



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110649560 B

(45) 授权公告日 2022.03.11

(21) 申请号 201910748336.9
(22) 申请日 2016.04.12
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110649560 A

(43) 申请公布日 2020.01.03

(30) 优先权数据
62/152,126 2015.04.24 US
15/095,576 2016.04.11 US

(62) 分案原申请数据
201680023607.9 2016.04.12

(73) 专利权人 维谛公司
地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 凯文·R·弗格森

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限
责任公司 11287
代理人 林彦

(51) Int.Cl.
H02H 1/04 (2006.01)
H02H 3/06 (2006.01)
H02H 3/08 (2006.01)
H02H 3/46 (2006.01)
H04Q 9/00 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2014218008 A1, 2014.08.07
US 2011102052 A1, 2011.05.05
CN 103441514 A, 2013.12.11
CN 1794528 A, 2006.06.28
CN 101453117 A, 2009.06.10
CN 200947509 Y, 2007.09.12
谭国成. 基于PWM的蓄电池充放电装置的研究与设计.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2011,

审查员 李文婷

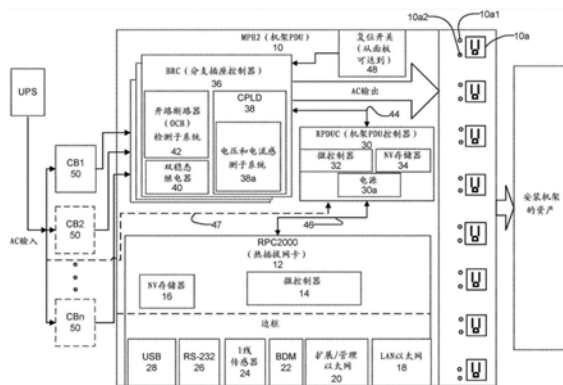
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

管理双稳态继电器以减小浪涌电流的智能电源板

(57) 摘要

本申请涉及管理双稳态继电器以减小浪涌电流的智能电源板。具体涉及一种配电单元(PDU),其具有至少一个电力插座,用于使外部设备的AC电力线能够附接至至少一个电力插座。分支插座控制器(BRC)具有至少一个双稳态继电器,并且与一个电力插座相关联,用于从AC电源向一个电力插座提供AC电力。BRC监测线路电压的参数,使用该参数来检测何时失去AC电力,然后如果继电器处于闭合位置,则将双稳态继电器切换到断开位置。机架配电单元控制器(RPDC)监测双稳态继电器,并且在AC电力被恢复之后命令BRC闭合双稳态继电器。



CN 110649560 B

1. 一种配电单元PDU,包括:

至少一个电力插座,其被配置成使外部设备的交流AC电力线能够附接至所述至少一个电力插座;

分支插座控制器BRC,其具有微控制器和至少一个双稳态继电器,并且与所述至少一个电力插座相关联,用于从外部AC电源向所述至少一个电力插座提供AC电力,所述至少一个双稳态继电器具有能够被设置到断开位置和闭合位置的接触件;所述BRC还被配置成:确定来自所述外部AC电源的输入电压的失去,并且当检测到AC电力失去状况时,如果所述双稳态继电器处于所述闭合位置,则将所述双稳态继电器切换到所述断开位置,所述BRC被配置成:在所述AC电力被恢复之后,在线路频率的最小电压点处选择性地闭合所述双稳态继电器。

2. 根据权利要求1所述的PDU,其中,所述BRC包括多个双稳态继电器。

3. 根据权利要求2所述的PDU,其中,所述BRC被配置成以限制所述PDU的浪涌电流的方式依次闭合所述多个双稳态继电器中的选定双稳态继电器,所述选定双稳态继电器刚好在所述AC电力失去状况之前被闭合,而在检测到所述AC电力失去状况时被所述BRC断开。

4. 根据权利要求1所述的PDU,其中,所述BRC包括:存储器,用于存储所述至少一个双稳态继电器的当前状态。

5. 根据权利要求1所述的PDU,还包括多个光学元件,所述多个光学元件中的每一个唯一地与所述双稳态继电器中的一个相关联,以提供所述多个光学元件中的每一个的相关联的双稳态继电器的状态的光学指示,并且其中,所述状态指示所述相关联的双稳态继电器当前处于断开位置还是闭合位置。

6. 一种配电单元PDU,包括:

至少一个电力插座,其被配置成使外部设备的交流AC电力线能够附接至所述电力插座;

分支插座控制器BRC,其具有微控制器和多个双稳态继电器,并且与所述至少一个电力插座相关联,用于从外部AC电源向所述至少一个电力插座提供AC电力,所述双稳态继电器中的每一个具有能够被设置到断开位置和闭合位置的接触件;

所述BRC还被配置成:确定来自所述外部AC电源的输入电压的失去,并且当检测到AC电力失去状况时,将所述双稳态继电器中的处于闭合位置的任何一个或更多个双稳态继电器切换到断开位置;

所述BRC还被配置成控制所述多个双稳态继电器,使得在AC电力被恢复之后,先前在所述AC电力失去状况之前处于闭合位置而在检测到所述AC电力失去状况时被所述BRC断开的任何一个或更多个双稳态继电器以限制所述PDU的浪涌电流的方式依次被命令再次闭合。

7. 根据权利要求6所述的PDU,其中,所述BRC监测所述多个双稳态继电器中的每一个的状态,并且在AC电力被恢复之后以实现所述双稳态继电器的相继闭合之间的预定时间延迟的方式选择性地闭合所述多个双稳态继电器中的特定继电器。

8. 根据权利要求6所述的PDU,其中,所述BRC包括:存储器,用于存储所述多个双稳态继电器中的每一个的当前状态。

9. 根据权利要求6所述的PDU,还包括多个光学元件,所述多个光学元件中的每一个唯一地与所述双稳态继电器中的一个相关联,以提供所述多个光学元件中的每一个的相关联

的双稳态继电器的状态的光学指示,并且其中,所述状态指示所述相关联的双稳态继电器当前处于断开位置还是闭合位置。

10.一种用于监测和控制向多个数据中心设备施加AC电力的方法,所述方法包括:

提供至少一个AC电力插座,所述至少一个AC电力插座形成独立的数据中心设备的交流AC电力线的电力附接点;

使用分支插座控制器BRC,所述分支插座控制器BRC具有微控制器和至少一个双稳态继电器,并且与所述AC电力插座相关联,用于从外部AC电源向所述AC电力插座提供AC电力,所述至少一个双稳态继电器具有能够被设置到断开位置和闭合位置的接触件;

使用所述BRC来监测所述外部AC电源的电压,并且检测何时将要发生AC电力的失去;

响应于检测到即将发生AC电力的失去,如果紧接在电力失去之前所述双稳态继电器当前处于闭合位置,则在所述BRC失去电力之前使用所述BRC将所述双稳态继电器切换到断开位置;以及

使用所述BRC监测所述至少一个双稳态继电器的状态,并且在AC电力被恢复之后在线路频率的最小电压点处命令所述双稳态继电器闭合,或者在AC电力被恢复之后命令以限制浪涌电流的方式依次闭合所述至少一个双稳态继电器中的选定双稳态继电器,其中所述选定双稳态继电器紧接在检测到即将失去AC电力之前处于闭合位置,而在检测到即将失去AC电力时切换到断开位置。

管理双稳态继电器以减小浪涌电流的智能电源板

[0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本申请是申请日为2016年4月12日、发明名称为“管理双稳态继电器以减小浪涌电流的智能电源板”、申请号为201680023607.9的发明专利申请的分案申请。

[0003] 相关申请的交叉引用

[0004] 本申请要求2016年4月11日提交的美国实用新型申请第15/095,576号的优先权并且还要求2015年4月24日提交的美国临时专利申请第62/152,126号的权益。上述申请的全部公开内容通过引用合并到本文中。

技术领域

[0005] 本公开内容涉及具有双稳态继电器的智能电源板,并且更具体地涉及能够以限制当由智能电源板加电的外部设备接通时的浪涌电流的方式来控制多个双稳态继电器的智能电源板。

背景技术

[0006] 该部分提供与本公开内容相关的背景信息,但其不一定是现有技术。

[0007] 某些型号的智能电源板使用通常额定值小于250V 20A均方根(rms)的电力继电器来切换插座的线路,主要以便重新启动所连接的负载设备(例如服务器)。取决于负载设备的内部电源设计,当继电器接触件闭合而其输入大容量电容器充电时,可能会产生大量的浪涌电流。这种短暂但大的浪涌电流会永久性地损坏继电器接触件,即,将它们焊接在一起,使得它们不再可操作。这也会导致上游电路保护设备通常为断路器跳闸。一些继电器制造商提供更昂贵的能够应付高达其设计额定值的四倍的瞬间电流浪涌的设备。为了进一步补充对继电器接触件的保护,可以通过根据线路频率的零电压交点对继电器闭合进行协调定时来减小浪涌电流。

[0008] 通常称为机架PDU的多个电源板具有与所有插座相关联的切换功能。PDU代表配电单元,以及机架PDU用于保持电子设备例如服务器的机架中。有关切换功能的主要原因有两个方面:(a)能够远程回收挂断的连接的设备的电力;以及(b)能够依次启动所有连接的设备,以确保上游断路器不会由于所有连接的负载同时汲取高浪涌电流而跳闸。典型的IT(信息技术)负载(例如服务器)在启动时可以汲取其正常电流的5倍之多。上述功能在过去通常通过在每个插座上使用固态继电器来解决。

[0009] 因为双稳态继电器由于它们的线圈不需要保持通电以保持其接触件状态而更节能,所以双稳态继电器越来越多地用于机架PDU中。在这种双稳态继电器中,线圈被脉冲触发(pulsed)以将接触件的状态从断开变成闭合或者从闭合变成断开。然后,接触件将保持其现有状态,直到线圈再次被脉冲触发为止。相反,在典型的常开继电器中,当需要使继电器的接触件闭合时,继电器的线圈必须通电并保持通电以保持接触件闭合。当典型的常开继电器的线圈断电时,继电器接触件恢复到其常开状态。类似地,在典型的常闭继电器中,当需要使继电器的接触件断开时,继电器的线圈必须通电并保持通电以保持接触件断开。

当典型的常闭继电器的线圈断电时,继电器接触件恢复到常闭状态。在具有双稳态继电器的机架PDU中,在电力失去时闭合的双稳态继电器将保持闭合。当电力被恢复时,通过闭合的双稳态继电器累积的浪涌电流会导致上游电路保护装置(通常为断路器)跳闸。

发明内容

[0010] 在一方面中,本公开内容涉及一种配电单元(PDU),其包括至少一个电力插座,所述至少一个电力插座被配置成使外部设备的交流(AC)电力线能够附接至电力插座。还可以包括分支插座控制器(BRC),其具有至少一个双稳态继电器,并且与至少一个电力插座相关联,用于从外部AC电源向至少一个电力插座提供AC电力。双稳态继电器具有能够被设置到断开位置和闭合位置的接触件。BRC还可以被配置用于:监测来自外部AC电源的线路电压的参数,并且使用所监测的参数来检测何时发生AC电力的失去,并且在检测到AC电力失去状况时,如果双稳态继电器处于闭合位置,则使双稳态继电器切换到达断开位置。可以包括机架配电单元控制器(RPDU),其被配置成:与BRC进行通信,监测双稳态继电器的状态,并且在AC电力被恢复之后,命令BRC选择性地使双稳态继电器闭合。

[0011] 在另一方面中,本公开内容涉及一种配电单元(PDU),其可以包括至少一个电力插座,所述至少一个电力插座被配置成使外部设备的交流(AC)电力线能够附接至电力插座。可以包括分支插座控制器(BRC),其具有多个双稳态继电器,并且与至少一个电力插座相关联,用于从外部AC电源向至少一个电力插座提供AC电力。双稳态继电器中的每一个可以具有能够被设置到断开位置和闭合位置的接触件。BRC还可以被配置用于:监测来自外部AC电源的线路电压的频率,并且使用所监测的频率来检测何时发生AC电力的失去,并且当检测到AC电力失去状况时,将双稳态继电器中的处于闭合位置的任何一个或更多个切换到断开位置。BRC还可以通过监测线路电压的频率来检测AC电力失去状况,并根据与所监测的频率的零交点有关的信息来确定发生了AC电力失去状况。还可以包括机架配电单元控制器(RPDU),其被配置成:与BRC进行通信,并控制双稳态继电器,使得:在AC电力被恢复之后,以限制PDU的浪涌电流的方式依次命令先前在所述AC电力失去状况之前处于闭合位置的所有继电器再次被闭合。

[0012] 在另一方面中,本公开内容涉及一种用于监测和控制向多个数据中心设备施加AC电力的方法。该方法可以包括:提供至少一个AC电力插座,其形成独立的数据中心设备的交流(AC)电力线的电力附接点。该方法还可以包括:使用分支插座控制器(BRC),其具有至少一个双稳态继电器,并且与电力插座相关联,用于从外部AC电源向AC电力插座提供AC电力,双稳态继电器具有能够被设置到断开位置和闭合位置的接触件。BRC可以用于监测与外部AC电源的线路电压相关联的参数。所监测的参数可用于检测何时将发生AC电力的失去。响应于检测到即将发生AC电力的失去,如果紧接在电力失去之前双稳态继电器当前处于闭合位置,则在BRC失去电力之前BRC可以用于将双稳态继电器切换到断开位置。可以使用机架配电单元控制器(RPDU),其被配置成:与BRC进行通信,监测双稳态继电器的状态,并且在AC电力被恢复之后命令BRC使双稳态继电器闭合。

附图说明

[0013] 本文描述的附图仅出于说明所选实施方式而不是所有可能的实现的目的,并不意

在限制本公开内容的范围。

[0014] 图1是根据本公开内容的PDU的一个实施方式的框图,该PDU用于监测和控制向PDU的多个AC电力插座中的每一个施加的AC电力;

[0015] 图2是根据本公开内容的一个实施方式的RPDUC的高级框图;

[0016] 图3是在BRC中使用的CPLD的一个实施方式的框图;以及

[0017] 图4示出了被布置成两个子组(即,子组A和子组B)的八(8)个双稳态继电器。

[0018] 在附图中的几个图中,相应的附图标记表示相应的部分。

具体实施方式

[0019] 现在将参照附图更全面地描述示例性实施方式。

[0020] 根据本公开内容的一个方面,管理智能配电板的双稳态继电器,使得当电力失去后恢复电力时使浪涌电流最小化。由于继电器是双稳态继电器,因此无论电力状况如何,它们的最后状态都是持续的。当失去电力时,控制双稳态继电器,使得所有闭合的双稳态继电器自动断开。失去电力可能由于:失去来自上游电力公司的AC电源(source AC power)、智能配电板上游的向智能配电板提供电力的不间断电源(“UPS”)发生故障、或者断路器由于过电流状况而跳闸。在下一个上电周期中,要闭合的双稳态继电器以如下方式依次闭合:每N个线路周期使这样的双稳态继电器中的每一个闭合,以使总的浪涌电流最小化并防止上游断路器跳闸。监测线路频率,并且检测到线路频率失去表示即将发生电力失去,从而导致双稳态继电器断开。在下一个上电周期期间要闭合的每个双稳态继电器在该上电周期期间在线路频率的最小电压(电压过零)点处闭合,以使接触件电弧和通过其继电器接触件的浪涌电流最小化。双稳态继电器可以在线路频率的最小电流(电流过零)点处断开,以使接触件电弧最小化。

[0021] 参照附图中的图1来描述根据本公开内容的说明性机架PDU。在下面的描述中,MPH2 10表示机架PDU,并且在下文将简称为“MPH 10”。该示例中的RPC2000 12(在下文中简称为“RPC 12”)可以是安装在MPH 10中的热插拔网卡。RPC 12可以包括微控制器14,并且优选地还包括非易失性(NV)存储器16。RPC 12还可以包括多个端口,这些端口包括但不限于LAN以太网端口18、扩展/管理端口20、用于耦接至显示模块(例如,“BDM”或“基本显示模块”)的端口22、一个或更多个1线传感器端口24、RD-232端口26和USB端口28。MPH 10还包括机架PDU控制器(RPDUC) 30以及一个或更多个分支插座控制器(BRC) 36,该机架PDU控制器(RPDUC) 30具有微控制器32和非易失性存储器34。每个BRC 36可以具有:复杂的可编程逻辑器件(CPLD) 38,该可编程逻辑器件(CPLD) 38具有感测AC输入电力的失去的电压和电流感测子系统38a;多个双稳态继电器40;以及感测开路断路器状况的开路断路器(OCB)检测子系统42。RPDUC 30经由总线44与每个BRC 36进行双向通信。RPC 12经由总线46与RPDUC 30进行双向通信。提供用户能够通过MPH 10的面板达到的复位开关48用于使用户能够对系统10A的BRC 36发起硬复位。

[0022] 图1还示出了多个分支断路器(CB) 50。“分支”断路器表示CB 50中的每一个与一个特定BRC 36唯一地相关联。OCB检测子系统42监测CB 50以检测任何一个或更多个CB 50何时跳闸到断开状态。并且如上所述,每个BRC 36包括多个双稳态继电器40,在一个特定实施方式中其包括八(8)个双稳态继电器。然而,应当理解,可以为每个分支提供更多或更少数

量的双稳态继电器40。机械双稳态继电器具有线圈和机械接触件。它们可以是单线圈或双线圈继电器。此外,对于每个BRC 36,可以存在多于一个的CB 50。例如,每个BRC 36可以将其双稳态继电器布置成两个子组,其中单独的CB 50与每个子组相关联。如本文所使用的,BRC 36的每个子组是BRC的分支。

[0023] 图1还示出了多个AC电力插座10a,每个AC电力插座10a具有相关联的第一光学元件10a1和第二光学元件10a2。光学元件10a1每个可以是具有第一颜色例如绿色的LED,其指示与其特定AC插座10a相关联的特定双稳态继电器40的状态。第二组光学元件10a2例如也可以是具有不同颜色例如红色的LED,用于向用户提供另外的信息。绿色LED 10a1中的每一个可以例如指示与该特定AC插座10a相关联的双稳态继电器40闭合,而由此熄灭的绿色LED 10a1指示相关联的双稳态继电器断开。MPH 10的输入电力可以来自不间断电源(UPS)或任何其他AC电源。

[0024] 在图2中更详细示出了RPDUC 30。RPDUC 30包括电压感测子系统52和电流感测子系统54。子系统52和54分别实时执行RMS电压测量和RMS电流测量,从而监测来自AC电源的电力输入。所监测的电力信息可以经由总线44与RPC 12共享。如上面所指出的,每个BRC 36的电压和电流感测子系统43还监测AC输入电力的失去,因此在这方面,在RPDUC 30和BRC 36中存在该特征的冗余。RPDUC 30的电流感测子系统54接收来自每个分支BRC(为简单起见,在图2中统一用数字36标记)的输入电流信号,电流感测子系统54使用输入电流信号来执行其电流感测功能。每个分支BRC 36还包括多个电流变换器(CT)56,用于独立地测量由与每个分支的双稳态继电器40相关联的AC插座10a汲取的电流。来自每个分支CT 56的信号被输入至电流感测子系统54以供分析。

[0025] 图1所示的RPC 12管理,监测并且向联网的软件客户端报告关于从RPDUC 30获得的MPH 10的电能计量和配电状态的信息。如上所述,RPDUC 30向RPC 12提供有关能量计量测量和计算、控制管理和通信接口的支持。RPDUC 30与每个BRC 36进行通信,并且除了当电力失去时之外,通过向每个BRC发送命令消息来控制每个BRC的双稳态继电器40以独立地控制其相关联的双稳态继电器40中的每一个。

[0026] BRC 36,更具体地其CPLD 38直接控制其双稳态继电器40。BRC 36还通过由电压和电流检测子系统38a执行的线路频率监测并且使用OCB子系统42检测开路断路器状况来感测各个LED插座操作状态和AC输入电力信号的失去。在该示例中,每个BRC 36的双稳态继电器40对于其线圈要求标称的16毫秒脉冲以改变状态,即断开或闭合其接触件。在本文中提及双稳态继电器“断开”表示其接触件断开并且电力在双稳态继电器向其切换电力的插座10a处关闭或中断。如本文所使用的,“上电”,“掉电”,“电力故障”和“电力周期”是指输入的AC线路电压的特定状况,其是通过每个BRC 36的双稳态继电器40提供给插座10a的AC电力。当结合双稳态继电器40使用时,术语“配置状态”是指当电力接通时给定双稳态继电器被配置为处于的状态(即,断开或闭合)。

[0027] RPC 12经由SMBus (I2C) 通信总线—在该示例中为图1中的总线46—命令RPDUC 14,RPDUC 30又通过SPI通信总线—在该示例中其为总线44—命令BRC 36对每个双稳态继电器40的继电器状态进行配置。RPDUC 30能够在没有RPC 12命令的情况下自主行动。一个或更多个BRC 36每个能够在没有RPDUC 30命令的情况下自主行动。

[0028] 参照图3,更详细示出了BRC 36中之一的CPLD 38。在该示例中,示出了八个双稳态

继电器 40_1-40_8 ,但是应当理解,MPH 10可以控制更多或更少数量的双稳态继电器40。CPLD 38包括管理与CPLD的其他子系统的通信的串行-并行接口(“SPI”)控制器38b。CPLD 38包括用于生成信号以独立地命令双稳态继电器40各自呈现第一状态(“SET”信号)或第二状态(“RESET”信号)的适当逻辑。CPLD38还包括用于控制绿色LED 10a1和红色LED10a2的逻辑。CPLD可以控制绿色LED 10a1,使得当给定组的双稳态继电器40正汲取接近预定电流上限的电流时绿色LED 10a1以第一速率闪烁。CPLD 38可以控制绿色LED 10a1,使得当出现过电流状况时(即,给定组的双稳态继电器组24正汲取比所允许的电流更多的电流)时绿色LED 10a1以与第一速率不同的第二速率(例如,更快的速率)闪烁。CPLD 38可以控制红色LED 10a2,使得如果出现给定组的双稳态继电器组40正汲取比所允许的电流更多的电流的过电流状况时所有红色LED 10a2将保持照亮。如果出现开路电路板状况,则红色LED10a2也可以被控制为闪烁或脉动。

[0029] 在BRC 36中,每个CPLD 38的电压和电流感测子系统38a监测每个BRC 36的相应CB 50的负载侧的线路频率的失去。每个BRC 36允许两个子组的配电,并且AC电力馈送可以发生在相同或不同阶段。每个子组的双稳态继电器40可以可选地具有其自己的CPLD 38和OCB子系统42。图4示出了以两个子组(即,子组A和子组B)布置的八(8)个双稳态继电器 40_1-40_8 。

[0030] 一个或更多个BRC 36中的每一个通过检测来自AC电源的AC线路信号的线路频率的失去来推断即将发生电力失去。每个BRC 36监测线路频率并且在出现检测到的AC线路信号的零电压交点转变少于预期数量的短时段之后将线路频率失去状态设置成真。线路频率失去为真定义为在满足50/60Hz操作的32.768ms间隔内出现小于三(3)个零电压转变或零交点时。BRC 36的零交点检测硬件具有固定的(built-in)滞后并对线路频率进行数字化。数字化的线路频率被提供给BRC 36,BRC 36利用数字滤波进行可靠触发。在这方面,BRC 36对零交点电压转变进行计数以进行该确定。对于单个最坏情况,转变次数对于零交点允许1/2周期延迟。

[0031] 用于检测线路频率的失去的检测周期必须小,使得每个双稳态继电器40的源自为整个系统10(即,RPDUC 30,BRC 36和RPC 12)供电的电源30a的继电器线圈电压保持足够长(通常约16ms),以使BRC 36将需要断开的双稳态继电器40脉冲触发成断开状态。在满载状况的最坏情况下,即以70V交流(ac)供电和RPC12完全可操作,具有约64ms的电力供给保持时间。

[0032] 如图1中的虚线47所示,RPDUC 30具有类似的功能来监测CB 50的线路侧上的线路频率的损失。为了监测冗余,可以通过SPI通信总线44转到每个BRC 36由专用信号命令或指示其线路频率失去状况,使得每个BRC 36可以在BRC 36采用动作之前监测到其自己的线路失去状态,并且将该线路失去状态与由RPDUC 30报告的状态进行比较。此外,RPDUC 14可以对到RPC 12的专用信号进行断定,以使其进入低功率操作模式以延长电力供给保持时间。

[0033] BRC 36或CPLD 38不区分由于线路电力失去导致的电力失去或由于CB 50断开状况导致的电力失去。因此,在电力失去时,BRC 36控制受影响的子组中的所有双稳态继电器40,使得它们的接触件被切换到(或留在)断开状况。也就是说,在电力失去时,BRC 36使闭合的双稳态继电器40断开,并且使断开的双稳态继电器保持断开。

[0034] 插座10a的命令的状态覆盖自动上电状态行为。也就是说,如果在上电周期期间,由于使要闭合的双稳态继电器40闭合的顺序,插座10a的上电延迟待定,所以针对插座供电

的单独命令导致立即处理使该插座的双稳态继电器40闭合。

[0035] 在初始系统启动时,在施加电力之前,所有CB 50都由用户手动跳闸到断开状态。这导致RPDUC 30在上电时自主命令BRC 36来控制所有双稳态继电器40立即断开以减小浪涌电流。之后,RPDUC 30查询每个BRC 36以确认其所有双稳态继电器40都是断开的,并且如果它们都是断开的,则向用户警告用于该BRC 36的CB 50那么可以被闭合。当该插座的双稳态继电器40因而闭合时,与每个插座10a相关联的LED 10a1接通(照量),并且当该插座的双稳态继电器40断开时,该LED 10a1断开。虽然双稳态继电器40通常在制造时被设置为默认的“断开”位置,但在运输和/或安装期间发生过大的冲击或振动可能导致状态改变。

[0036] 如果在线路电力失去(线路频率失去为真)时对于同一BRC 36检测到一个CB 50闭合,则所有双稳态继电器40被RPDUC 30设置成其配置插座10a上电状态。也就是说,在线路电力失去时处于闭合状态的双稳态继电器40在加电时被设定成再次闭合,而处于断开状态的双稳态继电器在上电时被设置成保持断开。

[0037] 如果在线路电力失去(线路频率失去为真)时对于同一BRC 36检测到两个CB 50断开,则所有双稳态继电器40由RPDUC 30控制,使得所有这些双稳态继电器40在上电时直到CB 50闭合保持断开。在CB 50闭合时,RPDUC 30在初始系统启动期间如上所述进行。然后,在确认BRC36的所有双稳态继电器40都断开之后,然后RPDUC 30继续命令BRC来使要闭合的双稳态继电器40闭合,RPDUC可以如下所述依次进行。

[0038] 如果RPDUC 30的电源发生故障,则RPDUC和BRC 36不再工作;然而,即使在随后的电力循环期间,双稳态继电器40保持其最后配置的状态。在这方面,RPDUC 30的电源向BRC 36提供电力。

[0039] 当由RPDUC 30配置时和/或当由BRC 36自主改变时,双稳态继电器40的当前状态立即更新在BRC 36的易失性寄存器存储器(未示出)中,并且RPDUC 30可以从每个BRC36读取易失性寄存器存储器。然后,RPDUC 30更新那些双稳态继电器22的存储在RPDUC的非易失性存储器34中的状态。

[0040] 除了在每个受影响的BRC 36的每个受影响的子组的所有闭合的双稳态继电器断开的电力失去的情况下,BRC的每个分支仅允许单个双稳态继电器状态每N个线路周期改变以减小浪涌电流并防止与该特定分支相关联的CB 50意外断开或跳闸。例如,在BRC 36的受影响的分支的上电周期期间,RPDUC 30确定该受影响的分支的哪些双稳态继电器40将被闭合。然后,其向BRC 36依次发送命令以使这些双稳态继电器40闭合,每N个线路周期一个命令用于不同的双稳态继电器。也就是说,RPDUC30每N个线路周期向BRC 36发送一个命令以使要闭合的双稳态继电器40中的一个闭合。这导致每N个线路周期使一个这样的双稳态继电器40闭合。应当理解,RPDUC 30的非易失性存储器34由RPDUC用于存储所有BRC 36的所有双稳态继电器40的实时配置状态。然后,RPDUC 30确定受影响的BRC 36的受影响的分支的哪些双稳态继电器将基于所存储的配置状态在上电周期期间被闭合。

[0041] RPDUC 30可以具有以固件实现的全数字锁相环。RPDUC 30可以操作以锁定线路频率并且精确地协调用于电压和电流测量的模数转换处理,并且在线路频率的零电压交点之前以确定性方式向BRC 36发送命令。RPDUC 30还可以根据与为线路频率的零交点的最小电压同步的时序来命令每个BRC 36使其相关联的双稳态继电器40闭合,以减小浪涌电流。RPDUC 30可以与线路中性线和线路电压同步。PDUC 30根据与线路频率的最小电流零交点

同步的时序命令每个BRC 36使其相关联的双稳态继电器40断开,以使接触件电弧最小化。

[0042] 双稳态继电器40的断开和闭合时序可以在制造功能测试期间被测量并被保存到非易失性存储器例如RPDUC 30的非易失性存储器34中。应当理解,BRC 36也可以具有非易失性存储器,并且这些时序可以备选地或另外地被保存到BRC的非易失性存储器并且根据需要由RPDUC 30检索。还应当理解,双稳态继电器40在由于线圈的操作/释放时间而实现释放/断开状态之前具有固有的延迟响应。RPDUC 30使用这些时序值来补偿命令执行时序,以根据电压和电流零交点状态的到来更好地使实际的断开/闭合状态同步。例如,如果特定双稳态继电器40被测量为具有9毫秒的闭合时间,则当RPDUC 30向具有该双稳态继电器40的BRC 36发送命令以使其闭合时,RPDUC在下一个线路零电压交点之前的9毫秒进行。

[0043] RPDUC 30还可以通过早约1ms命令闭合状态来补偿继电器接触件反弹,使得在线路零电压交点周围出现典型的1-2毫秒接触件反弹。在具有9ms闭合时间的双稳态继电器40的上述示例中,然后RPDUC 14将该命令发送到BRC 36,以在下一个线路零电压交点之前10毫秒闭合双稳态继电器。

[0044] 当双稳态继电器40被命令断开但仍测量到电流流经该双稳态继电器40时,RPC 12还可以报告异常操作状况。如图2所示,每个插座10a具有与其相关联的电流变换器56中之一,其用于测量由插座汲取的电流。这种异常状况可能是由于发生故障或卡住的闭合继电器接触件引起。BRC36将由其电流变换器56测量的电流传送到RPDUC 30,RPDUC 30然后确定是否存在这样的异常操作状况。如果确实存在异常操作状况,则RPDUC 30将其传送到RPC 12。

[0045] 如图所示,RPC 12、RPDUC 30和BRC 36中的每一个分别包括微CPLD 38、微控制器32和控制器14,每个包括用于实现上述逻辑功能的适当逻辑。应当理解,可以使用其他类型的设备,例如数字处理器(DSP)、微处理器、微控制器、现场可编程门阵列(FPGA)、或专用集成电路(ASIC)。当阐述RPC 12,RPDUC 30或BRC 36具有用于功能的逻辑时,应当理解,这种逻辑可以包括硬件、软件或其组合,包括在CPLD中实现的逻辑。

[0046] 出于说明和描述的目的,提供了对实施方式的在前描述。该描述并不意在穷举或限制本公开内容。特定实施方式的各个元件或特征通常不限于该特定实施方式,而是在适用的情况下是可互换的,并且即使没有具体示出或描述,也可以用于所选择的实施方式中。实施方式还可以以多种方式变化。这些变化不被视为偏离本公开内容,并且所有这些修改意在包括在本公开内容的范围内。

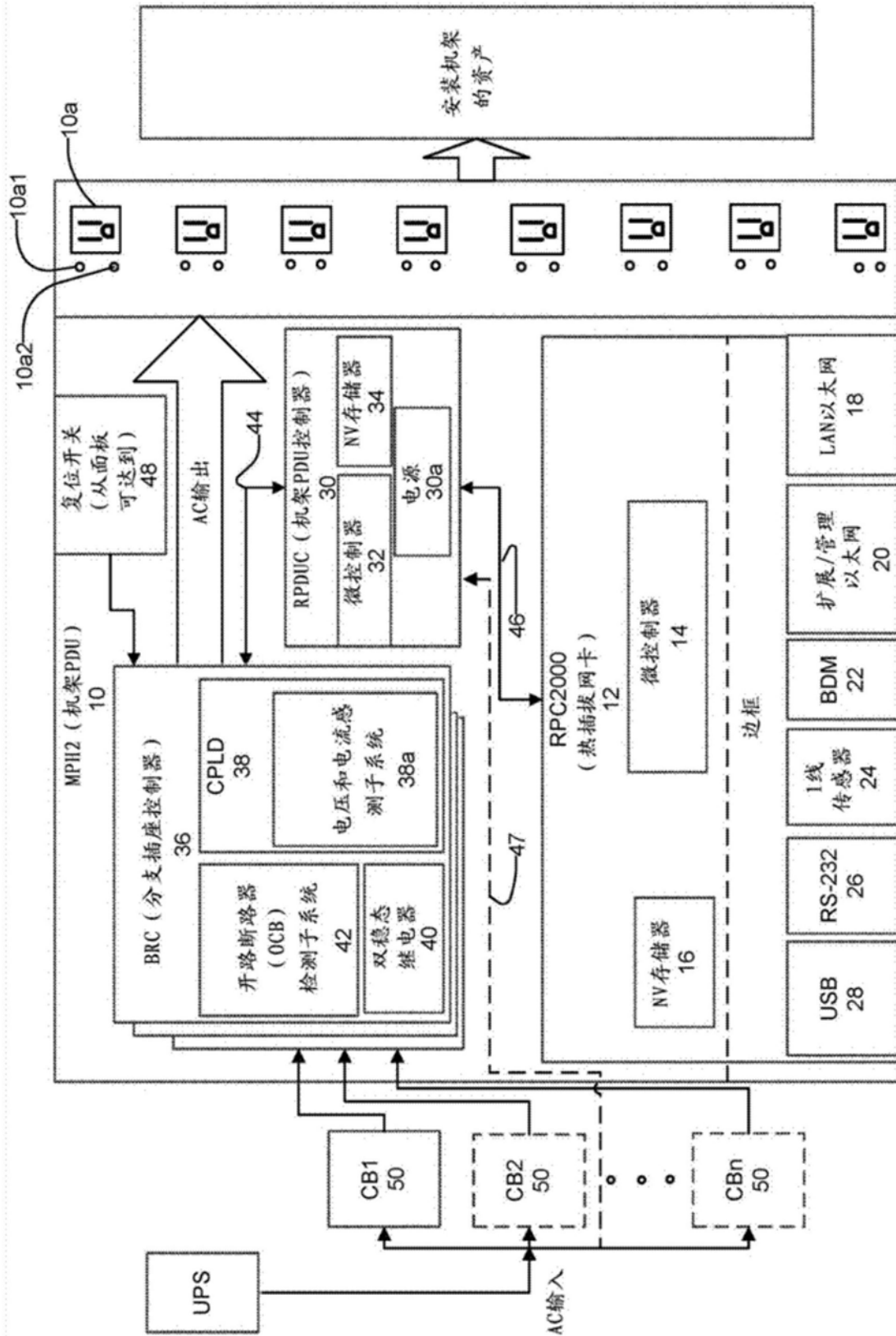


图1

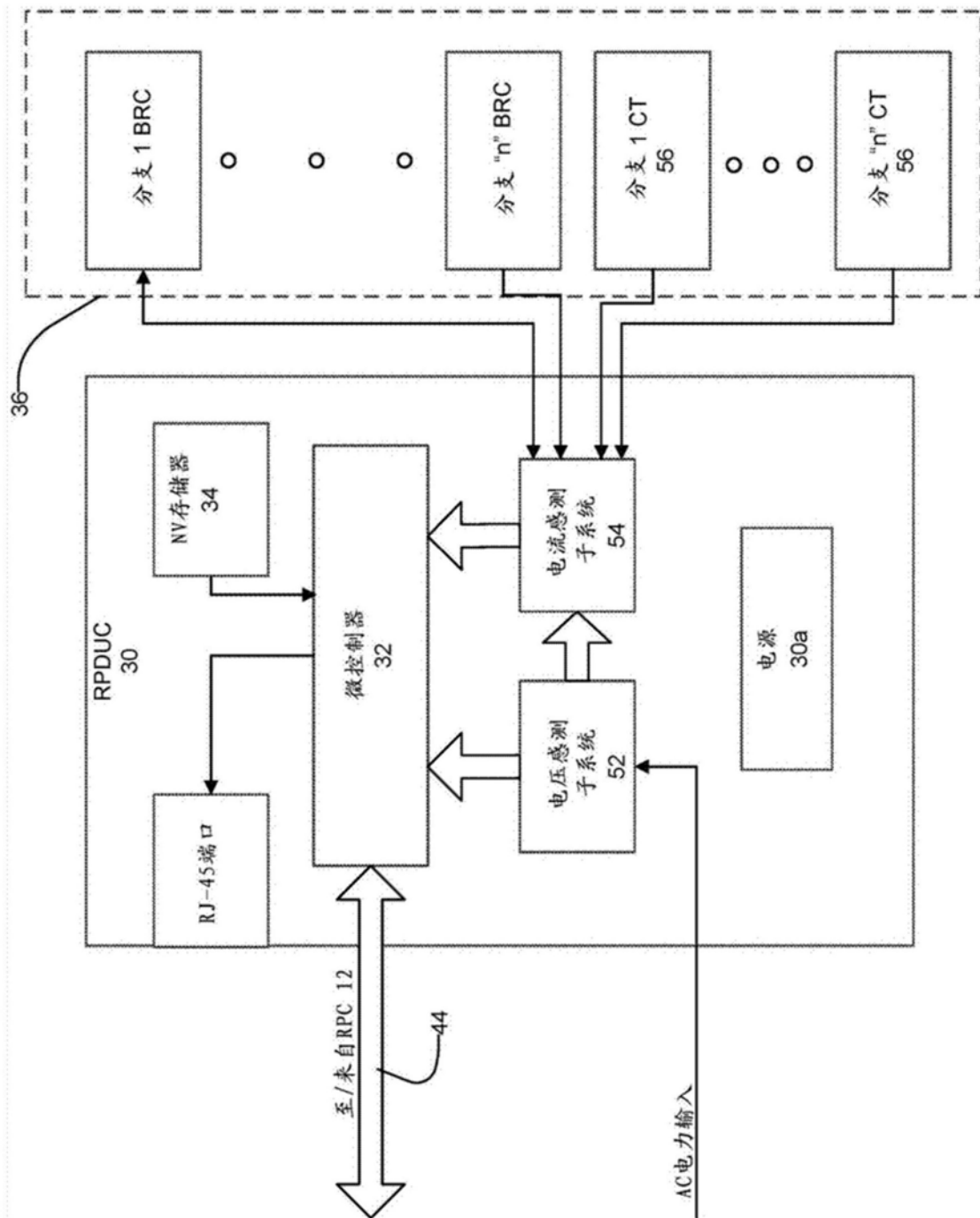


图2

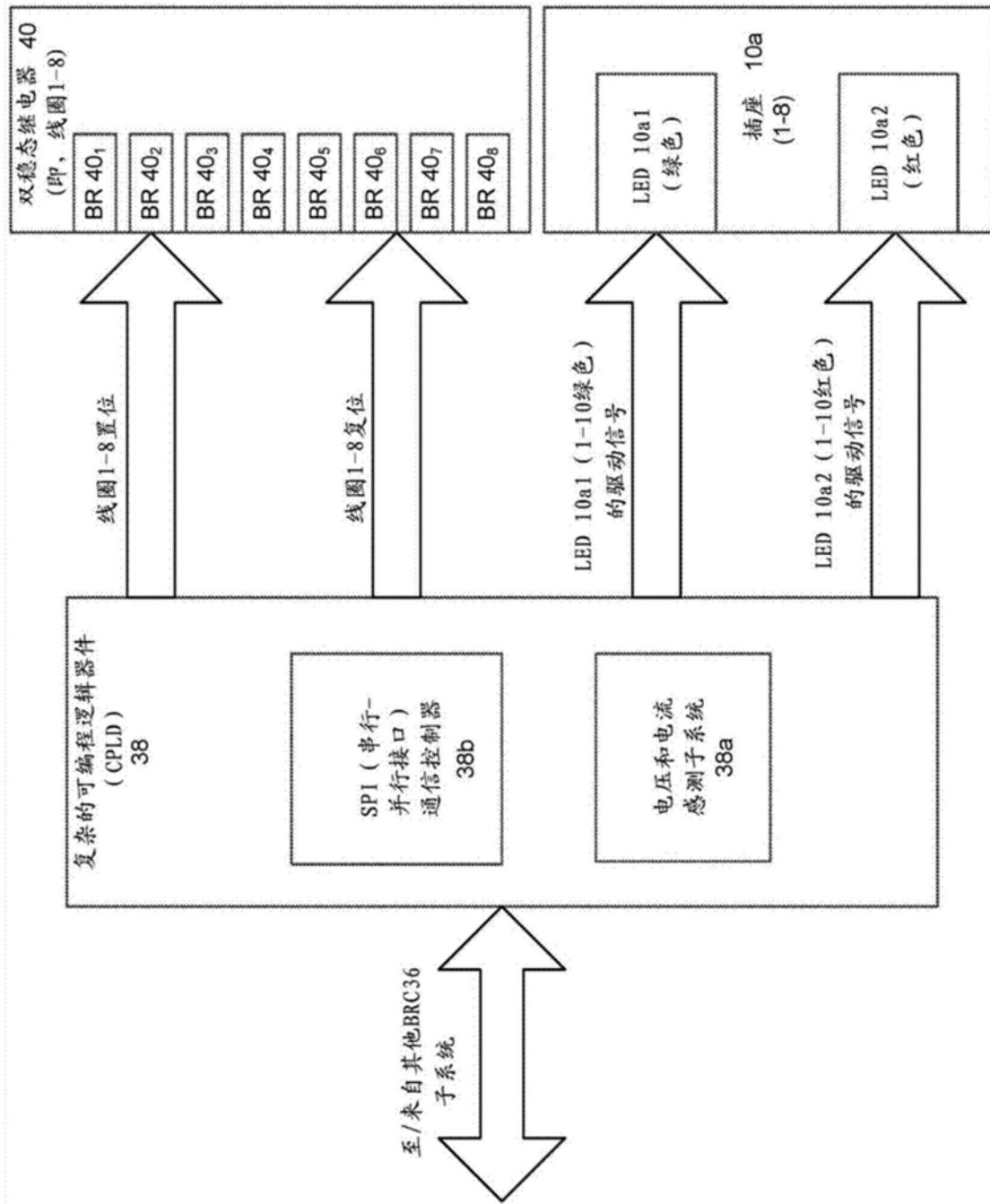


图3

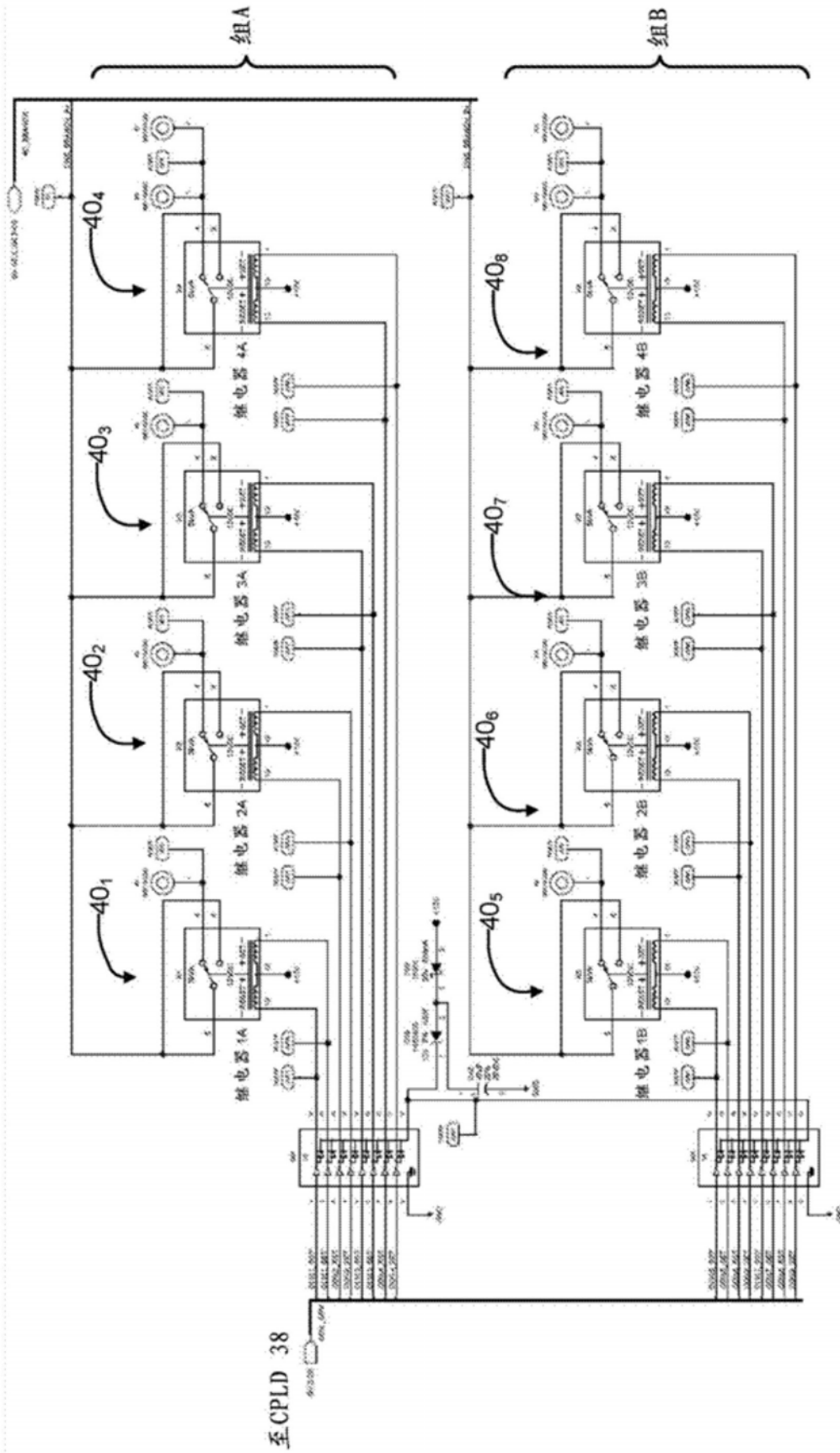


图4