将施加到 d 轴 PI 电流控制器 61 的积分器的初始值。

[0051] 而且,q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 设定将施加到 q 轴 PI 电流控制器 60 的积分器的初始值。

[0052] 即,如果操作频率  $f$  达到停止频率,则选择单元 53 选择 q 轴 PI 电流控制器 60 的输出信号  $V_{q2}$  和 d 轴 PI 电流控制器 61 的输出信号  $V_{d2}$ 。

[0053] 即,如果操作频率  $f$  相当于驱动频率,则选择单元 53 选择由 V/F 模型产生单元 52 所输出的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$ 。但是,如果操作频率  $f$  达到停止频率,则选择单元 53 选择由 q 轴 PI 电流控制器 60 所输出的输出信号  $V_{q2}$  和由 d 轴 PI 电流控制器 61 所输出的第二 d 轴电压  $V_{d2}$ 。

[0054] 但是,此刻,第二 q 轴电压  $V_{q2}$  和第二 d 轴电压  $V_{d2}$  的电平以及第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$  的电平具有预定的差值。因此,如果在模式改变(例如,V/F 控制模式变为 PI 电流控制模式)之后选择第二 q 轴电压  $V_{q2}$  和第二 d 轴电压  $V_{d2}$ ,则会发生剧烈的电压变化。

[0055] 因此,d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 和 q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 设定将施加给 q 轴 PI 电流控制器 60 和 d 轴 PI 电流控制器 61 的初始值,从而防止发生电压变化。

[0056] 尤其优选地,d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 检测操作频率  $f$  达到停止频率时产生的第一 d 轴电压  $V_{d1}$ ,并相应地,将第一 d 轴电压  $V_{d1}$  设定为 d 轴 PI 电流控制器 61 的积分初始值。

[0057] 而且,q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 检测操作频率  $f$  达到停止频率时产生的第一 q 轴电压  $V_{q1}$ ,并相应地,将第一 q 轴电压  $V_{q1}$  设定为 q 轴 PI 电流控制器 60 的积分初始值。

[0058] 通过使用由 q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 所设定的初始值,q 轴 PI 电流控制器 60 产生第二 q 轴电压  $V_{q2}$ 。通过使用由 d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 所设定的初始值,d 轴 PI 电流控制器 61 产生第二 d 轴电压  $V_{d2}$ 。

[0059] 即,当 V/F 控制模式变为 PI 电流控制模式时,在模式改变时的时刻的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  被设定为初始值以输出第二 q 轴电压  $V_{q2}$ 。

[0060] 而且,在模式改变时的时刻的第一 d 轴电压  $V_{d1}$  被设定为初始值以输出第二 d 轴电压  $V_{d2}$ 。

[0061] 因此,本实施例防止了在模式改变时的时刻发生的不连续电压输出。

[0062] 当操作频率  $f$  达到停止频率时,DC 停止量指令单元 58 产生用于进入到 PI 电流控制模式的最终电流目标值  $I_{Ref}$ 。

[0063] 通过使用由 DC 停止量指令单元 58 所产生的最终电流目标值  $I_{Ref}$ , d-q 轴电流指令产生单元 59 计算最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  和最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$ 。

[0064] 此外, d-q 轴电流指令产生单元 59 可以顺序地产生多个 q 轴电流指令模型,从而通过所计算出的最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  来驱动 q 轴 PI 电流控制器 60。

[0065] 此外, d-q 轴电流指令产生单元 59 可以顺序地产生多个 d 轴电流指令模型,从而通过所计算出的最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  来驱动 d 轴 PI 电流控制器 61。

[0066] 此刻,可以通过下述公式 1 和公式 2 计算最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  和最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  :

[0067] [公式 1]

$$[0068] \quad I_{q\_Ref} = I_{Ref} \times \frac{I_{q1}}{\sqrt{I_{q1}^2 + I_{d1}^2}}$$

[0069] [公式 2]

$$[0070] \quad I_{d\_Ref} = I_{Ref} \times \frac{I_{d1}}{\sqrt{I_{q1}^2 + I_{d1}^2}}$$

[0071]  $I_{q1}$  是通过三相两相电流转换单元 63 所输出的 q 轴电流  $I_q$ , 而  $I_{d1}$  是通过三相两相电流转换单元 63 所输出的 d 轴电流  $I_d$ 。

[0072] 此外,最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  和最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  的组合电流通过下述公式 3 变成最终电流目标值  $I_{Ref}$  :

[0073] [公式 3]

$$[0074] \quad \sqrt{I_{q\_Ref}^2 + I_{d\_Ref}^2} = I_{Ref}$$

[0075] 首先, d-q 轴电流指令产生单元 59 相应于模式改变时的最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  而产生多个 q 轴电流指令模型。

[0076] 根据现有技术, d-q 轴电流指令产生单元 59 相应于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  仅产生一个特定的 q 轴电流指令模型。但是,当从开始产生相应于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  的 q 轴电流指令模型时,在输入到 q 轴 PI 电流控制器 60 的 q 轴电流中产生了剧烈变化。

[0077] 因此, d-q 轴电流指令产生单元 59 在产生最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  之前,相应于小于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  的多个 q 轴电流目标值而产生 q 轴电流指令模型,并因此,最后相应于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  而产生 q 轴电流指令模型。

[0078] 此外, d-q 轴电流指令产生单元 59 在产生最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  之前,相应于小于最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  的多个 d 轴电流目标值而产生 d 轴电流指令模型,并相应地,最后相应于最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  而产生 d 轴电流指令模型。



[0079] 此刻, d-q 轴电流指令产生单元 59 确定多个 q 轴电流目标值和多个 d 轴电流目标值中的每一个, 多个 q 轴电流目标值和多个 d 轴电流目标值根据目前施加到感应电动机 40 的电流而产生。

[0080] 即, 电流检测单元 62 检测提供给感应电动机 40 的三相电流  $I_a$ 、 $I_b$  和  $I_c$ , 并且三相两相电流转换单元 63 将所检测到的三相电流  $I_a$ 、 $I_b$  和  $I_c$  转换为两相电流  $I_q$  和  $I_d$ 。

[0081] 此后, d-q 轴电流指令产生单元 59 通过使用转换后的两相电流  $I_q$  和  $I_d$  的 q 轴电流  $I_q$  而产生 q 轴电流指令模型, 并且通过使用 d 轴电流  $I_d$  产生 d 轴电流指令模型。

[0082] 即, d-q 轴电流指令产生单元 59 将 q 轴电流  $I_q$  与最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  进行比较, 并相应地, 如果在两个电流之间存在较大的差值, 则 d-q 轴电流指令产生单元 59 相应于位于 q 轴电流  $I_q$  与最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  之间的特定 q 轴电流而产生电流指令模型。

[0083] 此外, d-q 轴电流指令产生单元 59 可以通过重复执行上述相同操作, 而连续地产生位于 q 轴电流  $I_q$  与最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  之间的特定 q 轴电流的 q 轴电流指令模型。而且, d-q 轴电流指令产生单元 59 最后相应于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  而产生 q 轴电流指令模型。

[0084] 即, d-q 轴电流指令产生单元 59 产生与目前提供给感应电动机 40 的 q 轴电流  $I_q$  相比没有很大差值并且高于 q 轴电流  $I_q$  的 q 轴电流指令模型, 并相应地, 随着 q 轴电流根据所产生的 q 轴指令模型增加, d-q 轴电流指令产生单元 59 最后相应于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  而产生 q 轴电流指令模型。

[0085] 如上所述, d-q 轴电流指令产生单元 59 在相应于最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  产生 d 轴电流指令模型之前, 首先根据当前 d 轴电流  $I_d$  产生特定的 d 轴电流指令模型, 并因此, 随着所产生的特定 d 轴电流指令模型的增加, d-q 轴电流指令产生单元 59 最后相应于最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  而产生 d 轴电流指令模型。

[0086] 例如, 如果当前 q 轴电流  $I_q$  是 1, 而最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  是 5, 则 d-q 轴电流指令产生单元 59 顺序地产生相应于 2 (q 轴电流) 的 q 轴电流指令模型、相应于 3 的 q 轴电流指令模型以及相应于 4 的 q 轴电流指令模型, 并且相应地, 最后产生相应于 5 的 q 轴电流指令模型。

[0087] 如上所述, 如果当前 d 轴电流  $I_d$  是 1, 而最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  是 5, 则 d-q 轴电流指令产生单元 59 顺序地产生相应于 2 (d 轴电流) 的 d 轴电流指令模型、相应于 3 的 d 轴电流指令模型以及相应于 4 的 d 轴电流指令模型, 并且相应地, 最后产生相应于 5 的 d 轴电流指令模型。

[0088] q 轴 PI 电流控制器 60 控制 q 轴电流值以跟随根据所产生的 q 轴电流指令模型的 q 轴电流值。

[0089] 此外, d 轴 PI 电流控制器 61 控制 d 轴电流值以跟随根据所产生的 d 轴电流指令模型的 d 轴电流值。

[0090] 即, 根据实施例, 当感应电动机 40 运行在 V/F 控制模式下的同时 DC 停止操作开始时, d-q 轴电流指令产生单元 59 顺序地产生多个 q 轴电流指令模型和多个 d 轴电流指令模型, 以逐渐地跟随最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  和最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$  (即, 从而防止 q 轴电流和 d 轴电流的剧烈变化)。

[0091] 而且,为了一开始防止由 q 轴 PI 电流控制器 60 和 d 轴 PI 电流控制器 61 所输出的第二 q 轴电压  $V_{q2}$  和第二 d 轴电压  $V_{d2}$  的剧烈变化,通过使用第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$  来设定 q 轴 PI 电流控制器 60 和 d 轴 PI 电流控制器 61 的积分器初始值。

[0092] 图 3 是示出了根据实施例的停止模式中的电流和电压变化的视图。

[0093] 参照图 3,其证实了在感应电动机 40 通过感应电动机的停止装置开始停止时的时刻产生的 q 轴电压和 d 轴电压,其变化小于现有技术的 q 轴电压和 d 轴电压。

[0094] 此外,本实施例降低了根据 q 轴电流和 d 轴电流的变化的斜率,从而可以防止剧烈的电流变化。

[0095] 图 4 是示出了根据实施例的驱动感应电动机的方法的流程图。图 5 是示出了根据实施例的使感应电动机停止的方法的流程图。

[0096] 在下文中,图 4 和图 5 与图 2 相结合进行说明。

[0097] 参照图 4,在操作步骤 S100 中,频率指令单元 51 首先相应于转速指令产生操作频率  $f$ 。此刻,操作频率  $f$  是指用于驱动感应电动机 40 的频率。

[0098] 一旦产生操作频率  $f$ ,则在操作步骤 S110 中 V/F 模型产生单元 52 产生与所产生的操作频率  $f$  成比例的第一 q 轴电压  $V_{q1}$ 。此外, V/F 模型产生单元 52 产生与 0 频率成比例的第一 d 轴电压  $V_{d1}$ 。

[0099] 此后,在操作步骤 S120 中,两相三相电压转化单元 54 将所产生的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$  转换为三相电压。即,两相三相电压转换单元 54 将两相电压  $V_{q1}$  和  $V_{d1}$  转换为三相电压  $V_a$ 、 $V_b$  和  $V_c$ 。

[0100] 在操作步骤 S130 中,PWM 产生单元 55 相应于三相电压  $V_a$ 、 $V_b$  和  $V_c$  输出 PWM 信号。即,PWM 产生单元 55 相应于三相电压  $V_a$ 、 $V_b$  和  $V_c$  中的每一个而产生并输出 PWM 信号。

[0101] 在操作步骤 S140 中,通过使用由整流单元 20 所整流的电力和所产生的 PWM 信号,PWM 产生单元 55 产生用于驱动感应电动机 40 的 PWM 电压信号,从而在操作步骤 150 中,感应电动机 40 通过所产生的 PWM 电压信号产生旋转电力。

[0102] 图 4 是根据实施例的一般 V/F 控制模式的流程图。

[0103] 在下文中,将说明 V/F 控制模式变为 PI 电流控制模式的情况。

[0104] 参照图 5,在操作步骤 S200 中,选择单元 53 周期性地检查所产生的操作频率  $f$ 。

[0105] 而且,在操作步骤 S210 中,选择单元 53 判定操作频率  $f$  是否达到停止频率。即,当操作频率  $f$  连续减小时,判定减小后的操作频率  $f$  是否等于或小于停止频率。

[0106] 基于操作步骤 S210 中的判定结果,如果操作频率  $f$  达到停止频率,则选择单元 53 停止选择第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$ 。然后,选择单元 53 选择由 q 轴 PI 电流控制器 60 和 d 轴 PI 电流控制器 61 所输出的第二 q 轴电压  $V_{q2}$  和第二 d 轴电压  $V_{d2}$ 。

[0107] 此刻,在选择单元 53 进行操作之前,在操作步骤 S220 中,d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 确认在操作频率  $f$  达到停止频率时的时刻所输出的第一 d 轴电压  $V_{d1}$ ,并且 q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 确认第一 q 轴电压  $V_{q1}$ 。

[0108] 而且,d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 将所确认的第一 d 轴电压  $V_{d1}$  设定为 d 轴 PI 电流控制器 61 的积分初始值。

[0109] 而且,在操作步骤 S230 中,q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 将所确认的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  设定为 q 轴 PI 电流控制器 60 的积分初始值。

[0110] 即, d 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 56 和 q 轴 PI 控制器积分初始值设定单元 57 将在模式改变时的时刻输出的第一 q 轴电压  $V_{q1}$  和第一 d 轴电压  $V_{d1}$  设定为第二 q 轴电压  $V_{q2}$  和第二 d 轴电压  $V_{d2}$ 。

[0111] 因此, 在操作步骤 S240 中, 根据所输出的第二 q 轴电压  $V_{q2}$  和第二 d 轴电压  $V_{d2}$  使用 PWM 电压来驱动感应电动机 40。

[0112] 此后, 在操作步骤 S250 中, DC 停止量指令单元 58 产生用于进入 PI 电流控制模式的最终电流目标值  $I_{Ref}$ , 并相应地, d-q 轴电流指令产生单元 59 通过使用最终电流目标值  $I_{Ref}$  计算最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  和最终 d 轴电流目标值  $I_{d\_Ref}$ 。

[0113] 在操作步骤 S260 中, 电流检测单元 62 检测和输出提供给感应电动机 40 的三相电流  $I_a$ 、 $I_b$  和  $I_c$ , 并且三相两相电流转换单元 63 将所检测到的三相电流  $I_a$ 、 $I_b$  和  $I_c$  转换为两相电流  $I_q$  和  $I_d$ , 然后将两相电流  $I_q$  和  $I_d$  输出到 d-q 轴电流指令产生单元 59。

[0114] 而且, 在操作步骤 S270 中, d-q 轴电流指令产生单元 59 产生多个 q 轴电流指令模型和多个 d 轴电流指令模型, 以允许所检测到的两相电流逐渐跟随最终 q 轴电流目标值和最终 d 轴电流目标值。

[0115] 即, d-q 轴电流指令产生单元 59 根据高于在第一时刻所检测到的 q 轴电流  $I_q$  的电流值而产生 q 轴电流指令模型。此外, d-q 轴电流指令产生单元 59 根据高于在第二时刻 (第二时刻在第一时刻之后) 所检测到的 q 轴电流的电流值而产生 q 轴电流指令模型。此外, d-q 轴电流指令产生单元 59 根据高于在第 N 时刻所检测到的 q 轴电流的电流值而产生 q 轴电流指令模型。

[0116] 此刻, 在第 N 时刻所产生的电流值可以相当于最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$ 。

[0117] 即, d-q 轴电流指令产生单元 59 包括当前 q 轴电流和最终 q 轴电流目标值  $I_{q\_Ref}$  之间的多次操作, 并相应地, 相应于每次操作的 q 轴电流而产生 q 轴电流指令模型。

[0118] 而且, d-q 轴电流指令产生单元 59 通过上述方法相应于 d 轴电流顺序地产生多个 d 轴电流指令模型。

[0119] 根据本发明的实施例, 在使感应电动机停止时, 在停止感应电动机之前所输出的最终电压被设定为用于使感应电动机停止的初始值, 并相应地, 为了逐渐增加用于使感应电动机停止的最终电流指令值而顺序地产生多个电流指令模型。因此, 根据本发明的实施例, 防止了在感应电动机停止期间发生的剧烈电流和电压变化, 从而使感应电动机平滑地停止, 而不会发生脉动或感应电动机反向旋转然后停止的现象。

[0120] 而且, 虽然上面描述了本发明的优选实施例, 但是本发明不限于上述特定实施例。本领域技术人员将会理解的是, 在不偏离本发明精神和范围的情况下, 在形式和细节上可以作出各种变化。而且, 在不偏离本发明的技术范围或前景的情况下对这些变化的实施例进行理解。

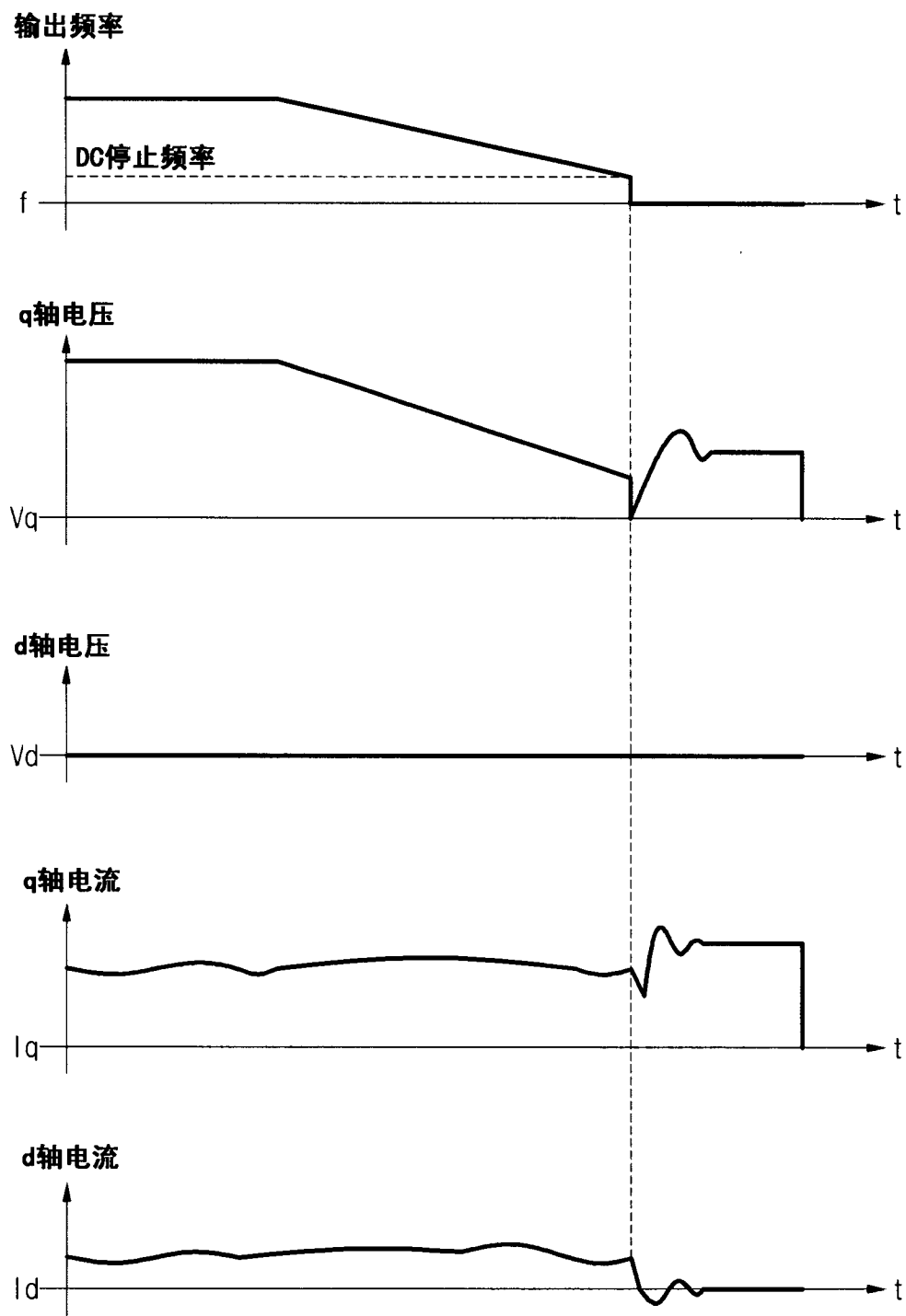


图 1

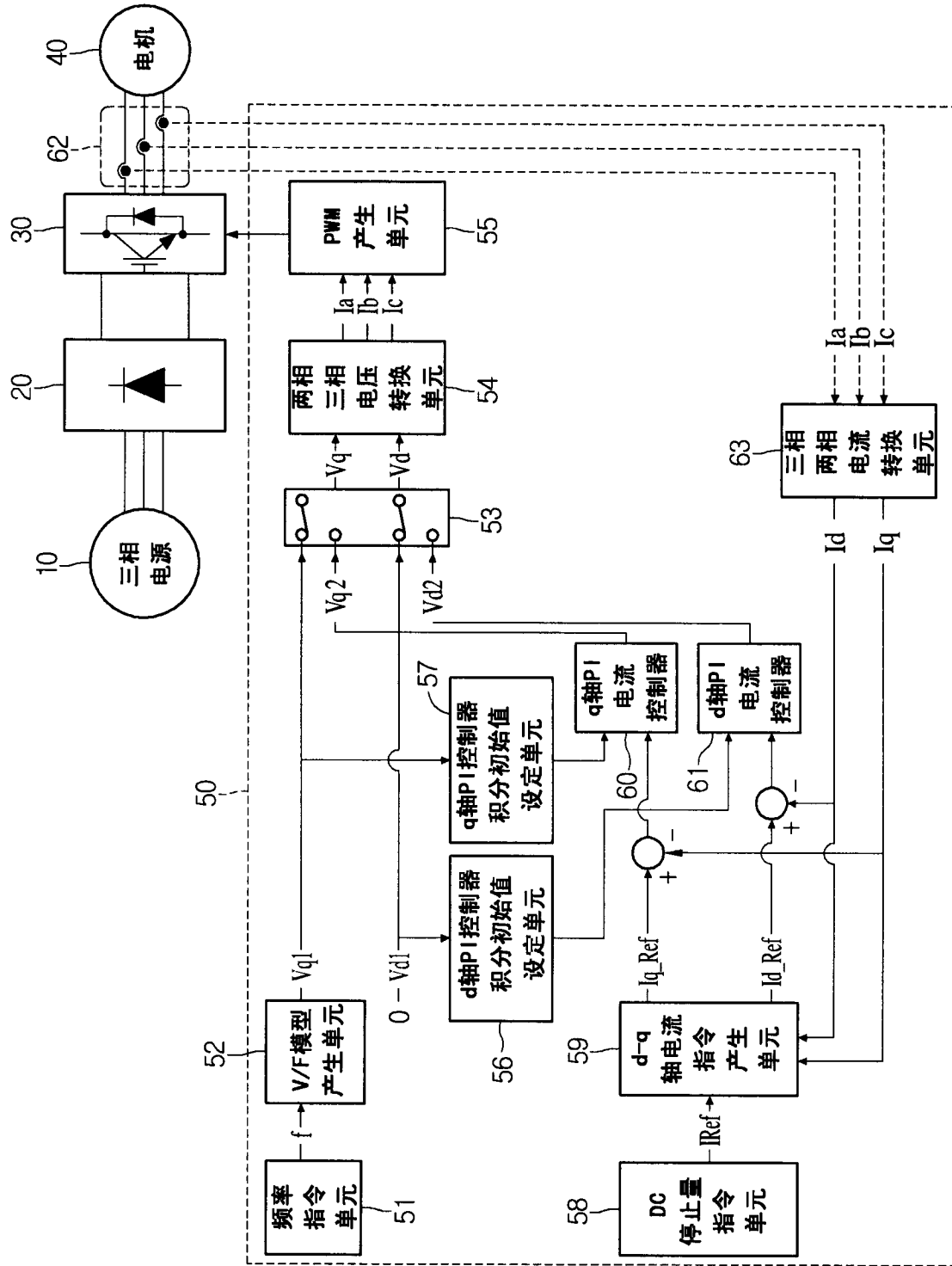


图 2

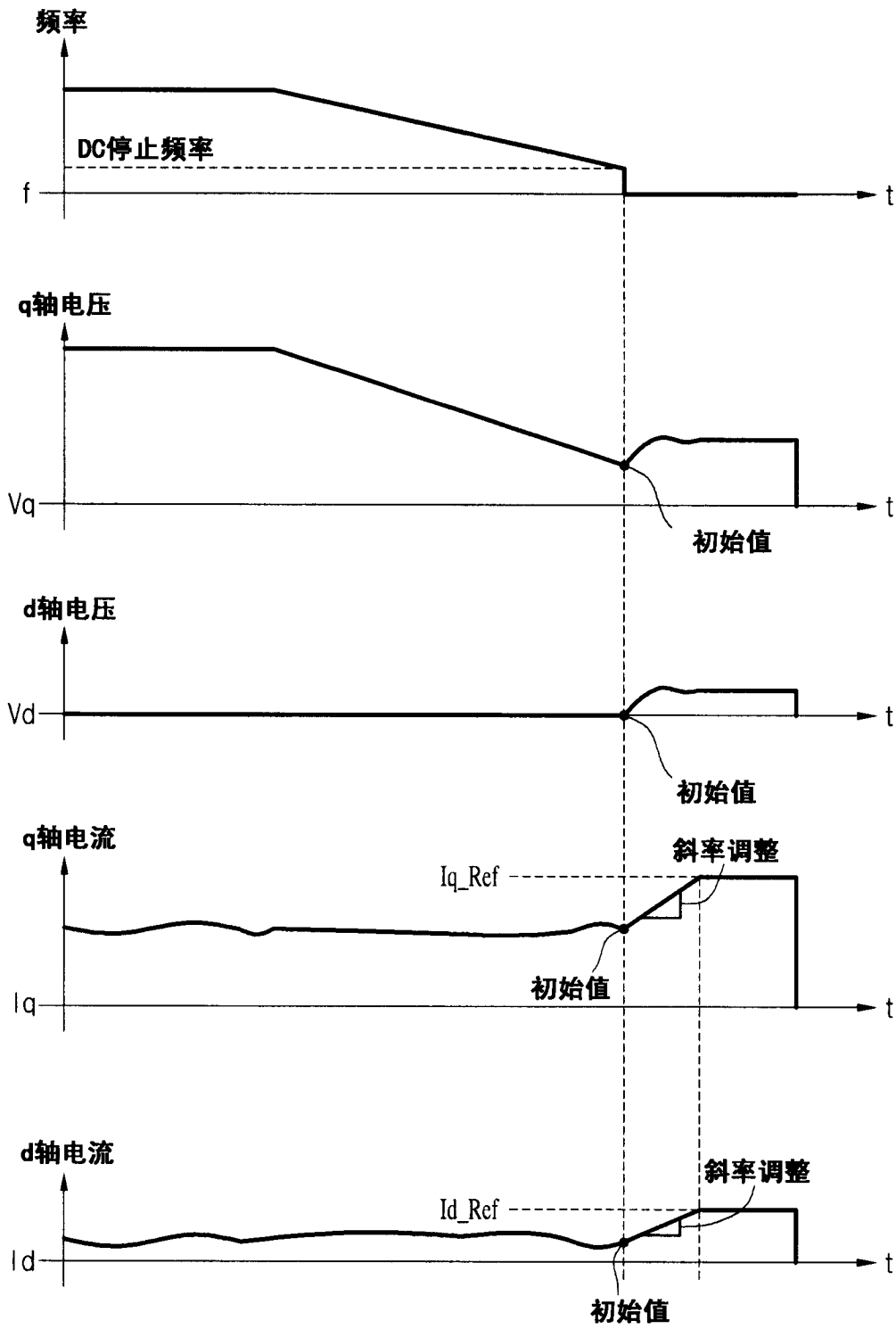


图 3

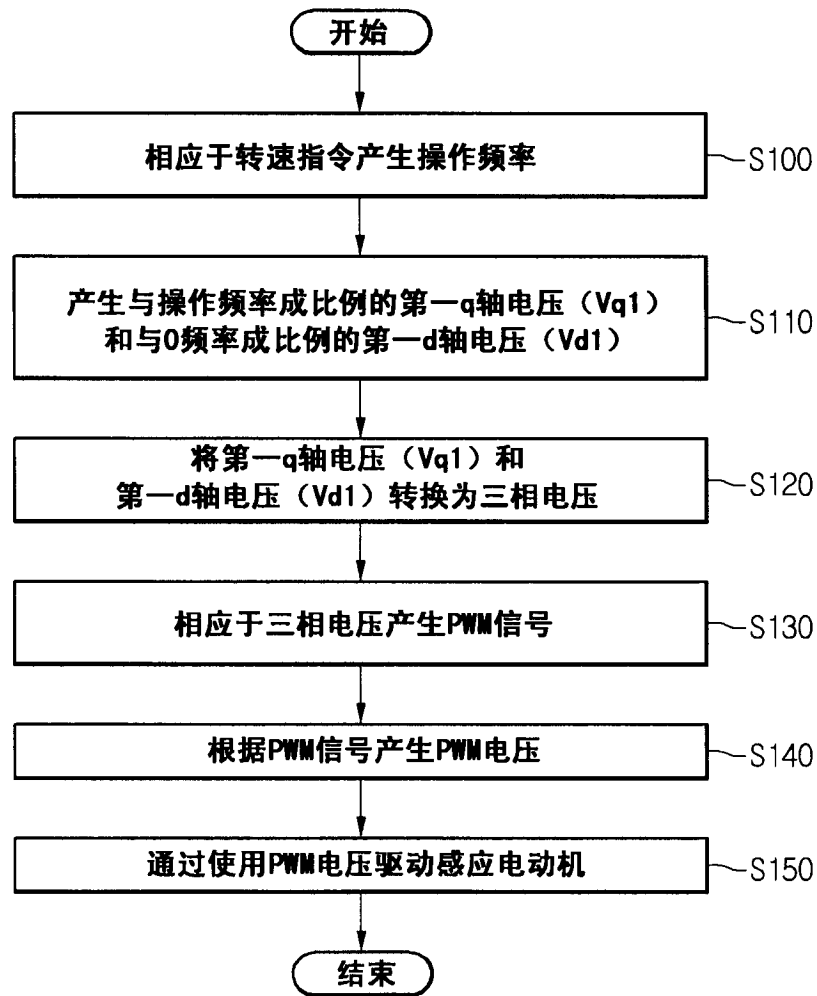


图 4

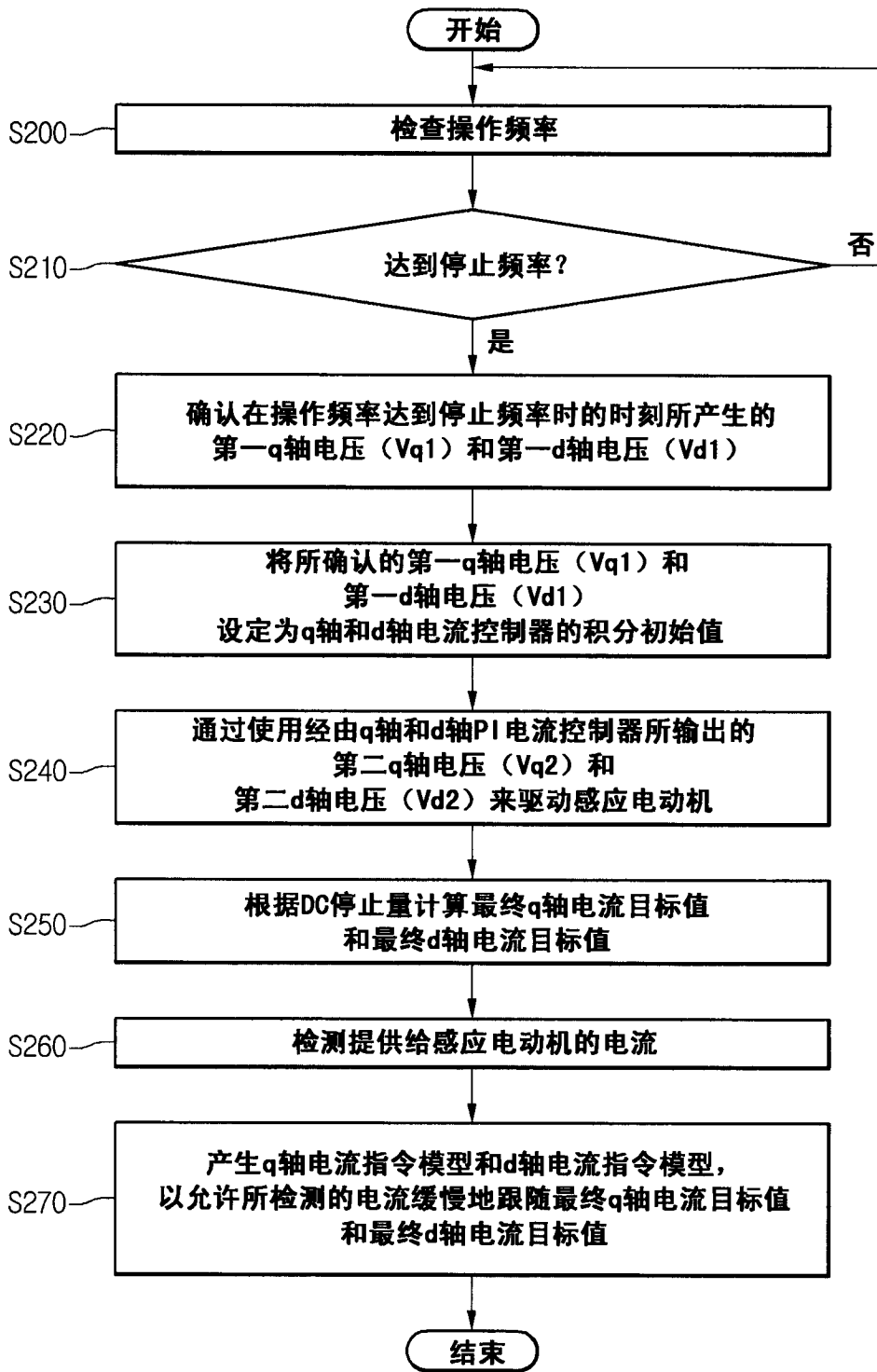


图 5