



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101388633 B

(45) 授权公告日 2011.09.21

(21) 申请号 200810128282.8

US 6972537 B2, 2005.12.06, 说明书第 5-7

(22) 申请日 2008.07.04

栏,附图 2-3.

(30) 优先权数据

审查员 王晓曦

236126/07 2007.09.12 JP

(73) 专利权人 欧姆龙汽车电子株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 郡司敬太

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 钱大勇

(51) Int. Cl.

H02P 6/12(2006.01)

H02M 7/5387(2007.01)

(56) 对比文件

CN 1716753 A, 2006.01.04, 全文.

JP 2003289687 A, 2003.10.10, 全文.

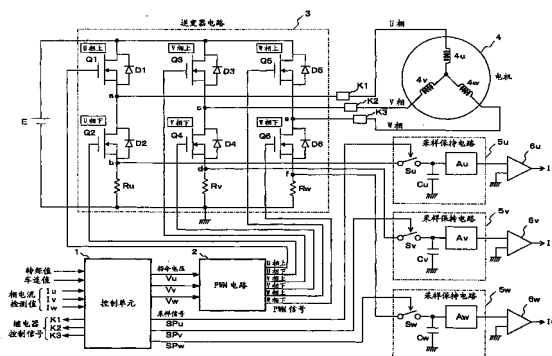
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 9 页

(54) 发明名称

多相交流电机驱动装置

(57) 摘要

本发明提供一种不会误判定故障的有无的多相交流电机驱动装置。该多相交流电机驱动装置包括:逆变器电路(3);分别被设置在逆变器电路(3)的各相的下臂上,用于检测电机的相电流的电流检测电阻(Ru、Rv、Rw);控制逆变器电路(3)的开关元件(Q1~Q6)的导通/截止动作的控制单元(1);以及 PWM 电路(2),其中,在逆变器电路(3)和电机(4)之间所连接的继电器(K1~K3)导通,并且各相的下臂开关元件(Q2、Q4、Q6)全部截止时,不进行基于电流检测电阻(Ru、Rv、Rw)检测出的电流值的故障有无的判定。



1. 一种多相交流电机驱动装置,包括:

逆变器电路,构成为具有用于多相交流电机驱动的开关元件和与该元件并联连接的回流二极管的臂在电机的各个相中被设置上下一对,并从各相的上下臂的连接点获得用于电机驱动电压;

电流检测部件,分别被设置在所述逆变器电路的各相的下臂上,检测电机的相电流;

控制部件,控制所述逆变器电路的各个开关元件的导通/截止动作;以及

第1判定部件,基于所述电流检测部件检测出的电流值,进行故障有无的判定,

所述多相交流电机驱动装置的特征在于,

包括第2判定部件,判定是否存在所述多相交流电机中产生的感应电压导致所述电流检测部件中流过电流的可能性,

在所述第2判定部件判定为存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,所述第1判定部件不进行故障有无的判定,

在所述第2判定部件判定为不存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,所述第1判定部件进行故障有无的判定。

2. 如权利要求1所述的多相交流电机驱动装置,其特征在于,

所述第2判定部件包括开闭开关,其连接在所述逆变器电路和多相交流电机之间,

在所述开闭开关导通时,所述第2判定部件判定为存在所述电流检测部件中流过电流的可能性。

3. 如权利要求1所述的多相交流电机驱动装置,其特征在于,

所述第2判定部件包括用于检测所述多相交流电机的转速的转速检测部件,

在所述转速检测部件检测出规定值以上的转速时,所述第2判定部件判定为存在所述电流检测部件中流过电流的可能性。

4. 如权利要求1所述的多相交流电机驱动装置,其特征在于,

所述第2判定部件包括用于检测所述多相交流电机的端子电压的端子电压检测部件,

在所述端子电压检测部件检测出规定值以上的端子电压时,所述第2判定部件判定为存在所述电流检测部件中流过电流的可能性。

5. 如权利要求1所述的多相交流电机驱动装置,其特征在于,

所述第1判定部件基于所述电流检测部件检测出的各相电流值的和是否为零,进行故障有无的判定。

6. 一种多相交流电机驱动装置,包括:

逆变器电路,构成为具有用于多相交流电机驱动的开关元件和与该元件并联连接的回流二极管的臂在电机的各个相中被设置上下一对,并从各相的上下臂的连接点获得用于电机驱动电压;

电流检测部件,分别被设置在所述逆变器电路的各相的下臂上,检测电机的相电流;

控制部件,控制所述逆变器电路的各个开关元件的导通/截止动作;以及

存储部件,存储所述电流检测部件中流过的各相的补偿电流的电流值,

所述多相交流电机驱动装置的特征在于,

包括判定部件,判定是否存在所述多相交流电机中产生的感应电压导致所述电流检测部件中流过电流的可能性,

在所述判定部件判定为存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,所述存储部件中不存储补偿电流值,

在所述判定部件判定为不存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,所述存储部件中存储补偿电流值。

多相交流电机驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过逆变器电路驱动多相交流电机的多相交流电机驱动装置,特别涉及基于各相的电流值的检测结果来判定故障的有无的多相交流电机驱动装置。

背景技术

[0002] 在车辆的电动动力转向(power steering)装置中,为了将与方向盘的操纵转矩对应的操纵辅助力提供给转向机构,设置3相无刷电机等交流电机。电机驱动单元包括用于生成具有与指令值对应的占空比的PWM(Pulse Width Modulation)信号的PWM电路,以及根据从该PWM电路输出的PWM信号的占空比而导通/截止(ON/OFF)的上一对的开关元件被设置在各个相中的逆变器电路。逆变器电路基于开关元件的导通/截止动作,输出与上述占空比对应的各相电压,并通过该电压来驱动电机。电机的各相电流通过与开关元件串联连接的电流检测电阻来检测,该检测值成为实际流过电机的电流值。

[0003] 后面揭示的专利文献1~3中记载了使用了逆变器电路的多相交流电机驱动装置。在专利文献1的装置中,基于电源和电机之间的施加电压以及电阻值来运算流过逆变器电路的估计电流值,通过比较由实电流检测部件检测出的实际电流值和估计电流值,从而检测各相中流过的电流值的异常。在专利文献2的装置中,利用3相交流电机的各相的电流值的和为零,在检测出的各相电流值的和不是零的情况下判定为异常。在专利文献3的装置中,在逆变器电路的上下的开关元件都成为截止状态的死区(dead time)期间,检测通过与开关元件并联连接的回流二极管而流过的相电流,从而延长采样时间,进行高精度的电机控制。

[0004] [专利文献1] 日本特开2005-143153号公报

[0005] [专利文献2] 日本特开平6-253585号公报

[0006] [专利文献3] 日本特开2007-189825号公报

[0007] 在使用了上述那样的逆变器电路的电机驱动装置中,由于已知电机的各相电流的和为零,因此可以通过像专利文献2那样检测各相电流来判定它们的和是否为零,从而判定电机驱动装置或者电机的故障的有无。

[0008] 但是,另一方面,逆变器电路的全部开关元件为截止状态,即电机驱动装置没有驱动电机时,若通过外力来旋转电机,则电机会产生感应电压,这将导致逆变器电路中流过电流。结果,电流检测电阻检测出的各相电流值的和不为零,有时会误判定为发生了故障。利用图9具体说明这一情况。

[0009] 图9是在上述专利文献3的图1中所示的电机驱动装置。电机驱动装置包括控制单元1、PWM电路2、逆变器电路3、采样保持电路5u~5w、直流放大电路6u~6w。逆变器电路3具有在各相对应设置的上下一对的臂,各个臂由开关元件Q1~Q6、与这些开关元件并联连接的回流二极管D1~D6构成。在各个开关元件Q1~Q6的各个栅极上,从PWM电路2分别被提供PWM信号,在PWM信号的导通区间,开关元件Q1~Q6成为导通状态,在PWM信号的截止区间,开关元件Q1~Q6成为截止状态。通过这样的开关元件Q1~Q6的导通/

截止动作,从各相的上下臂的连接点 a、c、e 获得用于电机驱动的 U 相电压、V 相电压、W 相电压,并提供给 3 相交流电机 4。

[0010] R_u 、 R_v 、 R_w 是用于检测电机 4 的相电流的电流检测电阻,在各电阻 $R_u \sim R_w$ 的两端产生的电压 (b、d、f 点的电位) 被输入到各个采样保持电路 $5_u \sim 5_w$ 。采样保持电路 $5_u \sim 5_w$ 包括开关 $S_u \sim S_w$ 、电容器 $C_u \sim C_w$ 、差动放大器 $A_u \sim A_w$ 。被采样保持的电压由直流放大电路 $6_u \sim 6_w$ 放大,作为相电流 $I_u \sim I_w$ 而被输出。控制单元 1 中被输入转矩值、车速值、相电流检测值,输出指令电压和采样信号。指令电压 $V_u \sim V_w$ 被提供给 PWM 电路 2,采样信号 $SP_u \sim SP_w$ 被提供给采样保持电路 $5_u \sim 5_w$ 。

[0011] 在图 9 的电路中,在没有通过逆变器电路 3 驱动电机 4 的情况下,开关元件 $Q_1 \sim Q_6$ 处于截止状态。该状态下,若对电机 4 施加外力,则电机 4 通过该外力而运转,电机 4 的线圈 $4_u \sim 4_w$ 中产生感应电压。并且,由于该感应电压,导致图中虚线所示的电流沿着箭头的方向流过逆变器电路 3。结果,电流检测电阻 R_v 、 R_w 中流过本不应流过的电流,经由采样保持电路 5_v 、 5_w 和直流放大电路 6_v 、 6_w ,检测出电机 4 的 V 相电流 I_v 和 W 相电流 I_w 。因此,各相电流值的和 $I_u+I_v+I_w$ 不成为零,控制单元 1 判定发生了故障。然而,电流的和不为零是因为对电机 4 施加了外力而产生了感应电压的缘故,而不是在电机 4 或驱动电路中存在异常,因此上述判定是误判定。

[0012] 另外,作为开关元件 $Q_1 \sim Q_6$ 都成为截止状态的情况,可列举逆变器电路 3 开始启动的情况、逆变器电路 3 的驱动中将 PWM 信号都设为低电平的情况等。前者是例如接通了车辆的点火 (ignition) 开关而进行初始诊断动作的期间,所有开关元件 $Q_1 \sim Q_6$ 都截止状态的情况。后者是在逆变器电路 3 的动作中开关元件 $Q_1 \sim Q_6$ 的施加电压超过了规定值时,为了防止元件损坏而将 PWM 信号都设为低电平的结果,所有开关元件 $Q_1 \sim Q_6$ 都成为截止状态的情况。

[0013] 此外,例如在逆变器电路 3 的动作中,对电机 4 实施再生制动时,为了以最大的力来施加制动,使上侧开关元件 Q_1 、 Q_3 、 Q_5 全部导通,使下侧开关元件 Q_2 、 Q_4 、 Q_6 全部截止,但即使是这样只有下侧开关元件 Q_2 、 Q_4 、 Q_6 全部截止的情况下,在对电机 4 施加外力时,仍然会因产生的感应电压而导致电流检测电阻中流过电流,所以会产生上述的误判定的问题。

[0014] 这样,在以往的装置中,有时在逆变器电路的至少下侧开关元件全部截止的状态,即无法正常检测出电机的相电流的状态下,电机中产生感应电压时,不是故障却会判定为故障。

发明内容

[0015] 因此,本发明的目的在于提供一种不会误判定故障的有无的多相交流电机驱动装置。

[0016] 作为本发明的前提的多相交流电机驱动装置包括:驱动电机的逆变器电路;检测电机的相电流的电流检测部件;控制逆变器电路的开关元件的控制部件;以及进行故障有无的判定的第 1 判定部件。逆变器电路构成为具有用于多相交流电机驱动的开关元件和与该元件并联连接的回流二极管的臂在电机的各个相中被设置上下一对,并从各相的上下臂的连接点获得用于电机驱动电压。电流检测部件分别被设置在逆变器电路的各相的下臂上,检测电机的相电流。控制部件控制逆变器电路的各个开关元件的导通/截止动作。第

1 判定部件基于电流检测部件检测出的电流值,进行故障有无的判定。

[0017] 在本发明,上述那样的多相交流电机驱动装置中设置了第 2 判定部件,其判定是否存在多相交流电机中产生的感应电压导致电流检测部件中流过电流的可能性。而且,在第 2 判定部件判定为存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,第 1 判定部件不进行故障有无的判定。另一方面,在第 2 判定部件判定为不存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,第 1 判定部件进行故障有无的判定。

[0018] 这样,即使在各相的下臂开关元件全部截止的状态下,通过外力在电机中产生了感应电压从而逆变器电路中流过电流,并且该电流被电流检测部件所检测,也不会进行基于检测出的电流值的故障诊断,因此不用担心误判定为发生了故障,能够提高装置的可靠性。

[0019] 通过第 2 判定部件判定流过电流的可能性时,可考虑几个方法。例如,可以在逆变器电路和多相交流电机之间所连接的开闭开关导通时,判定为存在电流检测部件中流过电流的可能性。

[0020] 此外,也可以在用于检测多相交流电机的转速的转速检测部件检测出规定值以上的转速时,判定为存在电流检测部件中流过电流的可能性。

[0021] 或者,也可以在用于检测多相交流电机的端子电压的端子电压检测部件检测出规定值以上的端子电压时,判定为存在电流检测部件中流过电流的可能性。

[0022] 作为基于第 1 判定部件的故障诊断方法,典型的,可列举基于电流检测部件检测出的各相电流值的和是否为零,判定故障的有无的方法。这时,若各相电流值的和为零,则判定为没有发生故障,若各相电流值的和不为零,则判定为发生了故障。

[0023] 本发明在用预先设定的补偿(offset)电流值校正电流检测部件检测出的各相电流值的多相交流电机驱动装置中也有用。这时,设置用于存储电流检测部件中流过的各相的补偿电流的电流值的存储部件。而且,在判定为存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,存储部件中不存储补偿电流值,在判定为不存在流过电流的可能性时,并且在各相的下臂开关元件全部截止时,存储部件中存储补偿电流值。

[0024] 这样,能够正确地进行检测电流的补偿校正,而不会有电机的感应电压引起的错误的补偿电流值被存储在存储单元中,因此能够避免故障有无的误判定。

[0025] 根据本发明,即使在电机的感应电压导致逆变器电路中流过了电流的情况下,也不用担心误判定为发生了故障,能够提高装置的可靠性。

附图说明

[0026] 图 1 是表示本发明第 1 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。

[0027] 图 2 是表示了第 1 实施方式中的故障诊断的步骤的流程图。

[0028] 图 3 是表示本发明第 2 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。

[0029] 图 4 是表示了第 2 实施方式中的故障诊断的步骤的流程图。

[0030] 图 5 是表示本发明第 3 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。

[0031] 图 6 是表示了第 3 实施方式中的故障诊断的步骤的流程图。

[0032] 图 7 是表示本发明第 4 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。

[0033] 图 8 是表示了第 4 实施方式中的补偿处理的步骤的流程图。

- [0034] 图 9 是表示以往的多相交流电机驱动装置的电结构的图。
- [0035] 标号说明
- [0036] 1 控制单元
- [0037] 2PWM 电路
- [0038] 3 逆变器电路
- [0039] 4 电机
- [0040] 5u、5v、5w 采样保持电路
- [0041] 6u、6v、6w 直流放大电路
- [0042] 7 旋转位置传感器
- [0043] 8 电压检测电路
- [0044] 9 存储器
- [0045] Q1 ~ Q6 开关元件
- [0046] D1 ~ D6 回流二极管
- [0047] Ru、Rv、Rw 电流检测电阻
- [0048] K1 ~ K3 继电器

具体实施方式

[0049] 图 1 是表示本发明第 1 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。在图 1 中与图 9 相同的部分附加相同的标号。1 是由 CPU 或存储器构成的控制单元, 2 是基于来自控制单元 1 的指令电压 $V_u \sim V_w$ 来输出具有规定的占空比的 PWM 信号的公知的 PWM 电路, 3 是基于来自 PWM 电路 2 的 PWM 信号来输出用于电机驱动的 3 相电压 (U 相电压、V 相电压、W 相电压) 的逆变器电路。4 是通过从逆变器电路 3 输出的 3 相电压驱动的 3 相交流电机 (下面简称为“电机”), 4u、4v、4w 是电机 4 的各相线圈, 5u、5v、5w 是在规定区间对用于相电流检测的电压进行采样, 并进行采样保持的采样保持电路, 6u、6v、6w 是对采样保持电路 5u、5v、5w 的输出进行放大的直流放大电路。K1、K2、K3 是连接在逆变器电路 3 和电机 4 之间的继电器 (relay)。也可以使用大电流开闭用的开关来代替继电器。由控制单元 1、PWM 电路 2、逆变器电路 3、采样保持电路 5u、5v、5w、直流放大电路 6u、6v、6w、以及继电器 K1、K2、K3 构成电机驱动装置。

[0050] 逆变器电路 3 被连接在电池 E 的正极和负极 (地) 之间, 将电池 E 的直流电压变换为交流电压。该逆变器电路 3 是公知的电路, 具有在 U 相、V 相、W 相上分别对应设置的上下一对的臂, 各个臂包括开关元件 Q1 ~ Q6、与这些开关元件分别并联连接的回流二极管 D1 ~ D6。开关元件 Q1 ~ Q6 由 MOS 型 FET (场效应晶体管) 构成, 但也可以使用 IGBT (绝缘栅型双极型晶体管) 等元件来代替。在各个开关元件 Q1 ~ Q6 的各自的栅极上, 从 PWM 电路 2 分别提供 6 种 (U 相上、U 相下、V 相上、V 相下、W 相上、W 相下) PWM 信号。在 PWM 信号的导通 (High : 高电平) 区间, 开关元件 Q1 ~ Q6 成为导通状态, 在 PWM 信号的截止 (Low : 低电平) 区间, 开关元件 Q1 ~ Q6 成为截止状态。

[0051] 通过这样的开关元件 Q1 ~ Q6 的导通 / 截止动作, 从逆变器电路 3 中的各相的上下臂的连接点 a、c、e 获得用于电机驱动的 U 相电压、V 相电压、W 相电压, 并提供给电机 4。即, 从开关元件 Q1、Q2 的连接点 a 获得 U 相电压, 经由继电器 K1 提供给电机 4 的 U 相线圈

4u。从开关元件 Q3、Q4 的连接点 c 获得 V 相电压,经由继电器 K2 提供给电机 4 的 V 相线圈 4v。从开关元件 Q5、Q6 的连接点 e 获得 W 相电压,经由继电器 K3 提供给电机 4 的 W 相线圈 4w。电机 4 例如由 3 相无刷电机构成。

[0052] 逆变器电路 3 的各相下臂中设置了用于检测电机 4 的相电流的电流检测电阻 Ru、Rv、Rw。电流检测电阻 Ru 与开关元件 Q1、Q2 串联连接,该电阻 Ru 的两端产生的电压 (b 点电位) 被输入到采样保持电路 5u。电流检测电阻 Rv 与开关元件 Q3、Q4 串联连接,该电阻 Rv 的两端产生的电压 (d 点电位) 被输入到采样保持电路 5v。电流检测电阻 Rw 与开关元件 Q5、Q6 串联连接,该电阻 Rw 的两端产生的电压 (f 点电位) 被输入到采样保持电路 5w。

[0053] 采样保持电路 5u、5v、5w 分别具有开关 Su、Sv、Sw、电容器 Cu、Cv、Cw、差动放大器 Au、Av、Aw。在逆变器电路 3 的电流检测电阻 Ru、Rv、Rw 中流过电流,电阻的两端产生要检测的电压时,开关 Su、Sv、Sw 通过来自控制单元 1 的采样信号 SPu、SPv、SPw 而导通,要检测的电压通过开关 Su、Sv、Sw 的导通,以充电到电容器 Cu、Cv、Cw 的方式而被采样。然后,在电流检测电阻 Ru、Rv、Rw 中不流过电流,需要保持所采样的电压时,开关 Su、Sv、Sw 截止,电容器 Cu、Cv、Cw 中所充电的电压被保持。这样被采样保持的电压由直流放大电路 6u、6v、6w 放大,作为相电流 Iu、Iv、Iw 而输出。这些相电流 Iu、Iv、Iw 表示电机 4 的各相中流过的实际的电流值,作为相电流检测值而被提供给控制单元 1。

[0054] 在控制单元 1,基于由转矩传感器 (省略图示) 检测出的转矩值和由车速传感器 (省略图示) 检测出的车速值,计算应流过电机 4 的各相的电流,即用于获得必要的操纵辅助力的电机电流的目标值,比较该目标值和相电流 Iu、Iv、Iw (检测值),从而求出它们的偏差。并且,基于所得到的偏差,运算提供给 PWM 电路 2 的各相的指令电压 Vu、Vv、Vw。该指令电压是用于进行反馈控制以在电机 4 的各相线圈 4u、4v、4w 中流过目标值的电流的参数。PWM 电路 2 基于指令电压来生成具有规定的占空比的前述 6 种 PWM 信号,并将这些信号分别提供给逆变器电路 3 的开关元件 Q1 ~ Q6,以使与指令电压 Vu、Vv、Vw 对应的 U 相电压、V 相电压、W 相电压被提供给电机 4。此外,从控制单元 1 输出用于控制各个继电器 K1、K2、K3 的导通 / 截止的继电器控制信号。

[0055] 在以上的结构中,电流检测电阻 Ru、Rv、Rw 构成本发明的电流检测部件的一实施方式,控制单元 1 构成本发明的第 1 判定部件,第 2 判定部件的一实施方式,控制单元 1 以及 PWM 电路 2 构成本发明的控制部件的一实施方式。此外,继电器 K1、K2、K3 构成本发明的开闭开关的一实施方式。

[0056] 下面,基于图 2 所示的流程图说明图 1 的电路中的故障诊断的步骤。

[0057] 在步骤 S1 中,基于 b 点电位通过采样保持电路 5u 以及直流放大电路 6u 检测电流检测电阻 Ru 中流过的 U 相电流 Iu。在步骤 S2,基于 d 点电位通过采样保持电路 5v 以及直流放大电路 6v 检测电流检测电阻 Rv 中流过的 V 相电流 Iv。在步骤 S3,基于 f 点电位通过采样保持电路 5w 以及直流放大电路 6w 检测电流检测电阻 Rw 中流过的 W 相电流 Iw。

[0058] 接着,在步骤 S4,判定逆变器电路 3 中的所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 是否都处于截止状态。开关元件 Q2、Q4、Q6 的导通 / 截止状态可以通过控制单元 1 自己检查从控制单元 1 向 PWM 电路 2 提供怎样的指令电压来进行判别。在步骤 S4 的判定结果,不是所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都处于截止状态时 (步骤 S4 为“否”),转移到步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理而不执行步骤 S5a。

[0059] 在步骤 S6, 基于由步骤 S1 ~ S3 检测的 U 相电流 I_u 、V 相电流 I_v 、W 相电流 I_w , 运算各相电流值的和 $I = I_u + I_v + I_w$ 。在下一个步骤 S7, 对由步骤 S6 求出的 I 的绝对值 $|I|$ 和规定值 α 进行比较。理论上, 由于电机的各相电流的和为零, 所以 α 的值理想的是 $\alpha = 0$, 但实际上成为稍微包含了误差分量的值。在步骤 S7 的判定结果, 若不是 $|I| > \alpha$ (步骤 S7 为“否”), 则判断为装置正常运行, 从而结束处理而不执行步骤 S8。另一方面, 在步骤 S7 的判定结果, 若是 $|I| > \alpha$, 则进至步骤 S8, 并判定装置中发生了故障。然后, 控制单元 1 进行使电机驱动装置的动作停止的处理。

[0060] 此外, 在步骤 S4 的判定结果, 当所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都处于截止状态时 (步骤 S4 为“是”), 进至步骤 S5a, 判定是否所有的继电器 K1、K2、K3 都处于截止状态。继电器 K1、K2、K3 导通 / 截止状态可以通过控制单元 1 自己检查从控制单元 1 输出怎样的继电器信号来进行判别。在步骤 S5a 的判定结果, 若所有的继电器 K1、K2、K3 都处于截止状态 (步骤 S5a 为“是”), 则进行上述的步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。

[0061] 另一方面, 在步骤 S5a 的判定结果, 若不是继电器 K1、K2、K3 都处于截止状态 (步骤 S5a 为“否”), 则结束处理而不执行步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。这一点是第 1 实施方式的特征, 这样能够避免故障有无的误判定。

[0062] 即, 在下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都截止的状态下, 若继电器 K1、K2、K3 截止, 则即使因外力而在电机 4 中产生了感应电压, 也不会存在基于该电压而在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流的可能性, 但若继电器 K1、K2、K3 导通, 则在因外力而产生了感应电压时, 经由继电器 K1、K2、K3, 存在基于感应电压的电流流过电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 的可能性。因此, 在后者的情况下进行故障诊断处理时, 如图 9 中说明的那样, 各相电流值的和 $I = I_u + I_v + I_w$ 不会成为零, 有可能误判定为故障。然而, 如上所述, 在继电器 K1、K2、K3 导通时, 若禁止故障诊断处理, 则即使电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流也不会进行基于电流值的故障诊断, 因此不用担心误判定为发生了故障, 能够提高装置的可靠性。

[0063] 图 3 是表示本发明第 2 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。图 3 中与图 1 相同的部分附加相同的标号。在该第 2 实施方式中, 设置了用于检测电机 4 的旋转位置 (旋转角度) 的旋转位置传感器 7。旋转位置传感器 7 由旋转变压器 (resolver) 或霍尔元件等构成。由旋转位置传感器 7 检测出的电机旋转位置的信息被输入到控制单元 1, 控制单元 1 基于旋转位置来计算电机 4 的转速。控制单元 1 和旋转位置传感器 7 构成本发明转速检测部件的一实施方式。另外, 图 3 中没有设置图 1 的继电器 K1、K2、K3, 但也可以添加继电器 K1、K2、K3。图 3 的电路除了上述这一点之外, 与图 1 基本相同, 所以省略对于各个部分的详细说明。

[0064] 下面, 基于图 4 所示的流程图说明图 3 的电路中的故障诊断的步骤。在图 4 中对与图 2 进行相同处理的步骤附加相同的标号。

[0065] 对于步骤 S1 ~ S4, 与图 2 完全相同。即, 在步骤 S1 检测电流检测电阻 R_u 中流过的 U 相电流 I_u , 在步骤 S2 检测电流检测电阻 R_v 中流过的 V 相电流 I_v , 在步骤 S3 检测电流检测电阻 R_w 中流过的 W 相电流 I_w 。

[0066] 接着, 进至步骤 S4, 判定逆变器电路 3 中的所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 是否都处于截止状态。判定结果, 不是所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都处于截止状态时 (步骤 S4 为“否”), 转移到前面叙述的步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。另一方面, 当所有下侧开关元件

Q2、Q4、Q6 都处于截止状态时（步骤 S4 为“是”），进至步骤 S5b。

[0067] 在步骤 S5b，将控制单元 1 基于旋转位置传感器 7 检测出的旋转位置计算的电机 4 的转速与规定值 β 进行比较。并且，在电机 4 的转速小于规定值 β 时（步骤 S5b 为“是”），进行步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。

[0068] 另一方面，步骤 S5b 的判定结果，在电机 4 的转速为规定值 β 以上时（步骤 S5b 为“否”），结束处理而不执行步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。这一点是第 2 实施方式的特征，这样能够避免故障有无的误判定。

[0069] 即，在下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都截止的状态下，若电机 4 的转速小于规定值，则不会因外力而在电机 4 中产生感应电压，因而不存在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流的可能性，但电机 4 的转速成为规定值以上，则存在电机 4 中产生感应电压从而在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流的可能性。因此，在后者的情况下进行故障诊断处理时，如图 9 中说明的那样，各相电流值的和 $I_u+I_v+I_w$ 不会成为零，有可能误判定为故障。然而，如上所述，在电机 4 的转速为规定值以上时，若禁止故障诊断处理，则例如即使电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流也不会进行基于电流值的故障诊断，因此不用担心误判定为发生了故障，能够提高装置的可靠性。

[0070] 图 5 是表示本发明第 3 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。图 5 中与图 1 相同的部分附加相同的标号。在该第 3 实施方式中，电机 4 的各相的端子电压 V_1 、 V_2 、 V_3 被输入到控制单元 1。控制单元 1 通过内置的电压检测电路 8 检测电机端子电压 V_1 ~ V_3 。另外，电压检测电路 8 也可以设置在控制单元 1 的外部。电压检测电路 8 构成本发明中的端子电压检测部件的一实施方式。另外，在图 5 中，没有设置图 1 的继电器 K_1 ~ K_3 、图 3 的旋转位置传感器 7，但也可以添加这些。图 5 的电路除了上述这一点之外与图 1 及图 3 基本相同，所以省略有关各部分的详细说明。

[0071] 下面，基于图 6 所示的流程图说明图 5 的电路中的故障诊断的步骤。在图 6 中对与图 2 进行相同处理的步骤附加相同的标号。

[0072] 对于步骤 S1 ~ S4，与图 2 完全相同。即，在步骤 S1 检测电流检测电阻 R_u 中流过的 U 相电流 I_u ，在步骤 S2 检测电流检测电阻 R_v 中流过的 V 相电流 I_v ，在步骤 S3 检测电流检测电阻 R_w 中流过的 W 相电流 I_w 。

[0073] 接着，进至步骤 S4，判定逆变器电路 3 中的所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 是否都处于截止状态。判定结果，不是所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都处于截止状态时（步骤 S4 为“否”），转移到前面叙述的步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。另一方面，当所有下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都处于截止状态时（步骤 S4 为“是”），进至步骤 S5c。

[0074] 在步骤 S5c，对电压检测电路 8 检测出的电机 4 的端子电压 V_1 、 V_2 、 V_3 和规定值 γ 进行比较。并且，若不是所有的端子电压 V_1 、 V_2 、 V_3 都超过规定值 γ （步骤 S5c 为“是”），则进行步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。

[0075] 另一方面，在步骤 S5c 的判定结果，若端子电压 V_1 、 V_2 、 V_3 的其中一个（或者全部）为规定值 γ 以上（步骤 S5c 为“否”），则结束处理而不执行步骤 S6 ~ S8 的故障诊断处理。这一点是第 3 实施方式的特征，这样能够避免故障有无的误判定。

[0076] 即，在下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都截止的状态下，若电机 4 的端子电压 V_1 、 V_2 、 V_3 都小于规定值，则不会因外力而在电机 4 中产生感应电压，因而不存在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、

R_w 中流过电流的可能性,但如果在电机 4 的端子电压 V_1 、 V_2 、 V_3 的其中一个(或者全部)为规定值以上,则存在电机 4 中产生感应电压从而在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流的可能性。因此,在后者的情况下进行故障诊断处理时,如图 9 中说明的那样,各相电流值的和 $I_u+I_v+I_w$ 不会成为零,有可能误判定为故障。然而,如上所述,在电机 4 的端子电压为规定值以上时,若禁止故障诊断处理,则例如即使电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流也不会进行基于电流值的故障诊断,因此不用担心误判定为发生了故障,能够提高装置的可靠性。

[0077] 图 7 是表示本发明第 4 实施方式的多相交流电机驱动装置的电结构的图。图 7 中与图 1 相同的部分附加相同的标号。在该第 4 实施方式中,控制单元 1 具备的存储器 9 中存储了后述的电流补偿值。存储器 9 构成本发明中的存储部件的一实施方式,控制单元 1 构成本发明中的判定部件的一实施方式。另外,在图 7 中,没有设置图 3 的旋转位置传感器 7,但也可以添加。图 7 的电路除了上述这一点之外与图 1 基本相同,所以省略有关各部分的详细说明。

[0078] 下面,基于图 8 所示的流程图说明图 7 的电路中的补偿处理的步骤。在图 8 中对与图 2 进行相同处理的步骤附加相同的标号。

[0079] 对于步骤 $S1 \sim S4$,与图 2 完全相同。即,在步骤 $S1$ 检测电流检测电阻 R_u 中流过的 U 相电流 I_u ,在步骤 $S2$ 检测电流检测电阻 R_v 中流过的 V 相电流 I_v ,在步骤 $S3$ 检测电流检测电阻 R_w 中流过的 W 相电流 I_w 。

[0080] 接着,进至步骤 $S4$,判定逆变器电路 3 中的所有下侧开关元件 Q_2 、 Q_4 、 Q_6 是否都处于截止状态。判定结果,不是所有下侧开关元件 Q_2 、 Q_4 、 Q_6 都处于截止状态时(步骤 $S4$ 为“否”),结束而不执行以后的处理。

[0081] 此外,在步骤 $S4$ 的判定结果,当所有下侧开关元件 Q_2 、 Q_4 、 Q_6 都处于截止状态时(步骤 $S4$ 为“是”),进至步骤 $S5a$,判定是否所有的继电器 K_1 、 K_2 、 K_3 都处于截止状态。如前所述,继电器 K_1 、 K_2 、 K_3 导通/截止状态可以通过控制单元 1 自己检查从控制单元 1 输出怎样的继电器控制信号来进行判别。在步骤 $S5a$ 的判定结果,若所有的继电器 K_1 、 K_2 、 K_3 都处于截止状态(步骤 $S5a$ 为“是”),则在步骤 $S9 \sim S11$ 进行用于存储补偿(offset)电流值的补偿处理。

[0082] 这里,先说明补偿电流。当所有下侧开关元件 Q_2 、 Q_4 、 Q_6 都处于截止状态时(步骤 $S4$ 为“是”),若所有的继电器 K_1 、 K_2 、 K_3 都处于截止状态(步骤 $S5a$ 为“是”),则本来电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中不应流过电流。但是,实际在模拟电路的特性上,即使是这样的状况下,有时也会在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过微少的电流。该电流成为补偿电流。补偿电流在电机 4 的通常运作时,成为使电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中的检测电流值产生误差的主要原因。因此,在上述那样不应流过电流的状况下,测定补偿电流并存储,在电机运作时由电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 检测出的电流值通过补偿电流值进行校正,从而能够求出正确的相电流。对于这样的补偿校正,记载在例如日本特开 2005-130578 号公报中。

[0083] 在步骤 $S9$,将在步骤 $S1$ 检测出的 U 相电流 I_u 的值作为 U 相补偿电流值存储到存储器 9。在步骤 $S10$,将在步骤 $S2$ 检测出的 V 相电流 I_v 的值作为 V 相补偿电流值存储到存储器 9。在步骤 $S11$,将在步骤 $S3$ 检测出的 W 相电流 I_w 的值作为 W 相补偿电流值存储到存储器 9。通过步骤 $S9 \sim S11$ 的处理,之前存储器 9 中所存储的各相的补偿电流值被更新。

[0084] 另一方面,在步骤 $S5a$ 的判定结果,若不是所有的继电器 K_1 、 K_2 、 K_3 都截止(步骤

S5a 为“否”),则结束处理而不执行步骤 S9 ~ S11 的补偿处理。这一点是第 4 实施方式的特征,这样能够正确地进行检测电流的补偿校正,从而避免故障有无的误判定。

[0085] 即,在下侧开关元件 Q2、Q4、Q6 都截止的状态下,若继电器 K1、K2、K3 截止,则即使因外力而在电机 4 中产生了感应电压,也不会存在基于该电压而在电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 中流过电流的可能性,但若继电器 K1、K2、K3 导通,则在因外力而产生了感应电压时,经由继电器 K1、K2、K3,存在电流流过电流检测电阻 R_u 、 R_v 、 R_w 的可能性。但是,这时流过的电流是基于电机 4 的感应电压的电流,不是本来的补偿电流,所以这时进行补偿电流的存储处理时,将错误的电流值作为补偿电流值存储到存储器 9,不能正确地进行检测电流的补偿校正。结果,有时会在基于检测电流的故障有无的判定中产生错误。然而,如上所述,在继电器 K1、K2、K3 导通时,若禁止补偿电流的存储处理,则能够正确地进行补偿校正而不会有错误的补偿电流值被存储到存储器 9,因而能够避免故障有无的误判定。

[0086] 另外,在图 8 中,列举了将图 2 的步骤 S6 ~ S8 置换为步骤 S9 ~ S11 的例子,但也可以将图 4 或图 6 的步骤 S6 ~ S8 置换为步骤 S9 ~ S11。此外,在图 8 中,省略了故障诊断处理,但故障诊断只要在执行了步骤 S9 ~ S11 之后,基于被补偿校正的相电流而进行即可。

[0087] 此外,在以上叙述的实施方式中,作为电机 4 列举了无刷电机的例子,但本发明能够适用于所有用于驱动感应电机或同步电机那样的具有多个相的交流电机的电机驱动装置。

[0088] 进而,在以上叙述的实施方式中,列举了将本发明应用到车辆的电动动力转向装置的例子,但本发明也可以应用到驱动门扇开闭用电机等装置中。

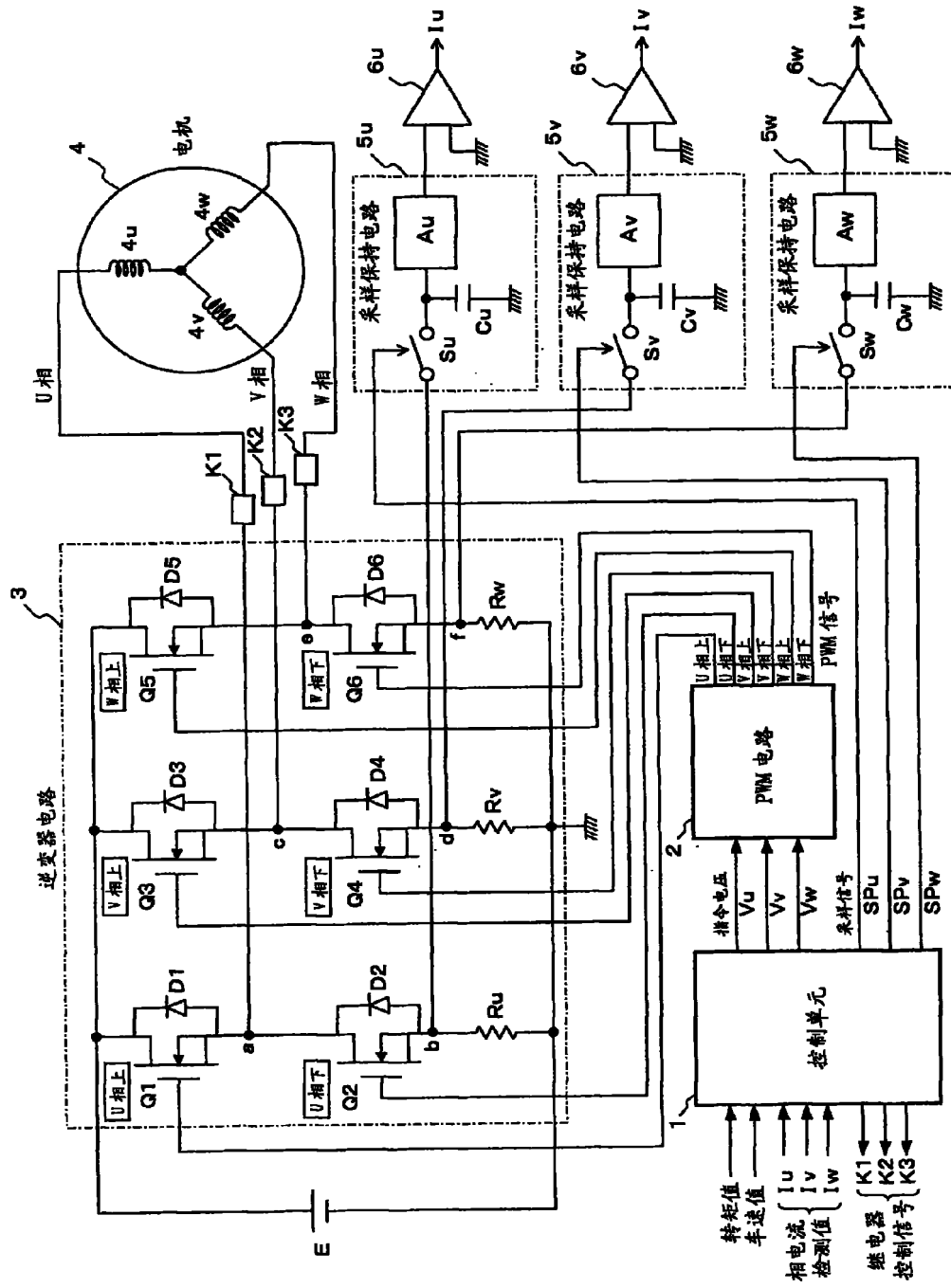


图 1

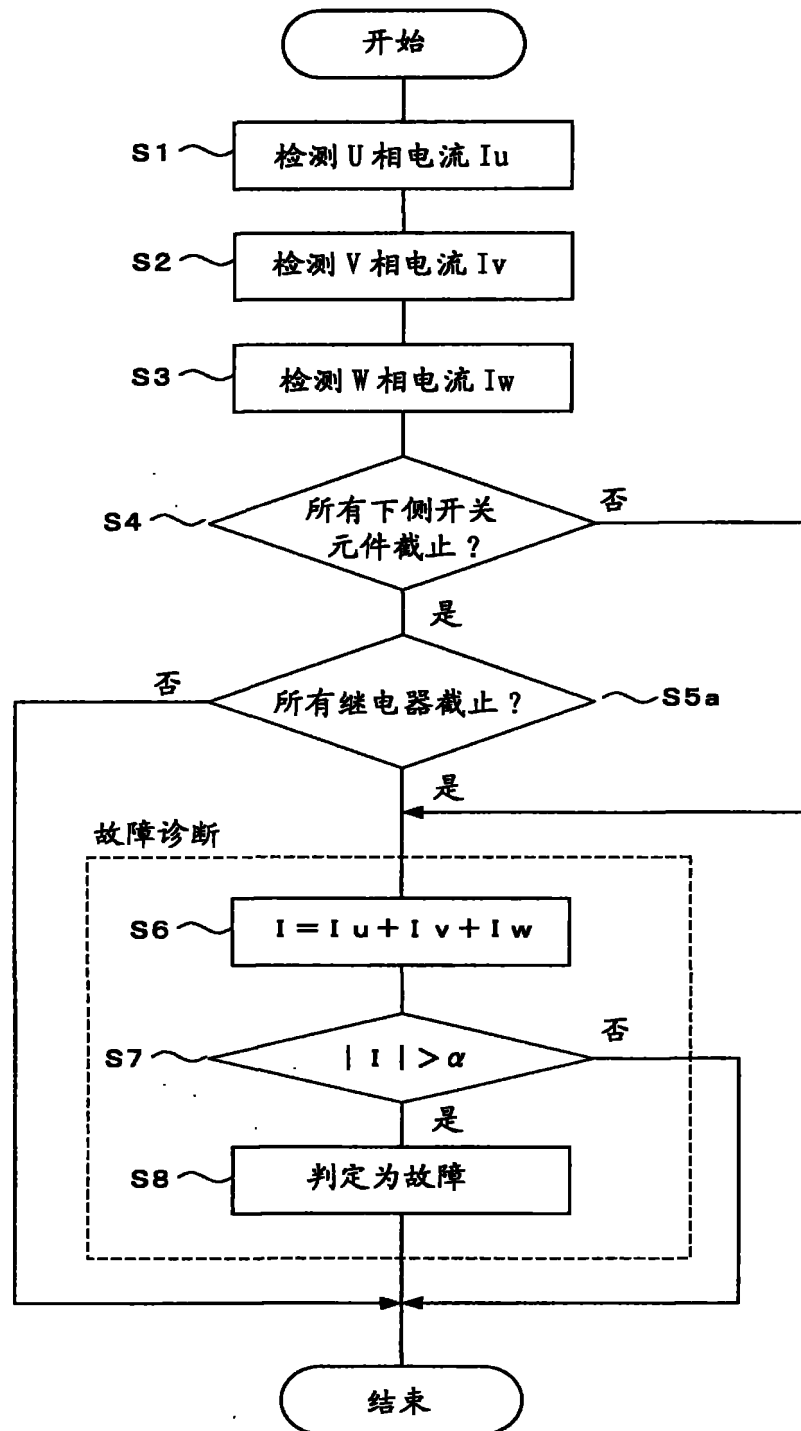


图 2

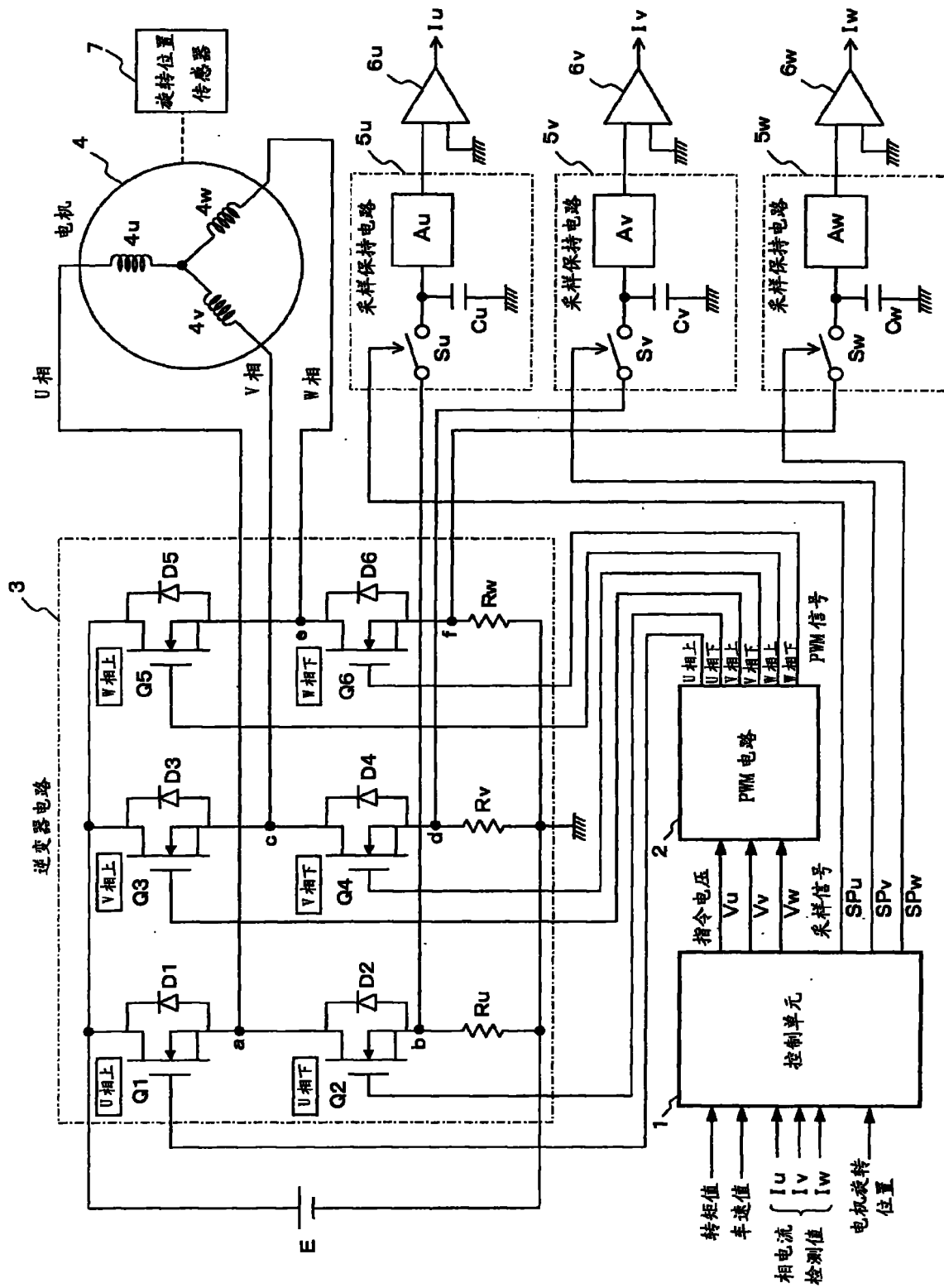


图 3

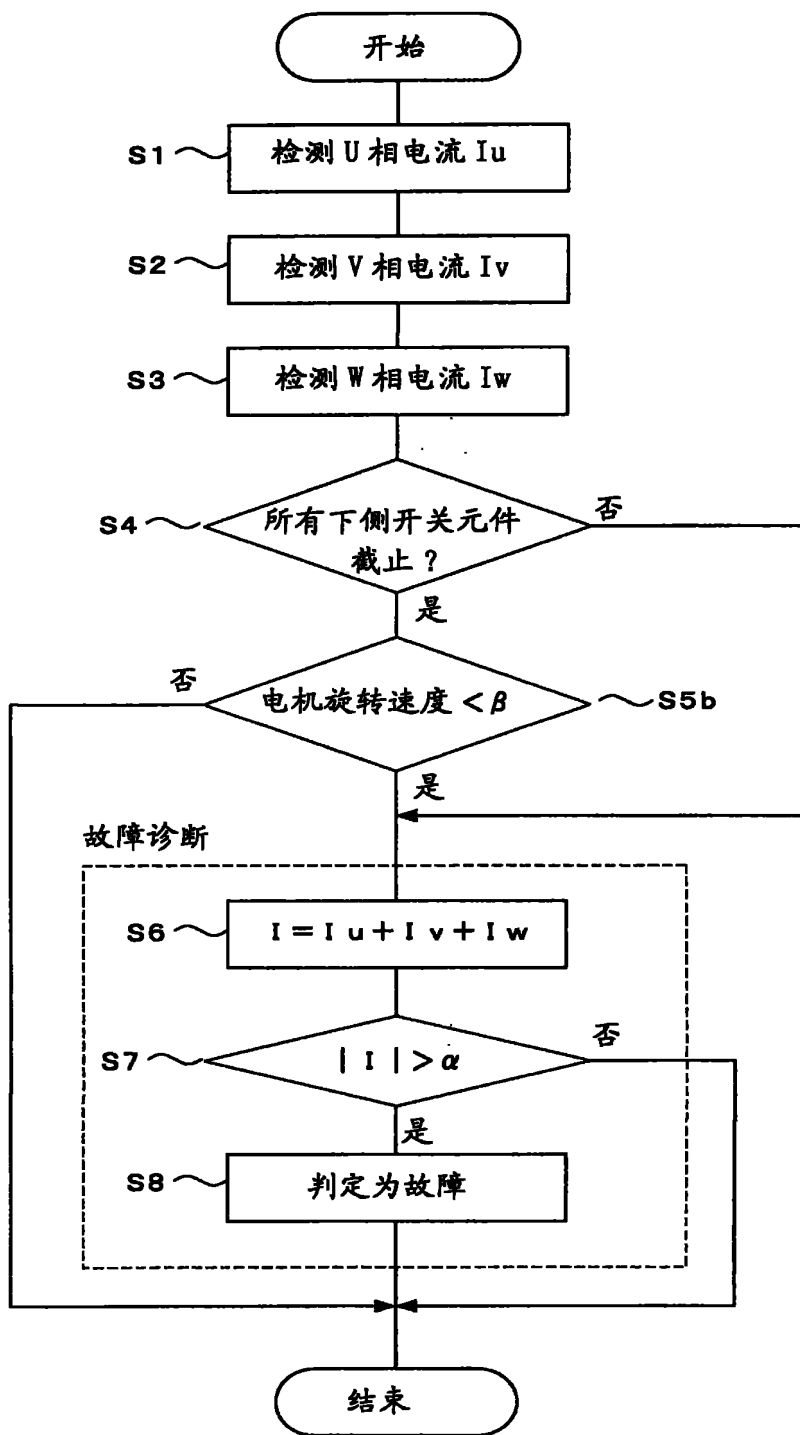


图 4

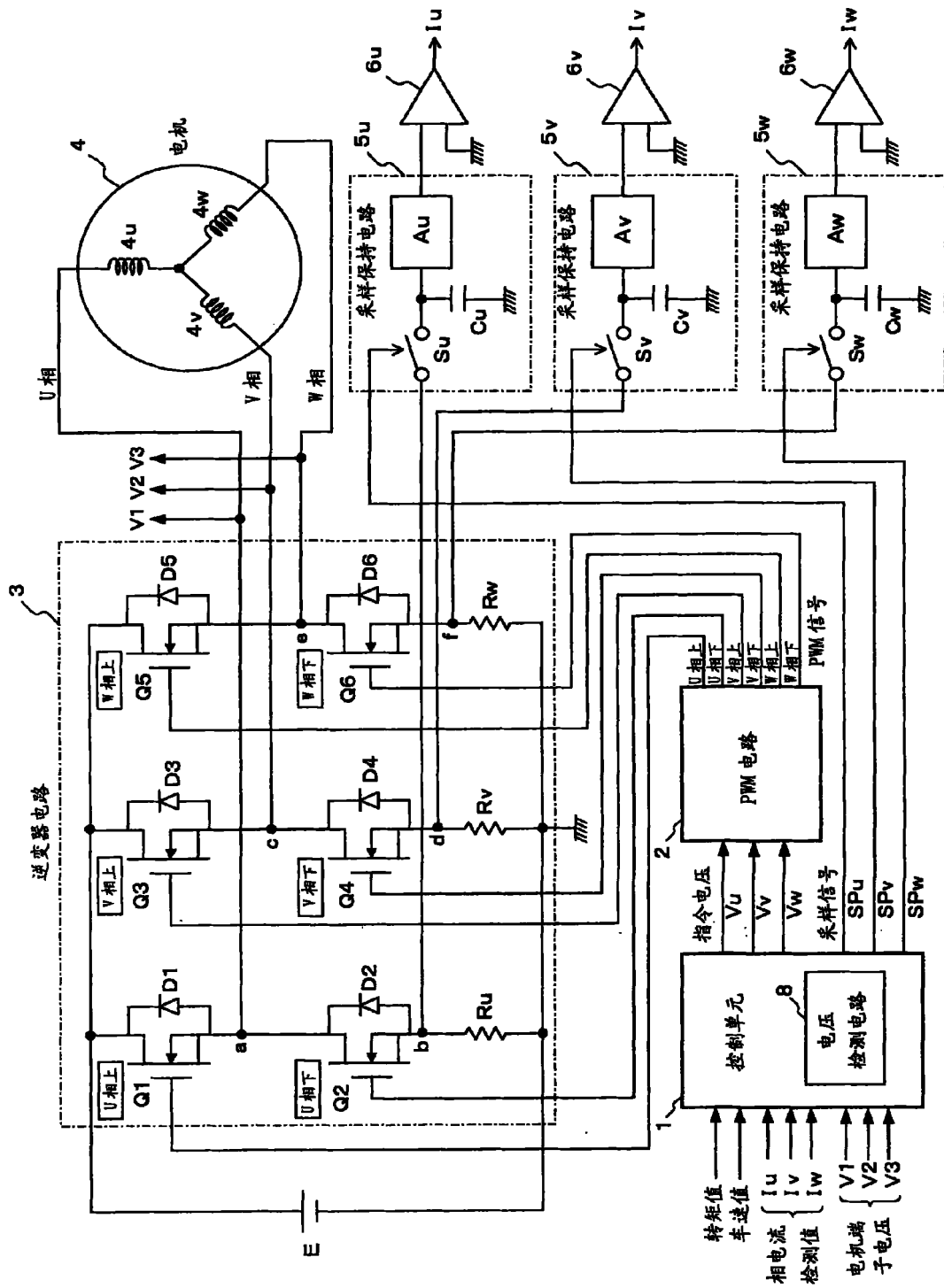


图 5

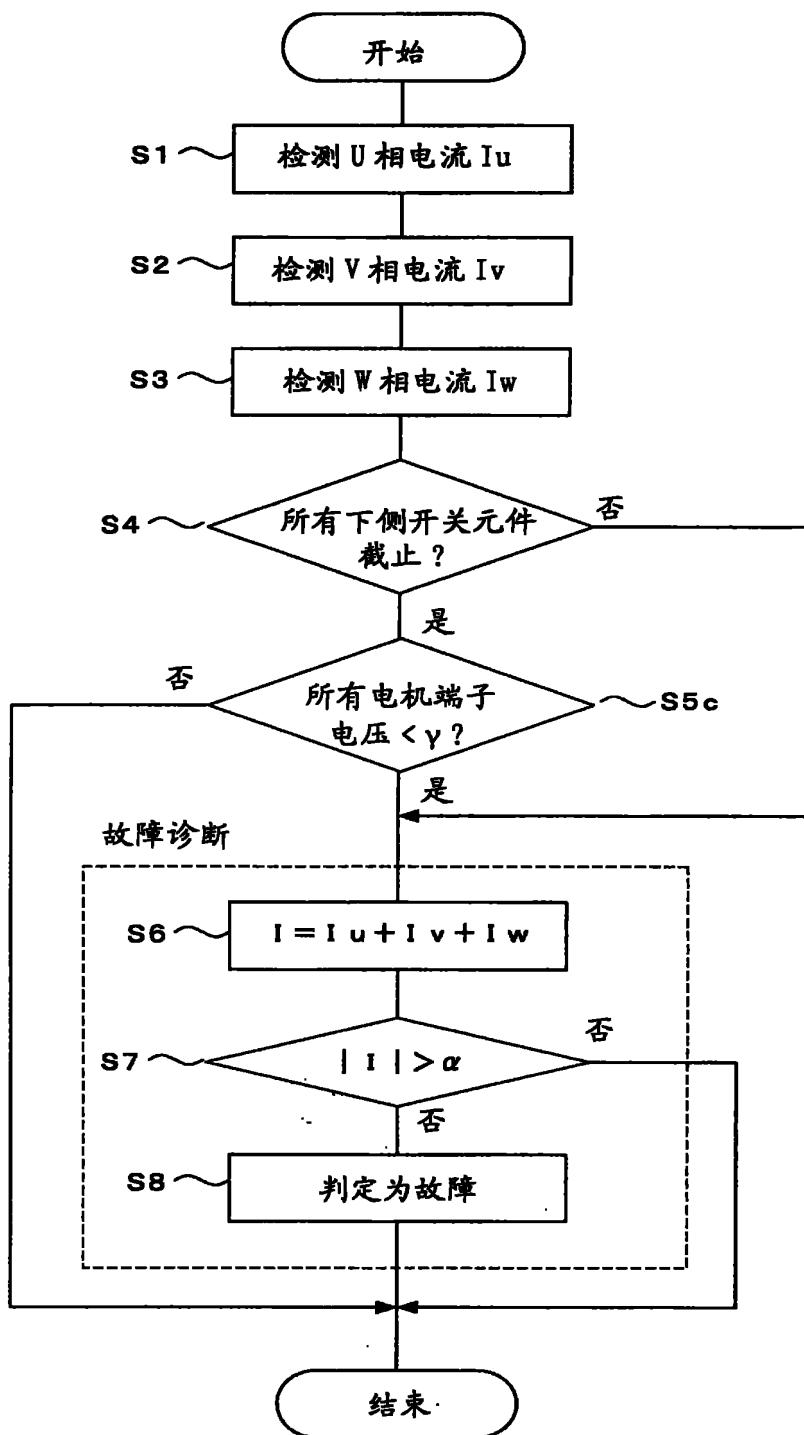


图6

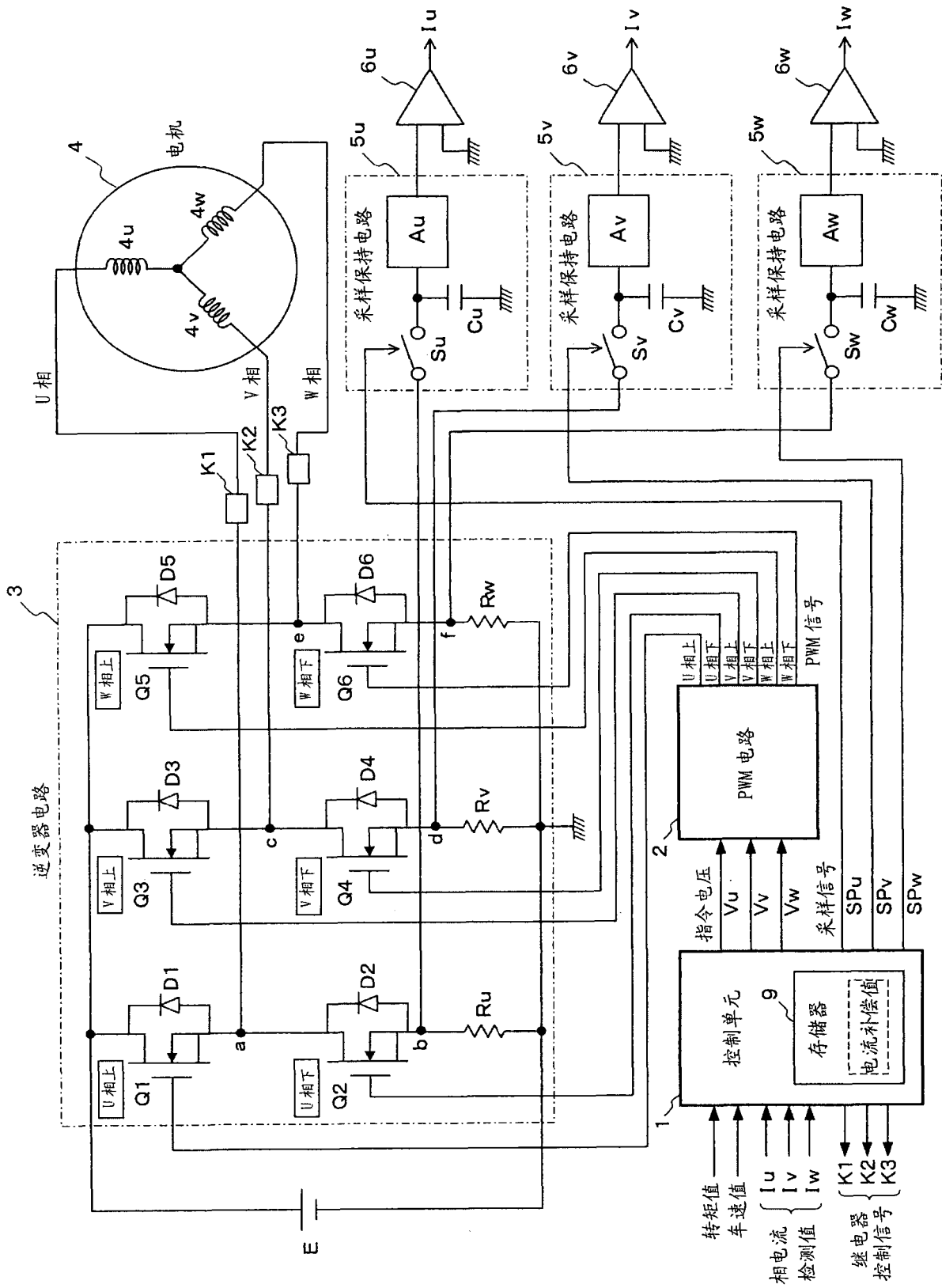


图 7

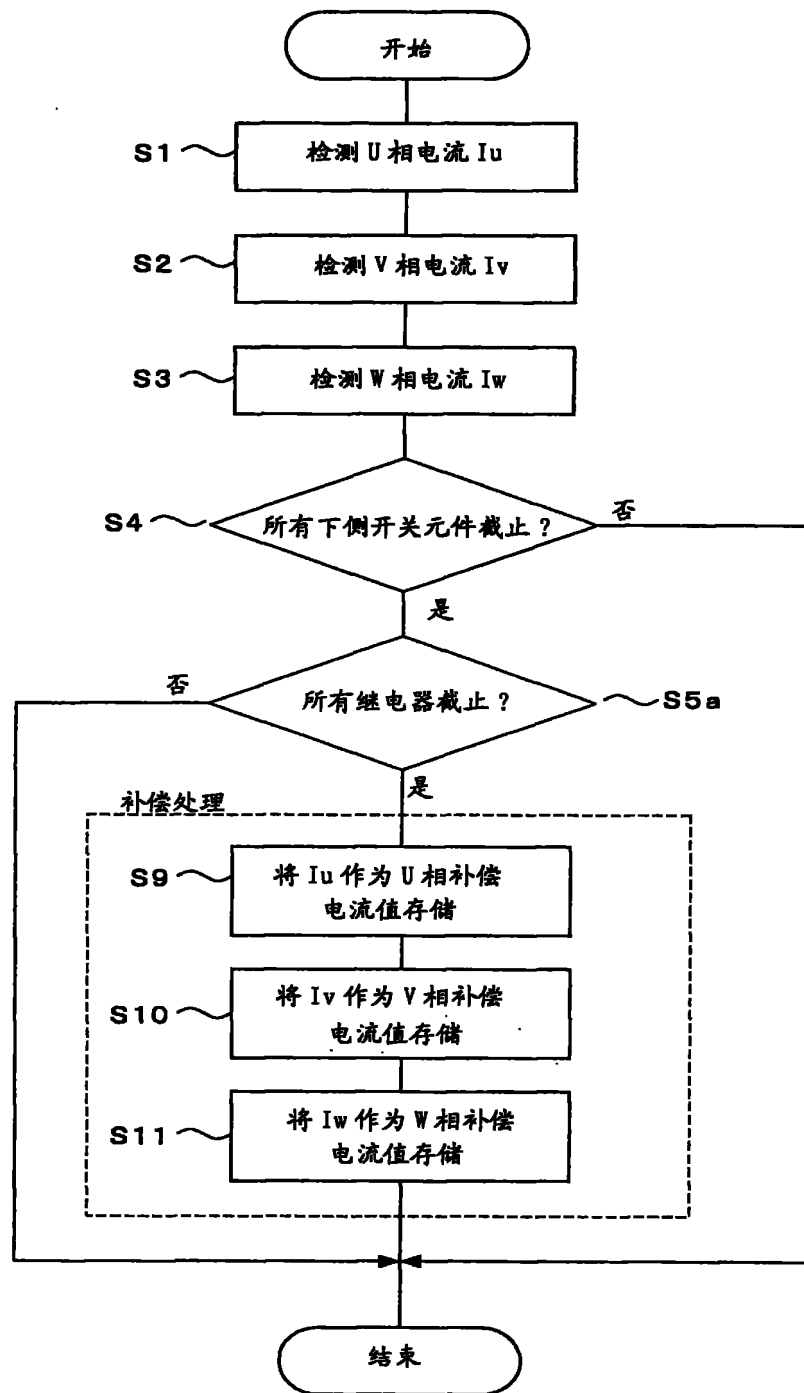


图 8

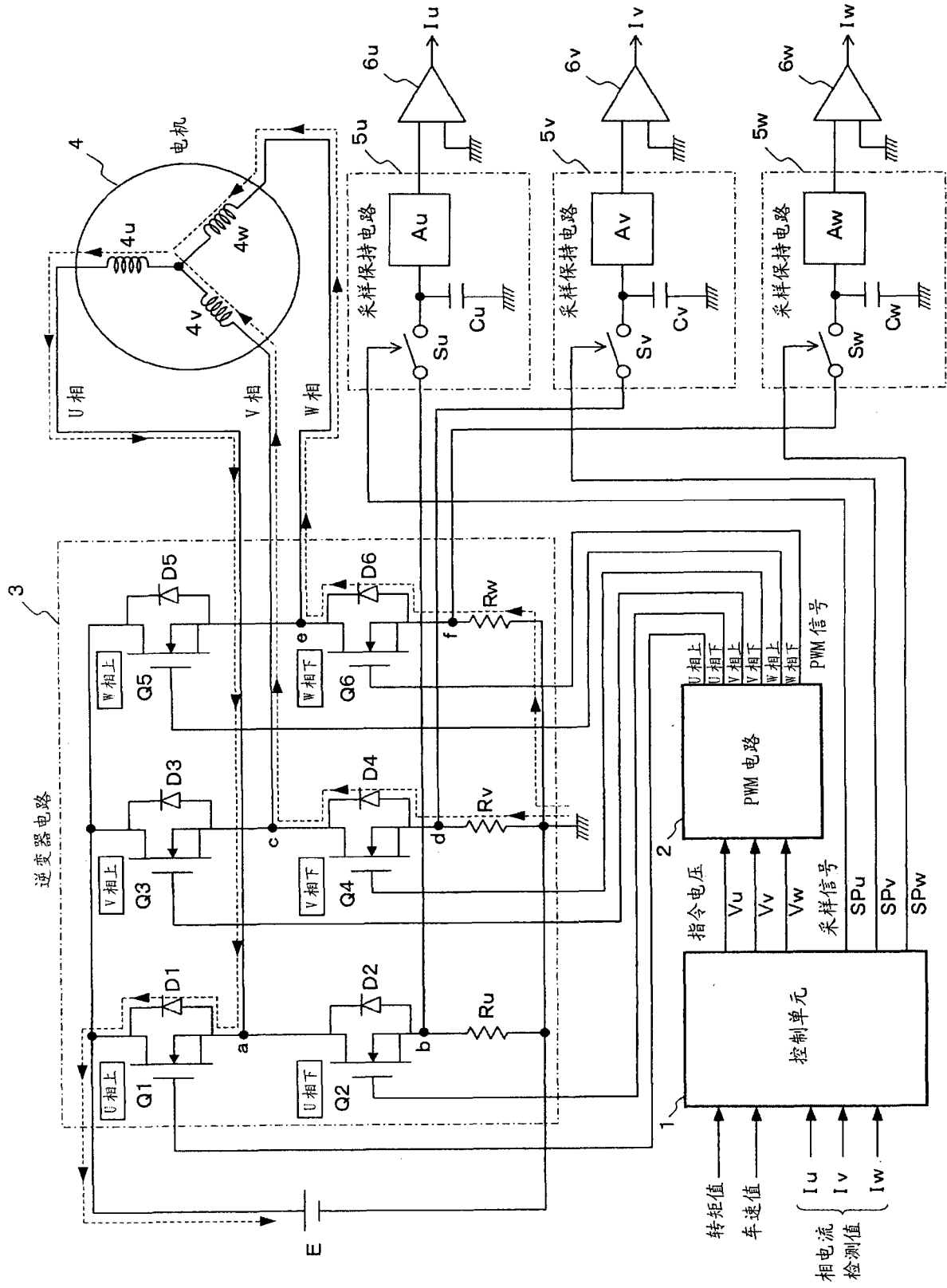


图 9