



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106940397 B

(45)授权公告日 2019.11.15

(21)申请号 201611201104.4

(22)申请日 2016.12.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106940397 A

(43)申请公布日 2017.07.11

(30)优先权数据
14/987,563 2016.01.04 US

(73)专利权人 英飞凌科技股份有限公司
地址 德国诺伊比贝尔格

(72)发明人 R·皮祖蒂

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256
代理人 郑立柱 张昊

(51)Int.Cl.

G01R 19/00(2006.01)

G01R 35/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103684370 A,2014.03.26,

CN 103207303 A,2013.07.17,

CN 103207339 A,2013.07.17,

CN 103795381 A,2014.05.14,

CN 104518668 A,2015.04.15,

CN 104786859 A,2015.07.22,

US 2009072809 A1,2009.03.19,

US 2003080772 A1,2003.05.01,

US 4771357 A,1988.09.13,

审查员 杨渊

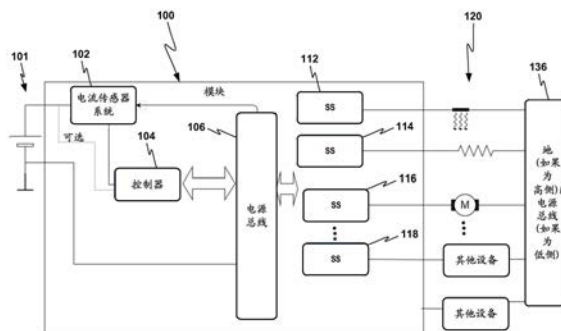
权利要求书4页 说明书13页 附图7页

(54)发明名称

功率分布和控制单元的增强保护、诊断和控制

(57)摘要

公开了用于执行通过电子控制单元中的开关的电流的校准测量的系统、设备、方法和技术。在一个示例中,该设备包括:电流传感器系统;控制器,可操作地连接至电流传感器系统;以及一个或多个开关,可操作地连接至控制器。电流传感器系统被配置为接收通过一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量。电流传感器系统进一步被配置为执行用于一个或多个开关的校准总电流的测量。电流传感器系统进一步被配置为:至少部分地基于通过至少一个开关传导的电流的测量与用于一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定用于至少一个开关的电流的校准值。



1. 一种用于校准的设备,包括:
电流传感器系统;
控制器,可操作地连接至所述电流传感器系统;以及
一个或多个开关,可操作地连接至所述控制器,
其中所述电流传感器系统被配置为:
接收通过所述一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;
执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;
至少部分地基于通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定所述至少一个开关的电流的校准值;
至少部分地基于对通过所述一个或多个开关中的一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定所述一个开关的电流的校准值;以及
在所述一个开关的相应导通时间之前和之后,均执行对通过所述一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述电流传感器系统还被配置为将所述至少一个开关的电流的校准值传输至所述控制器,并且所述控制器被配置为至少部分地基于由所述电流传感器系统确定的所述至少一个开关的电流的校准值调节去往所述至少一个开关的电流。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述至少一个开关包括多个开关,使得所述电流传感器系统被配置为接收通过所述多个开关传导的电流的测量,并且至少部分地基于通过所述多个开关传导的电流的测量与所述多个开关的校准总电流的测量的比较确定所述多个开关的电流的校准值。
4. 根据权利要求1所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:
在一个或多个切换时间之前和之后,接收通过所述一个或多个开关中的每个开关传导的电流的相应测量,其中所述一个或多个开关中的至少一个开关在所述一个或多个切换时间的每个切换时间处导通或关断;
在所述一个或多个切换时间的每个切换时间之前和之后,执行所述一个或多个开关的校准总电流的相应测量;以及
在所述一个或多个切换时间之前和之后,至少部分地基于通过所述一个或多个开关传导的电流的相应测量与所述一个或多个开关的校准总电流的相应测量的比较,记录所述一个或多个开关中的每个开关的电流的校准值。
5. 根据权利要求4所述的设备,其中所述一个或多个开关包括多个开关,并且所述电流传感器系统进一步被配置为:
确定所述多个开关中的两个开关在基本相同的切换时间处导通;
确定用于在基本相同的导通时间处导通的两个开关的组合校准电流;以及
在所述两个开关中的第一个随后关断同时所述两个开关中的第二个保持导通之后,基于新校准总电流的比较确定所述两个开关的各个校准电流值。
6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:
在所述一个或多个开关中的任一个开关导通之前,测量所述设备的基础电流负载;以及

检测在所述设备中是否存在故障。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中所述开关包括一个或多个保护开关和一个或多个非保护开关,其中所述一个或多个非保护开关包括一个或多个金属氧化物半导体场效应晶体管以及一个或多个机械开关或中继器中的至少一个。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:

检测所述非保护开关中的一个非保护开关中的过电流故障;以及

生成去往所述控制器的输出,以关断检测到过电流故障的所述一个非保护开关。

9. 根据权利要求8所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为,使得检测所述一个非保护开关中的过电流故障包括:在没有检测到开关导通的情况下,测量所述一个或多个开关的校准总电流的较高值。

10. 根据权利要求8所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为,使得检测所述一个非保护开关中的过电流故障包括:

对于导通的一个或多个开关,将相应开关关断;

在关断所述相应开关之后,测量新的总校准电流;

将关断所述相应开关之后的所述新的总校准电流的下降与所述至少一个开关的电流的校准值进行比较,以确定所述新的总校准电流的下降等于或大于所述至少一个开关的电流的校准值;

通过重新导通所述相应开关并且重复另一相应开关的关断和测试处理,对确定所述新的总校准电流的降低等于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应;以及

通过保持所述相应开关关断并且指定所述相应开关识别为过电流故障,对确定所述新的总校准电流的降低大于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应。

11. 根据权利要求1所述的设备,其中所述电流传感器系统包括:

数据接收器,被配置为接收通过所述一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;

电流传感器,被配置为执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;

比较器系统,被配置为执行通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,从而生成所述至少一个开关的电流的校准值;以及

数据接口系统,被配置为将数据写入查找表以及从所述查找表读取数据,所述数据包括所述至少一个开关的电流的校准值。

12. 根据权利要求11所述的设备,其中所述电流传感器系统还包括逻辑系统,被配置为:

响应于在没有开关导通的情况下所述一个或多个开关的校准总电流的增加,确定所述一个或多个开关中的一个开关识别为过电流故障;以及

生成去往所述控制器的输出,以关断识别为过电流故障的所述一个开关。

13. 根据权利要求1所述的设备,还包括可操作地将所述一个或多个开关连接至所述控制器的总线,其中所述电流传感器系统可操作地连接至所述总线,其中所述电流传感器系统进一步被配置为,使得执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量至少部分地基于执行通过所述总线的电流的测量,并且其中所述电流传感器系统是基于霍尔效应电流传感器、巨磁阻电流传感器、变压电感电流传感器和电阻分流电流传感器中的至少一个进行实

施的。

14. 根据权利要求1所述的设备,其中所述设备进一步被配置为:响应于在稳定状态操作的同时检测过电流条件,轮询通过所述一个或多个开关传导的电流的测量以确定所述一个或多个开关中的经历负载故障的开关。

15. 一种用于校准的系统,包括:

数据接收器,被配置为接收通过可操作地连接至所述系统的一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;

电流传感器,被配置为执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;

比较器系统,被配置为执行通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,从而生成所述至少一个开关的电流的校准值;

数据接口系统,被配置为:

生成表示所述至少一个开关的电流的校准值的输出;以及

将数据写入存储器或数据存储单元,从而所述数据接口系统被配置为在所述存储器或数据存储单元的查找表中记录所述至少一个开关的电流的校准值;以及

逻辑系统,被配置为:

响应于在没有开关导通的情况下所述一个或多个开关的校准总电流的增加,确定所述一个或多个开关中的一个开关被识别为过电流故障;以及

生成输出以关断识别为所述过电流故障的所述一个开关。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中所述逻辑系统进一步被配置为,使得响应于在没有开关导通的情况下所述一个或多个开关的校准总电流的增加,确定所述一个或多个开关中的一个开关被识别为过电流故障包括:

对于导通的一个或多个开关,关断相应开关;

在关断所述相应开关之后,测量新的总校准电流;

将关断所述相应开关之后的所述新的总校准电流的降低与所述至少一个开关的电流的校准值进行比较,以确定所述新的总校准电流的降低是等于还是大于所述至少一个开关的电流的校准值;

通过重新导通所述相应开关并且重复另一相应开关的关断和测试处理,对确定所述新的总校准电流的降低等于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应;以及

通过保持所述相应开关关断并且指定所述相应开关识别为过电流故障,对确定所述新的总校准电流的降低大于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应。

17. 一种用于校准的方法,包括:

接收通过一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;

执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;

至少部分地基于通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定所述至少一个开关的电流的校准值;

在一个或多个切换时间之前和之后,接收通过所述一个或多个开关中的每个开关传导的电流的相应测量,其中所述一个或多个开关中的至少一个开关在所述一个或多个切换时间的每个切换时间处导通或关断;

在所述一个或多个切换时间的每个切换时间之前和之后,执行所述一个或多个开关的

校准总电流的相应测量;以及

在所述一个或多个切换时间之前和之后,至少部分地基于通过所述一个或多个开关传导的电流的相应测量与所述一个或多个开关的校准总电流的相应测量的比较,记录所述一个或多个开关中的每个开关的电流的校准值。

功率分布和控制单元的增强保护、诊断和控制

技术领域

[0001] 本公开涉及功率系统,并且具体地,涉及电子控制单元。

背景技术

[0002] 具有电流传感器的智能开关通常用于驱动负载,诸如汽车系统中的灯。智能开关电流感测可使用反馈管脚来提供与开关的输出电流成比例的电流。电流感测装置可被配置为感测类似于旨在用于传导的开关的额定电流的范围内的电流。

发明内容

[0003] 通常,本公开的各种示例的目的在于提供一种电子控制单元,其被配置为在大范围的电流等级之上提供增强精度的电流感测。在本公开的各个示例中,电子控制单元可以包括电流传感器系统,其可以执行用于连接至电子控制单元的每个负载部件或者连接至特定电源供给的负载的开关消耗的电流的校准测量,电流的精确测量在大电流范围内,其可能具有单独的传统对应开关电流感测。因此,本公开的电子控制单元的单个模型可应用于大范围电流的大范围的不同应用。电子控制单元可以将每个负载部件的每个开关的校准电流消耗传输至电子控制模块的控制器。至少部分地基于由电流传感器系统确定或基于其计算的校准电流值,控制器可以调节开关的电流,包括不具有电流感测的开关,诸如中继器或金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。电子控制单元可以潜在地执行随时间重复的每个开关的校准电流值的确定,诸如电子控制单元每次上电时,这可以帮助确保校准电流值保持随时间精确地校准。因此,控制器可以精确地调节连接至每个开关的负载中消耗的电源以及在开关中消耗的电能。电子控制单元还能够快速地检测负载中的故障条件或者与另一部件的问题,以及快速地关断去往失效或故障的负载或部件的电流、或者关断负载电流连接或负载布线连接失效或故障的负载或部件的电流。

[0004] 一个示例的目的在于一种设备。该设备包括:电流传感器系统;控制器,可操作地连接至电流传感器系统;以及一个或多个开关,可操作地连接至控制器。电流传感器系统被配置为接收通过一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量。电流传感器系统进一步被配置为执行一个或多个开关的校准总电流的测量。电流传感器系统进一步被配置为至少部分地基于通过至少一个开关传导的电流的测量与一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定至少一个开关的电流的校准值。

[0005] 另一示例的目的在于一种系统。该系统包括:数据接收器,被配置为接收通过可操作地连接至系统的一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量。该系统还包括电流传感器,被配置为执行一个或多个开关的校准总电流的测量。该系统还包括比较器系统,其被配置为执行通过至少一个开关传导的电流的测量与一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,从而生成至少一个开关的电流的校准值。该系统还包括数据接口系统,其被配置为生成表示至少一个开关的电流的校正值的输出。

[0006] 另一示例的目的在于一种方法。该方法包括:接收通过一个或多个开关中的至少

一个开关传导的电流的测量。该方法还包括执行用于一个或多个开关的校准总电流的测量。该方法进一步包括至少部分地基于通过至少一个开关传导的电流的测量与一个或多个开关的校准总电流的测量的比较确定至少一个开关的电流的校准值。

[0007] 以下在附图和说明书中阐述本公开的一个或多个示例的细节。其他特征、目的和优点将从说明书、附图和权利要求中变得明显。

附图说明

[0008] 图1是示出本公开实施方式中的示例性电子控制模块的框图。

[0009] 图2示出了由包括在图1的电子控制模块中的多个开关和电流传感器系统检测的随时间变化的电流的示例性示图。

[0010] 图3是示出本公开的另一实施方式中的包括MOSFET和/或除多个保护开关之外的中继器的另一示例性电子控制模块的概念框图。

[0011] 图4示出了本公开一个实施方式中的通过多个保护开关和MOSFET以及通过包括在图3的电子控制模块中的电流传感器系统的随时间变化的电流的另一示例性示图。

[0012] 图5示出了本公开一个示例中的电流传感器系统的概念框图。

[0013] 图6是示出根据本公开示例的操作电流传感器的方法,电流传感器用于测量和存储通过多个开关消耗的电流的校准值以及电子控制模块中的开关的校准因子。

[0014] 图7示出了本公开另一实施方式中的通过多个开关并通过包括在图1的电子控制模块中的电流传感器系统得到的随时间变化的电流的另一示例性示图,其中电流传感器系统可以检测并提供关于电子控制模块本身的故障指示。

具体实施方式

[0015] 图1是示出本公开一个实施方式中的示例性电子控制模块100的框图。电子控制模块100可以实施为电源分配模块(PDM)、主体控制模块(BCM)或动力系控制模块(PCM)或用于控制提供给例如汽车的部件的电流的其他模块。电子控制模块100包括电流传感器系统102、可操作地连接至电流传感器系统102的控制器104(例如,微控制器、系统控制器)、可操作地连接至控制器104的电源总线106以及可操作地连接至电源总线106的代表性示例性开关112、114、116和118。电流传感器系统102和电源总线106可以可操作地连接至电源101。在一些示例中,控制器104可以经由电流传感器系统102和电源总线106连接至电源,或者在一些示例中可以独立地连接至电源101。

[0016] 例如,开关112、114、116和118均切换用于相应电子负载部件120的电源,诸如前灯、其他外部灯、内部灯、电机(例如,用于窗户或锁)、加热线圈和/或汽车中的其他电设备和部件。在各个应用中,前灯和其他灯可以是发光二极管(LED)灯和/或白炽灯。电子负载部件120可以连接至地或电源总线136(在使用高侧电流传感器的实施方式中为地)或者电源总线(使用低侧电流传感器的实施方式)。在一些示例中,开关112、114、116和118可以结合诸如内置诊断和保护的特征。其他实施方式可以包括其他类型的开关,诸如以下进一步所述。各种电子设备和部件还可以连接至地/电源总线136。

[0017] 如上所述,电子控制模块100可以包括电流传感器系统102,其可以执行从连接与电子控制模块100连接的一个或多个负载部件的一个或多个开关112、114、116和118中的每

一个消耗的电流的校准测量。电流传感器系统102可以随时间重复地执行通过一个或多个开关112、114、116和118的电流的其校准电流测量,诸如紧接在每次电子控制模块100上电之后,利用大范围的电流上的电流的精确测量。在一些示例中,电流传感器系统102可以将开关112、114、116和118中的每个开关消耗的校准电流传输至电子控制模块100的控制器104,这可能随时间重复,诸如在每个开关第一次导通之后。电流传感器系统102还可以保持用于每个开关112、114、116和118以及可能的任何MOSFET、中继器或由控制器104供电的其他部件的校准电流消耗值和/校准因子的查找表。因此,控制器104可以精确地调节针对每个部件的电源,并且能够快速地基于来自电流传感器系统102的输出切断故障的部件或负载,包括保护有限数量的不包括电流感测的开关设备。

[0018] 传统的使用反馈管脚的智能开关通常在系统组装期间一次性最大化校准,并且通常具有进一步电流降低到其标称或额定电流范围以下而剧烈(例如,指数地)下降的精度。例如,传统的智能开关能够感测到4-5安培的标称电流范围内加减5-10%的精度范围的电流(例如,用于对白炽灯供电),但是在0.5安培(例如,为发光二极管LED供电)仅可以精确到加减50%的范围内。这对系统的设计和负载的保护存在限制。一些典型的智能开关包括支持不同负载的标称电流范围,但是这些实施方式要求不同的变化,这通常是不实际的。相反,本公开的实施方式(诸如电子控制模块100)可以重复地测量用于每个开关的校准电流值(诸如在每次上电或每次开关激活之后),并且在来自覆盖应用的宽阵列的宽电流范围的任何电流处可以是精确的,如此能够利用相似的精度为不同范围的负载部件(诸如白炽灯或LED)供电。由于本公开的实施方式(诸如电子控制模块100)能够经由单个电流传感器系统102实现检测和校准通过每个开关的电流,所以在一些示例中,本公开的实施方式还可以消除每个开关中的专用电流感测的需求。这可以消除在系统组装时校准开关的需求。该系统可以允许增加特定负载条件的诊断或识别,这在单独使用现有的智能开关的电流反馈的情况下是不可能的。

[0019] 在各个示例中,电流传感器系统102可以实施为通过其磁场测量电流的霍尔效应传感器。在各个示例中,电流传感器系统102还可以实施为巨磁阻(GMR)电流传感器、电阻分流传感器、电流感测电流变压器或电感传感器、或者任何其他类型的电流传感器。电子控制模块100的方面进一步参照以下的各个示例来描述。

[0020] 图2示出了本公开实施方式中的由多个开关112、114、116和118以及通过包括在图1的电子控制模块100中的电流传感器系统102检测的随时间变化的电流的示例性示图200。与开关112、114、116和118的电流感测无关地,电流传感器系统102检测通过电源总线106共同到达开关112、114、116和118的校准总电流。如下文进一步描述的,电流传感器系统102由此能够实现经由相应开关112、114、116和118进行维护的负载部件的每个负载部件的电流消耗的独立的持续校准确定。

[0021] 示图200示出了电子控制模块110上电之前的初始时间T1。然后,示图200示出了开关112导通之后的时间T2。在该示例性示例中,开关112可以检测通过其的10安培的电流(212),并且将该值报告给电流传感器系统102和/或控制器104。同时,电流传感器系统102检测接在开关112导通之后以及在由控制器104供电的任何其他开关导通之前的时间T2处12安培的电流(202B)。因此,电流传感器系统102确定用于通过开关112消耗的电流的12安培的校准值。因此,电流传感器系统102还可以确定用于开关112的+2安培的校准因子,表示

由开关112报告的值应该通过+2安培来校正。因此,电流传感器系统102可以通过基于规律使用校准并测量通过其的电流来推断由每个负载部件消耗的电流,并且保持校准电流值和/或校准因子的查找表。

[0022] 随着附加开关导通,电流传感器系统102可以继续执行由控制器104供电的每个负载的校准电流测量。在时间T3处,在开关114导通以将电流传导至其负载之后,开关114可以测量并报告电流值(214),同时电流传感器系统102可以测量总校准电流的新值(202C)。电流传感器系统102可以从其在时间T3处测量的总电流中减去先前通过开关112消耗的测量电流的值,以确定开关114的校准电流消耗,作为通过开关114的电流的独立测量。电流传感器系统102可以确定用于开关114的校准因子作为通过开关114的电流的校准测量与由开关114测量和报告的电流值之前的差。

[0023] 类似地,在时间T4处,开关116和118均可以刚刚导通,并且均可以测量和报告其自身的电流流动值(216、218),同时电流传感器系统102还可以测量总电流的新值(202D),其中除流过开关112和114的现有电流之外,附加电流通过开关116和118。由于两个开关基本或有效地同时导通,所以电流传感器系统102不能够确定用于通过每个开关116和118的电流的对应校准值,但是代替地,可以确定通过两个开关116和118的组的净电流的组合校准值。电流传感器系统102还可以将通过两个开关116和118的组的净电流的组合校准值与由开关116和118报告的电流值的净总值进行比较,以确定净总校准因子,其为通过两个开关116和118的自身确定的校准净总电流与由开关116和118报告的电流值总和之间的差值。电流传感器系统102可以临时地存储开关116和118的组的校准组合电流值和/或组合校准因子,直到电流传感器系统102能够识别用于组合的两个开关116、118的独立信息。

[0024] 在随后的时间(图2中未示出),开关116可以关断而开关118保持导通,并且电流传感器系统102可以测量新的较低的总校准电流值。然后,电流传感器系统102可以确定用于开关116的校准电流值的总测量电流中的差值,以及新的总测量电流与来自开关116和118导通之前的时间T3的总测量电流之前的差值,作为开关118的校准电流。在另一示例中,电流传感器系统102可以等效地确定开关118的校准电流作为开关116和118的临时组合电流与开关116关断之后的下落电流之间的差值。然后,电流传感器系统102还可以确定开关116和118的相应校准因子作为由开关116和118报告的相应电流值与新确定的开关116和118的对应校准电流值之间的相应差值。电流传感器系统102可以向控制器104报告其确定的用于开关的校准电流值。电流传感器系统102还可以在其查找表中存储用于开关116和118的校准电流值和/或校准因子,电流传感器系统102还可以将其内容报告给控制器104。

[0025] 图3是示出本公开的另一实施方式中的类似于上述电子控制模块100并且还包除多个保护开关112、114、116之外的MOSFET 322和/或中继器324的另一示例性电子控制模块300的概念框图。类似于上面参照图1的描述,电子控制模块300还包括电流传感器系统102、可操作地连接至电流传感器系统102的控制器104、可操作地连接至控制器104的电源总线106以及连接至上文列出的各个部件的电源101。

[0026] 在电子控制模块300上电之后,电流传感器系统102可以随着每个开关112、114、116和/或MOSFET 322和/或中继器324导通或者投入运行来测量总电流,与由开关112、114、116和/或MOSFET 322和/或中继器324的各个部件检测和报告的报告值相比。从而,在该示例中,在导通相应的开关之后,电子控制模块300的电流传感器系统102可以测量和记录用

于流过每个开关112、114、116和/或MOSFET 322和/或中继器324(统称为“开关”)的电流的校准值和/或校准因子。

[0027] 具体地,在具有MOSFET 322的示例中,开关112和114可以首先导通,并且电流传感器系统102可以记录用于每个开关112和114的校准电流和/或校准因子。然后,MOSFET 322可以导通,并且电流传感器系统102可以确定包括通过MOSFET 322的电流的新总电流,确定MOSFET 322导通之后的新总电流与MOSFET 322导通之前的先前总校准电流之前的差值,并且记录该差值作为由MOSFET 322消耗的校准电流。然后,该结构可用于保护MOSFET或中继器和由MOSFET驱动负载免受故障状况。下文进一步参照图4描述该示例。

[0028] 如上参照图1和图2所述,电流传感器系统102可以一次一个地或者临时以组为单位地(如果开关112、114、116和/或MOSFET 322和/或中继器324中的两个或多个的组同时导通)测量和记录用于开关112、114、116和/或MOSFET 322和/或中继器324的校准值和/或校准因子。在开关112、114、116和/或MOSFET 322和/或中继器324中的两个或多个的组初始地同时导通的一些示例中,电流传感器系统102可以等待能够区分通过同时导通的组的各个开关(潜在地包括MOSFET和/或中继器)的电流流动之间的测量值。即,电流传感器系统102可以等待在与该组的其他成员的切换时间独立的对应时间处组的各个开关(潜在地包括MOSFET和/或中继器)关断和/或重新导通,并且当组中的各个成员关断和/或重新导通时,电流传感器系统102可以测量总校准电流中的差值。

[0029] 因此,当开关分别导通或关断时,电流传感器系统102可以区分组的各个成员的校准电流和/或校准因子的测量。例如,开关102和MOSFET 322可初始地同时导通,并且电流传感器系统102可以初始测量并记录作为组的开关102和MOSFET 322的组合校准电流。MOSFET 322在随后时间可以关断且同时任何开关没有其他变化,此时电流传感器系统102可以测量新的总校准电流,确定由MOSFET 322消耗的校准电流作为总校准电流值中的差值,并且确定由开关122消耗的校准电流作为记录为由开关122和MOSFET 322的组消耗的组电流减去MOSFET 322的新确定电流之间的差值。

[0030] 虽然电流传感器系统102在一些示例中可以被动地等待总电流初始以组记录的开关随后一次导通一个来使电流传感器系统102区分各个电流的测量,但在其他示例中,电流传感器系统102可以干涉以使得开关触发它们的切换时间,至少足够使电流传感器系统102进行它们校准电流消耗的对应测量。在这些示例中的一些中,电流传感器系统102可以确保开关、MOSFET、中继器和/或其他负载元件在初始导通期间交错它们的切换时间;在其他示例中,电流传感器系统102可以使得开关、MOSFET、中继器、和/或其他负载元件导通而不首先干扰,等待对应的切换允许电流消耗的对应测量的时间段,然后如果经过设置的时间端而没有对应的切换来允许区分电流的测量,则电流传感器系统102开始干涉以交错多个负载元件的同时切换之间的切换时间,能够测量和记录它们对应的校准电流值和/或校准因子。

[0031] 电流传感器系统102可以确保这种交错切换时间不干扰开关和开关向其提供电流的部件的正常功能。例如,在使得关断处理被交错得至少足以使电流传感器系统在针对仅一个开关完成切换时间之后进行总校准电流的对应测量之前,还在允许其他开关关断之前,电流传感器系统102可以确保两个开关均被关断,因为不再需要来自两个开关的电流。在另一示例中,如果电流传感器系统102还不能够在设置的时间段之后区分用于两个开关

的校准电流值的对应确定,并且电流传感器系统102检测两个开关均关断,则电流传感器系统102可以使得一个开关单独导通足够长的时间来使电流传感器系统102在一个开关导通而另一开关关断的情况下区分总校准电流的测量,并由此确定用于两个开关的校准电流值(假设电流传感器系统102先前一起确定两个开关的组校准电流并且至少临时将该组电流存储在其查找表或缓冲器中)。

[0032] 电流传感器系统102还可以使用其用于开关的电流值和/或校准因子的计算或确定的测量值来检测由MOSFET 322或中继器324驱动的负载中的短路或其他故障。给定电子控制单元中的开关可以包括一些保护开关和一些非保护开关,并且非保护开关可以至少相对更加易受过电流故障的影响。例如,在没有任何新开关导通的情况下,电流传感器系统102可以检测总电流中的突发尖峰或上升;确定由于特定开关(例如,MOSFET 322或中继器324)中的故障所引起的尖峰;以及关断特定开关。作为具体示例,电流传感器系统102可以通过实施算法和/或检查查找表来响应于尖峰,从而确定表示MOSFET 322的过电流故障的尖峰。下文参考图4进一步描述检测和响应电流中的尖峰表示MOSFET 322中的故障。

[0033] 电流传感器系统102可以通过针对具有故障的负载关断电流并关断开关来响应于特定开关(例如,MOSFET322或中继器324)的负载的检测故障。因此,电流传感器系统102能够保护MOSFET、中继器或其他开关免受失败或故障负载,尤其是非保护开关,这通过在检测负载故障的情况下关断这些开关来实现,即使在MOSFET、中继器或其他开关自身中没有内置专用电流感测和保护部件的情况下。用于安全地减少或消除在MOSFET、中继器或其他开关中内置的专用电流感测和保护部件的这种技术能够减少MOSFET或中继器的重量、体积、复杂度和成本。

[0034] 图4示出了本公开的实施方式中的通过多个保护开关112和114和MOSFET 322以及通过包括在图3的电子控制模块300中的电流传感器系统102的随时间变化的电流的另一示例性示图400。在示图400中,时间T1表示在向电子控制模块300提供电源之前。在时间T2处,第一开关112导通,并且示图300示出了由开关112报告的电流(412)以及由电流传感器系统102在时间T2处检测的校准电流(402B)。在一些示例中,电流传感器系统102可以检测两个等级之间的差值作为校准因子以施加于由开关112报告的电流;在一些示例中,电流传感器系统102还可以记录开关112的校准电流或者开关112的校准因子和校准电流。

[0035] 在时间T3处,另一开关114导通并且报告其电流(414),并且电流传感器系统102在相同的时间T3处测量新的较高等级的总校准电流(402C)。电流传感器系统102可以记录其在时间T3处的新感测总校准电流与其先前在时间T2处记录的电流之间的差值,作为用于开关114的校准电流。电流传感器系统102还可以测量用于开关114的校准电流与开关114自报告的电流之间的差值,并且将该差值记录为用于开关114的校准因子。

[0036] 在时间T4处,MOSFET 322如图3一样导通并且报告其电流消耗(422D)。电流传感器系统102可以与开关一样测量时间T4处的新总校准电流(402D)。记录时间T4处的总校准电流与时间T3处的总校准电流之间的差值作为MOSFET 322的校准电流,并且记录MOSFET 322的校准电流与由MOSFET 322自报告的通过MOSFET 322的电流消耗之间的差值作为用于MOSFET 322的校准因子。因此,例如,电流传感器可以确定由MOSFET 322消耗的电流作为电流传感器系统102在时间T4处测量的总电流减去针对开关112和114记录的校准电流值。

[0037] 然后,在时间T5处,MOSFET 322可以报告其电流消耗中的尖峰或显著增加(422E),

并且电流传感器系统102可以检测其测量的总校准电流中的另一增加(402E),对应于MOSFET 322的过电流故障或短路或过载或故障(统称为“故障”或“过电流故障”)。电流传感器系统102可以测量电流中的显著增加而不使任何新开关导通。例如,通过MOSFET 322的电流可从16安培增加到40安培。电流传感器系统102可以在不存在任何新负载单元导通的情况下并且通过检查其他开关的电流反馈管脚会推断MOSFET 322经历过电流故障来检测总电流尖峰或上升24安培。

[0038] 响应于确定通过MOSFET 322连接的负载失败,电流传感器系统102可以关断MOSFET 322(图4中未示出)。在各个示例中,在电流上升多于少量之前,电流传感器系统102可以检测过电流,没有对应的负载单元切换在线并且响应于故障(例如,MOSFET 322)关断失败或故障负载单元。通过快速地关断MOSFET 322,电流传感器系统102可以保护MOSFET 322和MOSFET 322的负载下游免受过电流,或者至少全部、但初始地出现过电流,在经由MOSFET 322连接的负载故障的情况下并且不要求MOSFET 322自身中的保护部件。

[0039] 上文参照MOSFET 322以及图3和图4的描述还可以类似地应用于中继器324,或者其他非保护开关或易故障的开关来代替MOSFET 322。电流传感器系统102可以记录由中继器324消耗的校准电流,可以检测中继器324的故障,并且可以通过关断中继器324来响应检测到中继器324的故障。在其他示例中,电流传感器系统102可以测量和记录用于多个MOSFET、多个中继器或者一个或多个MOSFET和一个或多个中继器的组合(可能与任何数量的其他类型的开关和/或其他下游的电流消耗元件的组合)的校准电流值。

[0040] 电流传感器系统102可以在查找表中记录用于所有这些开关和/或其他负载元件的校准电流值和/或校准因子用于未来的参考,并且可以潜在地随时间更新用于任何或所有开关和/或其他负载元件的电流值和/或校准因子。电流传感器系统102可以通过使用算法和/或其他内部逻辑系统来响应于故障的任何指示,以识别和关断故障开关或其他负载元件,而不需要MOSFET、中继器或其他开关或负载元件中的专用保护感测和反馈部件。因此,在熔丝在过电流故障时不能够关断电流的一些操作条件下,电流传感器系统102可以提供用于MOSFET、中继器和其他开关或负载元件的过电流保护。

[0041] 在使用多于一个的MOSFET和/或中继器和/或其他易受过电流的开关的示例中,当电流传感器系统102检测到电流尖峰而没有对应的新开关导通时,电流传感器系统102可以使用算法和/或其他逻辑来确定多个MOSFET和/或中继器中的哪一个正在经受过电流故障。例如,电流传感器系统102可以使控制器104切断所选的第一MOSFET或中继器,并且电流传感器系统102可以检测电流中的对应下降,并且确定电流下降是否与用于第一MOSFET或中继器的标准值一致,或者与用于第一MOSFET或中继器的异常高值一致。具体地,在一些示例中,电流传感器系统102可以确定关断第一MOSFET或中继器之后的所得电流是否等于或大于来自除第一MOSFET或中继器之外的所有其他负载单元的总电流。在这些示例性技术中,电流传感器系统102可以检测其在关断第一MOSFET或中继器之后测量的总电流是否表示第一MOSFET或中继器是经历故障的负载单元。

[0042] 如果第一MOSFET或中继器不表示为故障单元,但电流传感器系统102随后可以将第一MOSFET、中继器或其他开关重新导通并且关断第二MOSFET、中继器或其他开关,并且检测第二MOSFET、中继器或其他开关是故障源。电流传感器系统102可以根据需要经过尽可能多的MOSFET、中继器或其他开关的顺序进行,一直到由电子控制单元300提供的所有

MOSFET、中继器和/或其他易受故障的开关,直到电流传感器系统102识别并且能够关断故障开关为止。在各个示例中,电流传感器系统102能够在过电流故障的时间尺度上快速地检查通过多个MOSFET、中继器和/或其他易受故障的开关,使得电流传感器系统102能够相对于故障开关由于其故障而导致自身或下游负载部件的损伤的能力快速地关断故障开关。

[0043] 在电流传感器系统102试图检测多个MOSFET、中继器和/或其他易受故障的开关中的哪一个是被检测过电流故障的原因,电流传感器系统102可以进行这种尝试来检测哪个负载单元以规定的顺序发生故障。在一些示例中,规定的顺序可以是逆向时间顺序,其中,易受故障的开关导通。在一些示例中,规定顺序可以是正向的时间顺序,其中,易受故障的开关导通。在一些示例中,规定顺序可以由开关消耗的正常电流的电流值的减小顺序(从最高电流到最低电流);或者从最低到最高的电流的增加值。在一些示例中,电流传感器系统102可以注册一个或多个开关已知为尤其高的可靠性,并且可以首先测试没有注册为尤其高的可靠性的开关。在一些示例中,电流传感器系统102通常可以记录所有其连接的易受故障开关的估计可靠性的更加详细的顺序,并且可以从可靠性估计列表的最底部或最不可靠到可靠性估计列表的顶部或最可靠的顺序测试开关。在一些示例中,电流传感器系统102可以由其他逻辑确定的顺序来测试开关。

[0044] 图5示出了本公开的一个示例中的电流传感器系统502的概念性框图。电流传感器系统502是可包括为参照图1至图4以及图7描述的电子控制单元100或300的部件的电流传感器系统102的示例性实施方式。电流传感器系统502包括接收器522、电流传感器524、可操作地连接至数据接收器522和电流传感器524的比较器系统526、一个或多个存储器和/或数据存储单元530(“存储器/数据存储单元530”)、可操作地连接至比较器系统526和存储器/数据存储单元530的数据接口系统528以及可操作地连接至数据接口系统528的逻辑系统532。

[0045] 在一些示例中,作为另一特征,在待机状态操作(没有负载导通或关断)中,如果电流传感器系统502检测到过电流条件,则传感器输入可以设置标记或切断(trip)比较器以触发控制器立刻轮询智能开关电流反馈信号,从而确定哪个开关经受负载故障。因此,设备可以被配置为响应于在稳定状态操作下检测到过电流条件来轮询通过开关传导的电流的测量,从而确定哪个开关经历负载故障。该特征可以改进响应时间到故障条件,减少开关的延迟和暴露到过载条件。该特征可以增加系统可靠性并降低系统成本。

[0046] 接收器522被配置为接收通过电子控制单元中的一个或多个开关(诸如上述保护开关112、114、116和118、MOSFET 322或中继器324)传导的电流的测量值。接收器522被示为具有图5中的四个示例性输入端,但是在其他示例中可以配置有任何数量的输入端来用于接收通过任何数量的开关或其他部件传导的电流的测量值。在其他示例中,接收器522可以被配置为确定一个或多个输入端中的每一个中的电流而非接收外部执行的通过一个或多个开关和/或其他部件的电流的测量。

[0047] 电流传感器524可以连接至电源总线106,并且可以被配置为执行用于连接至电源总线106的一些或所有开关的校准总电流的测量。在各个示例中,电流传感器524可以实施为霍尔效应电流传感器、巨磁阻(GMR)电流传感器、变压感测电流传感器、电阻分流传感器、或者其他类型的电流传感器。在其他示例中,电流传感器可以在电流传感器系统502外,并且电流传感器系统502可以被配置为接收外部确定的电流的测量或指示。

[0048] 比较器系统526被配置为执行来自接收器522的通过开关传导的电流的测量与来自电流传感器524的用于开关的校准总电流的测量的比较,从而生成用于一个或多个开关的每一个的电流的校准值。数据接口系统528被配置为将数据写入加载查找表和/或存储在存储器/数据存储单元530以及读取来自查找表的数据,其中数据可以包括用于一个或多个开关的电流的校准值,诸如在参照图1至图4以及图7描述的各种开关导通之后的各个时间处确定的电流值,并且可以通过比较器系统526来确定。

[0049] 逻辑系统532被配置为确定响应于在开关没有导通的情况下用于一个或多个开关的校准总电流的增加来确定一个或多个开关中的哪一个可以识别具有过电流故障。逻辑系统532进一步被配置为生成去往控制器的输出(在该示例中经由数据接口528)以关断上述识别具有过电流故障的特定开关。在一些示例中,逻辑系统532可以至少部分地基于一个或多个处理单元(其可以利用实施一个或多个算法的机器可读代码来执行软件或固件)来实施。逻辑系统在一些示例中可以至少部分地基于硬件来实施,诸如一个或多个专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑设备(PLD)、复杂可编程逻辑设备(CPLD)、芯片上系统(SoC)、任何其他形式的逻辑硬件和/或硬件、软件、固件或其他实施方式的任何组合。

[0050] 图6是示出根据本公开示例的操作用于测量和存储通过多个开关消耗的电流的校准值以及用于电子控制模块中的开关的校准因子等的电流传感器的方法600的流程图。方法600可以是操作本公开的各种电流传感器实施方式的操作的一般化形式,诸如参照图1至图5以及图7描述的电子控制单元100和300、处理器200和400以及电流传感器系统500。

[0051] 在图6的示例中,方法600包括接收通过一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量(例如,电流传感器系统102或电流传感器系统502的接收器522接收通过一个或多个开关(可能包括参照图1至图5以及图7描述的一个或多个开关112、114、116和118、MOSFET 322和中继器324)中的每一个传导的电流的相应测量)(602)。方法600还包括执行用于一个或多个开关的校准总电流的测量(例如,电流传感器系统102或电流传感器系统502的电流传感器524执行经由参照图1至图5和图7描述的电源总线106提供给任何一个或多个开关的校准总电流的测量)(604)。方法600还包括至少部分地基于通过至少一个开关传导的电流的测量与用于一个或多个开关的校准总电流的测量的比较确定用于至少一个开关的电流的校准值(例如,电流传感器系统102或者电流传感器系统502的比较器系统526(以及可能的逻辑系统532)在用于特定开关的切换时间之后将用于特定开关的电流测量与总校准电流的变化进行比较,可能包括与先前记录的总校准电流的比较或差异,以及可能包括区分初始具有重叠或同时切换时间的多个开关的电流值,如参照图1至图5以及图7所述)(606)。

[0052] 图7示出了本公开另一实施方式中的通过多个开关112、114、116和118以及通过包括在图1的电子控制模块100中的电流传感器系统102检测的随时间变化的电流的另一示例性示图700,其中,电流传感器系统可以检测并提供关于电子控制模块本身的指示。图7示例中的电子控制模块100的操作可以类似于上述导通开关期间的操作,但是在图7的示例中,在任何开关导通之前(假设电源和其他部件从该管脚供电),电流传感器系统102可以测量电子控制模块100的基础电流负载。电流传感器系统102可以将该基础电流与限值进行比较以检测或确定是否在电子控制模块100自身中存在会引起电子控制模块100的操作电流高

于正常的故障(例如,阻性短路或设备故障,其创建高于正常电流的电流但是不改变功能)。

[0053] 如图7所示,在一些示例中,电子控制模块100的功耗可以基本低于通过开关112、114、116和118连接的负载,并且可以基于1至3安培的等级。例如,电子控制模块100可以通过内部电阻器或其他内部电阻器故障中的树状介电击穿而经历自身的故障。

[0054] 根据电力供给的源,如图7所示,电流传感器系统102还可以在时间T1处或时间T1之后不久从开关的电源中减去电子控制模块100消耗的初始电流702。因此,如图7所示,在时间T0处,电子控制模块100还没有被供电。在时间T1处,电子控制模块100以没有输出地上电,并且电流传感器系统102测量电子控制模块100的电流。在时间T2处,第一开关导通。在时间T1和T2之间,电流传感器系统102可以诊断电子控制模块100的自身电流消耗并且报告该电流消耗是否超过阈值。

[0055] 上述任何电路、设备和方法可以整体或部分地通过任何各种类型的集成电路、芯片集和/或其他设备和/或例如由计算设备执行的软件具体化或执行。这可以包括由一个或多个微控制器、中央处理单元(CPU)、处理核、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、复杂可编程逻辑器件(CPLD)、专用集成电路(ASIC)、芯片上系统(SoC)、由一个或多个潜在计算设备执行的虚拟设备或者硬件和/或软件的任何其他结构执行或具体化的处理。

[0056] 例如,本公开的电流传感器(例如,电流传感器100、300)可以实施或具体化为集成电路,其经由硬件、逻辑、通用处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)和/或一般处理电路的任何组合配置的集成电路,其在一些示例中可以执行软件指令以执行本文描述的各种功能。集成电路可以被配置执行上述任何处理。在一些示例中,上述电流传感器系统和控制器可以组合或集成和/或共享一些或所有功能。本公开的附加方面列举为如下方面A1-A20。

[0057] A1. 在本公开的一个方面A1中,一种设备包括:电流传感器系统;控制器,可操作地连接至所述电流传感器系统;以及一个或多个开关,可操作地连接至所述控制器,其中所述电流传感器系统被配置为:接收通过所述一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;和至少部分地基于通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定所述至少一个开关的电流的校准值。

[0058] A2. 根据方面A1所述的设备,其中所述电流传感器系统还被配置为将所述至少一个开关的电流的校准值传输至所述控制器,并且所述控制器被配置为至少部分地基于由所述电流传感器系统确定的所述至少一个开关的电流的校准值调节去往所述至少一个开关的电流。

[0059] A3. 根据方面A1或A2所述的设备,其中所述至少一个开关包括多个开关,使得所述电流传感器系统被配置为接收通过所述多个开关传导的电流的测量,并且至少部分地基于通过所述多个开关传导的电流的测量与所述多个开关的校准总电流的测量的比较确定所述多个开关的电流的校准值。

[0060] A4. 根据方面A1-A3中任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:至少部分地基于通过特定开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,确定所述一个或多个开关中的所述特定开关的电流的校准值;以及在所述

特定开关的相应导通时间之前和之后,执行通过所述特定开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较。

[0061] A5. 根据方面A1-A4中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:在一个或多个切换时间之前和之后,接收通过所述一个或多个开关中的多个开关中的每个开关传导的电流的相应测量,其中至少一个开关在所述一个或多个切换时间的每个切换时间处导通或关断;在所述一个或多个切换时间的每个切换时间之前和之后,执行所述多个开关的校准总电流的相应测量;以及在所述一个或多个切换时间之前和之后,至少部分地基于通过所述多个开关传导的电流的相应测量与所述多个开关的校准总电流的测量的比较,记录所述多个开关中的每个开关的电流的校准值。

[0062] A6. 根据方面A1-A5中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:确定所述一个或多个开关中的两个开关在基本相同的切换时间处导通;确定用于在基本相同的导通时间处导通的两个开关的组合校准电流;以及在所述两个开关中的第一个随后关断同时所述两个开关中的第二个保持导通之后,基于新校准总电流的比较确定所述两个开关的对应校准电流值。

[0063] A7. 根据方面A1-A6中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:在所述一个或多个开关中的任一个开关导通之前,测量所述设备的基础电流负载;以及检测在所述设备中是否存在故障。

[0064] A8. 根据方面A1-A7中的任一个所述的设备,其中所述开关包括一个或多个保护开关和一个或多个非保护开关,其中所述一个或多个非保护开关包括一个或多个金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)或其他半导体开关以及一个或多个机械开关或中继器中的至少一个。

[0065] A9. 根据方面A1-A8中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为:检测非保护开关中的特定非保护开关中的过电流故障;以及生成去往所述控制器的输出,以关断检测到过电流故障的特定非保护开关。

[0066] A10. 根据方面A1-A9的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为,使得检测所述特定非保护开关中的过电流故障包括:在没有检测到开关导通的情况下,测量所述一个或多个开关的校准总电流的较高值。

[0067] A11. 根据方面A1-A10中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统进一步被配置为,使得检测所述特定非保护开关中的过电流故障包括:对于导通的一个或多个开关,将相应开关关断;在关断所述相应开关之后,测量新的总校准电流;将关断所述相应开关之后的所述新的总校准电流的下降与所述至少一个开关的电流的校准值进行比较,以确定所述新的总校准电流的下降基本等于或显著大于所述至少一个开关的电流的校准值;通过重新导通所述相应开关并且重复另一相应开关的关断和测试处理,对检测到所述新的总校准电流的降低基本等于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应;以及通过保持所述相应开关关断并且指定所述相应开关识别为过电流故障,对确定所述新的总校准电流的降低显著大于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应。

[0068] A12. 根据方面A1-A11中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统包括:数据接收器,被配置为接收通过所述一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;电流传感器,被配置为执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;比较器系统,被配置

为执行通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,从而生成所述至少一个开关的电流的校准值;以及数据接口系统,被配置为将数据写入查找表以及从查找表读取数据,所述数据包括所述至少一个开关的电流的校准值。

[0069] A13.根据方面A1-A12中的任一个所述的设备,其中所述电流传感器系统还包括逻辑系统,被配置为:响应于在没有开关导通的情况下所述一个或多个开关的校准总电流的增加,确定所述一个或多个开关中的特定开关识别为过电流故障;以及生成去往所述控制器的输出,以关断识别为过电流故障的所述特定开关。

[0070] A14.根据方面A1-A13中的任一个所述的设备,所述设备还包括可操作地将所述一个或多个开关连接至所述控制器的总线,其中所述电流传感器系统可操作地连接至所述总线,其中所述电流传感器系统进一步被配置为,使得执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量至少部分地基于执行通过所述总线的电流的测量,并且其中所述电流传感器系统是基于霍尔效应电流传感器、巨磁阻(GMR)电流传感器、变压电感电流传感器和电阻分流电流传感器中的至少一个进行实施的。

[0071] A15.根据方面A1-A14中的任一个所述的设备,所述设备进一步被配置为:响应于在稳定状态操作的同时检测过电流条件,轮询通过所述一个或多个开关传导的电流的测量以确定所述一个或多个开关中的经历负载故障的开关。

[0072] A16.在本公开的另一方面A16中,一种系统包括:数据接收器,被配置为接收通过可操作地连接至所述系统的一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;电流传感器,被配置为执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;比较器系统,被配置为执行通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,从而生成所述至少一个开关的电流的校准值;以及数据接口系统,被配置为生成表示所述至少一个开关的电流的校准值的输出。

[0073] A17.根据方面A16所述的系统,其中所述数据接口系统进一步被配置为将数据写入存储器或数据存储单元,从而所述数据接口系统被配置为在所述存储器或数据存储单元的查找表中记录用于所述至少一个开关的电流的校准值,所述系统还包括逻辑系统,被配置为:响应于在没有开关导通的情况下所述一个或多个开关的校准总电流的增加,确定所述一个或多个开关中的特定开关被识别为过电流故障;以及生成输出以关断识别为所述过电流故障的所述特定开关。

[0074] A18.根据方面A16或A17所述的系统,其中所述逻辑系统进一步被配置为,使得响应于在没有开关导通的情况下所述一个或多个开关的校准总电流的增加,确定所述一个或多个开关中的特定开关被识别为过电流故障,逻辑系统包括逻辑电路,被配置为:对于导通的一个或多个开关,关断相应开关;在关断所述相应开关之后,测量新的总校准电流;将关断所述相应开关之后的所述新的总校准电流的降低与所述至少一个开关的电流的校准值进行比较,以确定所述新的总校准电流的降低是基本等于还是显著大于所述至少一个开关的电流的校准值;通过重新导通所述相应开关并且重复另一相应开关的关断和测试处理,对确定所述新的总校准电流的降低基本等于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应;以及通过保持所述相应开关关断并且指定所述相应开关识别为过电流故障,对确定所述新的总校准电流的降低显著大于所述至少一个开关的电流的校准值进行响应。

[0075] A19. 在本公开的另一方面A19中,一种方法包括:通过电子设备接收通过一个或多个开关中的至少一个开关传导的电流的测量;通过电子设备执行所述一个或多个开关的校准总电流的测量;以及至少部分地基于通过所述至少一个开关传导的电流的测量与所述一个或多个开关的校准总电流的测量的比较,通过电子设备确定所述至少一个开关的电流的校准值。

[0076] A20. 根据方面A19所述的方法,还包括:在一个或多个切换时间之前和之后,接收通过所述一个或多个开关中的多个开关中的每个开关传导的电流的相应测量,其中至少一个开关在所述一个或多个切换时间的每个切换时间处导通或关断;在所述一个或多个切换时间的每个切换时间之前和之后,执行所述多个开关的校准总电流的相应测量;以及在所述一个或多个切换时间之前和之后,至少部分地基于通过所述多个开关传导的电流的相应测量与所述多个开关的校准总电流的测量的比较,记录所述多个开关中的每个开关的电流的校准值。

[0077] 描述了本发明的各个示例。这些和其他示例均包括在以下权利要求的范围内。

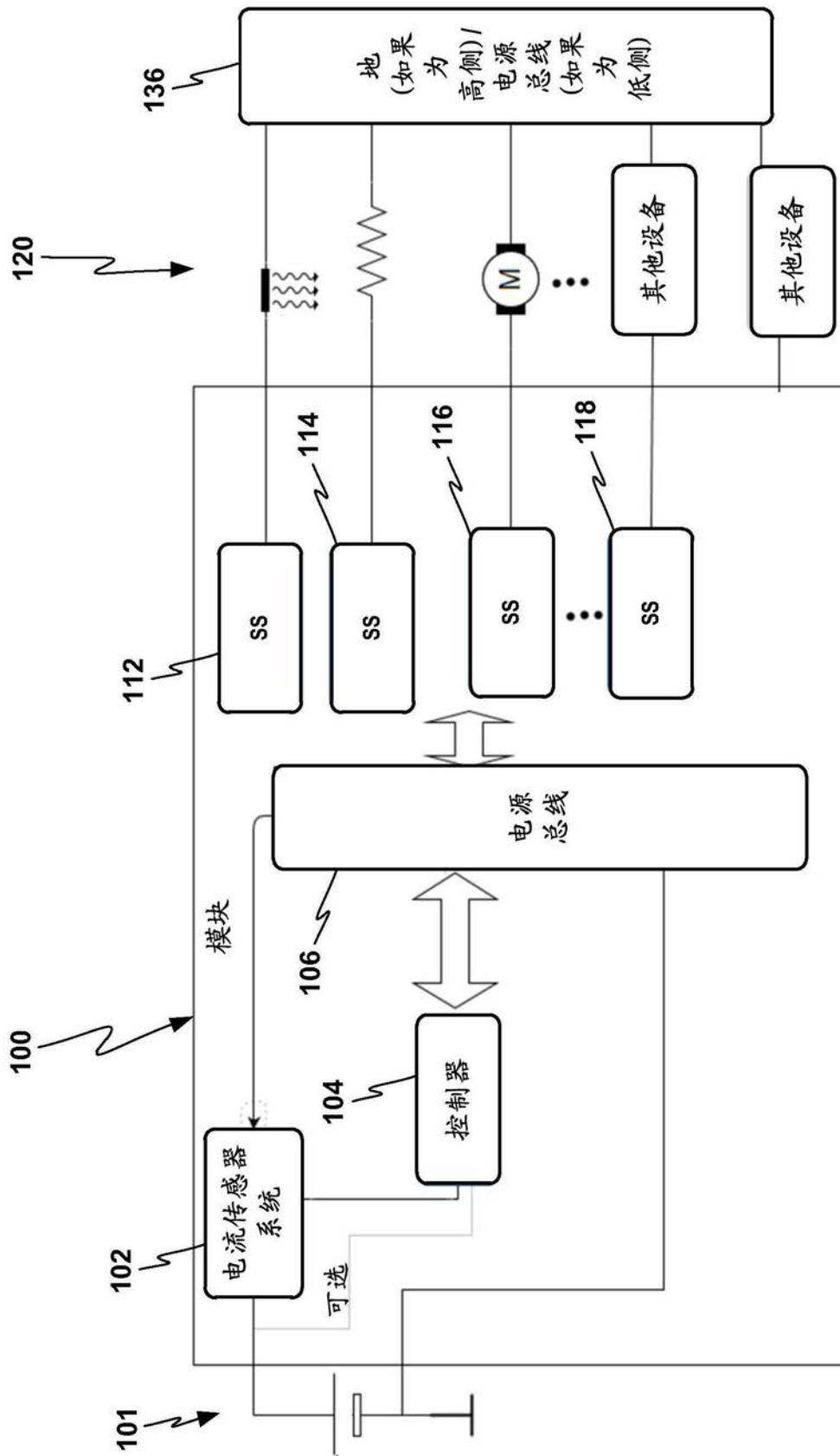


图1

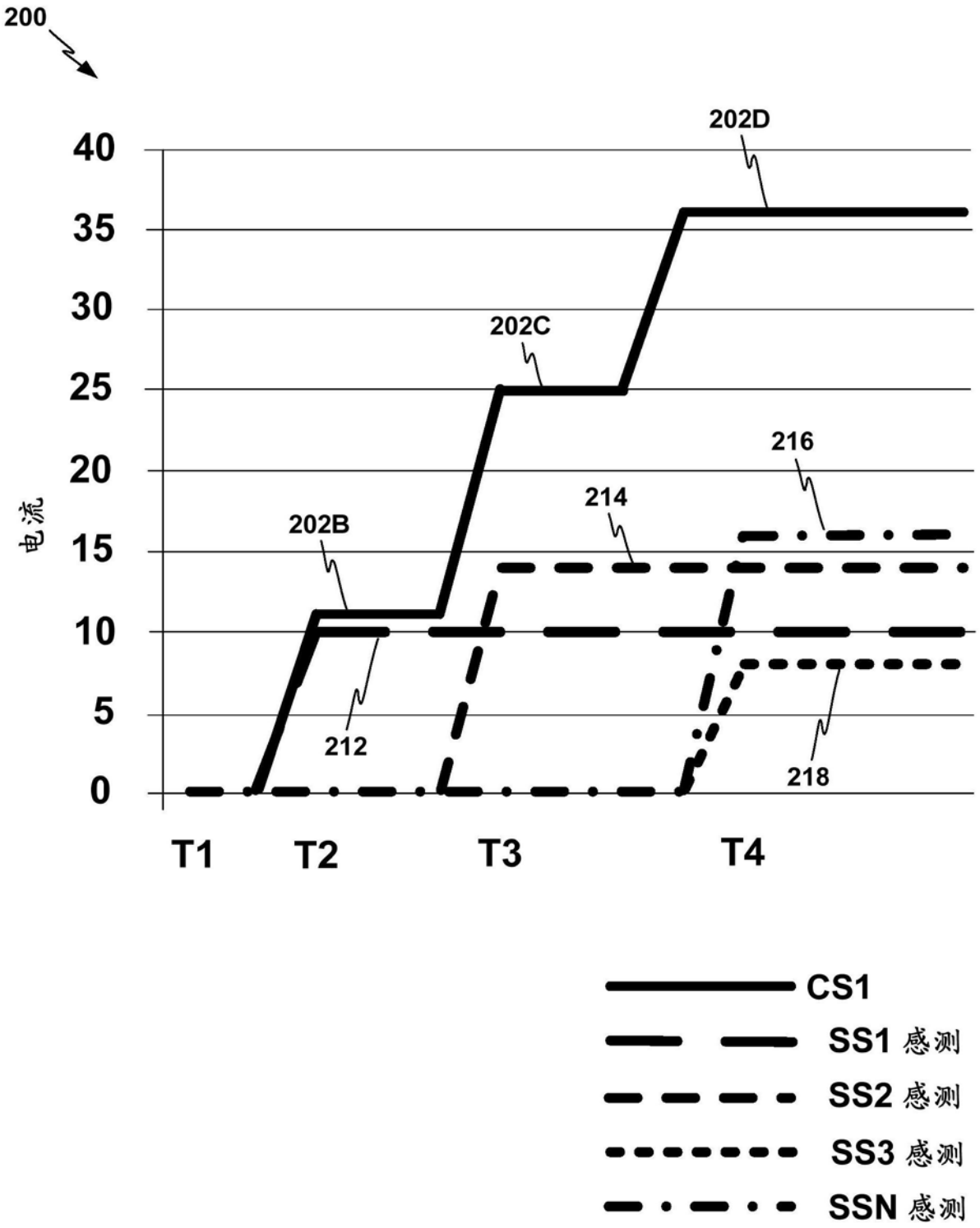


图2

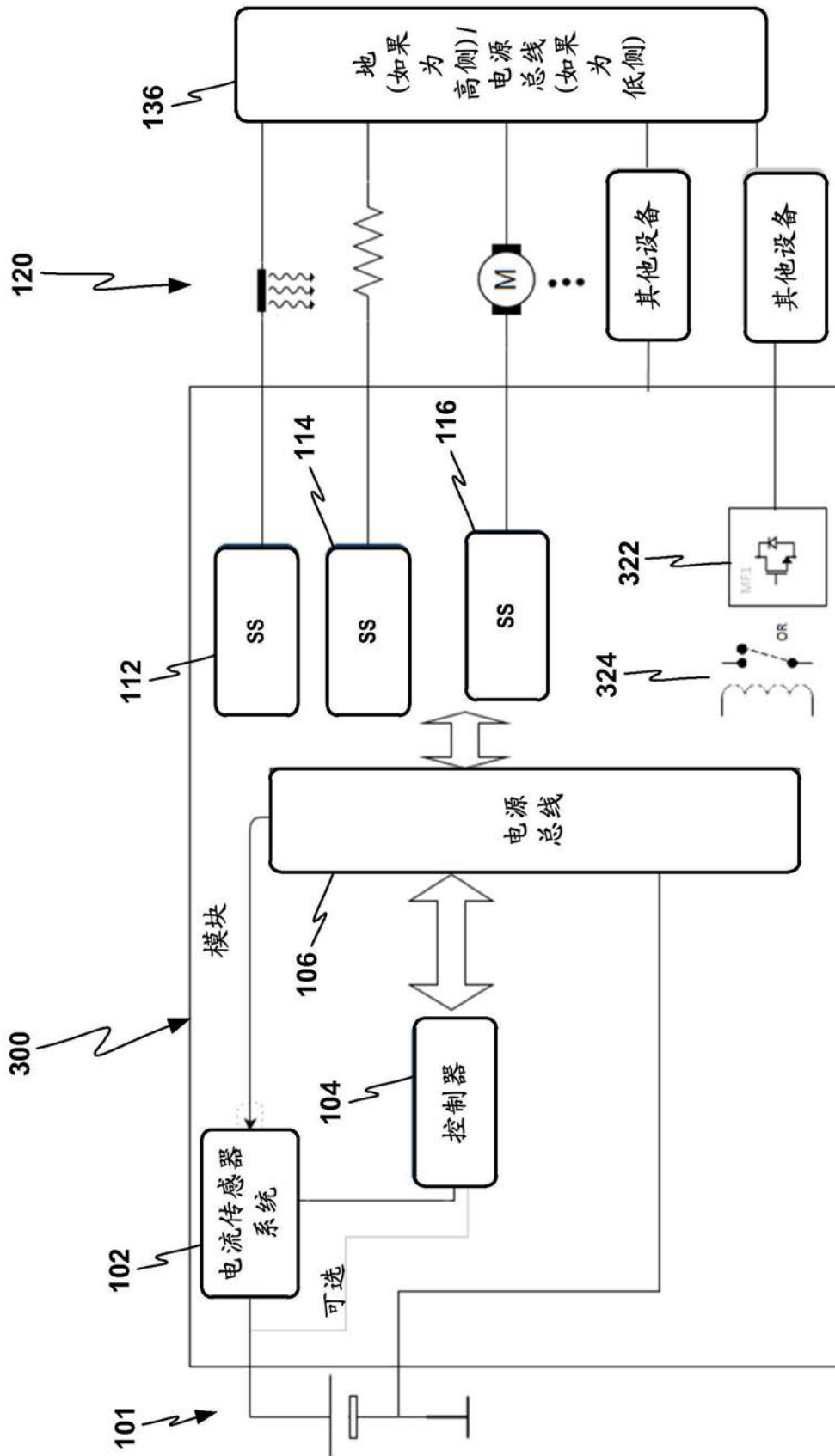


图3

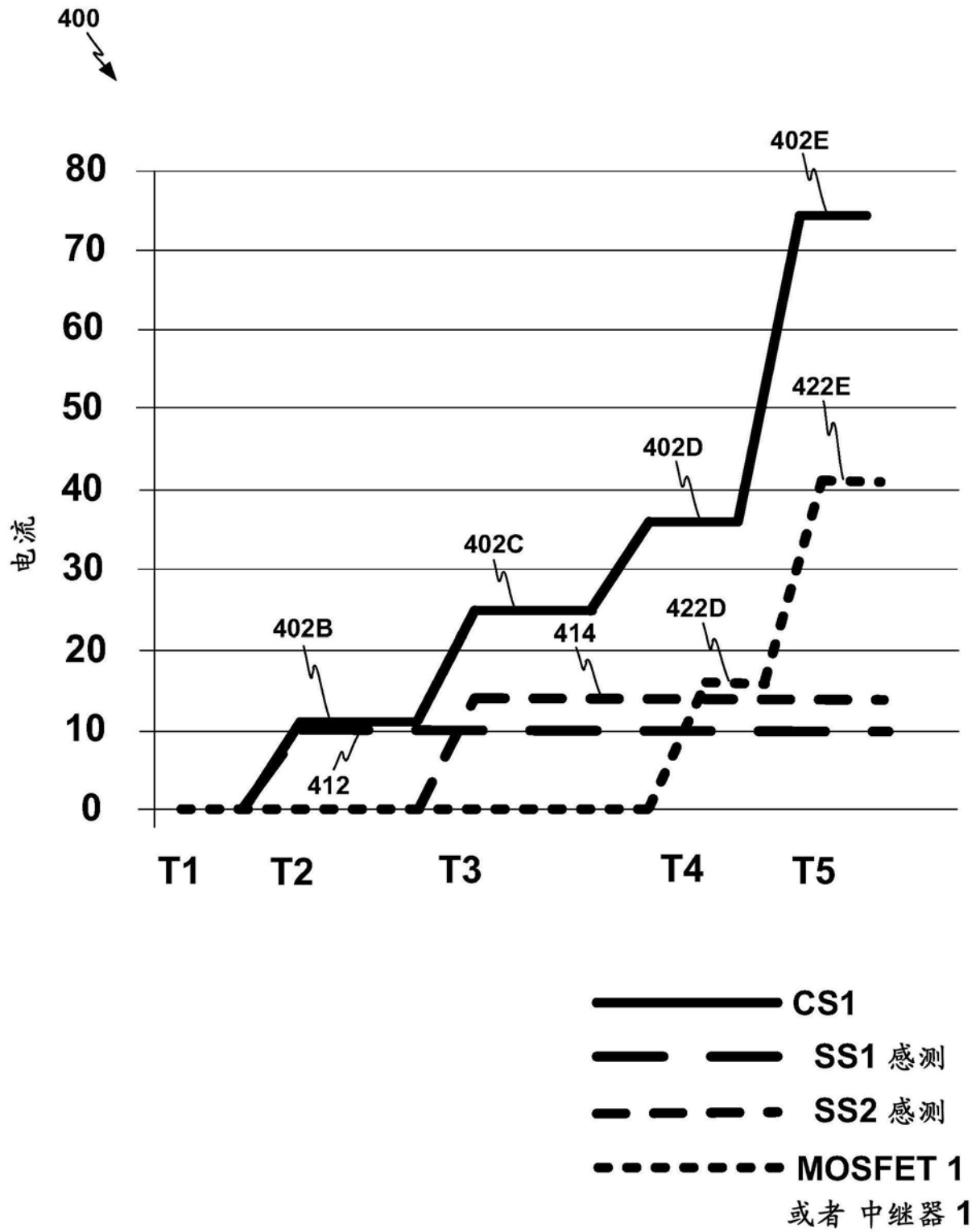


图4

电流传感器系统
502

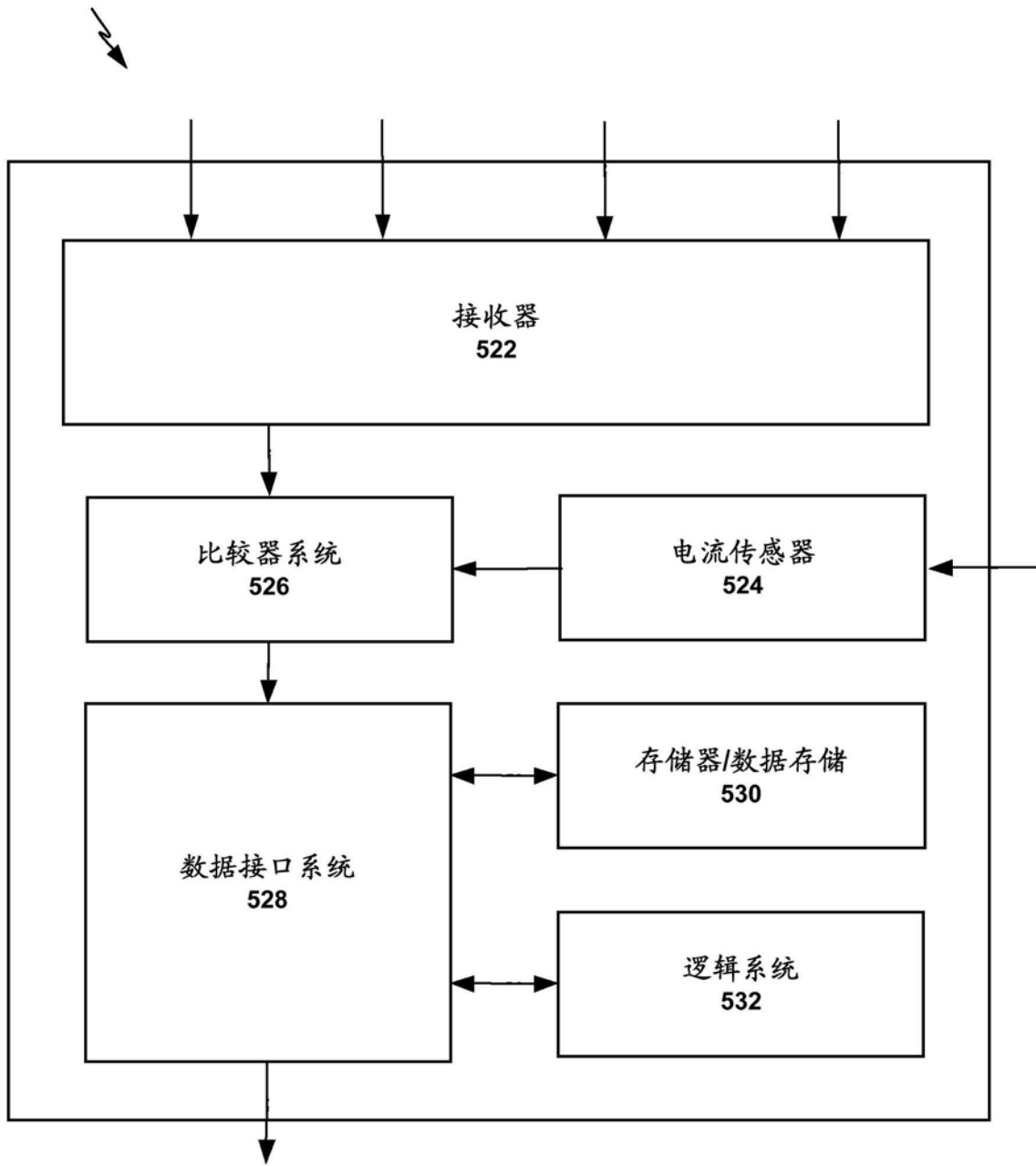


图5

600 ↘

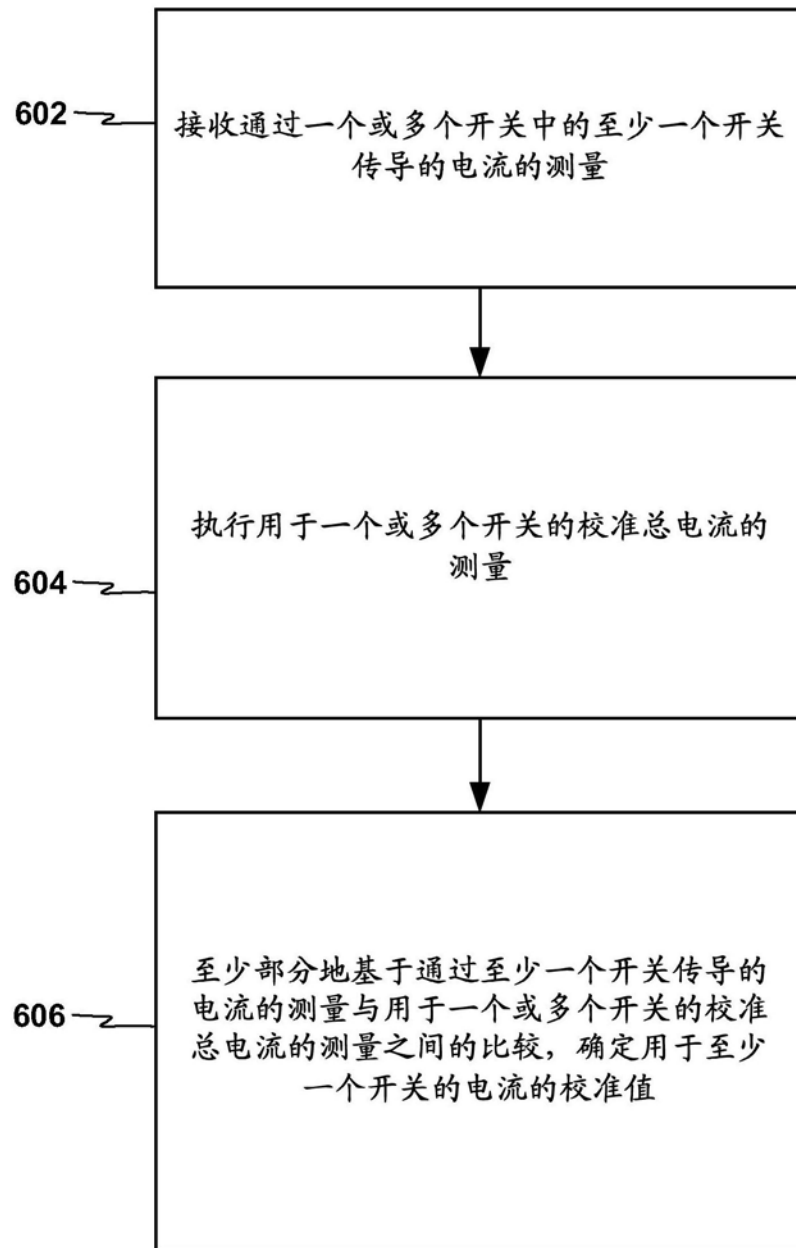


图6

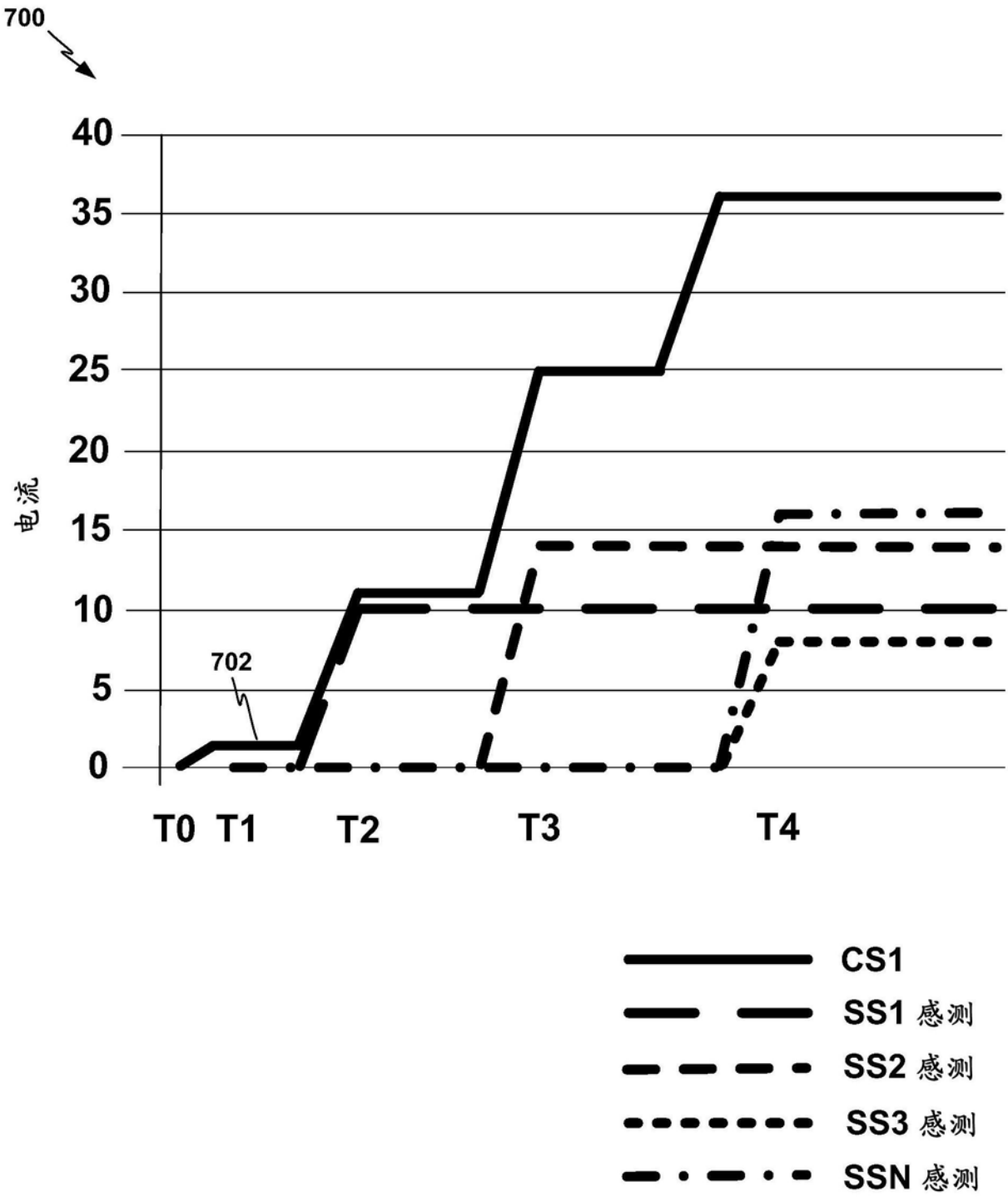


图7