



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109562756 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 01

(21) 申请号 201780049453.5

(22) 申请日 2017.08.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109562756 A

(43) 申请公布日 2019.04.02

(30) 优先权数据
2016-158556 2016.08.12 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.02.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/027886 2017.08.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/030217 JA 2018.02.15

(73) 专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72) 发明人 不破康宏 永田孝一 地高俊和

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 徐殿军

(51) Int.Cl.
B60L 3/00 (2019.01)
B60L 50/16 (2019.01)
B60W 20/50 (2016.01)
B60W 10/08 (2006.01)
F02D 29/06 (2006.01)
H02P 27/06 (2006.01)
H02P 29/024 (2016.01)

(56) 对比文件
CN 104426436 A, 2015.03.18
CN 104348384 A, 2015.02.11
CN 104583043 A, 2015.04.29
WO 2016071949 A1, 2016.05.12
WO 2015166528 A1, 2015.11.05
JP 2014183659 A, 2014.09.29

审查员 孙琪

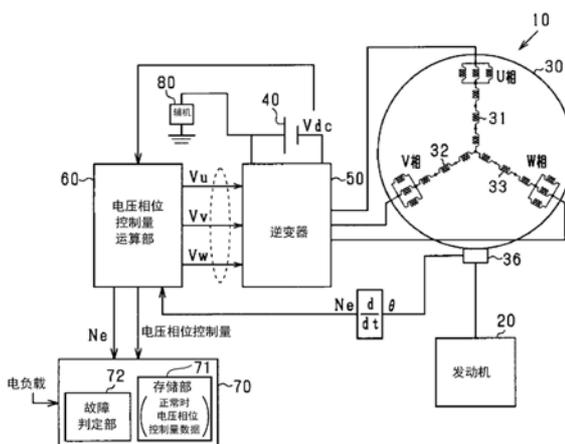
权利要求书1页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

旋转电机的故障检测装置

(57) 摘要

一种故障检测装置(70),适用于系统(10、110),所述系统(10、110)具备与发动机(20)以能够传递动力的方式连结的旋转电机(30、130)、在旋转电机和直流电源(40)之间进行电力转换的逆变器(50)、根据发动机的运转状态对电力转换时接通或断开逆变器各相的相位进行控制的相位控制部(60)。故障检测装置具备存储部(71)和故障判定部(72)。存储部存储有在旋转电机正常时根据电力转换时发动机的运转状态控制的相位。故障判定部根据通过相位控制部控制的电力转换时的相位和存储于存储部的旋转电机正常时电力转换时的相位之间的偏离量,判定旋转电机的故障。



1. 一种旋转电机的故障检测装置,适用于系统(10、110),所述系统(10、110)具备:
发动机(20);
旋转电机(30、130),与所述发动机以能够传递动力的方式连结;
直流电源(40);
逆变器(50),在所述旋转电机和所述直流电源之间进行电力转换;以及
相位控制部(60),根据所述发动机的运转状态,对在所述电力转换时接通或断开所述逆变器的各相的相位进行控制,

其中,所述旋转电机的故障检测装置(70)具备:

存储部(71),存储在所述旋转电机正常时根据所述电力转换时所述发动机的运转状态控制的所述相位;以及

故障判定部(72),根据偏离量来判定所述旋转电机的故障,所述偏离量是通过所述相位控制部控制的所述电力转换时的所述相位和存储于所述存储部的所述旋转电机正常时所述电力转换时的所述相位之间的偏离量,

所述相位是向所述逆变器的各相施加的施加电压的相位,

所述存储部将所述发动机的运转状态和所述旋转电机正常时的所述施加电压的相位建立对应地存储。

2. 根据权利要求1所述的旋转电机的故障检测装置,其中,

当所述偏离量大于预定量时,所述故障判定部判定为所述旋转电机发生故障。

3. 根据权利要求1或2所述的旋转电机的故障检测装置,其中,

当所述偏离量的变化速度大于预定变化速度时,所述故障判定部判定为所述旋转电机发生故障。

4. 根据权利要求1或2所述的旋转电机的故障检测装置,其中,

所述旋转电机(130)具备三相绕组的多个组(31A、32A、33A;31B、32B、33B),并能够切换与所述逆变器连接的所述三相绕组的组,

所述存储部按照所述三相绕组的每个组存储有在所述旋转电机正常时根据所述电力转换时所述发动机的运转状态控制的所述相位,

所述故障判定部在与所述逆变器连接的所述三相绕组的组中,根据通过所述相位控制部控制的所述电力转换时的所述相位和存储于所述存储部的所述电力转换时的所述相位之间的所述偏离量,判定所述旋转电机的故障。

5. 根据权利要求1或2所述的旋转电机的故障检测装置,其中,

所述发动机的运转状态包含所述发动机的转速。

6. 根据权利要求1或2所述的旋转电机的故障检测装置,其中,

所述旋转电机能够通过从所述发动机传递的动力执行发电,

所述系统具备一个以上的辅机(80),

所述发动机的运转状态包含所述辅机的电负载。

旋转电机的故障检测装置

技术领域

[0001] 本公开涉及检测旋转电机故障的技术。

背景技术

[0002] 例如,在专利文献1中公开有如下故障检测。在交流电动机的输出转矩比转矩指令值小时,使矩形波电压的电压相位在预先设定的上限相位以下的范围内增加。而且,在电压相位与上限相位持续预定时间一致时,检测逆变器的异常。在专利文献1记载的技术中,将上限相位预先设定在恒定值。这是因为,在交流电动机中,输出转矩成为最大的电压相位为恒定值。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2010-119268号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 但是,在专利文献1记载的技术中,如果电压相位与上限相位一致,并且其状态不持续预定时间,则不能检测到逆变器的异常。也就是说,以往,检测逆变器的异常需要预定的时间。因此,不能尽早检测到逆变器的异常,仍存在改善的空间。

[0008] 本公开提供一种能够尽早且准确检测故障的旋转电机的故障检测技术。

[0009] 用于解决技术问题的手段

[0010] 作为本公开技术的一方式的故障检测装置有以下构成。

[0011] 本公开的故障检测装置(70)适用于系统,该系统具备发动机(20)、旋转电机(30、130)、直流电源(40)、逆变器(50)及相位控制部(60)。

[0012] 旋转电机与发动机以能够传递动力的方式连结。

[0013] 逆变器在旋转电机和直流电源之间进行电力转换。

[0014] 相位控制部根据发动机的运转状态,对在电力转换时接通或断开逆变器的各相的相位进行控制。

[0015] 故障检测装置具备存储部(71)和故障判定部(72)。存储部存储在旋转电机正常时,根据电力转换时发动机的运转状态控制的相位。

[0016] 故障判定部根据偏离量来判定旋转电机的故障,该偏离量是通过相位控制部控制的电力转换时的相位和存储于存储部的旋转电机正常时电力转换时的相位之间的偏离量。

[0017] 根据上述构成,在本公开的系统,发动机与旋转电机以能够传递动力的方式连结。因此,例如能够通过发动机的驱动力使旋转电机发电,或者通过旋转电机的驱动力辅助发动机的驱动力。另外,通过逆变器在旋转电机和直流电源之间进行电力转换。在本公开的系统,通过相位控制部根据发动机的运转状态,对在电力转换时接通逆变器的各相的相位进行控制。

[0018] 此时,当旋转电机处于故障时,通过逆变器电力转换时所控制的相位从正常时的相位偏离。因此,本公开的故障检测装置能够根据通过相位控制部控制的电力转换时的相位和存储于存储部的旋转电机正常时电力转换正常时的相位之间的偏离量,判定旋转电机的故障。并且,存储部存储有在旋转电机正常时,根据电力转换时发动机的运转状态控制的相位。因此,本公开的故障检测装置能够反映发动机的运转状态而判定旋转电机的故障,从而能够尽早且准确地检测。

[0019] 此外,接通或断开逆变器的各相的相位包含校正相位的校正量(控制量)。旋转电机是进行发电和驱动的至少一方的电机即可。

附图说明

[0020] 图1是示出第一实施方式系统的概略的框图。

[0021] 图2是示出提前延迟角控制的处理顺序的流程图。

[0022] 图3是示出正常时的发动机转速、电负载和电压相位控制量的关系的映射数据。

[0023] 图4是示出第一实施方式的故障检测处理顺序的流程图。

[0024] 图5是示出故障检测的一例的时序图。

[0025] 图6是示出故障检测的变形例的处理顺序的流程图。

[0026] 图7是示出故障检测的其他例的时序图。

[0027] 图8是示出第二实施方式的系统的概略的框图。

[0028] 图9是示出正常时的参照数据确定的处理顺序的流程图。

[0029] 图10是示出第一组的三相绕组连接时的正常时发动机转速、电负载和电压相位控制量的关系的映射。

[0030] 图11是示出第二组的三相绕组连接时的正常时发动机转速、电负载和电压相位控制量的关系的映射。

[0031] 图12是示出提前延迟角控制变形例的处理顺序的流程图。

具体实施方式

[0032] 以下,对用于实施本公开技术的方式,参照附图详细说明。

[0033] <第一实施方式>

[0034] 在本实施方式中,对本公开技术适用于机动两轮车(车辆)等的系统为事例进行说明。

[0035] 如图1所示,系统10具备发动机20、MG(Motor Generator:电动发电机)30、直流电源40、逆变器50、电压相位控制量运算部(以下称为“控制量运算部”)60、故障检测装置70以及1个或多个辅机80等。

[0036] 发动机20通过使燃料燃烧而产生动力。作为发动机20,例如可采用汽油发动机、柴油发动机或其他发动机。

[0037] MG30是带启动功能的发电机。本实施方式的MG30相当于三相旋转电机。因此,本实施方式的MG30具备三相交流电动机以及交流发电机的功能。MG30作为定子绕组具备U相的绕组31、V相的绕组32以及W相的绕组33。各相的绕组31、32、33的一端共同连接于中性点。MG30的转子具备磁铁。而且,转子直接连结于发动机20的曲轴。即,发动机20和MG30以能够

传递动力的方式连接。在MG30安装有检测转子的角度位置的角度位置传感器36。

[0038] 直流电源40是由Pb电池、Li离子电池、NiH电池等构成的二次电池、电容器等。直流电源40的电压Vdc通过电压传感器(未图示)检测。当MG30发电时,电压传感器检测MG30的发电电压。

[0039] 在MG30和直流电源40之间连接有逆变器50。本实施方式的逆变器50为包含U相臂、V相臂、W相臂的三相逆变器。各相臂包含有在直流电源40的正极和负极之间串联连接的两个开关元件。开关元件各自反向并联连接有二极管。开关元件的接通或断开来通过控制量运算部60的施加电压Vu、Vv、Vw(施加电压指令值)控制。此外,根据控制量运算部60计算的电压相位控制量而求得施加电压Vu、Vv、Vw。各相臂与各相的绕组31、32、33的另一端连接。

[0040] 1个或多个辅机80连接于直流电源40及逆变器50。辅机80包含例如前灯、变光开关、方向指示灯、刹车灯、警笛(警笛器)等。此外,变光开关是用于将前灯的光轴朝下切换(用于切换远光和近光)的开关。

[0041] 控制量运算部60和故障检测装置70由具备CPU、ROM、RAM、I/O(输入输出接口)等的ECU构成。作为ECU,例如可以采用MGECU、发动机ECU、混合ECU等。MGECU控制MG30。发动机ECU控制发动机20。混合ECU是控制MGECU和发动机ECU的上位ECU。

[0042] 向控制量运算部60输入与MG30的转子直接连结的曲轴的转速Ne。对MG30的转子的角度位置 θ 进行时间微分就能够计算出角速度 ω 。该角速度 ω 相当于直接连结于MG30的转子的曲轴的转速(发动机20的转速)Ne。另外,向控制量运算部60输入通过电压传感器检测的电压Vdc。

[0043] 本实施方式的控制量运算部60相当于根据发动机20的运转状态而对在电力转换时接通或断开逆变器50的各相的相位进行控制的相位控制部。控制量运算部60按照图2的流程图中例示的处理顺序计算电压相位控制量(执行电压相位控制量的提前延迟角控制)。该一系列的处理通过控制量运算部60以预定周期运算部60反复执行。在本实施方式中,将MG30执行发电的情况为例进行说明。具体而言,在MG30执行发电时,控制量运算部60反复将逆变器50的各相接通转子的旋转角度(电角度) 180° 的期间并断开 180° 的期间。

[0044] 本实施方式的控制量运算部60对电压相位控制量设定初始值(步骤S11)。电压相位控制量是使施加电压Vu、Vv、Vw相对于磁极位置传感器信号的提前角量/延迟角量。初始值是在MG30正常时发动机20怠速时的电压相位控制量。也就是说,初始值为怠速时的正常值。

[0045] 接着,控制量运算部60判定目标发电电压是否比当前发电电压高(步骤S12)。目标发电电压根据1个以上的辅机80的工作状态(辅机80的电负载)设定。例如,工作的辅机80数量越多,电负载越大。因此,目标发电电压被较高地设定。此外,通过上述的电压传感器检测发电电压。

[0046] 在判定为目标发电电压比当前发电电压高时(步骤S12:是),控制量运算部60计算延迟角相加量(步骤S13)。延迟角相加量是使施加电压Vu、Vv、Vw的相位相对于磁极位置传感器信号延迟的量。在本实施方式中,通过延迟开关相位,能够增加发电量。另外,在本实施方式中,目标发电电压与当前发电电压之差 ΔV ($\Delta V = \text{目标发电电压} - \text{当前发电电压}$)和延迟角相加量的关系预先设定在表中。也就是说,在本实施方式中,设定有差 ΔV 和延迟角相

加量的对应关系的映射数据预先存储于控制量运算部60所具备的存储装置中。因此,控制量运算部60参照该表,根据差 ΔV 计算延迟角相加量。此外,该表也可以根据发动机20的转速 N_e 设定。

[0047] 接着,控制量运算部60向在步骤S11的处理中设定的电压相位控制量相加延迟角相加量而计算电压相位控制量(步骤S14)。然后,控制量运算部60暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0048] 另一方面,在判定为目标发电电压小于等于当前发电电压时(步骤S12:否),控制量运算部60计算提前角相加量(步骤S15)。提前角相加量是使施加电压 V_u 、 V_v 、 V_w 的相位相对于磁极位置传感器信号提前的量。在本实施方式中,通过提前开关相位,能够减少发电量。另外,在本实施方式中,目标发电电压与当前发电电压之差 ΔV 和提前角相加量的关系预先设定在表中。控制量运算部60参照该表,根据差 ΔV 计算提前角相加量。此外,该表也可以根据发动机20的转速 N_e 设定。

[0049] 接着,控制量运算部60从步骤S11的处理中设定的电压相位控制量减去提前角相加量而计算电压相位控制量(步骤S16)。然后,控制量运算部60暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0050] 故障检测装置70具备存储部71和故障判定部72。存储部71是非挥发性存储器。存储部71由ROM、可改写的非挥发性存储器、备份RAM等构成。在MG30正常时,存储部71存储在通过逆变器50进行电力转换时根据发动机20的运转状态控制的电压相位(正常时的电压相位控制量)。具体而言,如图3中所例示,在存储部71中作为映射数据存储有MG30正常时的电负载大小、发动机20的转速 N_e 的速度和逆变器50的电压相位控制量之间的关系。存储的数据是在MG30正常时例如进行预定的实验等所测定的值。映射数据对电负载的值、发动机20的转速 N_e 的值和逆变器50的电压相位控制量的值建立有对应关系。即,表示发动机20的运转状态的信息包含辅机80的电负载和发动机20的转速 N_e 。另外,存储部71将后述的针对电压相位控制量的偏离量和/或电压相位控制量的偏离量的变化速度的故障判定阈值(用于判定故障的基准值)作为数据存储。

[0051] 图3中例示的关系是设想MG30进行发电的情况。例如,越是电负载大且发动机20的转速 N_e 延迟,逆变器50的电压相位控制量越延迟。此外,电压相位控制量(电压相位)存储U相、V相、W相中的至少一个即可。

[0052] 故障判定部72按照图4的流程图中例示的顺序,检测MG30的故障。该一系列的处理在通过MG30发电时通过故障判定部72以预定周期反复执行。在本实施方式中,以MG30进行发电的情况为例进行说明。

[0053] 本实施方式的故障判定部72计算当前电压相位控制量(当前控制量)和与此时的发动机20的运转状态对应的正常时的电压相位控制量(存储部71的正常时数据)的偏离量(步骤S21)。可通过参照存储部71中存储的图3的映射数据,并读取与发动机20的当前运转状态对应的电压相位控制量而获得正常时的电压相位控制量。从控制量运算部60输入在发动机20的当前运转状态下用于控制逆变器50的电压相位控制量,从而能够获得当前电压相位控制量。而且,故障判定部72从当前电压相位控制量减去正常时的电压相位控制量。由此,故障判定部72计算偏离量(偏离量=当前电压相位控制量-正常时的电压相位控制量)。

[0054] 接着,故障判定器72判定在步骤S21的处理中计算出的偏离量是否大于故障判定阈值(步骤S22)。故障判定阈值(相当于预定量)设定为MG30正常时不会产生的预定的偏离量。当判定为偏离量大于故障判定值时(步骤S22:是),故障判定部72确定为MG30异常(步骤S23)。即,故障判定部72判定为MG30发生故障。具体而言,步骤S23的处理是将故障判定标志设定为接通。此外,作为MG30的故障,可以考虑到各相的绕组31、32、33中的任一断线、短路等。然后,故障判定部72暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0055] 另一方面,当在步骤S22的判定处理中判定为偏离量小于等于故障判定阈值时(步骤S22:否),故障判定部72不确定为MG30异常(步骤S24)。即,判定故障部72判定为MG30没有发生故障。具体而言,步骤S24的处理是将故障判定标志设定为断开。此外,此时,判定故障部72也可以根据偏离量的大小,判定为MG30可能异常或者临时判定为MG30异常。然后,故障判定部72暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0056] 图5是示出本实施方式的故障检测的一例的时序图。

[0057] 在时刻 t_1 之前,根据辅机80的电负载,计算此时的电压相位控制量(实际的电压相位控制量)。而且,在该时刻,实际的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量(正常时数据)一致。因此,实际的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量的偏离量大致为0。而且,故障判定标志设定为断开。

[0058] 在时刻 t_1 ,例如视为MG30的U相的绕组31发生断线。由此,当前的发电电压比目标发电电压低,延迟角相加量增加。而且,向电压相位控制量的初始值相加延迟角相加量,电压相位控制量增加。其结果,实际的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量增加。

[0059] 之后,在时刻 t_2 ,实际的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量比故障判定阈值大。由此,确定为MG30异常。而且故障判定标志设定为接通。

[0060] 以上详述的本实施方式有以下优点。

[0061] 在MG30故障时,通过逆变器50进行电力转换时控制的相位从正常时的相位偏离。因此,本实施方式的故障检测装置70能够根据通过控制量运算部60控制的电力转换时的相位和以对应关系存储在存储部71中的MG30正常时电力转换时的相位之间的偏离量,判定MG30的故障。并且,故障检测装置70的存储部71中存储有在MG30正常时根据电力转换时发动机20的运转状态来控制的相位。因此,故障检测装置70能够反映发动机20的运转状态而判定MG30的故障,从而能够尽早且准确地检测MG30的故障。

[0062] 本实施方式的故障检测装置70具有故障判定部72。当通过控制量运算部60控制的电力转换时的相位和存储于存储部71的在MG30正常时电力转换时的相位之间的偏离量比故障判定阈值大时,故障判定部72判定为MG30故障。由此,故障检测装置70能够简单地检测MG30的故障。

[0063] 通过MG30发电的发电电压根据发动机20的转速 N_e 变化。因此,在电力转换时将逆变器50的各相接通的相位也根据发动机20的转速变化。因此,本实施方式的故障检测装置70的存储部71将MG30正常时在电力转换时控制的相位和发动机20的转速 N_e 建立对应关系地存储。由此,故障检测装置70能够反映发动机20的转速 N_e ,准确判定MG30的故障。

[0064] MG30发电时的目标发电电压根据辅机80的电负载变化。因此,在电力转换时将逆变器50的各相接通的相位也根据辅机80的电负载变化。因此,本实施方式的故障检测装置

70的存储部71将MG30正常时电力转换时控制的相位和辅机80的电负载建立对应关系地存储。由此,故障检测装置70能够反映辅机80的电负载,准确判定MG30的故障。

[0065] 此外,第一实施方式可以如下变更实施。

[0066] 在第一实施方式的变形例中,当电力转换时控制的相位和MG30正常时的相位之间的偏离量的变化速度比故障判定值大时(变化速度比正常时不可能发生的速度快时),故障判定部72也可以判定为MG30故障。

[0067] 图6是示出第一实施方式的变形例中故障检测的处理顺序的流程图。故障判定部72计算以与图4的步骤S21的处理相同的方法计算的偏离量的变化速度(步骤S31)。偏离量的变化速度例如能够从此次计算的偏离量减去上次计算的偏离量来计算。接着,故障判定部72判定步骤S31的处理中计算出的偏离量的变化速度是否比故障判定阈值大(步骤S32)。与偏离量的变化速度相关的故障判定阈值(相当于预定变化速度)设定为MG30正常时不可能发生的预定的变化速度。故障判定部72当判定为偏离量的变化速度比故障判定阈值大时(步骤S32:是),执行步骤S33的处理。另一方面,故障判定部72当判定为偏离量的变化速度小于等于故障判定阈值时(步骤S32:否),执行步骤S34的处理。此外,步骤S33、S43的处理分别与图4的步骤S23、S24的处理相同。

[0068] 图7是示出本实施方式的变形例中故障检测的一例的时序图。时刻t1为止的动作与图5相同。在时刻t2之前的时刻t3,视为偏离量的变化速度比故障判定值变大。由此,确定为MG30异常。而且,故障判定标志设定为接通。根据上述构成,在本变形例中,当电力转换时控制的相位和MG30正常时的相位之间的偏离量急剧变大时,能够尽早检测到MG30的故障。

[0069] <第二实施方式>

[0070] 以下,以与第一实施方式的不同点为中心对第二实施方式进行说明。关于与第一实施方式相同的部件,标注与第一实施方式相同的附图标记而省略其说明。

[0071] 图8是示出本实施方式的系统110的概略的框图。

[0072] MG130具备绕组31A、32A、33A的第一组和绕组31B、32B、33B的第二组。绕组31A、32A、33A(第一组的三相绕组)的绕数比绕组31B、32B、33B(第二组的三相绕组)的绕数多。而且,MG130能够将连接于逆变器50的三相绕组(与U相、V相、W相对应的各相的绕组)的组,在第一组和第二组之间进行切换。具体而言,MG130具备切换部37、38、39。切换部37切换绕组31A和绕组31B。切换部38切换绕组32A和绕组32B。切换部39切换绕组33A和绕组33B。切换部37、38、39的动作通过绕组切换控制部(以下称为“切换控制部”)65控制。

[0073] 与控制量运算部60及故障检测装置70同样,切换控制部65例如由MGECU、发动机ECU、混合ECU等构成。MGECU控制MG130。发动机ECU控制发动机20。混合ECU是控制MGECU及发动机ECU的上位的ECU。当发动机20的转速 N_e 比预定转速慢时,切换控制部65使切换部37、38、39动作,将连接于逆变器50的三相绕组切换至绕组31A、32A、33A。具体而言,当发动机20的转速 N_e 比预定转速慢时,切换部37、38、39分别从绕组31B、32B、33B(第二组)切换至绕组31A、32A、33A(第一组)。当发动机20的转速 N_e 比预定转速快时,切换控制部65使切换部37、38、39动作,将连接于逆变器50的三相绕组切换至绕组31B、32B、33B。具体而言,当发动机20的转速 N_e 比预定转速快时,切换部37、38、39分别从绕组31A、32A、33A(第一组)切换至绕组31B、32B、33B(第二组)。

[0074] 存储部71将MG130正常时通过逆变器50进行电力转换时根据发动机20的运转状态

控制的电压相位(正常时的电压相位控制量)按照三相绕组的每个组进行存储。具体而言,如图10中所例示,在存储部71作为映射数据存储有MG31正常时与逆变器50连接有绕组31A、32A、33A(第一组的三相绕组)的状态下的电负载的大小、发动机20的转速 N_e 的速度和逆变器50的电压相位控制量之间的关系。另外,如图11中所例示,在存储部71中作为映射数据存储有MG130正常时与逆变器50连接有绕组31B、32B、33B(第二组的三相绕组)的状态下的电负载的大小、发动机20的转速 N_e 的速度和逆变器50的电压相位控制量之间的关系。与第一实施方式同样,存储的数据是在MG130正常时例如进行预定的实验等所测定的值。映射数据对电负载的值、发动机20的转速 N_e 的值、逆变器50的电压相位控制量的值建立有对应关系。即,表示发动机运转状态的信息包含辅机80的电负载和发动机20的转速 N_e 。

[0075] 在本实施方式中,故障判定部72如下确定执行图4、图6中所例示的故障检测处理时参照的正常时的电压相位控制量。故障判定部72根据与逆变器50连接的三相绕组的组,在存储于存储器71的正常时电压相位控制量的数据中确定参照数据。图9是示出确定正常时的参照数据的处理顺序的流程图。该一系列的处理通过故障判定部72以预定周期反复执行。

[0076] 本实施方式的故障判定部72判定是否为切换与逆变器50连接的三相绕组的组之前(步骤S41)。具体而言,故障判定部72判定三相绕组的组是否被切换控制部65从绕组31A、32A、33A(第一组)切换至绕组31B、32B、33B(第二组)。故障判定部72在判定为是切换三相绕组的组之前时(步骤S41:是),将切换三相绕组的组之前的正常时的电压相位控制量确定为参照数据(步骤S42)。即,在步骤S41的判定为肯定时,故障判定部72将存储有MG130正常时与逆变器50的连接绕组31A、32A、33A(第一组的三相绕组)状态下的电负载的大小、发动机20的转速 N_e 的速度和逆变器50的电压相位控制量之间的关系的数据(参照图10)确定为参照数据。之后,故障判定部72暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0077] 另一方面,当在步骤S41的判定处理中判定为不是切换三相绕组的组之前时(步骤S41:否),故障判定部72将切换三相绕组的组之后的正常时的电压相位控制量确定为参照数据(步骤S43)。即,在步骤S41的判定为否定时,故障判定部72将存储有MG130正常时与逆变器50连接的绕组31B、32B、33B(第二组的三相绕组)状态下的电负载的大小、发动机20的转速 N_e 的速度和逆变器50的电压相位控制量之间的关系的数据(参照图11)确定为参照数据。之后,故障判定部72暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0078] 根据本实施方式,MG130具备绕组31A、32A、33A的第一组和绕组31B、32B、33B的第二组。MG130能够通过切换部37、38、39切换与逆变器50连接的三相绕组的组。故障检测装置70的存储部71中按照三相绕组的每个组存储有MG130正常时通过逆变器50进行电力转换时根据发动机20的运转状态控制的相位。而且,故障检测装置70的故障判定部72根据与逆变器50连接的三相绕组的组,在存储于存储器71的正常时电压相位控制量的数据中确定在故障检测处理时使用的参照数据。故障判定部72根据通过控制量运算部60控制的电力转换时的相位和在存储部71存储的MG130的正常时电力转换时的相位之间的偏离量判定MG130的故障。由此,故障检测装置70能够按照MG130所具备的三相绕组的每个组尽早且准确地检测。

[0079] 此外,第一和第二实施方式能够如下变更实施。

[0080] 在第一和第二实施方式的变形例中,也可以根据检测发动机20的曲柄转角的曲柄

转角传感器的检测值来计算发动机20的转速 N_e 。另外,作为表示发动机20的运转状态的信息,也可以使用对转速 N_e 进行计算处理后的值、发动机20所具备的凸轮轴(未图示)的转速等而取代发动机20的转速 N_e 。

[0081] 在第一实施方式的变形例中,故障判定部72从图4的步骤S22或图6的步骤S32判定为肯定的时点开始对计数器进行相加。而且,也可以是故障判定部72以计数值超过预定计数值为条件,确定为MG30异常。即,也可以是故障判定部72以图4的步骤S22或图6的步骤S32的判定在预定时间肯定为条件,确定为MG30异常。在第二实施方式中,在执行图4、图6中所例示的故障检测处理时参照的正常时的电压相位控制量的数据根据与逆变器50连接的三相绕组的组来切换。因此,在第二实施方式的变形例中,故障判定部72按照三相绕组的每个组设定计数器即可。根据该构成,即使在计数器的计数过程中切换与逆变器50连接的三相绕组的组,故障判定部72也能够保持计数值。而且,故障判定部72能够根据计数器对三相绕组的各组的计数值,检测三相绕组的每个组的断线等。

[0082] 在第1及第2实施方式中,在MG30或MG130执行发电时检测MG30或MG130的故障为例进行说明。相对于此,在本变形例中,当MG30或MG130通过从直流电源40供给的电力辅助发动机20的驱动力时,也可以检测MG30或MG130的故障。即,当MG30或MG130执行驱动(动力行驶)时,也可以检测MG30或MG130的故障。在该情况下,控制量运算部60取代图2的提前延迟角控制,执行基于目标驱动转矩的电压相位控制量的提前延迟角控制。具体而言,在MG30执行驱动时,控制量运算部60也反复将逆变器50的各相接通转子的旋转角度(电角度) 180° 的期间并断开 180° 的期间。这种控制称为矩形波电压控制。另外,也可以取代矩形波电压控制,控制量运算部60将转子的旋转角度(电角度)在 180° 之间反复接通或断开的正弦波驱动控制、过调制驱动控制和接通期间为 120° 的 120° 度通电控制。而且,当目标驱动转矩比当前的MG30的驱动转矩大时,控制量运算部60提前电压相位控制量的相位。另外,当目标驱动转矩比当前的MG30的驱动转矩小时,控制量运算部60延迟电压相位控制量的相位。并且,在本变形例中,将图3的电负载取代为电源电压,预先测定提前角取代推迟角的关系,并存储测定结果。控制量运算部60使用该测定结果,执行图4和图6中的至少一方的故障检测处理即可。

[0083] 电动机的转矩 T 能够通过 $T = p \cdot \Phi \cdot i_q$ 的计算式计算。 p 为磁极对数, Φ 为感应电压常数, i_q 为 q 轴电流。 p 、 Φ 是固定值。因此,转矩能够使用 i_q 简单计算。 i_q 能够通过参照基于电压相位控制量、电源电压、电动机转速预先设定的映射数据获得。

[0084] 使用图12的流程图,对本变形例中的电压相位控制量的提前延迟角具体说明。本变形例的控制量运算部60对电压相位控制量设定初始值(步骤S51)。初始值是在MG30或MG130正常时发动机20怠速时的电压相位控制量(怠速时的正常值)。

[0085] 接着,控制量运算部60判定目标转矩是否比当前转矩大(步骤S52)。当判定为目标转矩大于当前转矩时(步骤S52:是),控制量运算部60计算提前角相加量(步骤S53)。提前角相加量是使施加电压 V_u 、 V_v 、 V_w 的相位相对于磁极位置传感器信号提前的量。在本变形例中,目标转矩和当前转矩的差 ΔT ($\Delta T = \text{目标转矩} - \text{当前转矩}$)和提前角相加量之间的关系预先设定在表中。也就是说,在本实施方式中,设定有差 ΔT 和提前角相加量的对应关系的映射数据预先存储于控制量运算部60所具备的存储装置中。因此,控制量运算部60参照该表,根据差 ΔT 计算提前角相加量。此外,该表也可以根据发动机20的转速 N_e 设定。

[0086] 接着,控制量运算部60向在步骤S51的处理中设定的电压相位控制量相加提前角相加量,计算电压相位控制量(步骤S54)。而且,控制量运算部60暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0087] 另一方面,当判定为目标转矩小于等于当前转矩时(步骤S52:否),控制量运算部60计算延迟角相加量(步骤S55)。延迟角相加量是使施加电压 V_u 、 V_v 、 V_w 的相位相对于磁极位置传感器信号延迟的量。在本变形例中,目标转矩和当前转矩的差 ΔT 和延迟角相加量之间的关系预先设定在表中。控制量运算部60参照该表,根据差 ΔT 计算延迟角相加量。此外,该表也可以根据发动机20的转速 N_e 设定。

[0088] 接着,控制量运算部60从在步骤S51的处理中设定的电压相位控制量减去延迟角相加量,计算电压相位控制量(步骤S56)。然后,控制量运算部60暂时结束该一系列的处理(结束)。

[0089] 如上那样,在本变形例中,设想MG30或MG130执行驱动(动力行驶)的情况。在该情况下,越是电源电压低且发动机20的转速 N_e 快,逆变器50的电压相位控制量越提前。

[0090] 而且,与MG30或MG130执行发电时相同,在本变形例中,通过图4或图6的流程图中例示的处理顺序,故障检测装置70的故障判定部72检测MG30或MG130的故障。

[0091] 例如,视为MG30的U相的绕组31发生断线。由此,当前转矩比目标转矩小,提前角相加量增加。而且,向电压相位控制量的初始值相加提前角相加量,电压相位控制量增加。其结果,实际的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量增加。之后,视为实际的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量比故障判定阈值大。由此,确定为MG30异常。而且,故障判定标志设定为接通。

[0092] 在通过三相旋转电机执行发电时检测三相旋转电机的故障时,作为三相旋转电机,能够采用MG、交流发电机。另外,在通过三相旋转电机执行驱动(动力行驶)时检测三相旋转电机的故障时,作为三相旋转电机,能够采用MG、电动机。

[0093] 以上,对本公开技术的实施方式进行了说明,但本公开技术不限于上述实施方式。本公开技术能够在不脱离本公开宗旨的范围内适用各种实施方式。

[0094] 例如,作为其他实施方式[1],在当前的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量比故障判定阈值(预定量)大时,故障判定部72将MG30的故障判定作为临时判定暂时保留。而且,可以当电力转换时控制的相位和MG30正常时相位之间的偏离量变化速度比故障判定阈值(预定速度)大时,故障判定部72作为正式判定而判定为MG30发生故障。

[0095] 在MG30正常时,存储部71存储在通过逆变器50进行电力转换时根据发动机20的运转状态控制的电压相位和该电压相位的变化速度。

[0096] 在其他实施方式[1]中,根据该存储部71中存储的电压相位及电压相位的变化速度确定上述故障判定阈值。而且,上述判定是按照图4及图6中所例示的流程图的执行顺序执行。

[0097] 另外,作为其他实施方式[2],故障判定部72也可以将上述其他实施方式[1]的临时判定和正式判定的执行顺序颠倒。即,当偏离量的变化速度比故障判定阈值大时,故障判定部72将MG30的故障判定作为临时判定而暂时保留。而且,可以在当前的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量比故障判定阈值大时,故障判定部72作为正式判

定而判定为MG30发生故障。

[0098] 在其他实施方式[2]中,即使偏离量的变化速度变大且瞬间超过了故障判定阈值,故障判定部72也不立即确定为MG30异常。在当前的电压相位控制量和正常时的电压相位控制量之间的偏离量大于故障判定阈值时,故障判定部72作为正式判定而判定为MG30发生故障。因此,在其他实施方式[2]中,进行精度更高的故障判定。

[0099] 由此,在其他实施方式[2]中,能够控制向乘坐者传达未希望的异常,从而能够准确检测旋转电机的故障。

[0100] 附图标记说明

[0101] 10、110系统;20发动机;30、130MG;40直流电源;50逆变器;60电压相位控制量运算部(相位控制部);70故障检测装置;71存储部;72故障判定部。

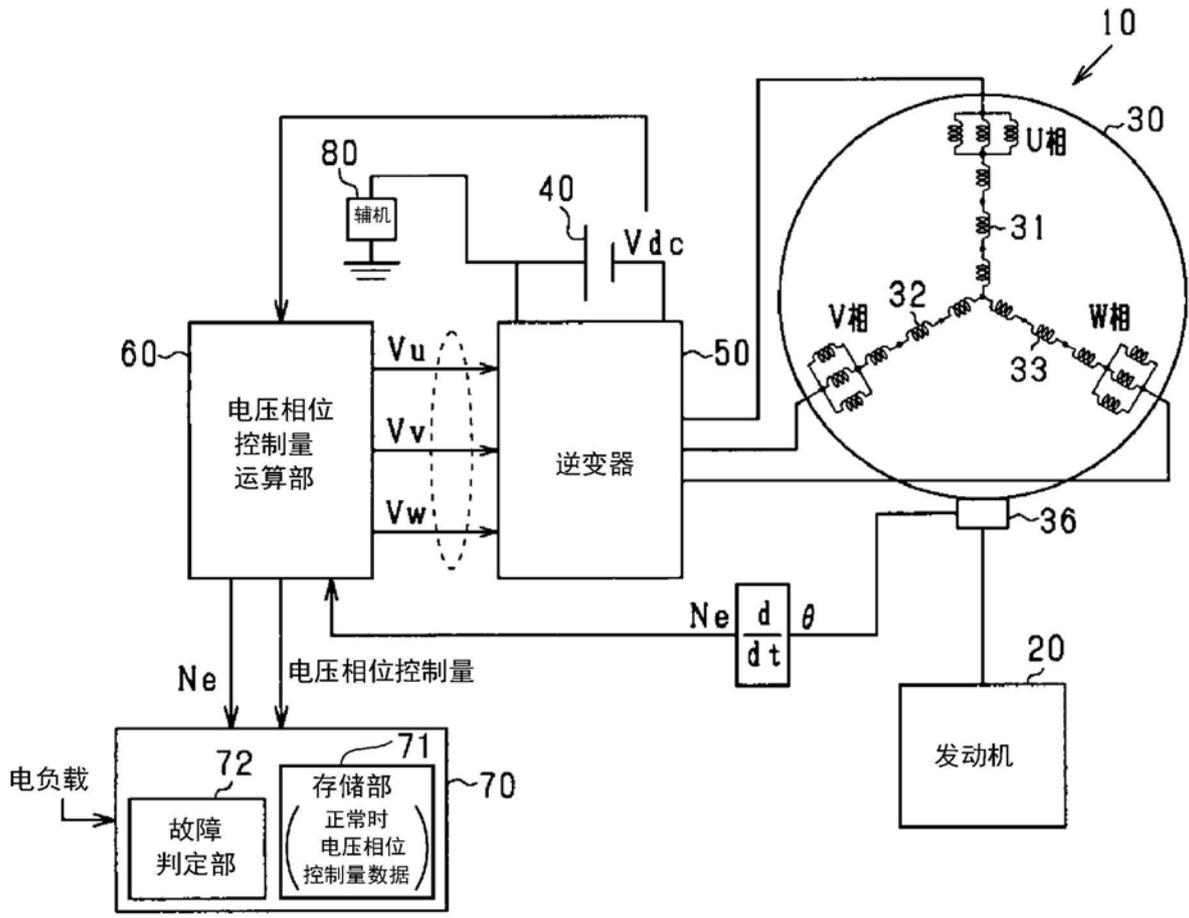


图1

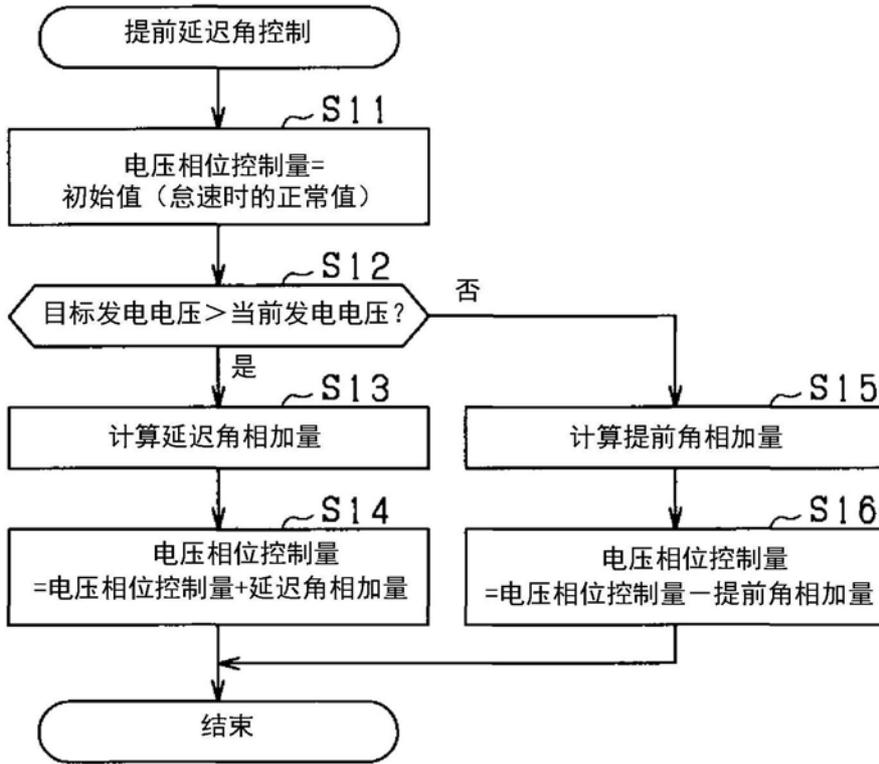


图2

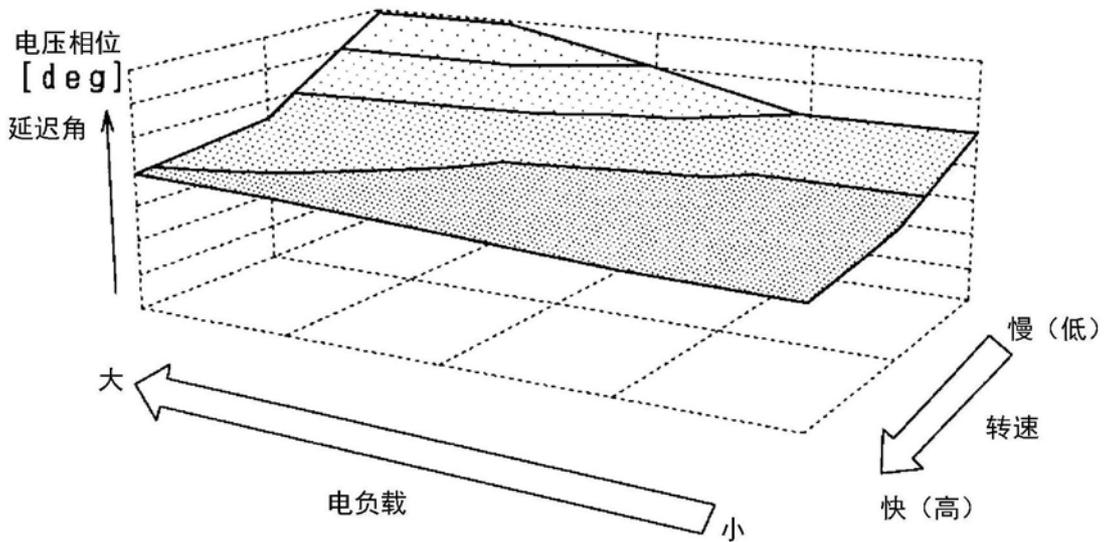


图3

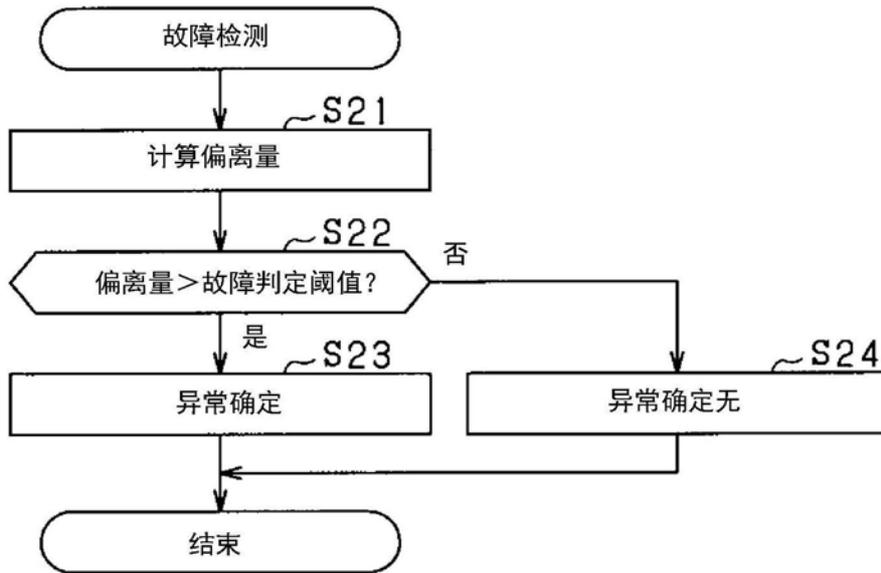


图4

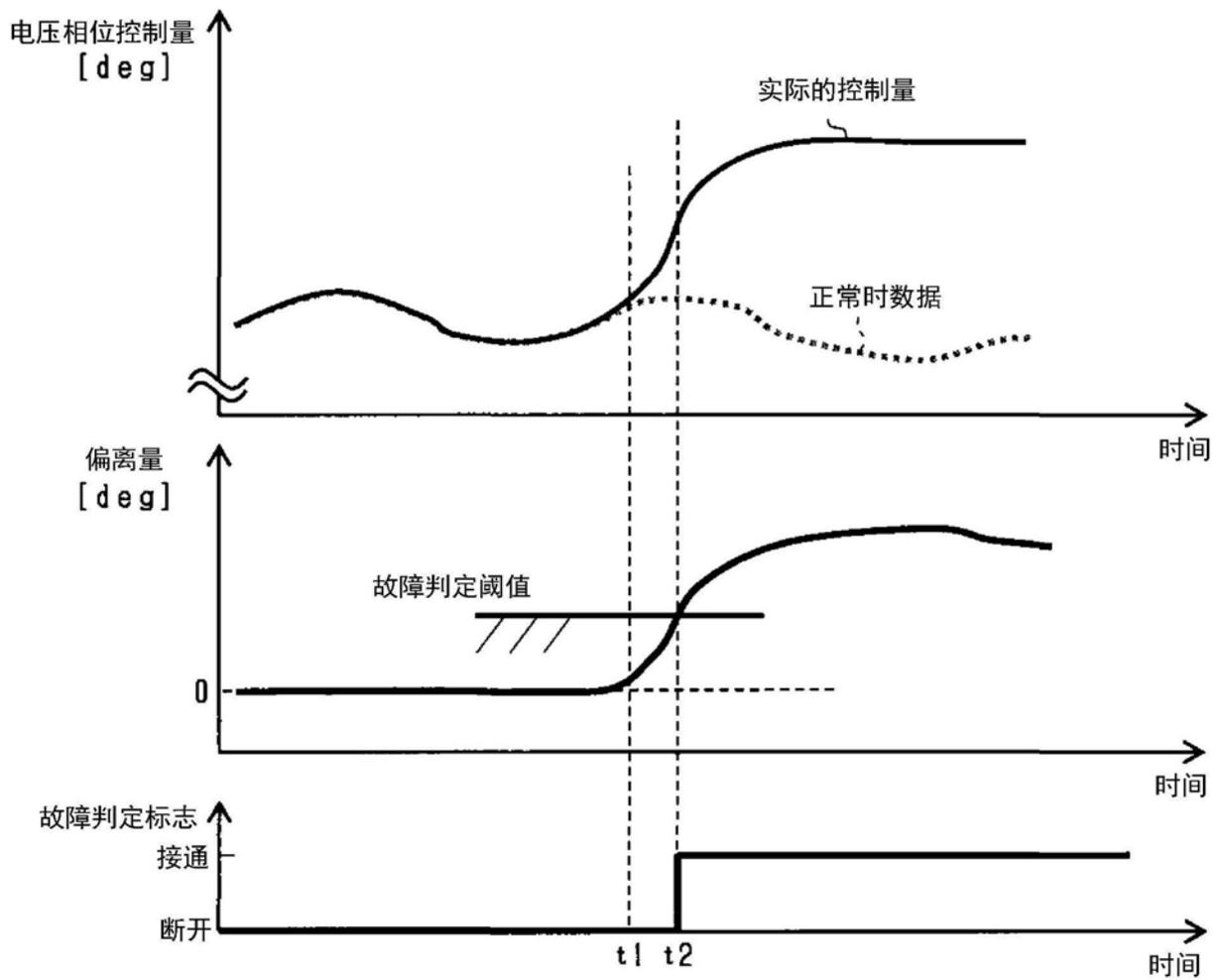


图5

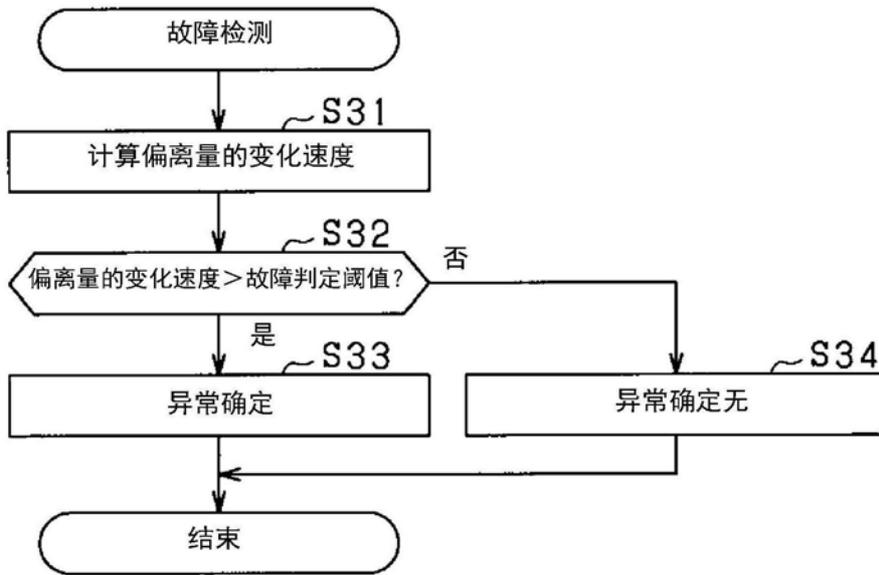


图6

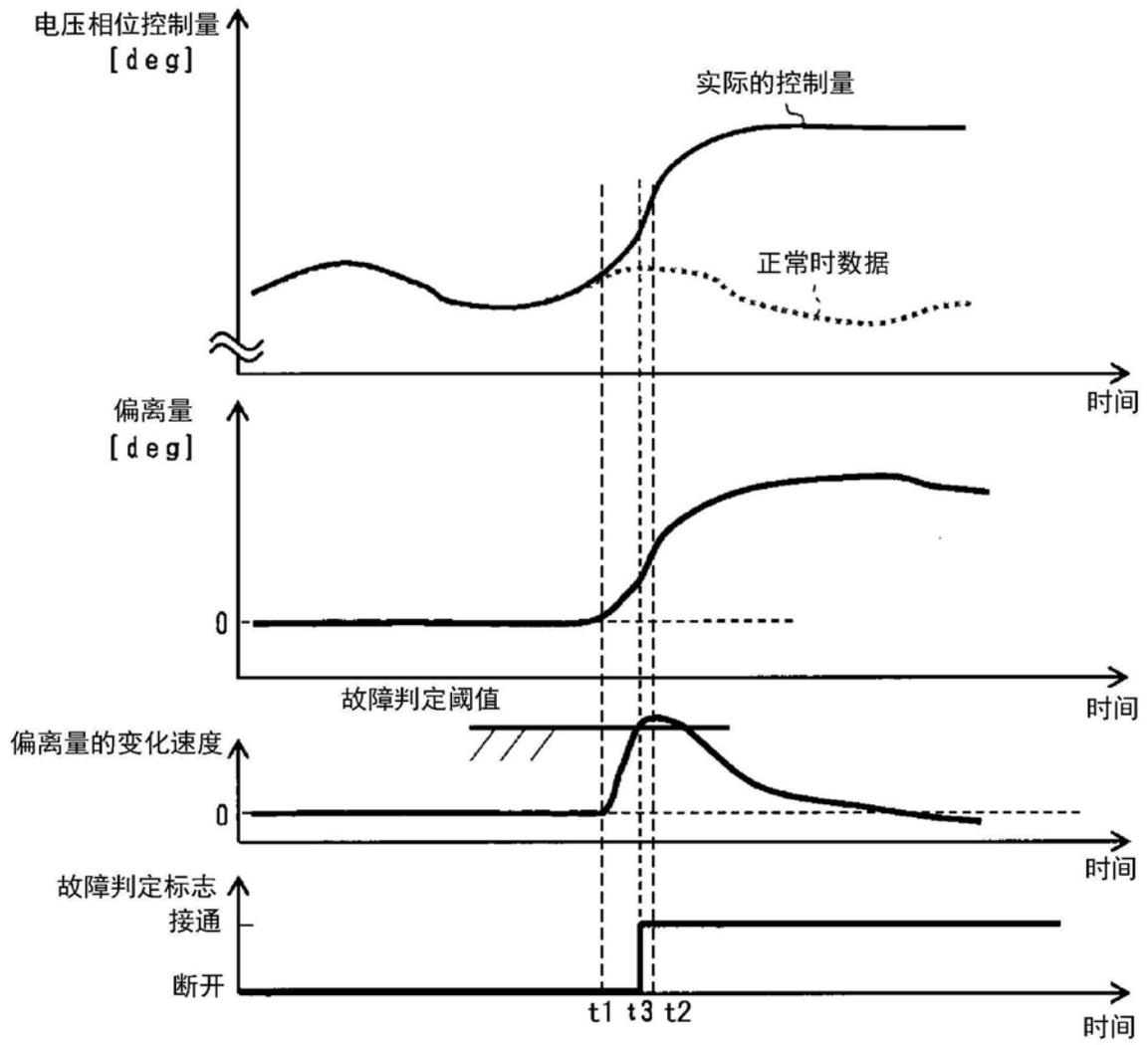


图7

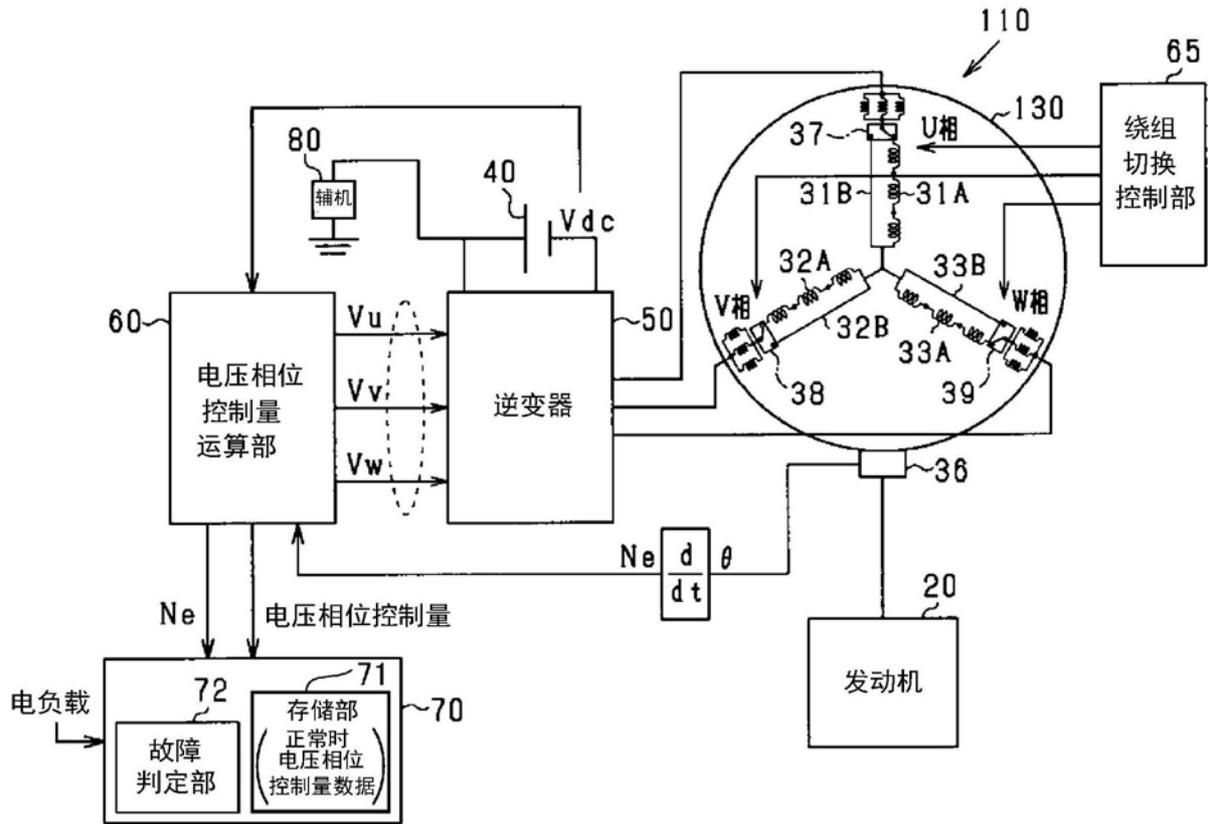


图8

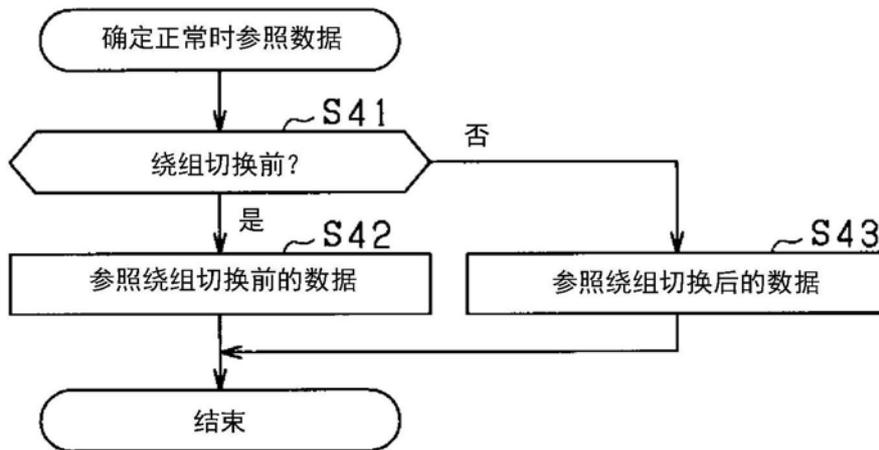


图9

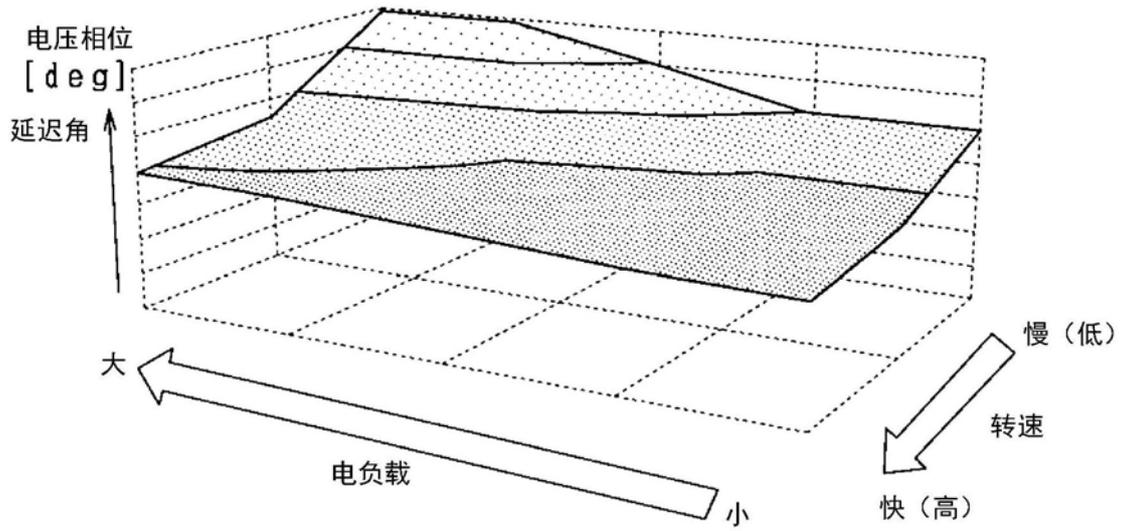


图10

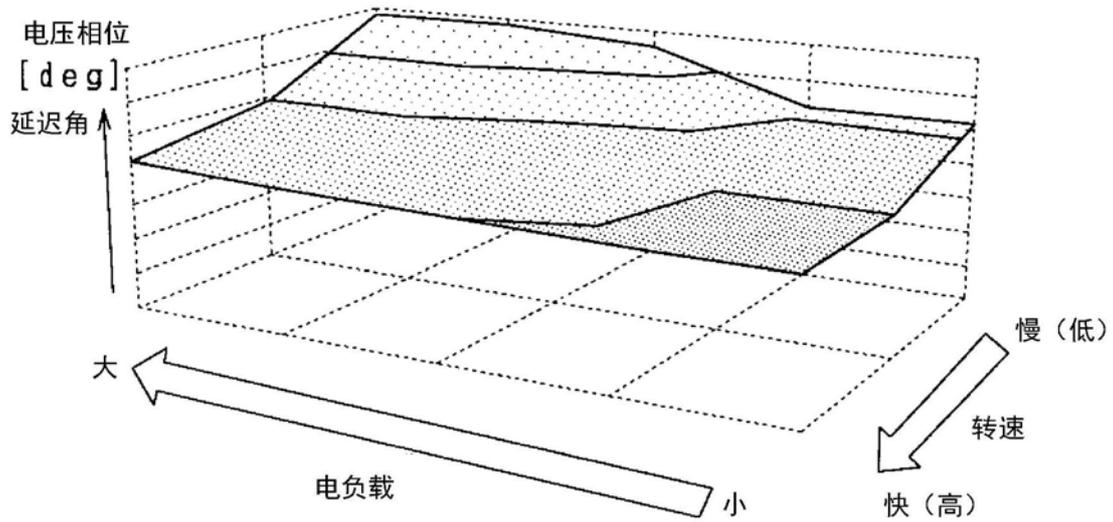


图11

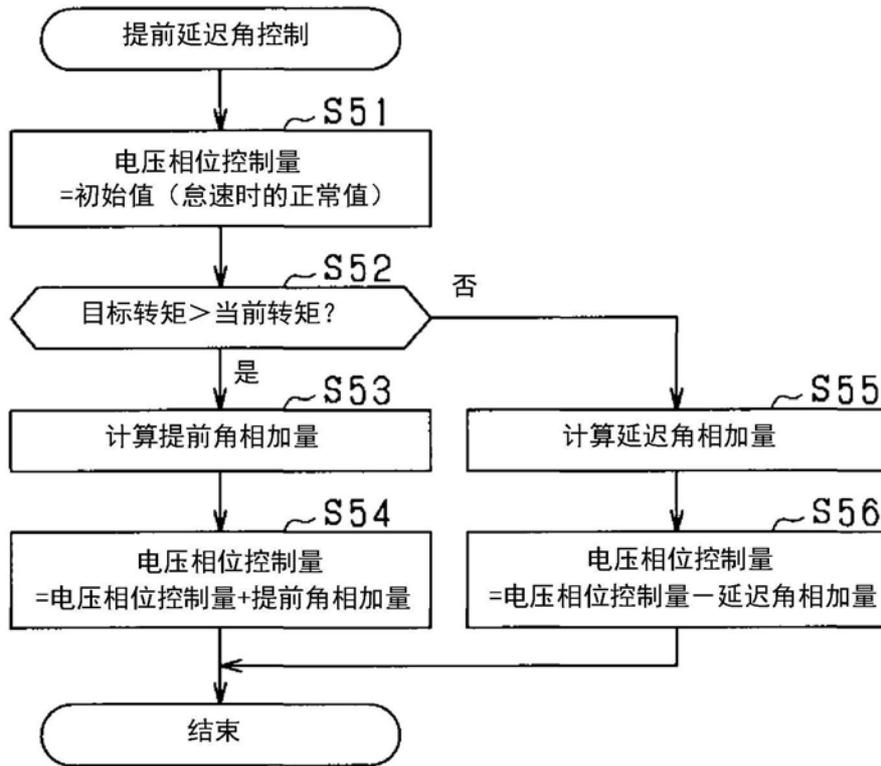


图12