



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110857031 A

(43)申请公布日 2020.03.03

(21)申请号 201910444183.9

(22)申请日 2019.05.27

(30)优先权数据

16/057019 2018.08.07 US

(71)申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 B·M·赛耶 F·王 C·华

A·K·钱德勒

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有  
限公司 44205

代理人 喻新学

(51)Int.Cl.

B60L 3/00(2019.01)

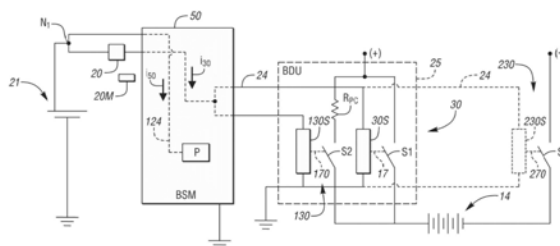
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

具有高压系统锁闭功能的电气系统

(57)摘要

一种电气系统包括电池断开单元(BDU),所述电池断开单元经由高压总线连接到可充电能量储存系统(RESS)。所述BDU具有一个或多个接触器,所述接触器响应于低压驱动电流而关闭,从而将所述RESS连接到所述高压总线。低压驱动电路将驱动电流传导到所述接触器。低压连接的打开会中断所述驱动电流,并且使所述接触器从所述关闭状态转换到打开状态。所述接触器响应于驱动电流的中断而打开,从而断开所述RESS。所述接触器可以在锁闭安全程序之后再次关闭,使得重新建立电连接本身不会使所述高压总线重新通电。一种电气化动力系包括变速器、电机、功率逆变器模块、以及上述电气系统。



1. 一种电气系统,包括:

可充电能量储存系统 (RESS);

高压总线;

电池断开单元 (BDU),所述电池断开单元经由所述高压总线连接到所述RESS,所述BDU具有高压接触器,所述高压接触器配置为响应于接收到低压接触器驱动电流而关闭,从而将所述RESS连接到所述高压总线;

低压辅助电池;以及

低压接触器驱动电路,所述低压接触器驱动电路连接到所述辅助电池,并且配置为将所述接触器电流传导到所述高压接触器,从而使所述高压接触器通电进入关闭状态;

其中所述高压接触器配置为响应于所述低压接触器驱动电流的中断而打开,从而使所述RESS与所述高压总线断开。

2. 如权利要求1所述的电气系统,进一步包括:低压电连接,所述低压电连接位于所述接触器驱动电路中,其中所述电连接的打开状态在所述低压接触器驱动电路中产生开路状态,并且由此使所述高压接触器从所述关闭状态转变到打开状态。

3. 如权利要求1所述的电气系统,进一步包括:电池系统管理器 (BSM),所述BSM经由专用低压BSM驱动电路连接到所述辅助电池,使得所述BSM在所述低压接触器驱动电路中的开路状态期间保持经由所述BSM驱动电路供电。

4. 如权利要求3所述的电气系统,其中所述低压BSM驱动电路与所述低压接触器驱动电路并联设置。

5. 如权利要求3的电气系统,进一步包括:功率逆变器模块、以及经由所述功率逆变器模块连接到所述高压总线的多相电机。

6. 如权利要求5所述的电气系统,其中所述BSM配置为响应于所述高压接触器处于打开状态,通过将一组开关控制信号传输到所述功率逆变器模块来使所述高压总线放电,从而通过所述多相电机器来耗散能量。

7. 如权利要求1所述的电气系统,进一步包括:预充电电阻器,其中所述高压接触器包括并联设置的第一和第二接触器,并且其中所述第一和第二接触器中的至少一个与所述预充电电阻器串联设置。

8. 如权利要求1所述的电气系统,其中所述BDU连接到所述高压总线的正总线轨或负总线轨。

9. 如权利要求8所述的电气系统,其中所述BDU连接到所述正总线轨和所述负总线轨。

10. 一种电气化动力系,包括:

变速器,所述变速器具有联接到负载的输入构件;

电机,所述电机具有联接到所述输入构件的转子;

功率逆变器模块 (PIM),所述功率逆变器模块连接到所述电机;

高压母线;

可充电能量储存系统 (RESS);

电池断开单元 (BDU),所述电池断开单元经由所述高压总线连接到所述RESS,所述BDU具有高压接触器,所述高压接触器配置为响应于接收到低压接触器驱动电流而关闭,从而将所述RESS连接到所述高压总线;

高压部件,所述高压部件经由所述高压总线电连接到所述ESS;

低压辅助电池;以及

低压接触器驱动电路,所述低压接触器驱动电路连接到所述辅助电池,并且配置为将所述低压接触器驱动电流传导到所述高压接触器,从而使所述高压接触器通电进入挂壁状态;

其中所述高压接触器配置为响应于所述低压接触器驱动电流的中断而打开,从而使所述RESS与所述高压总线断开。

## 具有高压系统锁闭功能的电气系统

[0001] 引言

[0002] 电气化动力系、发电厂或其它高压系统的电气系统可以包括单独的高压和低压总线。通常,术语“辅助电压”和“低电压”包含高达12-15伏特的电压电平,而术语“高电压”描述远高于辅助电压电平的电压电平。在具有电气化动力系的车辆的推进系统中,例如,“高电压”可以指60-300伏特或更高的电压水平,某些新型电池组具有约500-800伏特的电压容量。

[0003] 在双总线电气系统的高压总线上,策略性定位的保险丝和电接触器用于在电气故障的情况下帮助维持适当的电压隔离,接触器也在电气系统的紧急或常规关闭期间被命令打开。保险丝是例如响应于阈值电流而默认为开路状态的可替换电路元件。因此,维护工作可能涉及操作者为了更换保险丝而接近高压部件。与保险丝相反,电接触器是具有机械开关元件的可控且可复位的电磁开关装置。开关元件的二元打开/关闭状态取决于接触器的相应螺线管线圈的通电状态。

[0004] 另外,通常称为“高压联锁”(HVIL)的基于软件和硬件的组合过程可以用于监测尝试访问的高压总线,诸如连接的高压电气组件的维护。通常,HVIL过程涉及使用控制器监测低压电路的电连续性。响应于检测到的不连续性,控制器通过传输开关控制信号来命令打开位于高压总线上的一个或多个接触器。用于降低双总线电气系统中的高电压暴露风险的其它方法包括使用手动服务断开(MSD)。MSD是一种大容量保险丝,在接入高压总线之前,诸如在执行上述保险丝更换任务时,由维修人员手动移除。MSD的物理移除有效地将RESS分成多个低压电池部分,从而降低了高压总线上的最大电压。

### 发明内容

[0005] 公开了一种具有高压系统锁闭(HVSL)功能的电气系统。该电气系统配置为减少对上述手动服务断开(MSD)和/或高压联锁(HVIL)监测过程的依赖,并且可能消除这种依赖。虽然MSD和HVIL方法有效地降低了无意中暴露于例如电气化动力系中的高压电的风险,但是通过消除预编程HVIL控制逻辑、基于逻辑的接触器控制和/或与MSD相关联的实质封装空间和质量,可以享有某些优点。另外,内部MSD保险丝结构往往是专用的。转而,所公开的方法提供了一种简化且稳健的高压系统锁闭(HVSL)拓扑,该拓扑可以适用于广泛应用。

[0006] 根据一个示例性实施例的电气系统包括高压可充电能量储存系统(RESS)、高压总线和电池断开单元(BDU)。BDU包括一个或多个高压接触器。接触器的打开/关闭状态由接触器的通电状态确定,通电状态又取决于例如在示例性螺线管驱动实施例中接触器的相应螺线管线圈内是否存在低压接触器驱动电流。本方法的特征在于不存在控制器启动的开关控制信号来命令位于BDU内的接触器的打开或关闭状态。由低压/辅助电池单独提供的低压接触器驱动电流经由低压接触器驱动电路(例如多线导体)来传导,该电流使接触器通电进入关闭状态。关闭状态将RESS电连接到高压总线。当接触器驱动电路断开并且驱动电流因此中断时,各个接触器自动打开。虽然在一些实施例中可以命令接触器打开而不中断驱动电流,但是驱动电流的中断总是会使接触器打开。

[0007] 在一个非限制性示例性实施例中的高压总线具有60伏的最小电压电平,而在该实施例中的接触器驱动电路具有12-15伏的最大电压电平,例如低电压/辅助电压。在两个示例性配置中,低压接触器驱动电流可以经由12伏辅助电池或辅助电源模块的12伏输出来提供。

[0008] 电气系统可以包括电池系统管理器(BSM)形式的控制器、功率逆变器模块和经由功率逆变器模块连接到高压总线的多相电机。作为可选的控制动作,BSM可以通过功率逆变器模块的开关控制自动地对高压总线放电,这样做是响应接触器的打开。因此,接触器驱动电路的电压电平可以是BSM的反馈变量,用于做出该确定。

[0009] 还公开了一种电气化动力系统。根据另一个示例性实施例,该动力系统包括变速器和电机,该变速器具有联接到负载(例如车辆的驱动轮)的输入构件,该电机具有联接到输入构件的转子。功率逆变器模块连接到电机。该动力系统还包括高压总线、经由高压总线连接到功率逆变器模块的可充电能量储存系统(RESS)、以及经由高压总线电连接到RESS的高压部件。具有一个或多个接触器的BDU位于RESS与高压总线之间,接触器配置为响应于接触器驱动电流而关闭,从而将RESS连接到高压总线。

[0010] 该电气化动力系统还包括低压辅助电池和连接到辅助电池的接触器驱动电路。接触器驱动电路配置为将低压接触器驱动电流传导至接触器,从而使接触器通电。电连接位于接触器驱动电路中。打开电连接通过中断接触器驱动电流来防止接近高压总线上的高压。可以在打开后通过挂锁或其它锁闭装置来防止电连接的重新连接,从而防止接触器重新通电,直到相关的电压锁闭安全程序完成。也就是说,在断开RESS之后,仅在低压接触器驱动电路中的电连接的重新连接不足以使高压总线重新通电,需要诸如将锁闭装置从电连接移除和/或命令接触器进入关闭状态等可能动作来使高压总线重新通电。

[0011] 上述摘要并不旨在表示本文公开的每个可能的实施例或每个方面。相反,前面的摘要旨在举例说明本文所公开的一些新颖性方面和特征。通过结合以下附图和所附权利要求对用于实施本发明的代表性实施例和模式的详细描述,本发明的上述特征和优点以及其它特征和优点将变得显而易见。

## 附图说明

[0012] 图1是一种示例性双总线电气系统的示意图,该双总线电气系统具有可充电能量储存系统、单独的高压和低压总线、以及包含高压电接触器的电池断开单元(BDU),该电气系统配置为经由本文所述的BDU提供无源高压系统锁闭(HVSL)功能。

[0013] 图2是图1的双总线电气系统的一部分的示意性电路图。

[0014] 图3是描述用于在图1和图2所示的电气系统中实现HVSL功能的方法的流程图。

[0015] 易于对本公开采取修改和替代形式,其中代表性实施例通过附图中的示例示出并在下面详细描述。本公开的创造性方面不限于所公开的特定形式。相反,本公开旨在覆盖落入由所附说明要求限定的公开范围内的修改、等同物、组合和替换。

## 具体实施方式

[0016] 参照附图,其中相同的附图标记表示相同的部件,图1中示出了一种双总线电气系统10。电气系统10可以用作如本文所述的示例性车辆12的一部分或用作发电厂或其它移动

或固定设备或系统的一部分,电气系统10提供高压系统锁闭(HVSL)功能,该高压系统锁闭功能可以消除如上所述的手动服务断开(MSD)和/或高压联锁(HVIL)过程10。

[0017] 电气系统10包括连接到可充电能量储存系统(RESS)14的高压(HV)总线13。本文中使用的术语“高电压”是指远远超过12-15伏低电压/辅助电压电平的电压电平,例如60-300伏或更高。同样如本文中使用的术语“RESS”是指具有锂离子、镍金属氢化物或其它适合应用的电池化学物质的多单元可充电电池组,以及适当控制和热调节这种电池组所需的相关电力电子器件。

[0018] 如下面将参照图2和图3详细描述,在图1的电气系统10内,将低压接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ )提供给电池断开单元(BDU)25。BDU25包括电接触器形式的机电开关,例如图2的示例性电接触器30、30和230,该机电开关打开或关闭RESS14与电气系统10的高压部分之间的相应高电流传导路径。虽然为了清楚起见在图1和图2中省略了BDU25,但是BDU25还可以配置为测量电池单元电压、电流、温度、充电状态和/或作为一组输入信号(箭头 $CC_D$ )的一部分的其它值并且报告给电池系统管理器(BSM)50。基于在图2所示的相应接触器30、130和230的对应螺线管线圈30S、130S和230S中是否存在低压接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ ),来确定BDU25的接触器30、130和230的打开/关闭状态。当存在接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ )时,BSM50还可以命令接触器30、130和230打开,但是中断接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ )总是会导致接触器30、130和230打开。

[0019] 简单参照图2,BDU25包括至少一个高压电接触器30。BDU25还可以包括一个或多个附加的高压接触器,例如,与预充电电阻器( $R_{PC}$ )电串联布置的接触器130和/或连接到负(-)总线轨的另一个接触器230。在图1的图示实施例中,BDU25连接在电气系统10的正(+)和负(-)总线轨之间,当接触器230不被使用时连接到在图2中的正(+)总线轨,而当接触器130和130被都使用时连接到正(+)和负(-)总线轨。在本公开的范围内可以使用更多或更少的接触器,因此图2的实施例是非限制性的。

[0020] 电连接20由来自辅助电池21或其它低压电源(诸如铅酸电池或DC-DC转换器(未示出)的低压输出)的低压电力馈送。因此,电连接20保持低电压,如“LV”所示。图2的示例性BDU25的接触器30、130和230位于RESS14与高压部件16(诸如辅助电源模块(APM)或空调控制模块(ACCM))之间的高压总线13上,接触器30、130和230体现为被配置成响应于接收到低压接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ )而关闭的电磁开关设备。接触器30、130和230的电关闭状态将RESS14电连接到电气系统10的其余部分,例如,使高压总线13通电,而如上所述的打开状态使RESS14断开以防止接近高压总线13上的高压。也就是说,当RESS14以所公开的方式断开时,高压总线13不通电,响应于在承包商驱动电路24中产生开路条件而发生的序列。

[0021] 接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ )经由接触器驱动电路24传导到诸如图2的相应示例性螺线管驱动接触器30、130和230的对应螺线管线圈30S、130S和230S。在这个实施例中,接触器驱动电流(箭头 $i_{30}$ )通过螺线管线圈30S、130S和230S通电并在螺线管线圈30S、130S和230S周围产生电磁场。相应接触器30、130和230的机械开关元件S1、S2和S3具有二元状态,即打开和关闭状态,并且通过所产生的螺线管电磁场推动进入并保持关闭/导电状态。相应的复位弹簧17、170,270可以耦合到开关元件S1、S2和S3,以允许开关元件在螺线管线圈30S、130S和230S周围的电磁场的产生中断时快速地弹开。在此方面,在本实施例和其它实施例(例如固态实施例)中的接触器30、130和230是常开开关设备,其中打开状态是默认/无功率

模式。

[0022] 在图2的示例性实施例中, BDU25包括上述的一组接触器30、130和230。BDU25还可以包括与开关元件S2串联的预充电电阻器(R<sub>PC</sub>)。也在图1中示出的辅助电池21可以电连接到节点N<sub>1</sub>。在节点N<sub>1</sub>处, 辅助电源被分开以向BSM50形式的低压控制器提供不间断的电流, 其中BSM50具有处理器(P)。也就是说, 低压控制器驱动电流(箭头i<sub>50</sub>)的输送经由专用控制器驱动电路124来保持, 该专用控制器驱动电路124与接触器驱动电路24分离/电隔离, 用于为BSM50的相关监测和控制功能供电并且为接触器驱动电流(箭头i<sub>30</sub>)通过接触器驱动电路24建立单独的专用电流路径。这种构造确保了接触器驱动电流(箭头i<sub>30</sub>)的中断不会禁止BSM50的操作。

[0023] 位于图2的接触器驱动电路24中的电连接20在用户维修高压总线13或与其连接的部件之前打开。电连接20的打开或断开会中断接触器驱动电流(箭头i<sub>30</sub>)。这又使示例性螺线管线圈30S、130S和230S在图2的基于代表性螺线管的配置中缺乏场产生能量。这个实施例可以放弃使用HVIL。在一个可能的实施例中, 可拆卸的检修盖(未示出)可以至少部分地跨越或重叠高压部件16的检修开口, 诸如上述的APM。在这个实施例中, 盖的移除可能需要打开或断开电连接20。

[0024] 为此, 电连接20可以可选地体现为由永磁体20M的磁场保持关闭的磁簧开关。永磁体20M可以靠近电连接20, 使得打开电连接20会断开将示例性磁性开关保持在关闭状态的磁路。这样的磁路可以位于图1的整个电气系统10中的一个或多个点处。在其它实施例中, 可以使用简单的公母电插座连接或直插式连接器, 使得手动断开连接20以中断接触器驱动电流(箭头i<sub>30</sub>), 而不再需要断开RESS14。

[0025] 图1的BSM50可以体现为一个或多个低压数字计算机, 各个低压数字计算机具有处理器(P) (例如微处理器或中央处理单元) 以及只读存储器、随机存取存储器、电可编程只读存储器等形式的存储器(M)、高速时钟、模拟-数字和数字-模拟电路、输入/输出电路与设备、以及适当的信号调节和缓冲电路。螺线管驱动电流(箭头i<sub>30</sub>)的中断可以由BSM50经由例如HVSL监测电路51来监测, 并且用于启动指示RESS14与图1的电气系统10的其余部分断开的控制动作, 诸如记录诊断代码或激活指示器或自动使高压总线13放电。

[0026] BSM50的功能可以随应用而变化, 可能包括监测输入信号(箭头CC<sub>I</sub>)并控制电池单元温度、充电状态、电池单元电压和/或RESS14的其它性能特征或操作参数。这样, 不管电连接20的打开/关闭状态, 都保持从辅助电池21到BSM50的辅助电压馈送。使用图2的分离功率方法和节点N<sub>1</sub>仅仅是用于确保BSM50的上述控制功能的连续性的一个可能实施例, 其中单独的功率馈送到图1所示的BSM50作为控制器驱动电路124。当高压部件16配置为示例性DC-DC功率转换器或者使用专用辅助电源时, 可以使用其它方法, 诸如与高压部件16的低压输出的专用连接。

[0027] 再次参照图1, 在一些示例性应用中, 电气系统10可以包括功率逆变器模块(PIM) 28。PIM28经由交流(V<sub>AC</sub>)电压总线32电连接到多相电机(M<sub>E</sub>) 31 (例如多相电力牵引电动机和/或发电机)的相绕组或引线。当通电时, 电机31产生电动机转矩(箭头T<sub>M</sub>)并且将该电动机转矩输出到变速器(T) 36 (例如行星齿轮装置)的输入轴35。在图示应用中, 输出转矩(箭头T<sub>O</sub>)从变速器36的输出轴37传递到联接的驱动轴40, 并且最终传递到车轮42。

[0028] PIM28包括IGBT、MOSFET或其它适合应用的半导体开关, 为了简单起见共同示意性

地示为34,具有响应于来自BSM50的开关信号(箭头CC<sub>0</sub>)而控制的开/关开关状态,如本领域普通技术人员将理解的。开关控制信号(箭头CC<sub>0</sub>)可以根据需要用于功率倒置或转换。由于在打开图2的接触器30、130和230断开之后,剩余的高压能量可以储存在PIM28和/或HV部件16的电容器组(未示出)中,BSM50可以配置为响应于接触器30、130和230的打开,通过向PIM28传输开关控制信号(箭头CC<sub>0</sub>)来自动地使高压总线13放电。通过这种方式,储存的能量可以通过电机30的相绕组来耗散。

[0029] 图3描绘了在图1的示例性电气系统10内建立HVSL功能的示例性方法100。如上所述,可以使用方法100消除HVIL和MSD功能,使得电气系统10的特征在于缺少HVIL和/或MSD功能以及相关结构。在框B102处,图1所示的辅助电池21处于初始状态,在该初始状态下接触器30、130和230通电。螺线管驱动电路24的低压回路中的电连接20处于关闭状态,这种状态在图3中缩写为“(20) = X”。

[0030] 当电连接20处于关闭状态时,允许图2的螺线管实施例中的接触器驱动电流(图1和图2的箭头i<sub>30</sub>)到达接触器30、130和230,例如在该实施例中经由螺线管线圈30S、130S和230S或者经由半导体开关(未示出)。低电压控制器驱动电流(图1和图2的箭头i<sub>50</sub>)独立于电连接20的打开/关闭状态而使BSM50的处理器(P)和其它硬件组件通电。在电气系统10的正常操作期间,流向BSM50的电力流以这种方式持续不间断。

[0031] 框B104可能需要打开图2的电连接20(“(20) - 0”)。在两个非限制性实施例中,例如通过手动拔出直插式连接器或移动上述磁体20M来打开电连接20,从而切断接触器驱动电路24。该动作防止接触器驱动电流(箭头i<sub>30</sub>)到达并使螺线管线圈30S、130S和230S通电,或者以其它方式使接触器30、130和230通电,从而使得接触器30、130和230在图2的相应复位弹簧17、170和270的回复力的作用下快速地弹开。结果,RESS14自动断开而无需求来自BSM50的开关控制信号。

[0032] 框B106可以包括可能通过由控制器驱动电流(箭头i<sub>50</sub>)保持通电的BSM50的相关联HVSL逻辑来验证电连接20是否打开。例如,可以读取接触器驱动电路24的电压电平以确定接触器30、130、230当前是否通电。当电连接20处于打开状态时,方法100进行到框B108。当电连接20保持关闭时,重复执行框B106。

[0033] 框B108可以包括响应于在框B106处确定了电连接20已经打开,通过BSM50执行控制动作。在框B108的可能控制动作中,BSM50可以例如通过将开关控制信号(箭头CC<sub>0</sub>)到图1的PIM28来自动启动高压总线13的放电,并且/或者可以记录指示电连接20的打开状态的诊断代码。当控制器驱动电流(图1和图2的箭头i<sub>50</sub>)通过专用低压控制器驱动电路124自由地流向BSM50时,BSM50的正在进行的控制和监测功能不会由于接触器驱动电路24的断开而停止。同样,接触器驱动电流(箭头i<sub>30</sub>)的中断可以由BSM50监测,例如经由HVSL监测电路51,并且用于启动指示RESS14与图1的电气系统10的其余部分断开的控制动作。

[0034] 虽然已经详细描述了一些最佳模式和其它实施例,但是存在用于实践在所附权利要求中限定的本教导的各种替代设计和实施例。本领域技术人员将认识到,在不脱离本公开的范围的情况下,可以对所公开的实施例进行修改。此外,本构思明确地包括所描述的元件和特征的组合和子组合。详细描述和附图支持和描述了本教导,同时本教导的范围仅由权利要求限定。



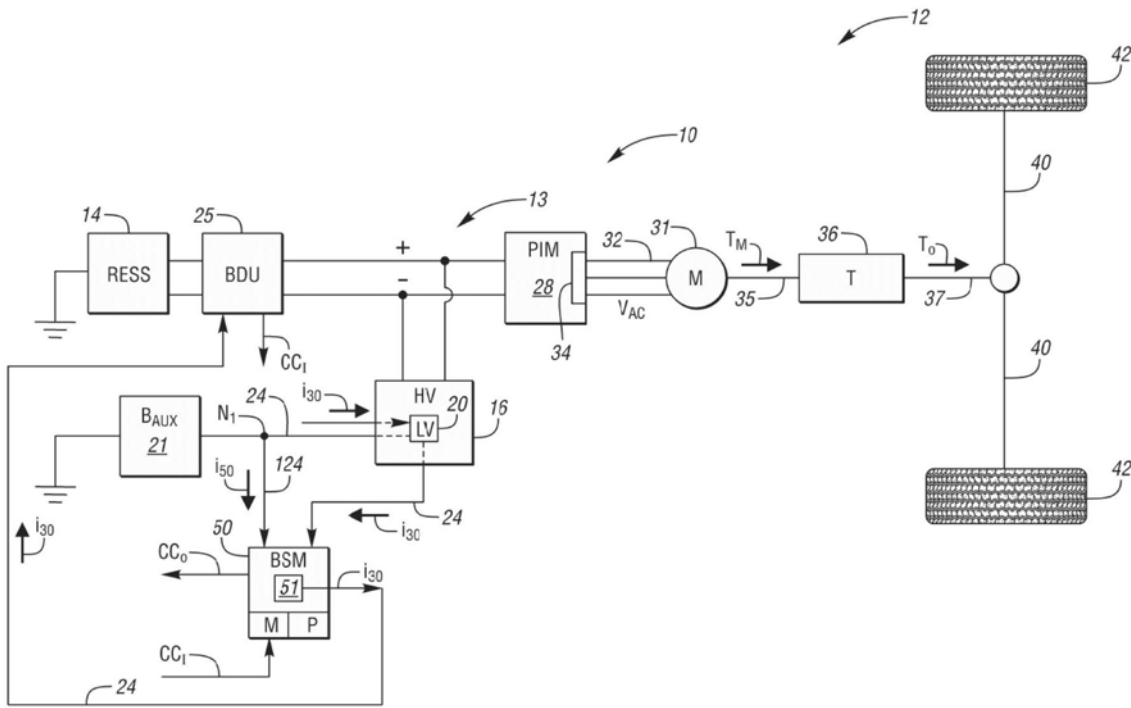


图1

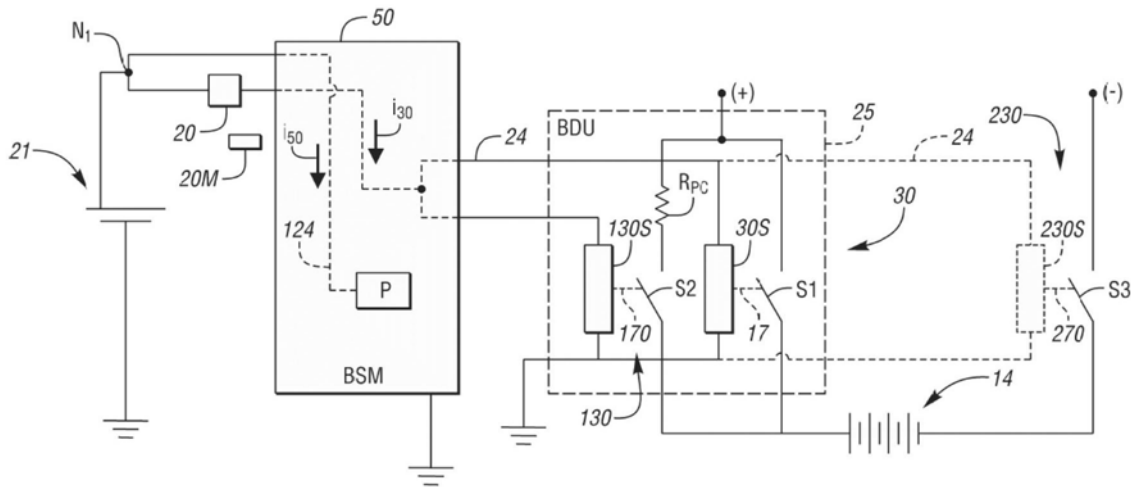


图2

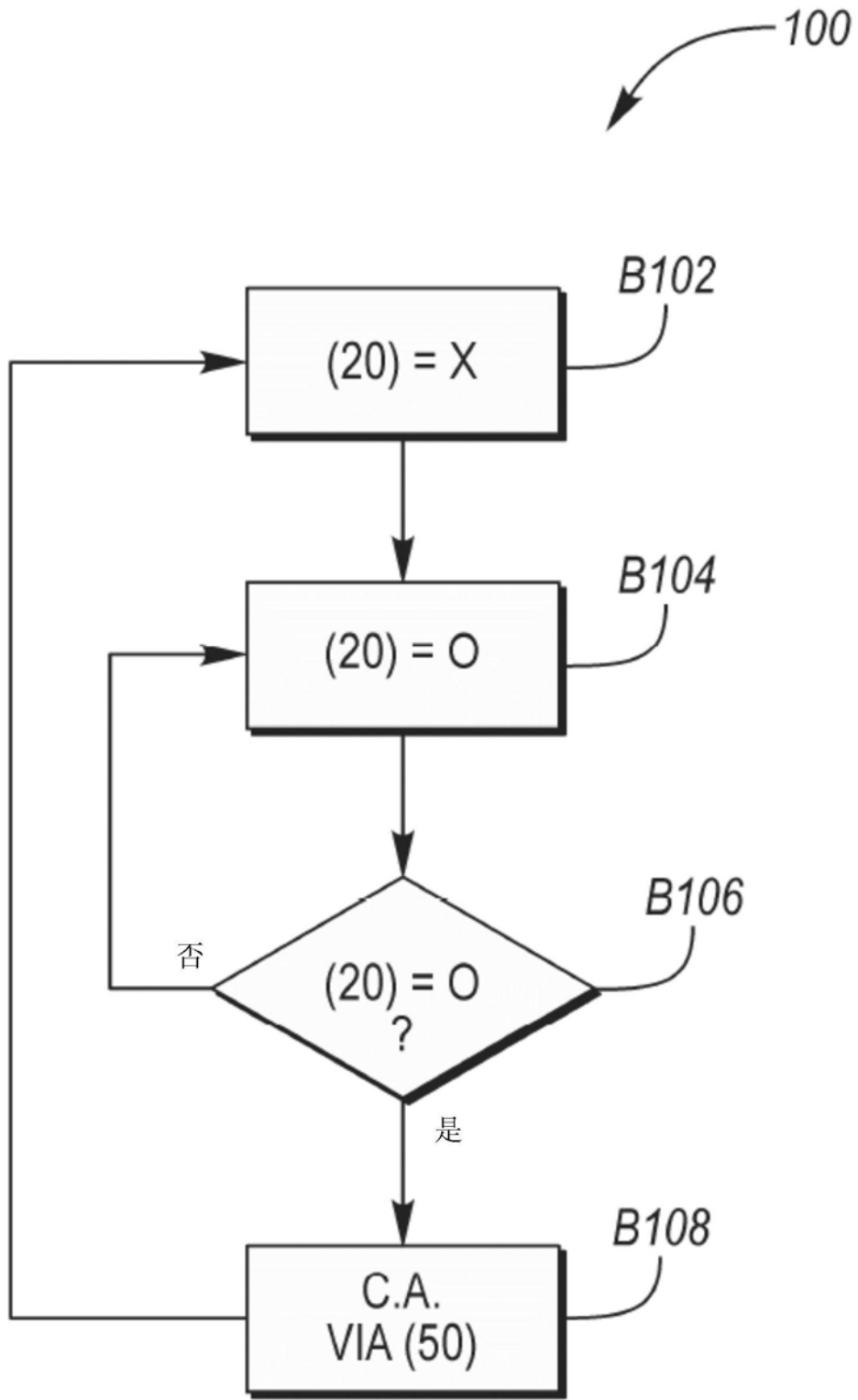


图3