



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661383 A

(43) 申请公布日 2014.03.26

(21) 申请号 201310373267.0

(22) 申请日 2013.08.23

(30) 优先权数据

61/695,666 2012.08.31 US

13/688,568 2012. 11. 29 US

(71) 申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市

(72) 发明人 丽玛·伊萨耶娃 巴拉克里什南·劳

乔纳森·安德鲁·布彻

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 鲁恭诚 韩芳

(51) Int. Cl.

B60W 30/18 (2012.01)

B60W 20/00 (2006.01)

B60W 10/08 (2006.01)

B60W 10/26 (2006.01)

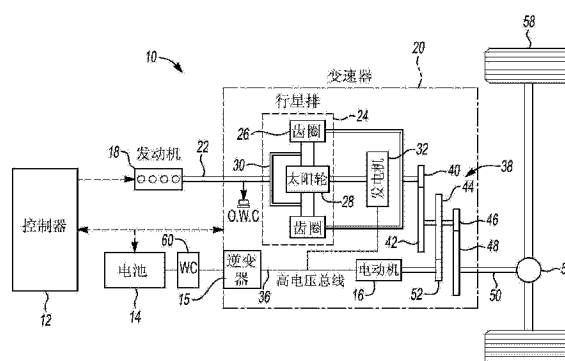
权利要求书1页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

用于车辆中的电机的控制策略

(57) 摘要

提供一种用于车辆中的电机的控制策略。车辆是混合动力电动车辆,其包括牵引电池、至少两个电机以及控制器。控制器被配置成在驾驶循环期间响应于电机中的一个电机的故障状况而命令电机中的其他电机在输出扭矩被限制到阈值的模式下起作用,以在驾驶循环期间保持车辆推进,所述阈值取决于电池的电压。



1. 一种车辆,包括:

牵引电池;

至少两个电机;

至少一个控制器,被配置成:在驾驶循环期间响应于电机中的一个电机的故障状况而命令电机中的其他电机在输出扭矩被限制到阈值的模式下起作用,以在驾驶循环期间保持车辆推进,所述阈值取决于所述电池的电压。

2. 根据权利要求1所述的车辆,所述车辆还包括与电机中的至少一个电机可操作地布置的至少一个可变电电压转换器和逆变器,

其中,控制器还被配置成在驾驶循环期间响应于所述故障状况而暂时停用电机中的所述其他电机,并且命令可变电电压转换器在来自逆变器的电压传送到所述电池且同时电机中的其他电机停用的模式下起作用。

3. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述阈值还取决于电机中的所述其他电机的速度。

4. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述至少一个控制器还被配置成在驾驶循环期间重新启用出故障的电机。

5. 根据权利要求1所述的车辆,其中,电机中的所述其他电机的暂时停用的持续时间不超过 500 毫秒。

6. 根据权利要求1所述的车辆,其中,所述车辆还包括结合到电机的至少一个逆变器,其中,在装置中的一个或所述至少一个逆变器上发生故障状况。

用于车辆中的电机的控制策略

技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于控制电动车辆中的电机的系统。

背景技术

[0002] 电池电动车辆(BEV)包括牵引电池,该牵引电池可从外部电源再充电以及给电机供电。混合动力电动车辆(HEV)包括内燃发动机、一个或多个电机、以及至少部分地给电机供电的牵引电池。插电式混合动力电动车辆(PHEV)类似于 HEV,但是 PHEV 中的牵引电池能够从外部电源再充电。这些车辆是能够至少部分地由电机驱动的车辆示例。

[0003] 在这些车辆中,如果检测到电力推进所需要的部件出故障,则可能需要采取多种措施以确保车辆乘员的安全。由于可能不期望车辆完全关闭,所以可实施限制操作策略(LOS)模式,以在停用个别部件的同时使车辆的操作者能够继续驾驶。

发明内容

[0004] 在本公开的一个实施例中,提供一种车辆,该车辆包括牵引电池、至少两个电机以及控制器。控制器被配置成在驾驶循环期间响应于电机中的一个电机的故障状况而命令电机中的其他电机在输出扭矩被限制到阈值的模式下起作用,以在驾驶循环期间保持车辆推进,所述阈值取决于电池的电压。

[0005] 在另一实施例中,所述车辆还包括与电机中的至少一个电机可操作地布置的至少一个可变电电压转换器(VVC)和逆变器。控制器还被配置成在驾驶循环期间响应于所述故障状况而暂时停用电机中的所述其他电机。控制器还命令 VVC 在来自逆变器的电压传送到电池且同时电机中的所述其他电机停用的模式下起作用。

[0006] 在另一实施例中,所述阈值还取决于电机中的所述其他电机的速度。

[0007] 在另一实施例中,所述至少一个控制器还被配置成在驾驶循环期间重新启用出故障的电机。

[0008] 在另一实施例中,电机中的所述其他电机的暂时停用的持续时间不超过 500 毫秒。

[0009] 在另一实施例中,所述车辆还包括结合到电机的至少一个逆变器,其中,在电机中的一个或所述至少一个逆变器上发生故障状况。

[0010] 在本公开的一个实施例中,提供一种控制混合动力电动车辆的方法。所述方法响应于故障状况而停用第一电机。命令第二电机在输出扭矩限制到阈值的模式下起作用,以在驾驶循环期间通过第二电机保持车辆推进,所述阈值取决于牵引电池的电压。

[0011] 在另一实施例中,所述方法还包括:在驾驶循环期间重新启用第一电机。

[0012] 在另一实施例中,停用第一电机的步骤将第一电机设置为暂时停用模式、永久停用模式或零扭矩模式中的至少一个。

[0013] 在另一实施例中,停用第一电机的步骤给第一电机提供基本上为零的功率流。

[0014] 在另一实施例中,所述方法还包括:暂时停用第二电机。响应于故障状况,命令可

变电压转换器在来自高电压电连接的高电压传送到电池且同时第二电机停用的模式下起作用,以快速地分散高电压。

[0015] 在另一实施例中,第二电机的暂时停用的持续时间不超过 500 毫秒。

[0016] 在本公开的一个实施例中,提供一种控制混合动力电动车辆的方法。所述方法检测第一电机上的故障状况。响应于故障状况而停用第一电机。响应于故障状况而暂时停用第二电机。响应于故障状况而将可变电电压转换器(VVC)设置为旁通模式,其中,旁通模式分散高电压功率。在阈值时间之后,重新启用 VVC,第二电机被设置为扭矩限制模式,以在驾驶循环期间通过第二电机保持推进。

[0017] 在另一实施例中,所述方法还包括:基于可用电池电压为第二电机设置最大扭矩。

[0018] 在另一实施例中,阈值时间小于 500 毫秒。

[0019] 一种控制混合动力电动车辆的方法包括:响应于故障状况而停用第一电机;命令第二电机在输出扭矩限制到阈值的模式下起作用,以在驾驶循环期间通过第二电机保持车辆推进,所述阈值取决于牵引电池的电压。

[0020] 所述方法还包括:在驾驶循环期间重新启用第一电机。

[0021] 停用第一电机的步骤将第一电机设置为暂时停用模式、永久停用模式或零扭矩模式中的至少一个。

[0022] 停用第一电机的步骤给第一电机提供基本上为零的功率流。

[0023] 所述方法还包括:暂时停用第二电机;响应于故障状况,命令可变电电压转换器在来自高电压电连接的高电压传送到电池且同时第二电机停用的模式下起作用,以快速地分散高电压。

[0024] 第二电机的暂时停用的持续时间不超过 500 毫秒。

[0025] 一种控制混合动力电动车辆的方法包括:检测第一电机上的故障状况;响应于故障状况而停用第一电机;响应于故障状况而暂时停用第二电机;响应于故障状况而将可变电电压转换器(VVC)设置为旁通模式,其中,旁通模式分散高电压功率;在阈值时间之后,重新启用 VVC,第二电机被设置为扭矩限制模式,以在驾驶循环期间通过第二电机保持推进。

[0026] 所述方法还包括:基于可用电池电压为第二电机设置最大扭矩。

[0027] 阈值时间小于 500 毫秒。

附图说明

[0028] 图 1 是根据本公开的一个实施例的混合动力电动车辆的示意图;

[0029] 图 2 是示出图 1 的车辆的控制系统的示例的框图;

[0030] 图 3 是图 1 的车辆的一部分的示意性图示;

[0031] 图 4 是图 3 的可变电电压转换器(VVC)的示意性图示;

[0032] 图 5 是根据本公开的一个实施例的在图 1 的车辆的控制系统中实施的算法的流程图;

[0033] 图 6 是根据本公开的一个实施例的在图 1 的车辆的控制系统中实施的另一算法的流程图;

[0034] 图 7 是根据本公开的一个实施例的在图 1 的车辆的控制系统中实施的另一算法的流程图;

[0035] 图 8 是根据本公开的一个实施例的在图 1 的车辆的控制系统中实施的另一算法的流程图；

[0036] 图 9 是根据本公开的一个实施例的在图 1 的车辆的控制系统中实施的另一算法的流程图；

[0037] 图 10 是根据本公开的一个实施例的在图 1 的车辆的控制系统中实施的另一算法的流程图。

具体实施方式

[0038] 在此描述本公开的实施例。然而，应该理解到，公开的实施例仅仅是示例，其他实施例可采取多种和可选的形式。附图并不一定按照比例绘制；可夸大或最小化一些特征以显示出特定部件的细节。因此，在此公开的具体结构和功能性细节不被解释成限制，而仅仅作为用于教导本领域的技术人员以多种方式使用本发明的代表性基础。如本领域的普通技术人员将理解的，参照任一附图示出和描述的各种特征可与在一个或多个其他附图中示出的特征结合，以产生未明确示出或描述的实施例。示出的特征的结合为典型应用提供代表性实施例。然而，可期望与本公开的教导一致的特征的各种结合和变型用于特定应用或实施方式。

[0039] 参照图 1，混合动力电动车辆 10 被示出为具有功率分流式动力传动系。设置车辆控制系统 12，车辆控制系统 12 通常可被称为控制器。车辆控制系统 12 控制车辆 10 的动力传动系或传动系中的功率分配。

[0040] 车辆 10 包括牵引电池 14。电池 14 具有双向电连接，从而电池 14 接收和储存通过例如再生制动产生的电能。电池 14 还将能量供应到电机，例如电力牵引电动机 16。

[0041] 虽然车辆 10 的控制系统 12 在图 1 中被示出为单个控制器，但是根据需要，这样的控制系统可包括一个以上的控制器。例如，单独的电池控制模块可直接控制电池 14。此外，单独的电动机控制模块可直接连接到电动机 16 和车辆 10 中的其他控制器。应该理解，在车辆 10 中所有预计到的控制器可被称为“控制器”，车辆控制系统 12 不一定局限于仅仅是一个控制器。将参照图 2 更加详细地描述单独附加的控制器及其分级结构。

[0042] 逆变器 15 被设置为将来自电池的直流(DC)转换成交流(AC)，以用于给电机供电。逆变器 15 还可选择性地启用 / 停用从电池 14 到电动机 16 的电力流动。可选地，在再生制动期间，逆变器 15 将来自电机的 AC 转换成 DC，从而将电能储存在电池 14 中。

[0043] 内燃发动机 18 也是车辆 10 的功率源。车辆控制系统 12 控制发动机 18 的操作。电动机 16 和发动机 18 两者均能够给变速器 20 提供功率，变速器 20 最终将扭矩传递到车辆 10 的车轮 58。

[0044] 发动机 18 将功率传递到扭矩输入轴 22，扭矩输入轴 22 通过单向离合器(O. W. C)连接到行星齿轮组 24。输入轴 22 给行星齿轮组 24 提供功率。行星齿轮组 24 包括齿圈齿轮 26、太阳齿轮 28 及行星架组件 30。输入轴 22 可驱动地连接到行星架组件 30，当行星架组件 30 被驱动时，行星架组件 30 可使齿圈齿轮 26 和 / 或太阳齿轮 28 旋转。太阳齿轮 28 可驱动地连接到发电机 32。发电机 32 可与太阳齿轮 28 接合，从而发电机 32 可与太阳齿轮 28 一起旋转，或者发电机 32 可与太阳齿轮 28 脱离接合，从而发电机 32 不与太阳齿轮 28 一起旋转。与电动机 16 类似，发电机 32 可被称为电机，当该电机用于其他车辆动力传动系构

造时,该电机能够产生电功率和提供运动功率。

[0045] 当发动机 18 可驱动地结合到行星齿轮组 24 时,发电机 32 作为针对于行星齿轮组 24 的操作的反作用元件而产生能量。从发电机 32 产生的电能通过电连接 36 传递到电池 14。电池 14 还以已知的方式接收和储存通过再生制动产生的电能。电池 14 将储存的电能供应到电动机 16,以用于操作。从发动机 18 传递到发电机 32 的功率中的一部分功率还可直接被传递到电动机 16。电池 14、电动机 16 及发电机 32 均通过电连接 36 以双向电力流动路径互相连接。车辆控制系统 12 控制动力传动系中的部件,以给车轮提供合适的扭矩分配。

[0046] 应该理解,电动机 16 和发电机 32 二者可被称为电机。每个电机可通过从发动机 18 接收扭矩且将 AC 电压供应到逆变器 15 而操作为发电机,由此逆变器 15 将该 AC 电压转换成 DC 电压,以给电池 14 充电。每个电机还可通过使用再生制动而操作为发电机,以将车辆的制动能量转换成电能而储存在电池 14 中。可选地,每个电机可操作为电动机,由此电机从逆变器 15 和电池 14 接收功率,并通过变速器 20 提供扭矩,并最终给车轮 58 提供扭矩。

[0047] 逆变器 15 选择性地给电动机 16 和发电机 32 供电。逆变器 15 可包括用于选择性地停用电动机 16 的电动机逆变器以及用于选择性地停用发电机 32 的发电机逆变器。

[0048] 车辆 10 还可包括可变电电压转换器(VVC) 60,或者 VVC60 还被称为升压转换器,以用于改变电池 14 与电动机 16 和发电机 32 之间的电压。VVC60 用于将电池 14 的电压升压到更高的电压。混合动力电动车辆的动力传动系统中的更高的电压可用于多个目的,例如,电机的扭矩性能优化、系统损耗优化以及其他混合动力电系统优化。VVC60 允许车辆 10 使用电压更低的更小的电池组,同时保持与更高的电压相关的功能。更小的电池组可具有如下优点,例如更低的成本、更小的尺寸以及更少的封装限制。将在图 3 和图 4 中更加详细地描述 VVC60。

[0049] 车辆 10 可仅由发动机 18 提供功率,仅由发动机 18 和发电机 32 提供功率,仅由电池 14 和电动机 16 提供功率,或者由发动机 18、电池 14、电动机 16 及发电机 32 的组合提供功率。在机械式驱动模式下,或者在第一操作模式下,发动机 18 起作用,以通过行星齿轮组 24 传递扭矩。齿圈齿轮 26 将扭矩分配给包括啮合的齿轮元件 40、42、44 和 46 的有级速比齿轮 38。齿轮 42、44 和 46 安装在中间轴上,齿轮 46 将扭矩分配给齿轮 48。然后,齿轮 48 将扭矩分配给扭矩输出轴 50。在机械式驱动模式下,电动机 16 还可起作用以辅助发动机 18 给变速器 20 提供功率。当电动机 16 用于辅助时,齿轮 52 将扭矩分配给齿轮 44 和中间轴。

[0050] 在电力驱动模式(EV 模式)下,或者在第二操作模式下,停用发动机 18 或者另外防止发动机 18 将扭矩分配给扭矩输出轴 50。在 EV 模式下,电池 14 给电动机 16 供电,以通过有级速比齿轮 38 分配扭矩以及将扭矩分配给扭矩输出轴 50。扭矩输出轴 50 连接到差速器和半轴机构 56,差速器和半轴机构 56 将扭矩分配给牵引车轮 58。车辆控制系统 12 控制电池 14、电动机 16、发动机 18 及发电机 32 中的每一个,以在机械式驱动模式或 EV 模式下,根据驾驶员的扭矩需求而将扭矩分配给车轮 58。

[0051] 如之前描述的,存在两个功率源用于传动系。第一功率源是发动机 18,发动机 18 将扭矩传递到行星齿轮组 24。另一功率源仅涉及电力驱动系统,该电力驱动系统包括电动机 16、发电机 32 及电池 14,其中,电池 14 用作针对于发电机 32 和电动机 16 的能量储存介

质。发电机 32 可由行星齿轮组 24 驱动,可选地,发电机 32 可用作电动机并将功率传递到行星齿轮组 24。

[0052] 应该理解,虽然在车辆 10 中示出了功率分流式动力传动系,但是车辆 10 可包括多种其他构造。这样,预计到动力传动系的个别部件可能相差较大,以适应各种特定的应用。例如,在不包括行星齿轮组 24 的另一构造中,电机(电动机/发电机)可被设置为通过从发动机或再生制动接收扭矩而操作为发电机,同时相同的电机还可通过从牵引电池接收功率并通过变速器提供扭矩而操作为电动机。预计到车辆动力传动系的其他车辆构造和电机的实施方式,因此,其他车辆构造和电机的实施方式被认为是本公开的范围。

[0053] 参照图 2,示出了说明车辆 10 内的车辆控制系统 12 的框图。驾驶员输入请求 62,例如,踩下加速踏板以输入加速请求或者踩下制动踏板以输入制动请求。驾驶员输入 62 被车辆系统控制器(VSC)64 接收。VSC64 处理这些驾驶员输入 62,并将命令传送到整个车辆 10。

[0054] 车辆控制系统 12 可电连接到车辆 10 中的各种子系统,并用于车辆 10 的总体控制。VSC 可通过车辆网络 65 电连接到各种子系统并与各种子系统通信。车辆网络 65 持续地将数据和信息广播到基于车辆的系统。车辆网络 65 可以是控制器局域网(CAN)总线,以用于将数据传递到 VSC64、其他各种控制器或子系统或它们的部件,以及传递来自 VSC64、其他各种控制器或子系统或它们的部件的数据。例如,如图 2 所示,VSC64 可通过车辆网络 65 连接到混合动力控制单元(HCU)66、电池控制模块(BCM)72 以及发动机控制单元(ECU)68。

[0055] HCU66 控制车辆 10 中特定的混合动力部件,例如电动机 16、发电机 32、电池 14 和/或逆变器 15。HCU66 通信地连接到 ECU68,使得 HCU66 可命令 ECU68 以各种方式控制发动机 18。电池控制模块(BCM)72 还可与 HCU66 通信。BCM72 可从 HCU66 接收命令并控制电池 14 的功率分配。

[0056] HCU66 还通信地连接到电动机/发电机控制单元(MGCU)70。MGCU70 通过串行外围接口(SPI)71 与 HCU66 通信。SPI71 是四线制串行总线。SPI71 是极其简单的硬件接口,且不限于任何最大时钟速度,从而能够实现可能高的吞吐量。MGCU70 接收来自 HCU66 的命令,并控制电动机 16 和发电机 32 两者以及 VVC60。如图 2 进一步示出的,MGCU70 通信地连接到电动机/发电机逆变器控制器(未示出)。电动机/发电机逆变器控制器(未示出)接收来自 MGCU70 的命令,并打开和关闭逆变器 15 内的开关,以能够使电力流动到电机和使来自电机的电力流动,以及不使电力流动到电机和不使来自电机的电力流动。

[0057] 以前的混合动力电动车辆使用一个控制模块来控制电动机、发电机及 VVC。在控制模块内,一个微控制器用于控制电动机,另一个微控制器用于控制发电机,同时第三控制器控制 VVC。然而,发现当 VVC 与电动机/发电机分离时难以控制 VVC,并且发现将来自电动机或发电机的信息转换到 HCU 中的 VVC 控制器的速度太慢。因此,从一个控制器(例如,在图 2 中示出的 MGCU)控制 VVC、电动机、发电机及各个逆变器是有利的。

[0058] 因此,在图 2 中示出的图示中提供控制器的分级结构。在不脱离本公开的范围的情况下,预计到其他控制器的分级结构。例如,VSC64 可直接与 MGCU70 通信,而不需要存在 HCU66。预计到其他构造将有益于不同的特定车辆架构。

[0059] 根据请求的扭矩和功率需求,车辆控制系统 12 控制每个控制器。再次应该理解,

预计到比在此描述的控制器多或少的控制器,这些控制器中的一个或多个可通信地协作以完成特定的任务。这些控制器中的任何控制器和所有控制器或者这些控制器的组合可简单地被称为“控制器”。

[0060] 现在参照 3 和图 4,更加详细地描述混合动力电动车辆 10 和车辆控制系统 12 的一部分的示意图。如之前讨论的,VVC60 与 MGCU 通信地连接并受到 MGCU 的控制。此外,VVC60 连接到电动机 / 发电机逆变器控制器(未示出)。具体地说,VVC60 用于将电池 14 的电压升压到 HEV 动力传动系统中的更高电平的电压,以用于多种目的,例如但是不限于针对于电机的扭矩性能优化和系统损耗优化。

[0061] 电池 14 沿着输入侧 76 连接到 VVC60。电池 14 将低电压供应到 VVC60。然后,VVC60 将来自电池 14 的低电压升压到更高的电压,并将所述更高的电压输出到输出侧 78。VVC60 的输出侧 78 将高电压供应到高电压总线 36,以供逆变器 15 使用以及随后供电动机 16 和发电机 32 使用。如图 3 所示,电动机 16 和发电机 32 中的每个可具有单独的逆变器 15。虽然 VVC60 被描述为具有输入侧和输出侧,但是应该注意到,在电动机驱动模式下,路径从电池通过 VVC 到达高电压总线。相反,在再生模式下,路径反过来。

[0062] 传感器 80 沿着 VVC60 的输入侧 76 布置在电池 14 和 VVC 之间,以测量电压信号。更具体地说,传感器 80 提供指示来自电池 14 的电压的电压信号。第二传感器 82 沿着输出侧 78 布置在 VVC60 和逆变器 15 之间。传感器 82 提供指示来自高电压总线 36 的电压的信号。传感器 80 和 82 分别提供指示沿着输入侧 76 测量的电压的信号和指示沿着输出侧 78 测量的电压的信号。在正常操作状况下,来自传感器 80 和 82 的测量的电压信号在合适的特定范围内。然而,如果来自传感器的测量的电压信号偏离所述合适的特定范围,则这可指示已经发生故障或者传感器 80 和 82 中的一个传感器出故障。

[0063] 参照图 4,示出了 VVC60 的电路的示意图。如图 4 所示,VVC60 总体上由电感 84、两个功率开关 86 和 88 以及相关的门驱动电路 90 构成。功率开关 86 由绝缘栅双极型晶体管 92 和反向并联的二极管 96 构成,功率开关 88 由绝缘栅双极型晶体管 94 和反向并联的二极管 98 构成。如图 4 所示,开关被布置为上开关 86 和下开关 88。

[0064] VVC 的电路布置允许根据车辆的要求(例如电动机驱动或再生)使功率双向流动。例如,当上开关 86 关闭和下开关 88 打开时,功率沿着一个方向流过反向并联的二极管 96。类似地,如果上开关 86 打开和下开关 88 关闭,则功率沿着一个方向流过反向并联的二极管 98。然而,当上开关 86 和下开关 88 均关闭时,发生双向功率流动并产生电压升压。产生的升压电压输出到控制电动机 16 和发电机 32 的逆变器 15。如之前讨论的,通过允许经 VVC60 使电压升压,车辆可具有更小的电池组,从而例如节省成本和电池封装空间。

[0065] 可通过这些控制器中的一个或多个控制器检测特定的故障状况,所述特定的故障状况可指示动力传动系的部件中的一个部件(例如,电动机 16、发电机 32、VVC60 或逆变器 15)出故障。当检测到这些部件中的一个部件出故障时,可实施限制操作策略(LOS),以能够在停用特定的个别部件的同时使车辆的操作者继续驾驶。这防止了对于驾驶员来说可能不期望的车辆 10 的完全关闭。可使得车辆 10 和 / 或车辆控制系统 12 进入 LOS 模式的故障状况可包括动力传动系的部件的温度、电流和 / 或电压在可接受的阈值之外。故障状况可由瞬时效件导致且可能仅仅是暂时性的;然而,在阈值之外的值的读数可使得车辆控制系统 12 命令那个部件单独关闭,同时命令 LOS 模式以允许车辆 10 的操作者继续驾驶。

[0066] 现在参照图 5, 在 100 处示出了 LOS 模式的一个实施例。对电动机 16、发电机 32、VVC60 以及每个电机相关的逆变器 15 中的每个执行诊断。诊断确定是否需要 LOS 模式, 从而应该命令暂时停用那个部件。如框 102 所示, MGCU70 开始执行诊断。接下来, 如框 104 所示, 确定在电动机和 / 或电动机逆变器中是否存在故障状况。如果存在这样的故障状况, 则如框 106 所示, 使 LOS 计数器加 1。LOS 计数器可以是单个数字计数器或识别装置。一旦 LOS 计数器加 1, 则如框 108 所示, 电动机暂时停用标志被标记为“真”。如框 110 所示, 请求停用电动机。可通过打开电动机逆变器中的开关或打开与电动机相关的另一开关而停用电动机。

[0067] 如果在电动机和 / 或电动机逆变器中不存在故障状况, 则如框 112 所示, 确定 LOS 计数器是否大于 0。如果 LOS 计数器不大于 0, 则如框 114 所示, 电动机暂时停用标志被标记为“假”, 以及如框 116 所示, 请求启用或者继续启用电动机。

[0068] 然而, 如果 LOS 故障计数器大于 0, 则如框 118 所示, 使 LOS 计数器减 1。如框 120 所示, 在 LOS 计数器减小之后, 确定 LOS 故障计数器是否已经到达 0。如果 LOS 计数器到达 0, 则该方法前进, 以将电动机暂时停用标志标记为“假” (如框 114 所示), 并且请求启用或者继续启用电动机 (如框 116 所示)。如果 LOS 故障计数器仍然大于 0, 则该方法再次前进, 以停用电动机, 如框 108 和 110 所示。最后, 如框 122 所示, “真”标志和“假”标志被发送到车辆控制系统。基于发送到车辆控制系统的信息, 车辆可根据参照图 6 提供的描述而操作。

[0069] 如框 120 所示, 通过请求故障计数器等于零, 控制系统确保了: 即使确定在电动机和 / 或电动机逆变器中不存在故障状况, 如果 LOS 故障计数器仍然在 0 之上, 则电动机也将继续暂时停用持续一定时间段。这允许诊断连续运行多次, 同时诊断每运行一次就使 LOS 故障计数器减 1, 直到计数器到达 0。因此, 对电动机和 / 或电动机逆变器进行多次检查, 同时, 在未检测到故障状况的情况下而重新启用电动机之前, 停用电动机。

[0070] 在检测到故障状况的事件下, 通过 MGCU 执行的诊断起作用以暂时停用电动机。当电动机暂时停用时, 车辆以暂时减小功率模式操作。然而, 如果故障状况仅存在短的时间量 (例如, 1 秒以下), 则 LOS 模式将停止, 电动机将快速重新启用, 从而减小由车辆的操作者感觉到的扰动。应该理解, 可在小于 1 秒的时间之内 (例如, 在 20 微秒之内) 完成整个诊断, 因此, 电动机暂时停用的时间可以不被车辆的操作者检测到。

[0071] 如图 5 所示, 对于发电机和 VVC 两者及电动机, 实施 LOS 模式 100 和执行诊断操作 (如框 102 所示)。对于电动机、发电机、相关的逆变器及 VVC, 通常同时实施诊断, 从而在每个部件中连续检查故障状况。因此, MGCU 可暂时停用电动机、发电机或 VVC 中的任何或所有部件。预计到还可对其他部件 (例如, 发动机) 实施诊断。

[0072] 图 6 示出了由控制器或车辆控制系统实施的 LOS 模式的另一实施例的流程图 200。如之前描述的, 如框 108 所示, MGCU 将电动机暂时停用标志设置为“真”以暂时停用电动机, 或者如框 114 所示, MGCU 将电动机暂时停用标志设置为“假”以暂时启用电动机。如框 202 所示, 来自 MGCU 的“真”和 / 或“假”标志被车辆控制系统接收。如果标志是“假”, 则车辆控制系统命令 MGCU 返回到诊断检查 102, 如框 204 所示。

[0073] 然而, 如果标志是“真”, 则确定电动机的暂时停用是否至少持续了阈值时间, 如框 206 所示。如果电动机的停用至少持续了阈值时间, 则在当前点火开关周期 (key cycle) 内, 电动机可永久地停用, 如框 208 所示。在一个实施例中, 阈值时间可以是大约 1 秒, 从而

如果电动机的暂时停用持续了至少 1 秒,则在当前点火开关期间,电动机将永久地停用。然而,预计到任何合适的阈值时间,阈值时间可根据其他因素改变。点火开关周期还可被称为驾驶周期或功率周期,且点火开关周期是从车辆被驱动(即,点火开关接通)直到在点火开关断开车辆关闭的时间。在新的点火开关周期内,电动机或者任何出故障的装置(诸如 VVC 或逆变器)可重新启用,如将参照图 7 所描述的。

[0074] 参照图 5 和图 6 描述的算法给电动机、发电机、VVC 或者任何其他动力传动系的部件提供诊断检查。简言之,如果在故障状况下检测到特定的动力传动系的部件正在操作,则该部件暂时停用。在该部件暂时停用的同时,继续对该部件进行诊断。如果在阈值时间内,该部件从它的故障状况恢复或者瞬间存在该故障,使得该部件可在正常状况下操作,则该部件可重新启用。然而,如果在阈值时间内,该部件未从它的故障状况恢复,则在当前点火开关周期内,该部件永久地停用,且该部件可仅在新的点火开关周期(例如,车辆关闭和起动)内重新启用。

[0075] 图 7 示出了由控制器或车辆控制系统实施的 LOS 模式的另一实施例的流程图 300。如框 302 所示,请求车辆起动,并命令新的点火开关周期。最初停用电机(包括电动机和发电机)以及 VVC。在初始化车辆之前进行一系列起动之前的安全检查。

[0076] 例如,车辆控制系统检查是否完成电流传感器归零,如框 304 所示。对于所有电机必须完成电流传感器归零。电流传感器的读数必须归零,同时电流为零,以在起动期间电流出现峰值时具有精确的读数。接下来,如框 306 所示,实施 VVC 的自测试。VVC 的自测试确保了 VVC 内的任何故障被检测 and 解决。此外,如框 308 所示,确定是否存在任何扭矩故障。换句话说,必须估计电机的可用功率和 / 或扭矩,以确定是否可通过电机实现任何请求的扭矩。

[0077] 如框 310 所示,提供给电机的占空比命令被控制器禁用或复位。使占空比复位的操作使得电机进入安全模式,从而保护硬件。仅仅在故障状况消除之后,才可重新启用占空比命令,从而允许电机被安全地控制。这被认为是不需要新的点火开关周期的“软重新启动”,而非车辆必须关闭的“硬重新启动”。最后,如框 312 所示,在能够使车辆起动之前,确定在硬件中存在的任何故障。

[0078] 一旦成功完成起动之前的安全检查,则如框 314 所示,车辆启动且电机可开始启用。电机还完全启用且可驱动车辆。

[0079] 在车辆的操作期间,实施参照图 5 和图 6 描述的诊断算法,如框 316 所示。根据之前描述的方法,对电机连续检查故障,从而可暂时停用电机中的任何电机。

[0080] 如果在框 316 处确定请求停用电机中的任何电机,则如框 318 所示,停用电机。为了重新启用电机,车辆中的控制器必须在框 314 处再次重新启用电机之前实施一系列安全检查和安全管理。安全检查和安全管理允许车辆继续驱动以及电机继续提供推进,而无需点火开关周期。

[0081] 在一种安全检查中,如框 320 所示,控制器确定是否仍然请求暂时停用电机,如之前参照图 5 的框 110 所描述的。如果停用不在电机的请求中,则控制器可确定是请求电机中的任何电机处于关闭模式还是请求电机中的任何电机处于永久停用模式,如框 322 所示。如果启用电机,则如框 324 所示,完成扭矩实现检查。所述扭矩实现检查类似于参照框 308 执行的检查。

[0082] 接下来,如框 326 所示,完成功率限制和平衡检查。在该检查中,控制器可确定是否在进行这样的过程,即,使电机中的一个电机的电功率受到限制或者电机中的所述一个电机的功率或扭矩限制不会远远大于电机中的另一个电机的功率或扭矩限制。将在图 8 中更加详细地描述功率限制模式。最后,如框 328 所示,实施过电流检查。过电流检查确定任何电机是否被供应了超过给定阈值的电流值或者确定任何电机是否输出超过给定阈值的电流值。如果满足所有的安全检查,则在框 302 处再次开始完成起动之前 / 重新启用检查,直到在框 314 处使停用的电机重新启用为止。

[0083] 图 8 示出了由控制器或车辆控制系统实施的 LOS 模式的另一实施例的流程图 400。图 8 描述了当在电机中的一个电机上检测到故障状况时实施功率限制模式的 LOS 模式。在以前的混合动力电动车辆中,在不降低混合动力电动车辆性能同时完全驱动或停止车辆然后要求点火开关周期恢复部分操作的情况下,难以减轻混合动力电动车辆的动力传动系中的故障或故障状况。需要点火开关周期,以使故障的装置适当地保持功率平衡。在混合动力电动车辆的传动装置中,当在装置中的一个装置(例如,电机)上检测到故障时,仅对出故障的装置采取措施会导致功率不平衡,并且会导致不稳定的性能和附加的与控制相关的故障。

[0084] 为了避免功率不平衡和不稳定的性能,图 8 中的流程图 400 描述了如下过程:在电机中的一个电机出故障同时在驱动时,车辆进入 LOS 模式,通过第二电机继续操作混合动力电动车辆的动力传动系而不需要点火开关周期。在流程图 400 中描述的过程允许当电机中的一个电机出故障时控制系统快速地平衡功率,且允许其他电机继续给车辆提供推进。

[0085] 最初,如框 402 所示,控制系统检测混合动力电动车辆的动力传动系的第一装置中的故障,响应于故障状况停用该装置。可在电机中的一个电机或相关的逆变器中发生故障。响应于故障状况和停用的装置,控制系统启动功率限制模式,如框 404 所示。最初,以高的执行速度实施功率限制模式。高速度可以是(例如) 100 微秒的执行速度。

[0086] 当仍然以高的执行速度操作时,控制系统暂时停用第二装置,如框 406 所示。VVC 也暂时被设置为旁通模式,如框 408 所示。VVC 的旁通模式允许来自电机的高电压快速地分散到 VVC 的低电压输入侧。可响应于故障而给驾驶员显示该故障,如框 410 所示。

[0087] 在阈值时间之后,控制系统可以以较低的执行速度启动功率限制模式,如框 412 所示。阈值时间可以短到只有 20 毫秒,或者可以是任何合适的足以使高电压分散的阈值时间,从而装置不会受到过电压威胁,所述过电压可导致更多的故障。控制系统启动更低的执行速度,从而可执行附加诊断。

[0088] 一旦启动低速功率限制模式,则控制系统重新启用没有故障的第二装置。然而,第二装置在扭矩限制模式下被重新启用,如框 414 所示。在扭矩限制模式下,基于车辆操作,起作用的装置上的扭矩被限制在起作用的装置上。基于下面的方程式限制 LOS 模式下的最大扭矩:

$$[0089] \quad \tau_{\max} = (I_{\max} \times V_{\text{battery}}) / \omega$$

[0090] 换句话说,基于在 LOS 模式下高电压总线的最大可允许电流乘以来自电池的电压再除以第二装置的速度,限制 LOS 模式下的最大扭矩。在一个实施例中,LOS 模式下的最大可允许电流是固定值,例如 150 安培。电池电压可以是可变的。

[0091] 一旦在起作用模式下重新启用起作用的装置,则控制系统检查以确定第一装置是

否仍然出故障或停用,如框 416 所示。如果通过 MGCU 或 HCU 请求第一装置停用或者第一装置继续出故障,则使功率限制时间计数器加 1,如框 420 所示。然而,如果没有故障以及没有来自控制器中的一个控制器的停用请求,则控制系统可退出功率限制模式,如框 424 所示。通过退出功率限制模式,控制系统还退出低的执行速度。

[0092] 然后,控制系统使功率限制时间计数器复位到零,如框 426 所示。一旦功率限制时间计数器复位到零并且清除 LOS 模式,则控制系统还可重新启用第一装置和第二装置,如框 428 所示。重新启用装置的操作包括退出任何扭矩限制模式和返回正常功能。

[0093] 另一方面,如果第一装置仍然处于出故障状况,或者 MGCU 或 HCU 请求装置停用或设置为 LOS 模式,则控制系统确定功率限制时间计数器是否大于阈值,如框 432 所示。

[0094] 如果功率限制时间计数器已经超过阈值,则退出低速诊断模式,如框 434 所示。然后,对于起作用的装置,永久地保持扭矩限制模式,如框 436 所示。通过保持扭矩限制模式,永久地停用处故障的装置。在一些实施例中,出故障的装置可仅仅永久地停用,直到车辆的新的点火开关周期为止。在包括在图 5 至图 7 中描述的方法的多种原因下,出故障的装置可被设置为永久地停用。

[0095] 图 9 示出了由控制器或车辆控制系统实施的 LOS 模式的另一实施例的流程图 500。也被称为 HVBATT 信号的高电压电池信号被控制器(例如, MGCU)接收,如框 502 所示。通过传感器沿着 VVC 的输入侧测量高电压电池信号。基于由传感器提供的高电压电池信号,控制器确定高电压电池信号是否有效,如框 504 所示。如果信号在可接受的范围内,则高电压电池信号有效。

[0096] 如果 HVBATT 信号有效,则控制器继续使用高电压电池信号,如框 506 所示, VVC 可正常起作用,例如, VVC 将电压升压输出提供给逆变器和电机,如在图 3 和图 4 中所描述的。

[0097] 然而,如果高电压电池信号在可接受的范围之外,则信号被确定为无效。当高电压电池信号无效时,则该信号设置为出错状况,如框 508 所示。当高电压电池信号被设置为出错状况时, MGCU 与 HCU 通信,以确定是否存在可用于提供高电压电池信号的可选信号,以防止电机和车辆的关闭或短接。

[0098] 如之前所描述的, HCU 能够通过车辆网络(例如 CAN)通信。例如, HCU 能够在车辆网络上与 BCM 通信,以从 BCM 接收可选电池电压信号。来自 BCM 的可选电池电压信号可以是在 BCM 内测量的测量电压。可选地,可选电池电压信号可从与车辆网络通信的其他车辆系统控制器或 BCM 中的其他电池读数推导。

[0099] MGCU 确定从车辆网络提供的可选电池电压信号是否有效,如框 510 所示。如果电池电压在可接受的范围内,则可选电池电压信号被认为是有效的信号。如果来自 BCM 的可选电池电压信号被认为是有效的,则使可选电池电压信号替代 HVBATT,如框 512 所示。通过使用可选电池电压信号替代 HVBATT, VVC 可继续正常操作,如框 514 所示。在正常操作时, VVC 可将输入侧上的电池电压升压的电压提供给输出侧上的逆变器和电机。因此,通过可选信号的实时替代,电机可继续正常地操作,而不管出错的高压电池信号。

[0100] 车辆还可给驾驶员显示该故障,如框 516 所示。故障可被显示为扭曲灯(wrench light),用于通知驾驶员故障状况。高电压电池信号中的出错状况可由传感器的故障导致。所述显示可指示传感器需要被更换。

[0101] 如果 MGCU 确定可选信号无效,则控制系统忽略可选信号,如框 518 所示。如果可

选信号在例如可接受的范围或阈值之外,则可选信号可能是无效的。如果可选信号无效,则可选信号可指示二次出错。

[0102] 图 10 示出了由控制器或车辆控制系统实施的 LOS 模式的另一实施例的流程图 600。也被称为 HVDC 信号的高电压总线信号被控制器(例如,MGCU)接收,如框 602 所示。通过传感器沿着 VVC 的输出侧测量高电压总线信号。基于由传感器提供的高电压总线信号,控制器确定高电压总线信号是否有效,如框 604 所示。如果高电压总线信号在可接受的范围之内,则高电压总线信号有效。

[0103] 如果 HVDC 信号有效,则控制器继续使用高电压总线信号,如框 606 所示,VVC 可正常起作用,例如,VVC 将电压升压输出提供给逆变器和电机,如在图 3 和图 4 中描述的。

[0104] 然而,如果高电压总线信号在可接受的范围之外,则信号被确定为是无效的。当高电压总线信号无效时,则该信号被设置为出错状况,如框 608 所示。如果信号被确定为无效,则 HVDC 信号被设置为出错,实施 LOS 模式,以保持电机的功能并允许车辆的操作者继续驾驶。

[0105] 当高电压总线信号被设置为出错状况时,MGCU 尝试将来自 VVC 的输入侧的高电压电池信号 HVBATT 替代高电压总线信号。MGCU 确定高电压电池信号是否有效,如框 610 所示。预计到控制器可使用任何 HVBATT 信号(例如通过传感器测量的高电压电池信号或者通过 HCU 从 CAN 提供给 MGCU 的可选电池电压信号)进行替代,如上面在图 9 中讨论的。

[0106] 如之前讨论的,如果电池电压在可接受的范围之内,则高电压电池信号被认为是有效的信号。如果高电压电池电压信号被认为是有效的,则使得 HVBATT 替代高电压总线信号,如框 612 所示。

[0107] 通过使用高电压电池信号替代高电压总线信号,VVC 可继续操作,但是 VVC 被设置为 LOS 模式,如框 614 所示。在 LOS 模式下,VVC 被设置为旁通模式。在旁通模式下,VVC 停用而不提供电压升压,如框 616 所示。车辆还可给驾驶员显示故障,如框 618 所示。再次,故障可被显示为扭曲灯,用于通知驾驶员故障状况。高电压总线信号中的出错状况可由传感器的故障导致。所述显示可指示传感器需要被更换。

[0108] 如果 MGCU 确定 HVBATT 不是有效的,则控制系统忽略可选 HVBATT 信号,如框 620 所示。如果可选信号在例如可接受的范围或阈值之外,则可选信号可能是无效的。如果可选信号是无效的,则可选信号可指示 HVBATT 信号中的二次出错。

[0109] 应该理解,虽然描述了停用和启用电动机,但是预计到类似的算法应用于发电机、逆变器及 VVC。换句话说,如果在电动机、发电机、逆变器或 VVC 中的任何部件中存在故障状况,则上面描述的方法可应用于这些部件和其他动力传动系的部件中的任何部件。

[0110] 在此公开的过程、方法或算法可被传送到处理装置、控制器或计算机/通过处理装置、控制器或计算机实现,所述处理装置、控制器或计算机可包括任何现有的可编程电子控制单元或者专用的电子控制单元。类似地,所述过程、方法或算法可以以多种形式被存储为可被控制器或计算机执行的数据和指令,所述多种形式包括但不限于永久地存储在非可写存储介质(诸如,ROM 装置)上的信息以及可变地存储在可写存储介质(诸如,软盘、磁带、CD、RAM 装置以及其他磁介质和光学介质)上的信息。所述过程、方法或算法还可被实现为软件可执行对象。可选地,所述过程、方法或算法可利用合适的硬件组件(诸如,专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、状态机、控制器或其他硬件组件或装置)或者硬件、软

件和固件组件的结合被整体或部分地实施。

[0111] 虽然在上面描述了示例性实施例,但是这些实施例并不意在描述了权利要求所包含的所有可能的形式。在说明书中使用的词语是描述性词语而非限制性词语,应该理解的是,在不脱离本公开的精神和范围的情况下,可进行各种改变。如之前描述的,各个实施例的特征可被结合,以形成可能未被明确描述或示出的本发明的进一步的实施例。虽然各个实施例可能已被描述为提供优点或者在一个或多个期望的特性方面优于其他实施例或现有技术的实施方式,但是本领域的普通技术人员应该认识到,一个或多个特点或特性可被折衷,以实现期望的整体系统属性,期望的整体系统属性取决于具体的应用和实施方式。这些属性可包括但不限于成本、强度、耐久性、生命周期成本、可销售性、外观、包装、尺寸、维护保养方便性、重量、可制造性、装配容易性等。因此,被描述为在一个或多个特性方面不如其他实施例或现有技术的实施方式的实施例并不在本公开的范围之外,并且可被期望用于特定的应用。

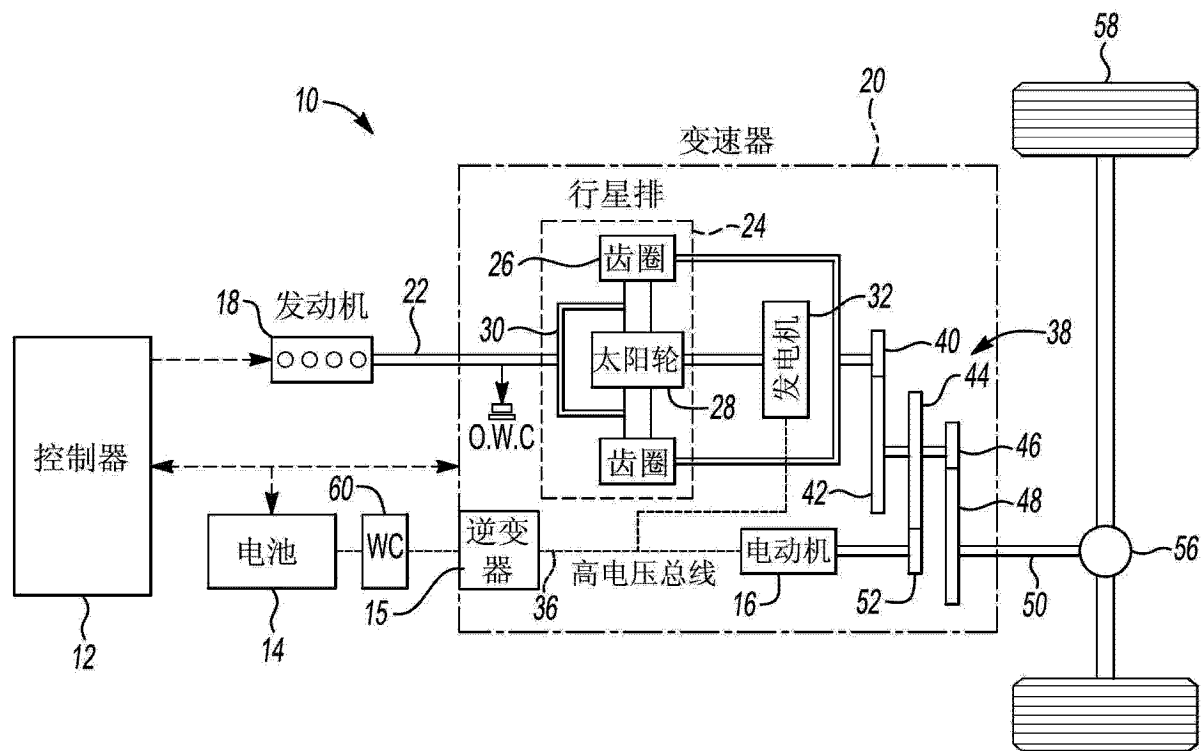


图 1

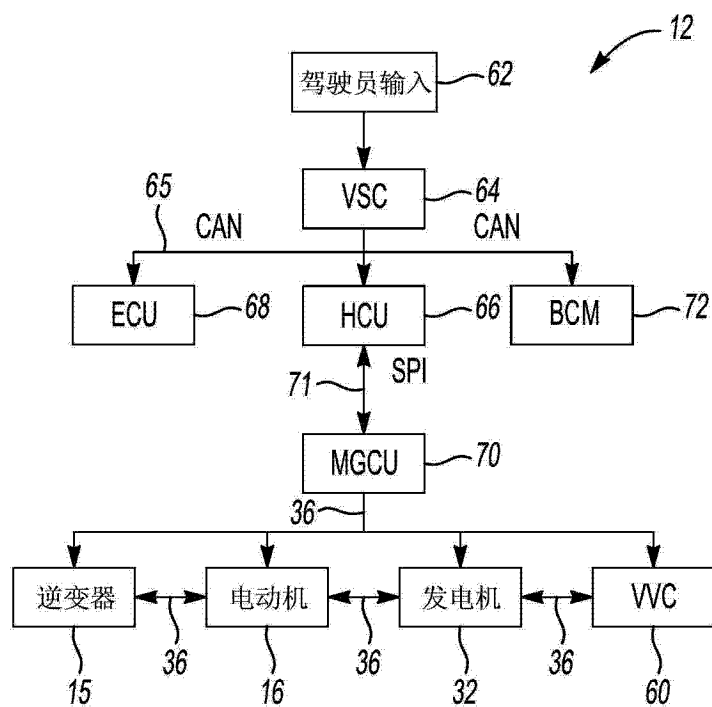


图 2

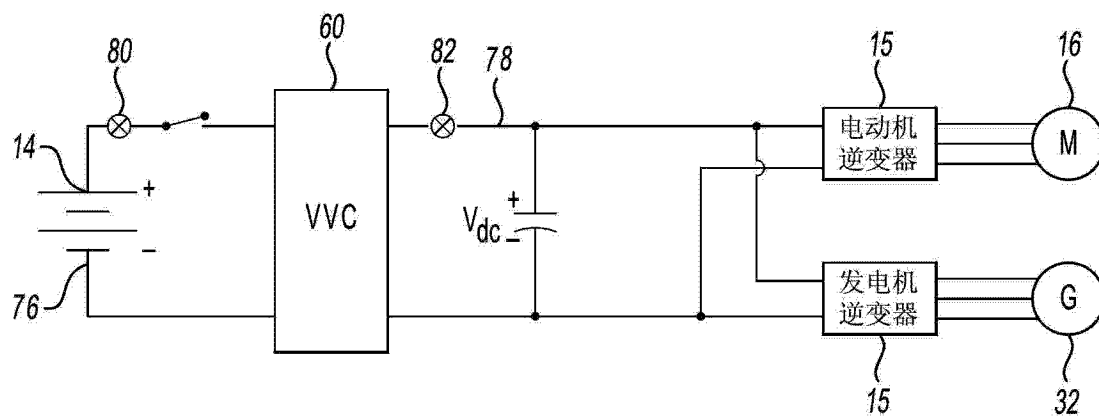


图 3

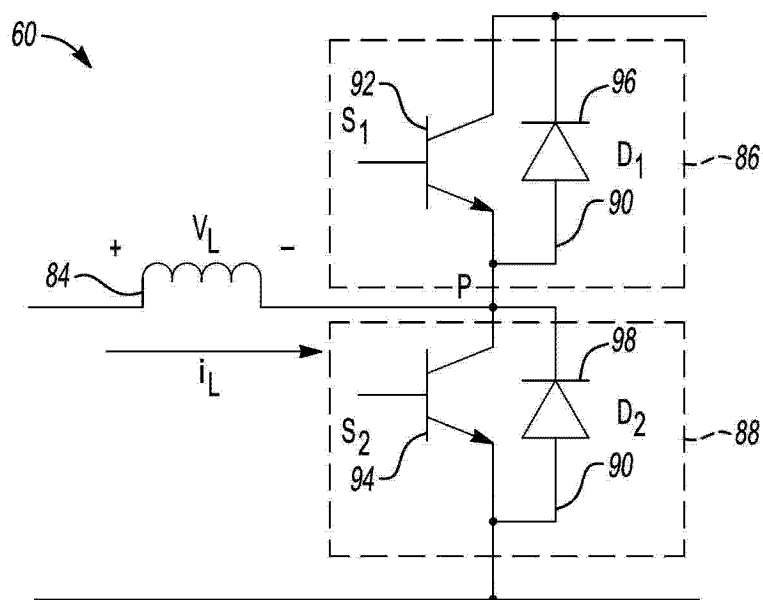


图 4

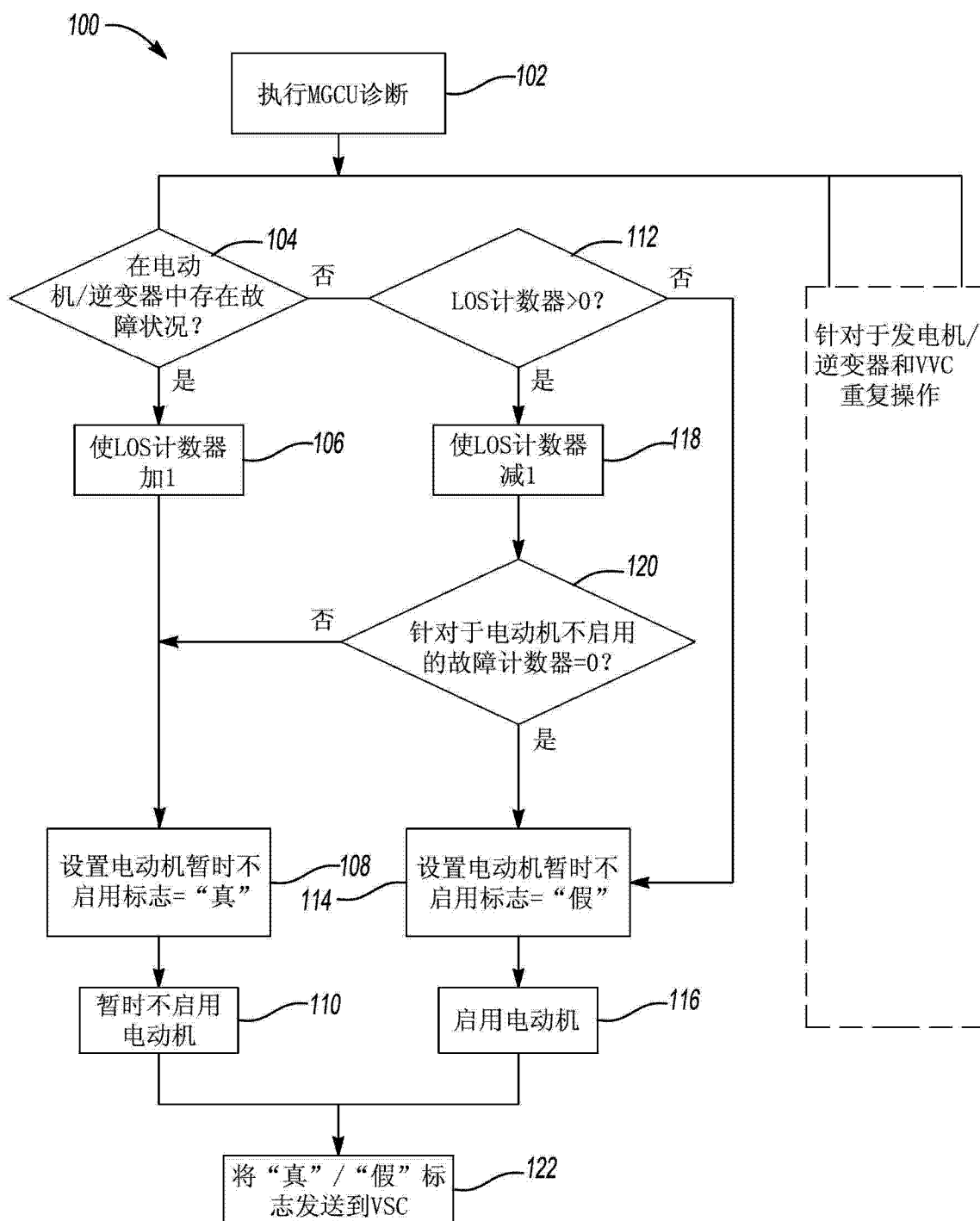


图 5

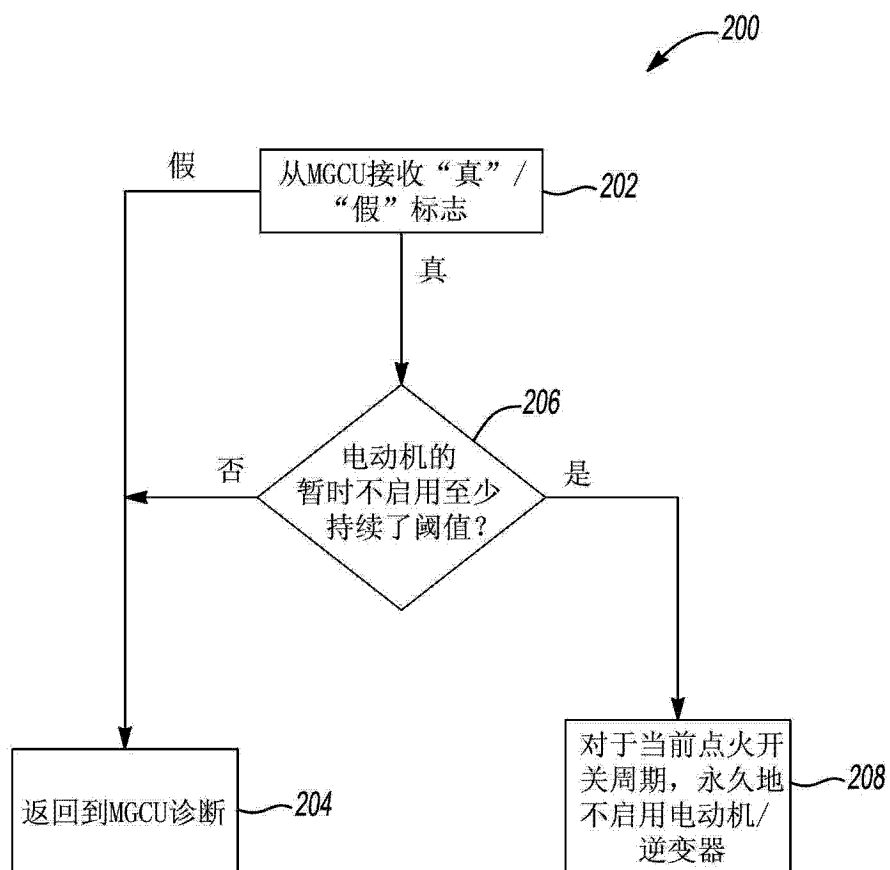


图 6

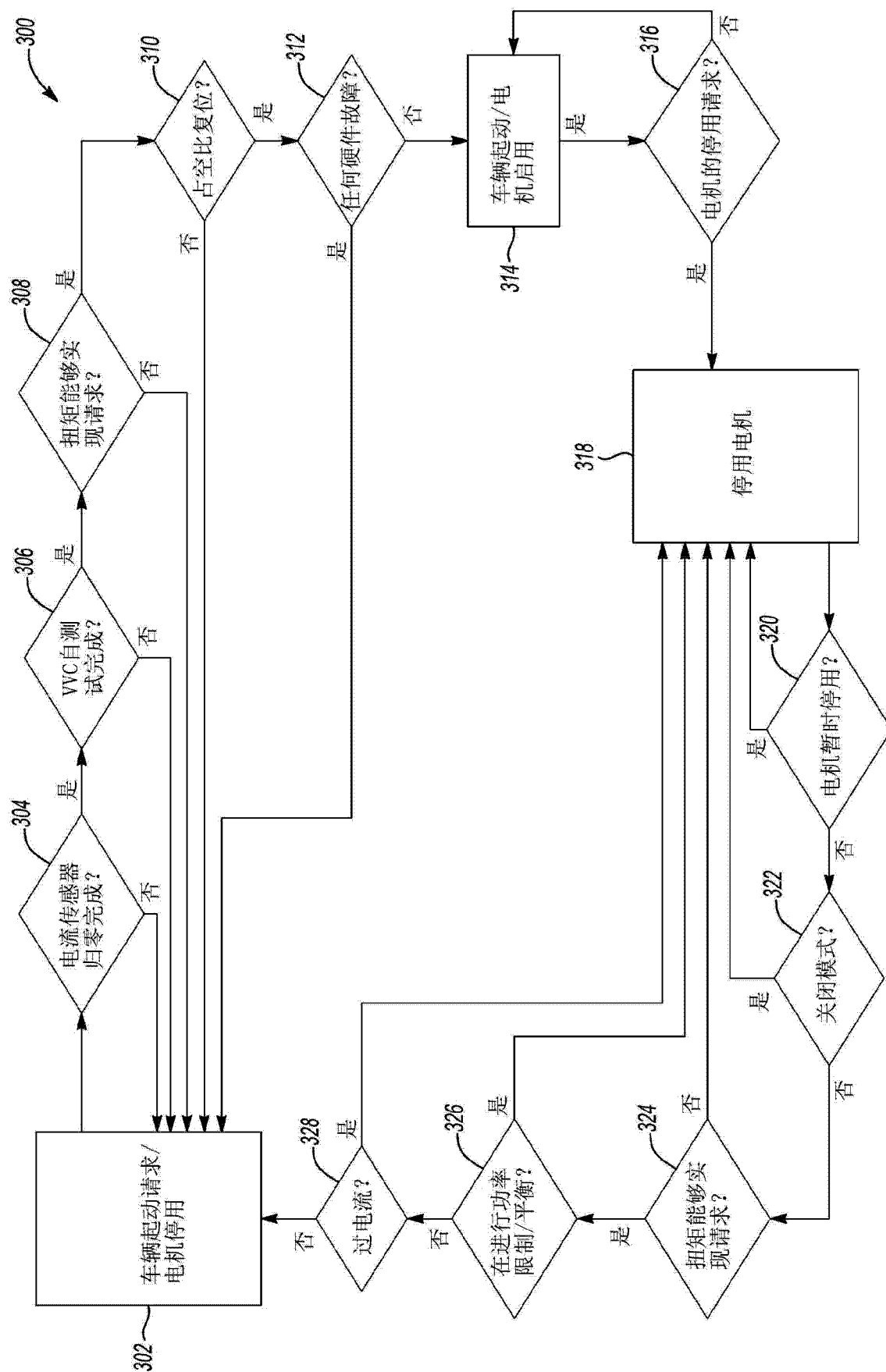


图 7

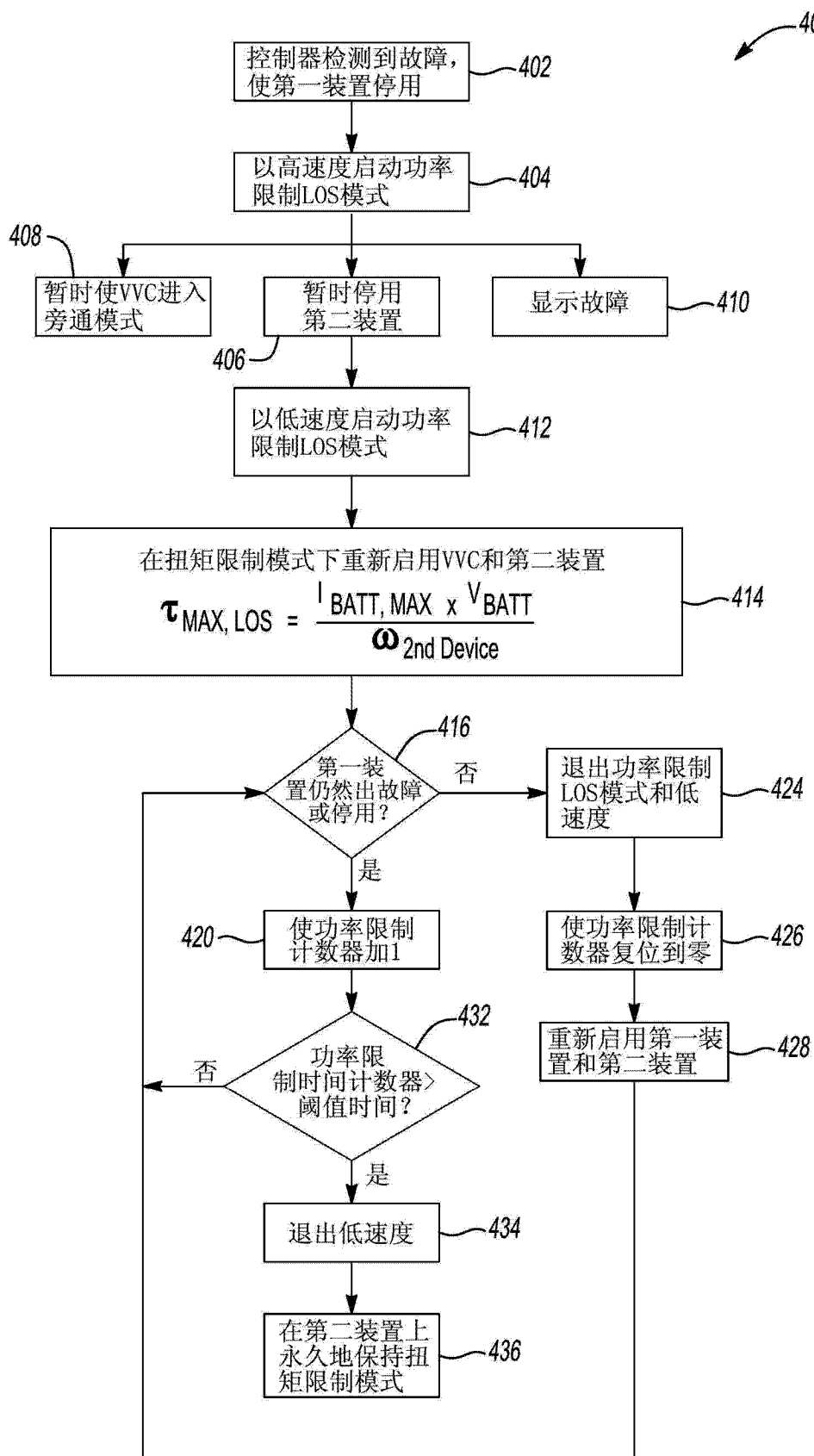


图 8

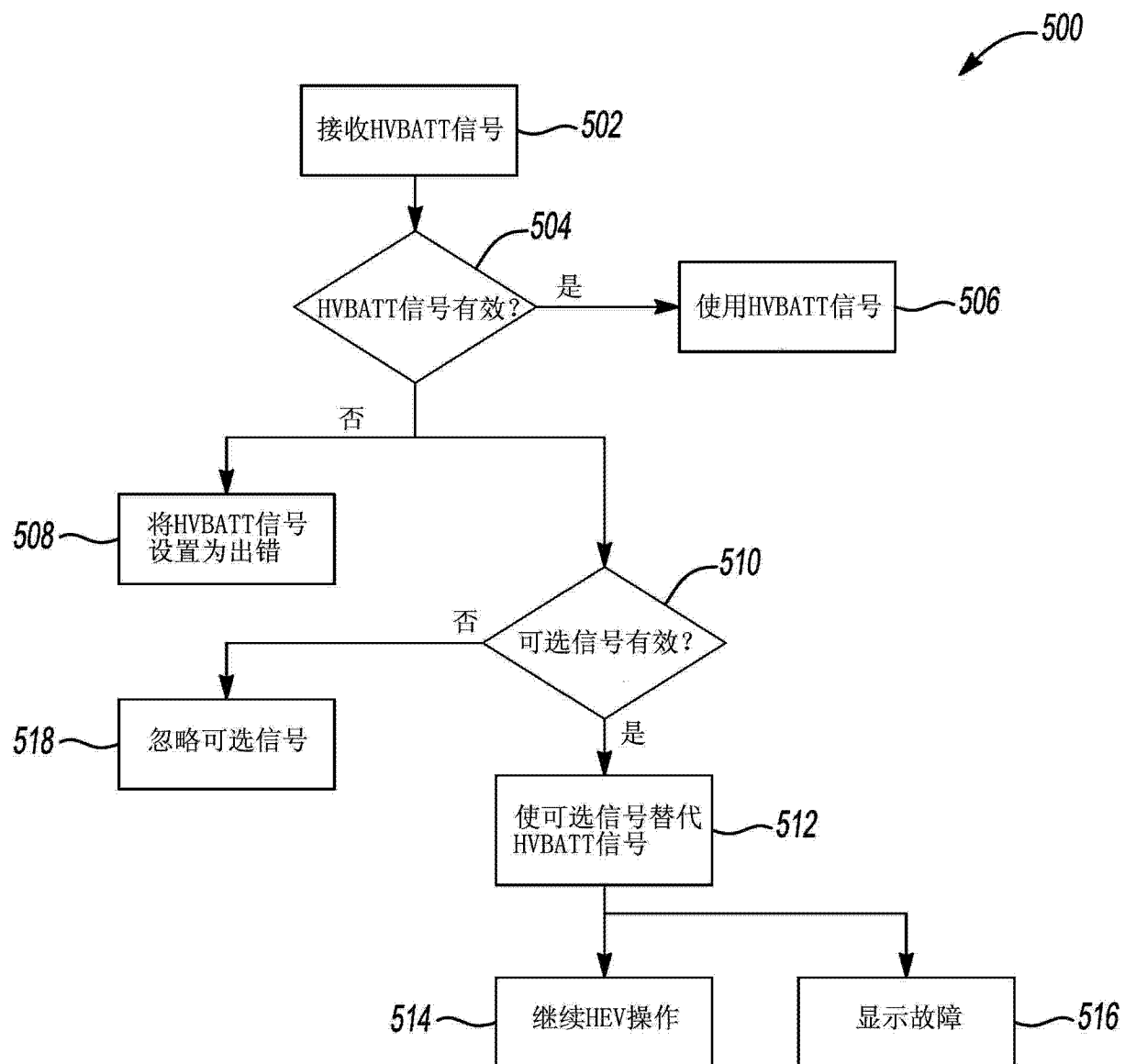


图 9

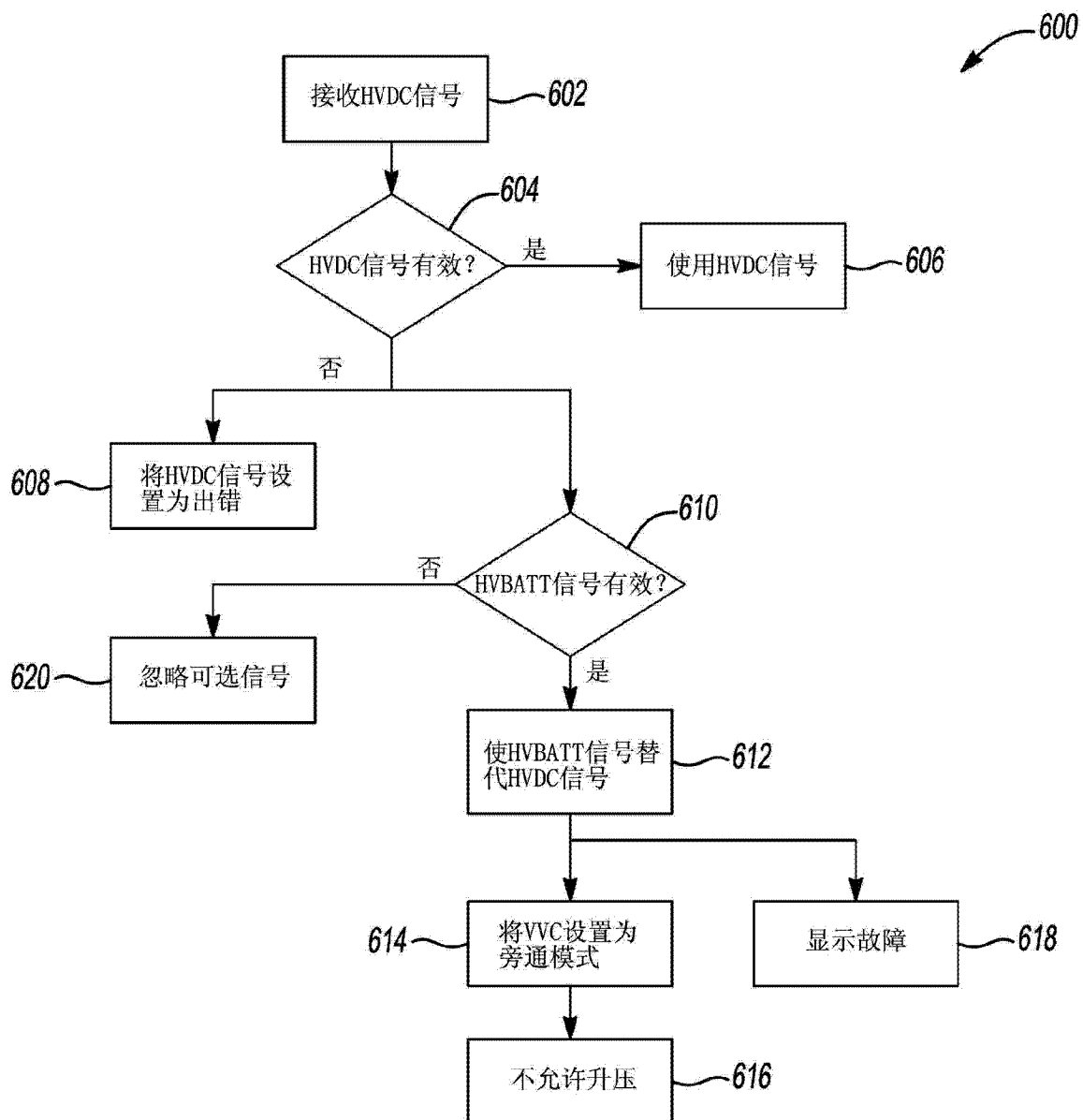


图 10