



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112335118 B

(45) 授权公告日 2023.01.10

(21) 申请号 201980041773.5

(22) 申请日 2019.06.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112335118 A

(43) 申请公布日 2021.02.05

(30) 优先权数据
62/688,893 2018.06.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.21

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/038274 2019.06.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/246414 EN 2019.12.26

(73) 专利权人 伯恩斯公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 多田淳 卡塔尔·希汉
戈登·李·伯恩斯 布赖恩·阿亨

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理
有限公司 51258

专利代理师 王晖

(51) Int.Cl.
H01M 50/581 (2021.01)
H01H 37/02 (2006.01)
H01H 37/52 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 104836271 A, 2015.08.12
US 6469600 B1, 2002.10.22
US 6861930 B2, 2005.03.01
US 2014103880 A1, 2014.04.17
WO 2017106535 A1, 2017.06.22
CN 103985598 A, 2014.08.13
CN 1497766 A, 2004.05.19
CN 101479865 A, 2009.07.08

审查员 宋于锋

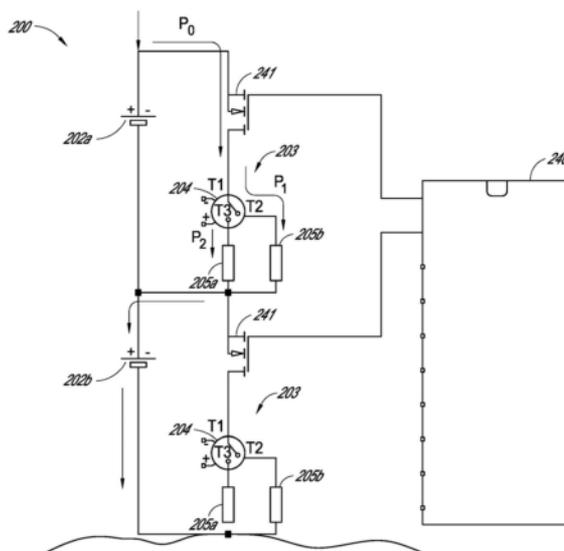
权利要求书4页 说明书24页 附图26页

(54) 发明名称

电路断路器

(57) 摘要

本文公开了机电电路断路器。在一些实施方式中,断路器可以被结合到电池管理系统中以简化电池管理电路和/或以向电池管理系统提供冗余,在一些实施方式中,可以设置断路器以在电池单元的热插拔期间减少对电池管理系统的损害。在不同的实施方式中,断路器可以是可自动复位的或者是不可自动复位的。



1. 一种电气断路器,所述电气断路器对故障状态为响应性、用于一个或更多个电池单元,所述电气断路器包括:

第一端子,所述第一端子被配置为电连接至电池管理系统;

第二端子,所述第二端子被配置为电连接至第一放电电阻器;

第三端子;

电连接至所述第三端子的第二放电电阻器,所述第二放电电阻器被配置为电连接至所述一个或更多个电池单元中的一电池单元的第一电极,所述第三端子被设置在所述第一端子和所述第二放电电阻器之间;以及

热启动开关,所述热启动开关被设置在所述第一端子与第二和第三端子之间,

其中,所述开关具有其中所述第一端子电连接至所述第二端子的第一运行状态,并且所述开关具有其中所述第一端子电连接至所述第三端子的第二状态。

2. 根据权利要求1所述的电气断路器,其中,所述第一放电电阻器和所述第二放电电阻器中的至少一者包括正温度系数电阻器。

3. 根据权利要求1或2所述的电气断路器,其中,所述热启动开关包括双金属切换元件。

4. 根据权利要求3所述的电气断路器,其中,所述双金属切换元件是圆顶形的。

5. 一种电气设备,包括根据权利要求1至4中任一项所述的电气断路器,所述电气设备还包括与所述第一端子电连接的所述电池管理系统。

6. 根据权利要求5所述的电气设备,还包括与所述电气断路器并联的第二电气断路器,所述第二电气断路器具有被配置为与所述电池单元的第二电极电连接的第一端子和被配置为与所述电池单元的所述第一电极电连接的第二端子。

7. 根据权利要求6所述的电气设备,还包括与所述第二电气断路器的第二端子电连接的第三放电电阻器。

8. 根据权利要求6或7所述的电气设备,其中,所述第二电气断路器与所述电池单元热耦接。

9. 根据权利要求6或7所述的电气设备,其中,当在所述电池单元的故障状态下所述电池管理系统不起作用或失灵时,电流通过所述第二电气断路器并且绕开所述电气断路器。

10. 根据权利要求5至7中任一项所述的电气设备,还包括晶体管,所述晶体管具有:与所述电池管理系统电连接的栅极;与所述电池单元的第二电极以及所述电气断路器的第一端子中的一者电连接的源极;以及与所述电池单元的第二电极以及所述电气断路器的第一端子中的另一者电连接的漏极。

11. 根据权利要求5至7中任一项所述的电气设备,还包括所述电池单元。

12. 一种电气断路器,所述电气断路器包括:

第一端子,所述第一端子被配置为电连接至电池单元的第一电极;

第二端子,所述第二端子被配置为电连接至电池管理系统;

热启动开关,所述热启动开关被设置在所述第一端子和所述第二端子之间;以及

电阻器,所述电阻器与所述开关并联,并且被配置为电连接至所述电池管理系统,

其中,所述开关具有其中所述第一端子与所述第二端子断开连接的第一运行状态以及其中所述第一端子与所述第二端子电连接的第二运行状态,所述第一运行状态处于电气地断开的状态,

其中,在所述电气断路器与所述电池单元之间进行电连接时的连接阶段期间,所述开关处于所述第一运行状态,并且第一电流通过所述电阻器去往所述电池管理系统,

其中,在运行阶段期间,所述开关处于所述第二运行状态,并且第二电流通过所述开关去往所述电池管理系统,所述第一电流大于所述第二电流。

13. 根据权利要求12所述的电气断路器,其中,所述开关不能够自动复位。

14. 根据权利要求13所述的电气断路器,其中,所述开关能够手动复位。

15. 根据权利要求12至14中任一项所述的电气断路器,其中,所述开关包括双金属元件。

16. 一种电气设备,包括根据权利要求12至15中任一项所述的电气断路器,还包括与所述第二端子和所述电阻器电连接的所述电池管理系统。

17. 根据权利要求16所述的电气设备,还包括电连接至所述第一端子和所述电池管理系统的所述电池单元。

18. 一种熔断器,包括:

电气断路器,包括:

第一端子,所述第一端子电连接至第一引脚;

第二端子;

第三端子;

热启动开关,所述热启动开关位于所述第一端子与第二和第三端子之间;以及

电阻器,所述电阻器电连接至所述第三端子并且与所述开关热耦接;

晶体管,所述晶体管电连接至所述电阻器和所述第三端子,

其中,当所述晶体管处于第一状态时,电流不流动经过所述晶体管和所述电气断路器,并且所述第一端子电连接至所述第三端子,

其中,当所述晶体管处于第二状态时,电流流动经过所述晶体管和所述电阻器,所述开关被配置为在所述电阻器的温度超过预定阈值时与所述第三端子断开连接并且连接至所述第二端子。

19. 根据权利要求18所述的熔断器,其中,所述晶体管包括n沟道金属氧化物半导体场效应晶体管,所述金属氧化物半导体场效应晶体管的漏极连接至所述电阻器和所述第三端子。

20. 根据权利要求18或19所述的熔断器,其中,所述开关包括双金属元件。

21. 根据权利要求18或19所述的熔断器,其中,所述开关不能够自动复位。

22. 根据权利要求21所述的熔断器,其中,所述开关能够手动复位。

23. 根据权利要求18或19所述的熔断器,还包括被配置为电连接至负载的输出端子。

24. 一种对故障状态为响应性的电气断路器,所述电气断路器包括:

第一端子;

第二端子;

第三端子;

热启动开关,所述热启动开关被设置在所述第一端子与第二和第三端子之间;

电阻器,所述电阻器与所述开关并联并且与所述第二端子电连接;以及

晶闸管,所述晶闸管与所述开关并联并且与所述电阻器串联。

25. 根据权利要求24所述的电气断路器,其中,所述开关具有其中所述第一端子电连接至所述第二端子的正常运行状态,并且所述开关具有其中所述第一端子电连接至所述第二端子和所述第三端子两者的故障状态,使得在故障状态下,大部分电流在所述第一端子和所述第三端子之间流动,并且少部分电流在所述第一端子和所述第二端子之间流动。

26. 根据权利要求24或25所述的电气断路器,其中,所述开关包括双金属元件。

27. 根据权利要求24或25所述的电气断路器,其中,所述电阻器包括正温度系数电阻器。

28. 一种对故障状态为响应性的电气断路器,所述电气断路器包括:

第一端子;

第二端子;

第三端子,所述第三端子被配置为连接到电旁路路径以绕开电部件;

弹簧;以及

包括双金属切换元件的热启动开关,所述开关机械地连接至所述弹簧,所述热启动开关设置在所述第一端子与第二和第三端子之间,其中,所述开关具有其中所述第一端子电连接至所述第二端子的正常运行状态,并且所述开关具有其中所述第一端子电连接至所述第三端子的故障状态,使得在故障状态下,至少大部分电流在所述第一端子和所述第三端子之间流动,

其中,在热启动时,所述开关被配置为从所述正常运行状态变动至所述故障状态,所述开关的变动对所述弹簧的机械势能赋予变化以使所述弹簧偏置,使得所述开关不会自动地变动回所述正常运行状态。

29. 根据权利要求28所述的电气断路器,其中,所述开关具有连接到所述第一端子的第一端和与所述第一端相反的第二端,所述第二端机械地连接到所述弹簧。

30. 根据权利要求28或29所述的电气断路器,其中,在所述正常运行状态期间,所述弹簧被压缩,随着所述开关从所述正常运行状态变动到所述故障状态,所述弹簧被释放。

31. 根据权利要求28或29所述的电气断路器,其中,在所述故障状态下,所述第一端子电连接至所述第二端子,并且至少少部分电流在所述第一端子与所述第二端子之间流动。

32. 根据权利要求28或29所述的电气断路器,还包括在所述第一端子和所述第二端子之间的正温度系数电阻器。

33. 根据权利要求28或29所述的电气断路器,其中,在所述第一端子与所述第二端子之间没有正温度系数电阻器。

34. 根据权利要求28或29所述的电气断路器,其中,所述热启动开关能够手动复位。

35. 根据权利要求28所述的电气断路器,其中,所述双金属切换元件是圆顶形的。

36. 根据权利要求28或35所述的电气断路器,其中,所述热启动开关包括电连接至所述第一端子和所述双金属切换元件的可移动臂。

37. 根据权利要求36所述的电气断路器,其中,当所述开关处于所述正常运行状态时,所述可移动臂电连接至所述第二端子。

38. 根据权利要求34所述的电气断路器,其中,随着所述开关从所述正常运行状态变动至所述故障状态,所述双金属切换元件在形状上倒置。

39. 根据权利要求28或29中任一项所述的电气断路器,其中,在所述开关从所述正常运

行状态变动至所述故障状态之后,所述开关能够手动复位回所述正常运行状态。

40.根据权利要求28或29中任一项所述的电气断路器,其中,所述电部件包括一个或多个电池单元。

电路断路器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年6月22日提交的美国临时专利申请No.62/688,893的优先权,其全部内容通过引用并入本文并且用于所有目的。本申请与2016年12月14日提交的美国专利申请No.15/379,070、2016年12月14日提交的美国专利申请No.15/379,193、以及2016年12月15日提交的国际申请No.PCT/US2016/066985相关;这些美国专利申请中的每个申请都要求美国临时专利申请No.62/269,420和No.62/331,756的优先权,其全部内容通过引用并入本文并且用于所有目的。

[0003] 背景

技术领域

[0004] 本领域大体上涉及电路断路器,以及包含这样的电路断路器的电气系统。

背景技术

[0005] 在不同类型的电气设备中,电路元件诸如电池——其可以包括一个或更多个单元(cell,电池单元、电池单体)——或其他部件可能经历负面地影响较大型电气设备的运行或可靠性的故障。例如,电路元件可能变得过热和/或可能经历过量的电流通过电路元件的过电流故障。这种超温和/或过电流故障可能降低设备的功能性、可靠性、寿命和/或安全性。因此,依然持续需要一种装置,其在运行期间当电路元件(诸如电池)经历超温和/或过电流故障时保护较大型电气设备。

发明内容

[0006] 在一个实施方式中,公开了一种对故障状态为响应性、用于一个或更多个电池单元的电气断路器(electrical breaker,电断路器)。该断路器可以包括被配置为电连接至电池管理系统的第一端子、被配置为电连接(electrically connect,电气地连接)至第一放电电阻器的第二端子以及第三端子。第二放电电阻器可以电连接至第三端子,第二放电电阻器被配置为电连接至一个或更多个电池单元中的一电池单元的第一电极,第三端子被设置在第一端子和第二放电电阻器之间。热启动开关可以被设置在第一端子与第二端子和第三端子之间。开关可以具有其中第一端子电连接至第二端子的第一运行状态,并且开关可以具有其中第一端子电连接至第三端子的第二状态。

[0007] 在另一实施方式中,公开了一种电气断路器。该断路器可以包括:第一端子,其被配置为电连接至电池单元的第一电极;第二端子,其被配置为电连接至电池管理系统;以及热启动开关,其被设置在第一端子和第二端子之间。电阻器可以与开关并联,并且被配置为电连接至电池管理系统。开关可以具有其中第一端子与第二端子断开连接的第一运行状态以及其中第一端子电连接至第二端子的第二运行状态。在断路器和电池单元之间进行电连接的连接阶段期间,开关可以处于第一运行状态,并且第一电流可以通过电阻器去往电池管理系统。在运行阶段期间,开关可以处于第二运行状态,并且第二电流可以通过开关去往

电池管理系统,第一电流大于第二电流。

[0008] 在另一实施方式中,公开了一种熔断器。熔断器可以包括电气断路器,该断路器包括:电连接至第一引脚的第一端子;第二端子;第三端子;位于第一端子与第二端子和第三端子之间的热启动开关;以及电连接至第三端子并且与开关热耦接的电阻器。晶体管可以电连接至电阻器和第三端子。当晶体管处于第一状态时,电流不流动经过晶体管和断路器,并且第一端子电连接至第三端子。当晶体管处于第二状态时,电流动经过晶体管和电阻器,该开关被配置为在电阻器的温度超过预定阈值时与第三端子断开并连接至第二端子。

[0009] 在另一实施方式中,公开了一种对故障状态为响应性的电气断路器。该断路器可以包括:第一端子;第二端子;第三端子;以及被设置在第一端子与第二端子和第三端子之间的热启动开关。可以设置与开关并联并且与第二端子电通信(electrical communication,电气通信)的电阻器。可以设置与开关并联并且与电阻串联的晶闸管。

[0010] 在另一实施方式中,公开了一种对故障状态为响应性的电气断路器。该断路器可以包括第一端子、第二端子和第三端子,该第三端子被配置为连接至电旁路路径以绕开电部件。断路器可以包括设置在第一端子与第二端子和第三端子之间的热启动开关,其中该开关具有中第一端子电连接至第二端子的正常运行状态,并且该开关具有其中第一端子电连接至第三端子的故障状态,使得在故障状态中,至少大部分电流在第一端子和第三端子之间流动。开关可以被配置为使得在开关从正常运行状态变动到故障状态之后,该开关不会自动地变动回正常运行状态。

[0011] 所有这些实施方式旨在落于本文公开的本发明的范围内。根据以下参照附图对优选实施方式的详细描述,这些和其他实施方式对于本领域技术人员而言将变得明显,本发明不限于所公开的任何特定优选实施方式。

附图简介

[0012] 现在将参照以示例而非限制的方式提供的以下附图来描述本发明的具体实现。

[0013] 图1A是根据一个实施方式的电气系统在正常运行状态下的示意性电路图。

[0014] 图1B是图1A所示的系统在故障状态下的示意性电路图。

[0015] 图2A是根据一个实施方式的用于图1A至图1B的实施方式中的电气断路器在正常运行状态下的示意性侧剖视图。

[0016] 图2B是图2A所示的断路器的示意性电路图。

[0017] 图3A是图2A的电气断路器在故障状态下的示意性侧剖视图。

[0018] 图3B是图3A所示的断路器的示意性电路图。

[0019] 图4是示出根据不同实施方式的示例性开关从正常运行状态跳闸(trip,跳转)至故障状态的电流和温度的图。

[0020] 图5是示出根据不同实施方式的示例性正温度系数(PTC)电阻器的温度和电阻之间的关系示意图。

[0021] 图6A是根据另一实施方式的电气系统在正常运行状态下的示意性电路图。

[0022] 图6B是图6A所示的系统在故障状态下的示意性电路图。

[0023] 图6C是根据不同实施方式的不可复位断路器在正常状态下的示意性电路图,并且该不可复位断路器可以与图6A至图6B的实施方式结合使用。

- [0024] 图6D是图6C所示的不可复位断路器在故障状态下的示意性电路图。
- [0025] 图7是根据又一实施方式的可以用于模拟系统的性能的电气系统的示意性电路图。
- [0026] 图8A是根据一个实施方式的包含电路断路器的电池壳体的示意性俯视、前视和右视立体图。
- [0027] 图8B是图8A中示出的电池壳体的示意性底视、后视和左视立体图。
- [0028] 图9A是图8A至图8B所示的电池壳体的示意性俯视、前视和右视立体图,其中第一和第二电池单元设置在壳体中。
- [0029] 图9B是图9A的电池壳体和电池单元的示意性底视、后视和左视立体图。
- [0030] 图10A是图9A至图9B所示的电池壳体和电池单元的示意性俯视平面图。
- [0031] 图10B是图9A至图9B和图10A所示的电池壳体和电池单元的示意性底视平面图。
- [0032] 图11A是电池壳体和电池单元的示意性俯视、后视和右视立体截面视图,其中截面沿着电池端子和第一单元接触部截取。
- [0033] 图11B是电池壳体和电池单元的示意性俯视、后视和右视立体截面视图,其中截面沿着第二单元接触部截取。
- [0034] 图12是根据不同实施方式的连接在一起的一串模块化电池壳体的后视和右视立体图。
- [0035] 图13A是根据不同实施方式的一串串联连接的电池壳体的示意性电路图。
- [0036] 图13B是根据不同实施方式的具有并联连接的两个电池壳体的示意性电路图。
- [0037] 图14是包括一串彼此串联连接的单元并具有降压-升压转换器的电池组的示意性系统图。
- [0038] 图15A是示出了根据不同的实施方式的电气设备的示意性系统图。
- [0039] 图15B是示出了根据另一实施方式的电气设备的示意性系统图。
- [0040] 图16是根据不同实施方式的包含有用于在电池单元的热插拔期间管理过电流状态的断路器的电气设备的示意性系统图。
- [0041] 图17是可以包含本文公开的不同实施方式的断路器的熔断器装置的示意性系统图。
- [0042] 图18A是根据不同实施方式的被示出为处于正常运行状态的断路器的示意性电路图,该断路器包含与电阻器串联的晶闸管。
- [0043] 图18B是被示出为处于故障状态的图18A的断路器的电路图。
- [0044] 详细说明
- [0045] I. 三端子断路器的示例
- [0046] 本文公开的不同实施方式涉及用于保护电气设备免于过热的和/或免于过量电流的机电三端断路器。电气设备和系统可能具有许多电路元件,这些电路元件可能经历有可能对整个系统的性能或可靠性造成负面影响的故障状态(例如,超温和/或过电流故障)。例如,许多设备依赖于多个电池或电池单元(不管是串联、并联还是其组合连接)以向电气系统提供电力。电池通常是可再充电的,这使得用户能够在放电后再使用该电池,而不是购买新电池。例如,移动电子设备(诸如智能手机、平板计算设备、膝上型计算机等)利用高能量

容量的可再充电电池(例如,锂离子电池)向电子设备提供电力以用于数小时运行的高性能计算。电动自行车、电动车辆和混合动力车辆也依靠高能量容量的电池来提供足够的电力以用于在长距离行驶范围运行车辆。太阳能发电系统通常使用电池来储存由太阳能电池产生的能量。本领域技术人员将理解,对于许多类型的电气系统和设备,持续需求可靠且持久的电池。

[0047] 这种电池供电系统的一个问题是一个或多个电池单元可能经历过高的温度(超温故障状态)和/或过量的电流(过电流故障状态),这可能负面地影响整个电气系统的性能、可靠性和/或安全性。例如,在使用锂离子电池(例如,锂聚合物或其他类型的锂离子电池)的系统中,如果单元变得足够热导致溶液中的锂转化为固体并且使单元中的锂层短路,则单元可能经历热失控。在这种情况下,电池可能发生短路,并且可能导致过量的电流流入单元,致使单元的温度进一步升高。在某些情况下,过高的温度可能导致过热的单元削弱或中断较大型电气系统的运行。

[0048] 某些类型的机电电路断路器可以通过将双金属开关与正温度系数(PTC)电阻器连接,例如并联,来解决超温和/或过电流故障状态。PTC电阻器是其电阻随着温度的升高而增加的电阻器,与传统的电阻材料相反。在某些断路器中,如果过量的电流流过特定的电路元件,例如电池,则双金属开关和PTC电阻器的温度升高。在阈值温度下,双金属开关可以跳闸至倒置位置,致使开关断开。因此,在关于这种断路器的故障状态下,断开的开关可以中止或显著减少电流流动经过电路元件,以缓解处于故障状态的电路元件。然而,在一些布置中,可能不期望终止或显著减少电流流动经过整个电路。例如,如果电路元件与其他电路元件串联,则断开关于现有断路器的当前状态的开关可能导致终止或显著减少电流流动经过其他电路元件。

[0049] 为了解决电路元件中超温和/或过电流故障的影响,同时保持与系统中其他电路元件的连接性,本文公开的实施方式提供了三端断路器,其在正常运行状态期间允许电流流动经过电路元件,但是其在故障状态期间使有问题的电路元件周围的电流的大部分(或全部)绕过(bypass,为…设旁路、旁通)或分流。例如,断路器可以包括第一端子、第二端子和第三端子,其能够连接至较大型电气系统的对应端子。断路器还可以包括设置在第一端子与第二和第三端子之间的热启动机械开关。开关可以具有其中第一端子电连接至第二端子的正常运行状态。开关可以具有其中第一端子通过电阻器电连接至第二端子并且第一端子直接地电连接至第三端子的故障状态。在一些实施方式中,开关可以包括双金属元件,诸如但不限于圆顶形双金属盘,其可以被启动以将开关从正常状态变动到故障状态,并且反之亦然。在一些实施方式中,可以在第二和第三端子中之一与第一端子之间提供正温度系数(PTC)电阻器。

[0050] 图1A是根据一个实施方式的电气系统1在正常运行状态下的示意性电路图。电气系统1可以包括负载L和串联连接的多个电池单元2a-2e。将理解的是,一系列电池单元的极性可以与图1A所示的极性相反,如同本文公开的所有附图中的情况那样。单元2a-2e可以包括向负载L提供足够电力的任何合适类型的电池单元。例如,在一些实施方式中,电池单元2a-2e可以包括锂离子或锂聚合物电池单元。负载L可以包括任何合适类型的电气负载,诸如移动设备(诸如智能手机、平板计算设备、膝上型计算机等)的部件、车辆(诸如混合动力车辆或电动车辆)的部件、电能储存系统或任何其他合适的电气或电子系统的部件。在一些

实施方式中,电池单元2a-2e可以用于太阳能发电和储存系统中的能量储存。应当理解的是,尽管电池单元2a-2e在图1A所示的实施方式中串联连接,但在其他布置结构中,单元也可以并联连接或串联和并联的组合连接。此外,尽管在图1A中示出了五个电池单元2a-2e,但是应当理解,可以使用任何合适数量的单元。

[0051] 在图1A中,电气断路器3连接到电池单元2c以保护电路免于故障状态。断路器3可以包括与正温度系数(PTC)电阻器5连接的开关4。在图1A的实施方式中,例如,开关4与PTC电阻器并联连接,但是在其他实施方式中,PTC电阻器可以以其他配置被连接。在所示的实施方式中,开关4是热启动机械开关,特别是双金属元件。如本文所解释的,PTC电阻器5可以包括电阻随温度升高而增加的电阻元件。PTC电阻器5可以是任何合适类型的PTC电阻器,包括陶瓷PTC电阻器或聚合物PTC电阻器。尽管示出的断路器3为电路提供免受故障状态的保护,但是应当理解,每个单元2a-2e(或其任何组合)可以连接至其自身的断路器以提供故障保护。如下面结合图1A所解释的,例如,旁路电路6可以围绕单元2c布线以在故障状况下将全部或大部分电流从单元2c转移。

[0052] 图1A所示的系统1被示出为处于正常运行状态,其中,开关4将可以被认为是输入端子的第一端子T1与可以被认为是第一或主要输出端子的第二端子T2电连接。如图1A所示,第一端子T1设置在开关4和相邻电池单元2d之间。第二端子T2设置在开关4与待保护免于故障状态的单元2c之间。在所示的实施方式中,PTC电阻器5与将第一端子T1与第二端子T2电连接的开关4并联。在电气系统1的正常运行期间,如果每个单元2a-2e向系统供应电压V,则串联连接的单元2a-2e共同向负载L供应 $5*V$ 的电压。

[0053] 电池单元2a-2e可以向负载L供应第一电流 I_1 。在断路器3内,因为PTC电阻器5与开关4并联,所以第二电流 I_2 可以流过开关4并且第三电流 I_3 可以流过PTC电阻器5,其中 $I_1 = I_2 + I_3$ 。在系统1的正常运行期间,开关4的电阻 R_s 可以显著小于PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 。例如,在正常运行状态期间,PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 可以在1欧姆至20欧姆的范围内,并且开关4的电阻 R_s 可以在1毫欧姆至10毫欧姆的范围内。因此,开关4的相对低的电阻 R_s 使得大部分的电流流动经过开关4而不通过PTC电阻器5。在一些实施方式中,例如,在正常运行期间,流动经过开关4且绕开PTC电阻器的第二电流 I_2 可以大于流动经过PTC电阻器5的第三电流 I_3 的100倍、1000倍或10,000倍。因此,有利地是,在正常运行状态期间开关4的相对低的电阻 R_s 不会降低较大型电气系统1的电性能。

[0054] 图1B是图1A所示的系统1在故障状态下的示意性电路图。除非另有说明,否则图1B所示的附图标记代表与如图1A所示的那些相同的部件。如上所述,在故障状态,单元2c可能经历过高的温度和/或过量的电流。如果温度和/或通过单元2c的电流超过预定温度和/或电流,则开关4可以从图1A所示的正常状态变动到图1B所示的故障状态。例如,如下面结合图2A至图3B所解释的那样,在故障状态下,开关4可以从第二端子T2变动至第三端子T3。如图1B所示,第三端子T3可以提供绕开单元2c的到旁路电路6的电连接。因此,在故障状态下,开关4可以绕开单元2c(其经历超温和/或过电流故障)以提供第一端子T1和与单元2c相邻的单元2b之间的电连接。在故障状态下,电流的大部分绕开经受过温和/或过电流故障的单元2c,以防止单元2c的温度和/或通过该单元的电流进一步增加。

[0055] 图2A是根据一个实施方式的可以在图1A至图1B的实施方式中使用的电气断路器3在正常运行状态下的示意性侧剖视图。图2B是图2A所示的断路器3的示意性电路图。图3A是

图2A的电气断路器3在故障状态下的示意性侧剖视图。图3B是图3A所示的断路器3的示意性电路图。如图2A和3A所示,断路器3可以包括机电设备,该机电设备包括壳体10,第一端子T1、第二端子T2和第三端子T3耦接到该壳体。壳体10可以包括电连接到第二端子T2且通过一个或更多个互连件13电连接到PTC电阻器5的第一传导线路12。壳体还可以包括沿着壳体10的顶侧的、电连接至第三端子T3的第二传导线路14。

[0056] 开关4可以包括可移动的(例如可枢转的或可弯折的)传导臂8和切换元件7。可枢转臂8可以通过接触来电连接到第一端子T1和切换元件7。例如,在图2A所示的正常状态下,可枢转臂8可以电接触切换元件7的中心部分。例如,在图2A中,可枢转臂8被示出处于正常状态,其中可枢转臂8的远端部分上的接触部15接触并电连接至第一传导线路12和第二端子T2。在图3A中,可枢转臂8被示出处于故障状态,其中另一接触部16接触并且电连接至第二传导线路14和第三端子T3。在故障状态下,可枢转臂8还可以在切换元件7的相反端部分电接触切换元件7。

[0057] 可枢转臂8可以通过与切换元件7和PTC电阻器5接合来从正常状态变动到故障状态。例如,切换元件7可以包括机电或热机械切换元件,特别是圆顶形双金属元件,其响应于温度变化而改变形状。在正常运行期间,如图2A和2B所示,第一电流 I_1 可以沿着可枢转臂8流动。大部分电流 I_2 通过第二端子T2、第一传导线路12和可枢转臂8,而不通过PTC电阻器5。然而,小涓流电流 I_3 (以虚线示出)从第二端子T2和第一传导线路12通过PTC电阻器5和切换元件7去往可枢转臂8。如上所述,在正常运行期间,绕开PTC电阻器5的电流 I_2 可能比经过PTC电阻器5的涓流电流 I_3 大得多。

[0058] 如果断路器3的温度和/或通过的电流超过预定值,则断路器3可以从图2A至图2B所示的正常运行状态变动到图3A至图3B所示的故障状态。例如,如果切换元件7的温度超过可以在制造过程中进行选择和调节的特定温度阈值,则切换元件7可以从图2A的向下弯曲的形状切换至图3A的向上弯曲的形状。PTC电阻器5还可以使切换元件7的温度升高,因为过量的电流导致PTC电阻器5和与PTC电阻器5接触的切换元件7的温度对应的升高。当切换元件7的形状改变为图3A所示的向上弯曲的形状时,可枢转臂8的末端部分上的接触部16接触并电连接至第二传导线路14和第三端子T3(或者在其他实施方式中直接连接至第三端子T3,未示出)。尽管切换元件7被示出为在正常状态下向下弯曲并且在故障状态下向上弯曲,但是应当理解,在其他布置中,断路器也可以被配置为使得切换元件7在正常运行状态期间呈向上弯曲的形状并且在故障状态期间呈向下弯曲的形状。

[0059] 因此,在故障状态下,第一电流 I_1 沿着可枢转臂8去往第一端子T1。当PTC电阻器5的温度与单元2c(图1B)的温度一起升高时,PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 对应地增加。由于随着温度升高PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 增加,所以电流的大部分 I_2 从第二传导线路14和第三端子T3去往可枢转臂8。第二电流 I_2 通过沿图1B所示的旁路电路6传递来绕开单元2c。然而,小涓流电流 I_3 仍然从第一传导线路12和第二端子T2通过PTC电阻器5和切换元件7(例如,在切换元件7的端部处)去往可枢转臂8和第一端子T1。如下面关于图5另外详细解释的那样,涓流电流 I_3 可以提供来自单元2c的少量电流的少量以使能基本的设备功能,因为由PTC电阻器5产生的热量在最初故障状态之后保持高温以防止开关4抖动(chatter, 颤振),即,防止在故障模式和正常运行模式之间反复切换。本领域技术人员将理解的是,在正常和故障状态下,经过PTC电阻器5的涓流电流 I_3 可以具有不同的大小,并且在故障状态出现期间 I_3 的大小可以

改变。

[0060] 图4是示出根据不同实施方式的示例性开关4从正常运行状态跳闸至故障状态的电流和温度的图。特别地,图4是关于在可从加利福尼亚州里弗赛德的Bourns有限公司商购的Komatsulite™ KCA系列A型断路器中使用的圆顶形双金属开关的电流相对温度的绘图。特别地,图4绘制了用于系列A型断路器的四种不同版本的电流相对温度的图。在图4中,线代表特定断路器跳闸至故障状态的温度和电流组合。因此,每条线下方的区域指示正常状态,并且在线处及线上方的区域指示故障状态。如图4所示,开关4可以在相对高的温度下(即使在低电流下)和/或在相对高的电流下(即使在低温下)从正常运行状态跳闸至故障状态。例如,取决于设计,当开关4达到在65°C至85°C范围内的预定温度时,或者更具体地,达到在70°C至80°C范围内的预定温度时,开关4可以从正常运行状态跳闸至故障状态。

[0061] 在一些实施方式中,使用PTC电阻器5可以提供多种优点。如本文所解释的,通过最初故障状态之后保持升高的温度,PTC电阻器5可以使得开关4和断路器3能够以稳定的方式运行,使得断路器3不会在正常状态和故障状态之间高速率地抖动。此外,在某些情况下,PTC电阻器5的温度的降低可以有助于将断路器3从故障状态复位到正常运行状态。

[0062] 图5是示出根据不同实施方式的示例性PTC电阻器的温度与电阻之间的关系示意图。例如,如图5所示,在低于预定故障温度 T_f 的温度下,PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 可以处于相对低的水平(但可以高于开关4的电阻 R_S)。当PTC电阻器5的温度达到预定的故障温度 T_f 时,电阻 R_{PTC} 可以随升高的温度而显著增加。在图1A至图3B的断路器3中,PTC电阻器5的升高的温度可以使与PTC电阻器5接触的切换元件7的温度进一步升高。因此,PTC电阻器5的升高的温度可以加速或以其他方式帮助致使切换元件7改变形状并跳闸至图3A至图3B所示的故障状态。

[0063] PTC电阻器5的对应高电阻 R_{PTC} 可以使得大部分电流沿着可枢转臂8传递,同时保持涓流电流 I_3 通过PTC电阻器5。当被绕开的单元2c的温度降低(例如,由于通过该被绕开的单元2c传递的电流减小)时,由于迟滞现象以及PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 随着引起故障的较高温度而增加的事实,PTC电阻器5仍可以具有高电阻 R_{PTC} ,并且因此产生其自身的热量以使切换元件(例如双金属元件)保持在故障状态的时间比不存在PTC元件时长。也就是说,即使PTC电阻器5的温度下降了显著的量,PTC电阻器5仍保持由故障状态引起的高电阻 R_{PTC} 水平,直到温度下降到低于复位温度 T_r 。

[0064] 有利地,图5所示的迟滞现象可以防止断路器3以抖动模式运行。在抖动模式中,没有图5所示的迟滞现象,当温度降低(甚至略微地降低)时,双金属切换元件7的温度会降低并过早切换回正常运行状态。运行状态的增加的电流会再次使切换元件7的温度升高超过故障温度 T_f ,并且断路器可能反复地从正常运行状态切换到故障状态并且再次返回。这种抖动模式是不期望的,并且可能导致较大型电气系统1中的不稳定。

[0065] 因此图5所示的迟滞现象允许PTC电阻器5保持高电阻和对应的相对高的温度,这可以将切换元件7保持在故障状态直到温度下降到复位温度 T_r 。而且,通过PTC电阻器的小涓流电流 I_3 可以帮助使温度保持足够高以防止抖动。一旦断路器3的温度下降到复位温度 T_r 以下,PTC电阻器5的电阻可以降回到正常运行状态的电阻 R_{PTC} 。在不同实施方式中,故障温度 T_f 可以在65°C至85°C的范围内,或者更具体地在70°C至80°C的范围内。在不同实施方式中,复位温度 T_r 可以在30°C至60°C的范围内,或者更具体地在40°C至55°C的范围内。

[0066] 因此,图1A至图3B的断路器3可以有利地使用与开关4连接(例如,并联)的PTC电阻器5以保持稳定的运行和故障状态。图1A至图3B的断路器3可以有利地在一些布置中是可复位的,使得如果故障状态消退(例如,通过电流和/或温度的充分降低),断路器3可以返回至正常运行状态。此外,如本文所解释的,断路器3可以稳定地变动到故障状态并返回至正常运行状态而不会抖动。

[0067] 图6A是根据另一实施方式的处于正常运行状态的电气系统1的示意性电路图。图6B是图6A所示的系统1处于故障状态的示意性电路图。除非另有说明,否则图6A至图6B的部件代表与结合图1A-3B所示和所描述的那些部件相同或大体上类似的特征。例如,如同图1A至图1B的实施方式,可以提供断路器3以使电流绕开特定电池单元2c周围。然而,与图1A至图3B的实施方式不同的是,在图6A至图6B的实施方式中,断路器3可以是不可复位的。因此,在图6A至图6B的实施方式中,一旦开关4从正常运行状态跳闸至故障状态,开关4不会自动复位回到正常运行状态。因此断路器3可以用作不可复位的开关,其使经历故障状态的单元2c周围的电流转移。电池管理系统可以检测旁路单元2c上的电压下降,并且可以触发到用户的警告,所述警告为单元2c在非正常运行并且已经被分流出电路。用户可以通过更换或修理单元2c来响应警告,并且可以手动复位或更换断路器3。

[0068] 在图6A至图6B的实施方式中,断路器3可以不包括PTC电阻器,诸如图1A至图3B所示的PTC电阻器5。在这种布置中,开关4可以包括随着断路器3的温度升高而改变形状(例如,倒置)的双金属切换元件(类似于切换元件7)。一旦断路器达到故障状态,开关4就可以跳闸以连接至第三端子T3以绕开单元2c。在不可复位的断路器3中,切换元件可以被成形为使得温度下降不会致使切换元件恢复回到正常运行状态。

[0069] 又在其他布置中,不可复位的断路器3可以包括类似于图1A至图3B所示的那样的PTC电阻器,但是开关4(以及相关切换元件)的形状可以被选择成防止开关4在跳闸至故障状态后恢复至正常状态。在这种布置中,PTC电阻器可以起作用以使双金属切换元件更快速地升温,以便触发故障状态。如上所述,PTC电阻器还可以允许小涓流电流流动经过单元2c,以便使能关键的设备功能。

[0070] 因此,在不同实施方式中,断路器3可以是可复位的,使得开关4可以以稳定、无抖动的方式在正常运行状态和故障状态之间来回变动。在一些实施方式中,断路器3可以是不可复位的,使得开关4在跳闸到故障状态之后不会自动变动回到正常运行状态。

[0071] 图6C是根据不同实施方式的不可复位断路器3在正常运行状态下的示意性电路图,并且该不可复位断路器可以与图6A至图6B的实施方式结合使用。图6D是图6C所示的不可复位断路器3在故障状态下的示意性电路图。图6C至图6D示出了一个示例,通过该示例,断路器3可以以不可自动复位例如不可复位或可由用户手动复位的方式制成。例如,在图6C所示的正常运行状态下,开关4可以将第一端子T1与第二端子T2电连接。在不同的实施方式中,开关4可以包括如上所述的双金属元件。在其他实施方式中,开关4可以包括其他类型的开关。如图6C所示,机械弹簧55可以机械地连接到开关4的端部,该端部与T2或T3连接。在图6C的正常运行配置中,弹簧55可以处于压缩,使得在正常运行状态期间机械势能储存在弹簧55中。

[0072] 如上所述,如果开关4(其可以包括双金属切换元件,例如圆顶形元件)的温度超过阈值,则开关4可以翻转或反转以在如图6D所示的故障状态下将第一端子T1与第二端子T3

连接。尽管未示出,但是可以沿着图6C的路径设置另外的电阻器,以增加对开关4的热效应。当开关4变动至图6C所示的第三端子T3时,弹簧55可以变动至松弛或展开的配置,其中弹簧55抵抗趋于将开关变动回第二端子T2的力。以这样的方式,弹簧55可以防止开关4由于开关4的迟滞现象特性变动回到第二端子T2,使得开关4不能自动地复位。在一些实施方式中,断路器3可以是不可复位的,使得断路器可以包括一次性使用的熔断器。然而,在其他实施方式中,断路器3可以是可手动复位的,其中用户可以手动地重置开关4以连接至第二端子T2,例如通过按压使弹簧44重新压缩至图6C所示配置的按钮。

[0073] 图7是根据又一实施方式的电气系统1的示意性电路图。在一些布置中,图7所示的系统1可以用于模拟使用图1A至图6B中公开的实施方式的系统的性能。在其他布置中,系统1可以在物理上实现(例如,使用分立式电气部件和/或集成电路/设备技术)以有效地如本文所述的三端断路器那样起作用。除非另有说明,否则图7的部件代表与结合图1A至图6B所示和所描述的那些部件相同或大体上类似的特征。例如,系统1可以包括串联连接的多个电池单元BT1、BT2和BT3。断路器3可以电连接至待保护免于故障状态的特定单元BT2。如同图1A至图3B的实施方式那样,断路器3可以包括与PTC电阻器5连接的开关4。在图7中,开关4可以与PTC电阻器5并联,但是在其他实施方式中,PTC电阻器5可以置于别处。随着开关4和/或PTC电阻器5的温度升高,PTC电阻器5的电阻 R_{PTC} 对应地增加。此外,当温度和/或电流超过预定阈值时,开关4和/或PTC电阻器5的升高的温度可以致使开关4断开。

[0074] 然而,与图1A至图3B的实施方式不同,在图7的实施方式中,开关4可以不直接接触第三端子T3。相反,绕开单元2c的旁路电路6可以包括继电器20,该继电器在正常运行状态期间常开。在故障状态期间,当开关4跳闸至故障状态时,感测电路30(其也可以包括电流感测电阻器、磁电流电阻器和/或温度感测热敏电阻器)可以检测断路器3上的电压降。感测电路30可以向继电器20发送信号以使继电器20关闭并且使受保护的单元2c周围的电流转移。因而,在图7的实施方式中,代替使开关4直接连接至第三端子T3,感测电路30可以基于断路器3上的电压降检测故障状态,并且可以使得继电器20连接至第三端子T3,同时开关4保持断开。

[0075] 示例

[0076] 已开发出用于图7所示系统1的自动化测试,该自动化测试使用用于2.5Ah的三个3.6Vdc锂离子电池(对应于BT1、BT2和BT3)的专用测试板和外部固定件。测试板可以包括:三个电阻温度检测器(RTD)温度传感器,以Kelvin模式连接;外部固定件中的各个电池单元BT1、BT2、BT3;外部负载;以及待经由螺旋型端子块连接的断路器3。该示例测试中使用的断路器3是由加利福尼亚州里弗赛德的Bourns有限公司制造的Komatsulite™型号NR82CB0。端子块也可以用于以Kelvin方式连接外部电阻测量仪以用于测量RTD,并且三个其他的螺旋端子可以用于RTD上的护罩(shield,屏蔽、防护)的接地。

[0077] 该测试可以被实现为将高电流常开的继电器20添加到断路器3,使得断路器3好像它具有单刀双掷(SPDT)切换动作那样起作用。监测断路器3上的电压降。在示例测试过程中,断路器3上的0.65Vdc或更高的电压致使继电器20闭合,指示跳闸至断开断路器。断路器3上的0.5Vdc或更小的电压允许继电器20断开,指示复位断路器。该动作允许继电器20和断路器的接触部模拟SPDT开关。当断路器3闭合或不跳闸时,三个单元BT1-BT3串联连接并且可以根据需要被加载。板上的240欧姆轻负载可以置于所有单元BT1-BT3上。外部附接的负

载(例如,最高达10A)也可以连接在单元上。断路器3可以应用于保护串联的三个单元中的第二个或中心单元BT2。当断路器3由于过电流和/或过热故障而断开时,则第二单元BT2从串联的三个单元中被绕开并且在断开的断路器上变成短路以提供能量加热PTC电阻器5。该动作使断路器3保持断开,只要第二单元BT2具有使PTC电阻器5保持足够热以维持断路器3处于断开状态的电荷。当受保护的单元电压下降至断路器的PTC电阻器5充分冷却到允许断路器3复位的水平时,则断路器3复位,并且外部继电器20断开。该动作再次将受保护的单元BT2返回至串联的三个单元中。可以实现该测试过程,以确定在断路器3跳闸成断开之后,受保护的单元BT2可以在该单元BT2放电过多而不能继续这样做之前使断路器3保持断开多长时间。

[0078] 软件也已经被实现以执行该测试过程。该软件可以被编程为具有计算机上的用户界面,并配置为自动测试图7的系统1。如果断路器3跳闸,则软件反复地记录跳闸的断路器的时间、每个单元BT1-BT3的电压、断路器3上的电压、连接的单元BT1和BT3上的总电压、通过PTC电阻器5的电流、受保护的单元BT2和断路器3的温度、其他单元BT1和BT3的温度和/或任何其他合适的的数据。当下述状态的任何组合被满足时程序可以终止,例如:(1) BT1-BT3中的任何一个的电压下降到小于1.10Vdc,(2) 断路器3复位到闭合状态(例如,如由小于0.2Vdc的断路器电压所示),(3) 三个单元BT1-BT3中的任何一个的温度超过85°C,或者(4) 断路器电流小于5mA(例如,由于断路器3发生故障),和/或任何其他合适的预定状态。

[0079] 测试板和系统1也可以用于给电池单元BT1-BT3充电。可以使用三个独立的充电源单独地同时给单元BT1-BT3充电,或者可以用使用三倍于单个单元的充电电压的单个充电源对三个电池单元BT1-BT3的整个一串一次性充电。在这种布置中,所有三个单元BT1-BT3通过施加恒定电流(例如,限于1A最大值)被单独地最初充电,最大电压为4.10Vdc。当特定单元上的电压达到4.10Vdc并且充电电流降至100mA时,充电被视为完成并终止。

[0080] 在一些布置中,测试板和系统1可以用于使用12.3Vdc/1A的源以0.4C的充电速率测试三个单元BT1-BT3的充电。例如,如果系统1检测到软件由于断路器3已复位而终止或中断,并且如果BT2的电压为正,则软件可以启动三个单元BT1-BT3的充电。充电可以用1A电流在12.3Vdc的最大电压下在三个单元BT1-BT3上进行。因此系统1可以用作电池管理系统并且可以测量每个单元BT1-BT3的电压、所有三个单元的组合电压、每个单元BT1-BT3的安培电流以及温度。当以下状态的任何组合发生时,充电操作可以终止:(1) 单元BT1-BT3中的任何一个的电压超过4.099Vdc;(2) 电流下降到小于100mA;和/或单元BT1-BT3中的任何一个的温度超过50°C。

[0081] 尽管本文公开的实施方式可以涉及使用电池的电气系统和设备,但应当理解的是,本文公开的断路器3可以与任何其他合适类型的电路元件一起使用。例如,本文公开的断路器3可以用于易受超温和/或过电流故障状态影响的任何电路元件。此外,本文公开的断路器3还可以用于无电池电力系统,包括直流(DC)和交流(AC)应用二者。

[0082] II. 电池壳体的示例

[0083] 在一些系统中,电池单元使用金属带状物或其他类型的电互连件连接在一起。带状物或其他互连件可以点焊、钎焊或以其他方式接合到单元的正极和负极端子。例如,柱形锂离子单元(诸如电动自行车中使用的那些)通常使用带状物互连件串联或并联地点焊至彼此。为了更换具有使用焊接接头、钎焊接头或其他类型的金属接合过程连接的单元,用户

断开接头、更换电池单元并且使用期望的金属接合过程将连接重新接合至新电池单元。然而，金属接合过程诸如焊接、钎焊等可能需要过量的时间、装置和/或专业技能来形成接头。此外，即使在两个电池单元之间的金属接头提供了充分的电连接的情况下，互连件和接头也可能未以紧凑的方式被适当地容纳或包装。例如，在一些布置中，如果没有提供充足的包装，则互连件和/或接头可能变得缠结和/或可能翻折。在不同实施方式中，本文关于图1A至图7公开的断路器3也可以与互连件和/或使用合适的金属接合过程的电池焊接、钎焊或以其他方式接合在一起。然而，如上面所解释的，这种金属接合过程可能是耗时且昂贵的，并且可能需要专门的专业技能。本文公开的电池壳体可以与上面结合图1A至图7描述的任何断路器3结合使用。

[0084] 因此，本文公开的不同实施方式使用模块化电池壳体，该模块化电池壳体包含具有上面结合图1A至图7公开的功能和/或形式的电路断路器。电池壳体可以包括壳体本体，该壳体本体限定腔的大小和形状以接收一个或更多个电池单元。具有开关的断路器（其可以与关于图1A至图7公开的断路器3类似或相同）可以与壳体本体耦接或集成。第一电导体可以设置在壳体本体的第一端部部分处并电连接至开关。第一电导体可以被配置为电连接到电池的第一电池单元端子。第二电导体可以设置在壳体本体的第二端部部分处。第二电导体可以被配置为电连接到电池单元的第二电池单元端子，以限定第一电导体和第二电导体之间的第一电路路径。旁路导体也可以与壳体本体耦接。旁路导体可以电连接至开关和第二电导体，以限定开关和第二电导体之间的第二电路路径。

[0085] 在正常状态，断路器可以被配置为使得所有电流沿着第一电路路径流动经过第一电导体和第二电导体之间的电池单元。在故障状态（诸如超温和/或过电流状态），断路器可以被配置为使得大部分（或全部）电流绕开电池单元并且沿着开关和第二电导体之间的第二电路路径流动。在一些实施方式中，在故障状态少部分电流流动经过电池单元。有利的是，本文公开的电池壳体可以使得用户能够简单地将电池单元卡扣在电池壳体的腔内，而无需执行任何金属接合过程，诸如焊接、钎焊等。此外，电池壳体为一个或更多个电池单元提供紧凑的结构支撑，并且提供其中多个电池壳体可以彼此连接以提供串联或并联的任意数量的电池单元的模块化构造。壳体本体可以包括绝缘壁，该绝缘壁可以将传导部件诸如单元的绝缘体涂层壳体、单元接触部、模块化电池端子和传导段机械分离且电分离，以便防止壳体的部件彼此短路。壳体本体可以可替代地或附加地包括绝缘间隔元件，该绝缘间隔元件提供空气间隙以将传导部件诸如单元的绝缘体涂层壳体、单元接触部、引线和传导段机械分离且电分离，以便防止壳体的部件彼此短路。

[0086] 图8A是根据一个实施方式的电池壳体100的示意性俯视、前视、右视立体图。图8B是图8A中示出的电池壳体100的示意性底视、前视、左视立体图。电池壳体100可以包括壳体本体101，该壳体本体具有一个或更多个壁110并限定腔102的大小和形状以接收一个或更多个电池单元（参见图9A至图9B）。壳体本体101的壁110可以包括绝缘材料，该绝缘材料用作限定用于接收单元的托座（receptacle，插座、接收器），并且电分离与壁110耦接或与该壁一起形成的传导材料。例如，壁110的绝缘材料可以包括塑料或聚合物材料、陶瓷材料等。

[0087] 壳体本体101可以包括第一端部部分111（例如，顶部）和与第一端部部分111相反的第二端部部分112（例如，底部）。第一壁110a和第二壁110b可以在第一端部部分111和第二端部部分112之间延伸，并且可以沿着所示出的y轴线彼此间隔开足以接收电池单元的宽

度的距离。第三壁110c和第四壁110d可以设置在相应的第一端部部分111和第二端部部分112处,并且可以沿着所示出的z轴线彼此间隔开足以接收电池单元的长度的距离。如图8A至图8B所示,第三壁110c和第四壁110d中的每一个都可以包括开口117,电池单元的端子可以通过该开口暴露。腔102可以由第一、第二、第三和第四壁110a-110d限定。在所示的实施方式中,腔102可以通过限定在壳体100的两端(例如,左端和右端)上的z-y平面中的孔隙来访问。在其他实施方式中,可以在z-y平面中形成附加的壁以便形成完全封闭的壳体。在这个实施方式中,可以通过提供一个或更多个门和/或通过第一壁110a和第二壁110b中的开口来访问腔102,该一个或更多个门在插入和/或移除一个或更多个电池单元时可以打开和关闭。

[0088] 图8A至图8B所示的腔102的大小和形状被设计成接收两个电池单元,诸如两个柱形锂离子电池单元,但是应当理解,腔102可以被成形为接收其他类型、大小、形状或数量的电池单元。例如,替代地,腔102的大小可以被设计成接收仅一个电池单元,或者大小可以被设计成接收三个电池单元、四个电池单元、五个电池单元、六个电池单元、七个电池单元、八个电池单元或更多个电池单元。此外,尽管图8A至图8B所示的腔102被示出为成形为接收伸长的柱形电池单元,在其他布置中,腔102的大小和形状可以被设计成接收具有矩形、方形或多边形截面的电池单元,或者接收具有硬币轮廓的电池单元(例如,电池单元的高度或长度小于宽度或直径)。

[0089] 有利地,壳体本体101和腔102的大小和形状可以设计成使得电池单元可以例如通过无工具连接的方式卡扣在壳体本体101中,无需任何工具将电池单元连接至壳体110。例如,在一些实施方式中,连接到电池单元的电池单元端子的单元接触部可以间隔开比电池单元的长度小的距离,使得电池单元可以卡扣在接触部之间(例如电池单元可以被推动至接触部之间并且可以使接触部偏离彼此)。在其他实施方式中,壳体本体101的长度(沿着z轴线)和/或宽度(沿着y轴线)可以被选择成略小于电池单元的相应长度和宽度尺寸。壳体本体101可以是充分顺应的(compliant,顺从的、弹性的),使得用户可以将略大的电池单元(或多个电池单元)推入腔102中,致使壳体本体101弯曲以接收一个或更多个电池单元。一旦一个或更多个电池单元处于壳体100中,壳体本体101可以松弛以将一个或更多个电池单元固定在腔102内。这种卡扣配合连接实现了相对简单的电池单元安装或更换过程,其中一个或更多个电池单元通过卡扣配合连接的方式机械连接且电连接到壳体100。尽管本文描述了卡扣配合连接,但应当理解,单元和壳体之间可以使用其他无工具连接。此外,在一些实施方式中,可以使用任何合适的金属接合过程或材料将单元连接到单元接触部105a-105c。例如,在一些实施方式中,可以使用钎焊、焊接、传导环氧树脂等将单元接触部105a-105d连接到单元。这种金属接合连接可以用于减少连接的电阻和/或改善电池壳体的可靠性。

[0090] 电池壳体100还可以包括第一模块化电池端子104a和第二模块化电池端子104b,每个模块化电池端子配置为与外部部件诸如另一模块化连接的电池壳体、电力负载等电连通。壳体100还可以包括配置为沿多种电路路径引导电流的多个电导体,如结合图9A至图12详细解释的。例如,壳体100可以包括第一传导段107a、第二传导段107b、第三传导段107c、第四传导段107d、第五传导段107e和第六传导段107f。第一单元接触部105a可以被配置为接触第一单元的第一电池单元端子,并且第二单元接触部105b可以被配置为接触第二单元的

第二电池单元端子。类似地,第三单元接触部105c可以被配置为接触第一单元的第二电池单元端子,并且第四单元接触部105d可以被配置为接触第二单元的第一电池单元端子。壳体100还可以包括第一旁路导体106a和第二旁路导体106b。另外,第一断路器3a可以连接到第一传导段107a、第二传导段107b和第一旁路导体106a。第二断路器3b可以连接到第三传导段107c、第四传导段107d和第二旁路导体106b。

[0091] 如本文所解释的,电池壳体100(其可以接收单个单元或多个单元)和导体可以限定用于电流流动经过壳体100和设置在壳体100中的一个或更多个单元的多种电路路径。电池壳体100可以包括与电池壳体100集成的三端断路器(例如,断路器3a、3b)。如上面结合图1A至图7所解释的那样,断路器3a、3b可以具有正常运行状态和故障状态。当单元经受超温和/或过电流情况时,断路器3a、3b可以进入故障状态。当断路器处于正常运行状态时,电池壳体100可以限定通过单元的主电流路径。电池壳体100可以限定旁路电流路径,该旁路电流路径配置为当电路断路器处于故障状态时绕开单元。例如,在正常运行状态,断路器3a、3b的第一端子T1可以连接至第二端子T2,使得电流流动经过将T1连接至T2的开关,并且沿着主电流路径流动经过单元。在故障状态,第一端子T1可以变动成连接至断路器3a、3b的第三端子T3。在故障状态,少部分电流(例如,小涓流电流)可以沿着主电流路径流动,并且大部分电流可以沿着旁路电流路径流动。在一些布置中,在断路器3a、3b中提供有PTC电阻器。如上所述,断路器3a、3b可以包括双金属开关,当单元处于故障状态时,该双金属开关可以从第二端子T2移动至第三端子T3。断路器3a、3b可以定位在电池壳体中的任何合适位置处以检测故障状态(例如,超温和/或过电流情况)并且当处于故障状态时使电流绕开单元。

[0092] 尽管本文所示的电导体可以被描述为对应于单独的传导段或者接触部,但是应当理解,传导段或者接触部可以替代地由较少的传导段形成(例如,导体可以是连续的)。例如,尽管第一传导段107a被示出为与模块化电池端子104a分离开,但是在其他实施方式中,模块化电池端子104a可以直接连接至断路器3a而没有中间段,或者模块化电池端子104a可以通过连续的传导材料连接至断路器3a。类似地,尽管第二传导段107b被示出为与第一单元接触部105a分离开,但应当理解,断路器3a可以直接与单元接触部105a连接而没有中间段,或者单元接触部105a可以包括断路器3a和单元之间的连续的传导材料。类似地,断路器3b可以通过单元接触部直接连接到单元而不需要中间段107c和107d。并且,旁路导体106a、106b可以直接从断路器3a、3b连接到单元接触部105a、105b而不需要中间段(或通过连续的传导材料)。本领域技术人员会理解,多种类型的电气布线布置可以适合于使用本文公开的实施方式。

[0093] 电导体(例如,传导段107a-107f、单元接触部105a-105d、模块化电池端子104a-104b和旁路导体106a、106b)可以耦接到壳体本体101或与该壳体本体一起形成。例如,在一些实施方式中,壳体本体101可以使用合适的过程,诸如注入成型、三维(3D)印刷等形成。导体可以连接至大小和形状被设计成接收导体的凹部,或者壳体本体101可以模制在期望的导体周围。在一些实施方式中,粘合剂可以用于将导体连接至壳体本体101。在其他实施方式中,整个电池壳体100(例如,包括绝缘壳体本体101和导体)可以使用能够将绝缘和传导结构同时限定在单个整体主体中的3D印刷过程来制造。

[0094] 另外,如图8A至图8B所示,第一连接器135a可以耦接到第二单元接触部105b或与该第二单元接触部一起形成。第二连接器135b可以耦接到第三单元接触部105c或与该第三

单元接触部一起形成。第一连接器135a和第二连接器135b可以包括被配置为电连接到电池管理系统(BMS)的传导耳片或凸耳。例如,在一些实施方式中,第二单元接触部105b和第三单元接触部105c可以将电池单元的负极端子分别与第一连接器135a和第二连接器135b电连接。BMS(见图13A至图13B)可以监测每个电池单元的电压,并且可以通知用户(例如,用警报或其他指示器)是否单元的电压升高或下降到不可接受的水平。例如,在一些实施方式中,BMS可以确定一个或更多个电池单元是否已由于例如开关处于故障状态而被绕开。这样的通知可以警告用户应当更换电池单元。

[0095] 图9A是图8A至图8B所示的电池壳体100的示意性俯视、前视、右视立体图,其中第一单元114a和第二单元114b设置在壳体100中。图9B是图9A的电池壳体100和单元114a、114b的示意性底视、前视、左视立体图。图10A是图9A至图9B所示的电池壳体100和单元114a、114b的示意性俯视平面图。图10B是图9A至图10A所示的电池壳体100和单元114a、114b的示意性底视平面图。图11A是电池壳体100和单元114a、114b的示意性俯视、后视、右视立体截面图,其中截面穿过模块化电池端子104a、104b和第一单元接触部105a截取。图11B是电池壳体100和单元114a、114b的示意性俯视、后视、右视立体截面视图,其中截面穿过第二单元接触部105b截取。

[0096] 图9A至图11B所示的第一单元114a和第二单元114b是柱形电池单元(例如,锂离子电池单元),然而如上所述,电池单元可以包括任何合适的形状或轮廓,以及任何合适类型的电池单元。此外,如上所述,尽管示出了两个单元114a、114b,但可以在壳体100中设置更多或更少的电池单元。例如,在一些实施方式中,电池壳体100的大小和形状可以被设计成接收单个单元。具有一个或更多个单元的多个壳体可以以模块化布置连接在一起。在图9A至图9B的布置中,每个单元114a、114b都包括第一电池单元端子113a(例如,正极端子)和第二电池单元端子113b(例如,负极端子)。单元114a、114b可以设置在壳体101中,使得第一单元114a的第一电池单元端子113a位于第一端部部分111处或附近,并且第一单元114a的第二电池单元端子113b布置在第二端部部分112处或附近。第二单元114b的第一电池单元端子113a可以设置在第二端部部分112处或附近、与第一单元114a的第二电池单元端子113b相邻。第二单元114b的第二电池单元端子113b可以设置在第一端部部分111处或附近、与第一单元114a的第一电池单元端子113a相邻。

[0097] 图9A至图9B示出了由电池壳体100限定的多种电路路径P1-P7。在所示的实施方式中,路径P1-P7的箭头示出电子流动的方向(假设第一电池单元端子113a是正极端子),本领域技术人员将理解其与用于电流的常规限定的方向相反。因此,为了在所提供的示例中预见电流的流动,所有箭头的方向可以反向。在其他实施方式中,取决于单元114a、114b相对于壳体100的极性,电子可以与所示出的方向相反地流动。

[0098] 可以在第一模块化电池端子104a和断路器3a之间限定第一路径P1(图9A和图10A),该断路器可以包括类似于贯穿本公开内容所公开的那些开关。第一模块化电池端子104a可以被配置为提供与外部部件诸如另一电池壳体、电负载等的电连通。第一模块化电池端子104a可以设置在壳体本体101的外表面上,例如设置在第一壁110a的外表面上。然而,在其他实施方式中,第一模块化电池端子104a可以设置在壳体100的其他表面上并且可以包括其他形状和轮廓。例如,在其他实施方式中,模块化电池端子104a可以从壳体本体101向外延伸以促进电连接到外部部件。电流可以在第一模块化电池端子104a和第一断路

器3a之间沿着第一传导段107a流动。如上所述,在一些实施方式中,第一段107a可以是接合到模块化电池端子104a和断路器3a的单独的传导材料片。在其他实施方式中,第一路径P1被限定在模块化电池端子104a和断路器3a之间沿着连续的传导材料片。

[0099] 第一段107a的一端可以电连接至断路器3a的第一端子,诸如结合图1A至图3B和图6A至图7描述和示出的第一端子T1。例如,段107a可以焊接或钎焊至第一端子T1,或者可以以其他方式电连接。第二传导段107b可以电连接至断路器3a和第一单元接触部105a。例如,第二段107b的一端可以电连接至断路器3的第二端子T2,并且第二段107b的另一端可以电连接至第一单元接触部105a。如上所述,在一些实施方式中,第二段107b可以包括单独的传导材料片,来自断路器3a和单元接触部105a。在其他实施方式中,断路器3a的第二端子T2和第一单元接触部105a可以包括连续的传导材料片。作为一个示例,如图11A所示,第二段107b可以被弯折以便延伸穿过第一单元接触部105a的孔隙,以将第二段107a固定到单元接触部105a并且提供到第一单元114a的第一端子113a的电连接。第一旁路导体106a可以电连接至断路器3a的第三端子T3和第三单元接触部105c,其连接至第三传导段107c(参见图9A、9B、10A和10B)。例如,第一旁路导体106a可以连接至断路器3a的第三端子T3以提供围绕单元114a的旁路路径。旁路导体106a可以附着到壳体本体101或与该壳体本体一起形成。

[0100] 如上面结合图1A至图7所解释的,断路器3a可以包括具有正常状态和故障状态的开关。在正常状态下,如上面结合图1A至图7所解释的,断路器3a的第一端子T1可以连接至第二端子T2(参见图10A)。在这种布置中,在工作电流和/或温度在正常范围内的情况下,允许电流沿着第二电路路径P2流动经过第一单元114a。例如,在正常状态,电子可以沿着路径P2从断路器3a(图9A)沿着第二段107b和第一单元接触部105a,经过第一电池单元端子113a流入单元114a,并且经过第二电池单元端子113b(图9B)并流入壳体100的第二端部部分112处的单元接触部105c和第三传导段107c。

[0101] 第三单元接触部105c可以用于将电子从第一单元114a的第二端子113b传送到第三传导段107c。有利地,第一单元接触部105a和第三单元接触部105c中的每一个的大小都可以被设计成在不使用金属接合操作诸如焊接、钎焊等的情况下接触电池单元的相应端子113a、113b。替代地,如上面所解释的,单元接触部105a、105c和单元114a之间的电接触可以通过卡扣配合连接来提供,其中单元114a被推动到单元接触部105a和单元接触部105c之间。应当理解的是,尽管单元接触部105a、105c被示出为传导材料的盘状片,但在其他实施方式中,单元接触部105a、105c可以包括伸长的传导材料片。此外,尽管单元114a可以通过简单的卡扣配合连接机械连接且电连接到壳体100,但在一些实施方式中,用户可以附加地或可替代地执行接合过程(诸如焊接、钎焊等)来将端子113a、113b连接到单元接触部105a、105c,特别是用于可再充电电池。

[0102] 因此,在较大型系统的正常运行期间,电流沿着第二路径P2流动(沿与所示箭头相反的方向),即,流动经过单元114a。然而,如上所述,在一些情况下,单元114a可能变得过热或者过多的电流可能流动经过单元114a。如上面结合图1A至图7所解释的,如果温度和/或流动经过单元114a的电流超过多种预定值,则断路器3a可以进入故障状态,其中断路器中的开关5移动以将断路器3a的第一端子T1与第三端子T3连接。在这种故障状态下,少部分电流仍然可以在第一端子T1和第二端子T2之间流动,并且沿着第二路径P2流动经过单元114a。然而,大部分(或全部)电流沿着在断路器3a的第三端子T3和第三单元接触部105c之

间延伸的第三路径P3在单元114a周围被分流或被设旁路。绕着单元114a分流大部分或全部电流可以防止单元114a被损害并且可以延长单元114a的寿命。此外,在故障状态下,可以绕开单元114a而不使电流流向第二单元114b和较大型电气系统中断。有利地,图9A至图9B所示的布置可以在正常运行中使用去往和来自单元114a的较短的电路路径P2,并且在故障状态下使用通过旁路导体106a的较长的旁路路径P3。较长的旁路路径P3可以具有比通过单元114a的路径P2高的电阻。在正常运行期间提供的相对低的电阻可以有利地减少产生热量的能量的损失。

[0103] 如图10B所示,第一旁路导体106a可以接触第三单元接触部105c,其提供第一旁路导体106a和第三传导段107c之间的电连通。第三传导段107c可以限定在第二和第三路径P2、P3的接合处与第二断路器3b之间的第四电路路径P4。例如,在正常状态下,电流可以沿着第二路径P2流动经过单元114a,并沿着第四路径P4和第三段107c到达第二断路器3b。在故障状态下,电流的大部分或全部(图1B中的 I_2)可以沿着第三路径P3和第一旁路导体106a流动至第三单元接触部105c和第三段107c,并且少部分电流(图1B中的 I_3)可以沿着第二路径P2流动至第三单元接触部105c和第三段107c。组合电流(图1B中的 I_1)可以沿着第三段107c和第四路径P4流动至断路器3b。

[0104] 与第一断路器3a一样,第二断路器3b具有正常运行状态和故障状态。在正常状态下,第三段107c连接至断路器3b的第一端子T1,该第一端子又连接至断路器3b的第二端子T2。断路器3b的第二端子T2可以与第四传导段107d、第四单元接触部105d和第二单元114b的第一电池单元端子113a连接(见图10B)。因此,在正常状态下,电流沿着经过第四单元接触部105d和第二单元接触部105b之间的第二单元114b的第五路径P5流动经过断路器3b(见图9B)。

[0105] 在故障状态(诸如超温和/或过电流故障)下,断路器3b的开关可以移动以将第一端子T1与第三端子T3连接,该第三端子可以与第二旁路导体106b的第一端连接。如同第一断路器3a,如果第二单元114b处于故障状态,则大部分电流沿第六电路路径P6流动经过旁路导体106b,并且少部分电流沿第五电路路径P5流动经过单元114b。如前所述,附图中的箭头表示电子流动的方向(假设113a为正极并且113b为负极),使得电流在与所示箭头相反的方向上流动。

[0106] 如图9A、10A和11B所示,第二旁路导体106b的第二端部可以连接至第五电段107e。另外,第二单元接触部105b可以连接至第五电段107e。沿着第五路径P5和/或第六路径P6流动的电流可以沿着第七电路路径P7经过第五段107e和第六段107f流动至第二模块化电池端子104b。第二模块化电池端子104b可以形成在壳体100的外表面上,例如在第二壁110b的外表面上。第二模块化电池端子104b可以被配置为提供与另一外部部件诸如另一电池壳体或电负载的电连通。如图11A至图11B所示,通道116可以被限定为沿着壳体壁110的一部分并且大小和形状可以被设计成接收第六段107f。

[0107] 图12是根据不同实施方式的包括连接在一起的一串120电池壳体100A-100D的电池组的右后立体图。有利地,图9A至图11B所示的电池壳体100可以提供模块化平台,通过该模块化平台可以将多个电池壳体电连接且机械连接在一起。使用以模块化布置连接在一起的多个电池壳体可以有利地使得高压电力供应能够用于高功率应用,诸如自动应用(用于机动车辆诸如汽车、小型摩托车或自行车的电池)、计算应用(膝上型计算机、移动智能电

话、平板电脑等)、医疗设备等。此外,通过将 一个或更多个断路器 3 结合到每个壳体 100A-100D 中,即使电池单元中的一个或更多个由于故障状态而被绕开,电池组仍可以继续递送电流以用于设备运行,并且用户可以通过简单地从电池壳体中移除电池单元并卡入替换的电池单元来替换有缺陷的电池单元,而不中断电流到电负载的供应。

[0108] 如图 12 所示,第一壳体 100A 的第一模块化电池接触部 104a 可以电连接到第二壳体 100B 的第二模块化电池接触部 104b,第二壳体 100B 的第一模块化电池接触部 104a 可以电连接到第三壳体 100C 的第二模块化电池接触部 104b,并且第三壳体 100C 的第一模块化电池接触部 104a 可以电连接到第四壳体 100D 的第二模块化电池接触部 104a。相邻壳体的相应的第一模块化电池接触部 104a 和第二模块化电池接触部 104b 之间的连接可以在不使用金属接合过程的情况下进行。例如,在一些实施方式中,相邻壳体的模块化电池接触部 104a、104b 可以卡扣在一起以在相邻壳体之间提供电连接和机械连接。在一些实施方式中,相邻电池壳体的模块化电池接触部 104a、104b 可以滑动连接互锁以提供相邻壳体之间的电连接和机械连接。在一些实施方式中,用户可以选择将相邻壳体的模块化电池接触部 104a、104b 焊接或钎焊在一起。在不同实施方式中,每个壳体 100A-100D 的壳体本体 101 可以包括多种机械锁定特征以提供相邻的电池壳体之间的机械接合。尽管图 12 中示出了四个壳体 100A-100D,但应当理解的是,任何合适数量的电池壳体可以彼此连接。当组装串 120 时,最外面的电模块化电池接触部(例如,图 12 中的壳体 100A 的第二模块化电池接触部 104b 和壳体 100D 的第一模块化电池接触部 104a)可以电连接到期望的电负载(例如电动机)以向其提供电力。

[0109] 图 13A 是根据不同实施方式的包括一串 120 串联连接的电池壳体 100A-100C 的电池组的示意性电路图。除非另有说明,否则图 13A 所示的附图标记代表与图 1A 至图 12 所示的那些部件相同或相似的部件。如本文所解释的,多个电池壳体 100A-100C 可以串联连接在一起。将壳体 100A-100C 串联连接在一起可以有利地增加可用于供应至电负载的电能的总量。例如,图 13A 中示出了三个壳体 100A-100C,其中每个壳体 100A-100C 包括两个单元 114a、114b。如果每个单元 114a、114b 具有电压 V,则如所示的一串 120 串联连接的六个电池单元供应 6V 的电压。壳体的模块化使得能够将多个电池用于具有高电力需求的应用。如果电池单元中的一个发生故障,则相关联的断路器 3a、3b 可以有利地绕着发生故障的电池单元路由(route,为…规定路线)电流的大部分以向较大型系统提供电力。壳体 100A-100C 的卡扣配合连接使得用户能够容易地移除和更换发生故障的电池单元。此外,如图 13A 所示,电池管理系统(BMS)可以连接至与电池单元的选定端子(例如,负极端子)电耦接的相应的第一连接器 135a 和第二连接器 135b。如本文所解释的,BMS 可以监测每个电池单元的电压,并且可以警告用户是否特定单元的电压上升或下降到不期望的水平。例如,在一些实施方式中,BMS 可以确定一个或更多个电池单元是否由于例如开关处于故障状态而已被绕开。

[0110] 图 13B 是根据不同实施方式的包括一组 122 并联连接的电池壳体 100A-100B 的电池组的示意性电路图。除非另有说明,否则图 13B 所示的附图标记代表与图 1A 至图 12 所示的那些部件相同或相似的部件。与图 13A 的实施方式不同,在图 13B 中,两个电池壳体 100A 和 100B 并联连接。如果来自第一壳体 100A 的电池单元中之一发生故障(例如单元 114a),则断路器 3a 可以绕开单元 114a 并将电流供应至第二单元 114b 和较大型电气系统。另外,与图 13A 一样,BMS 可以电连接至相应的第一连接器 135a 和第二连接器 135b 以监测每个电池单元的电压,如上所述。

[0111] 图13B所示布置的一个挑战是,如果一个单元发生故障并被断路器绕开,则所得到的布置会包括与两个单元并联的一个单元。由此产生的两个串上的电压的不平衡可能损害保持运行的电池,和/或可能降低较大型电气系统的性能。在一些实施方式中,可以通过在每个并联串中提供二极管(例如,肖特基型二极管)来解决这种电压不平衡,以防止通过单元的反向偏置。在一些实施方式中,可以通过在每个串中提供晶体管(例如,p沟道MOSFET)来解决潜在的电压不平衡,该晶体管可以起类似于二极管的作用以防止或减少通过单元的反向偏置。

[0112] 图14是包括一串120彼此串联连接的单元114a-114e并具有降压-升压转换器130的电池组的示意性系统图。单元114a-114e可以与本文公开的任何电池壳体100耦接,或者可以以任何其他合适的方式连接在一起。降压-升压转换器130可以包括将串120的输出电压保持在可接受的电压范围内的DC至DC转换结构。例如,如果单元114a-114e中的一个被断路器从串中绕开,则串120的总电压会下降等于被绕开的单元所供应的电压的量。降压-升压转换器130可以有利地将串120的输出保持在期望的电压范围内。例如,如图14所示,如果每个单元114a-114e供应3.6V的电压,则串120通常会总共供应18V。如果单元中的一个被绕开,则所供应的电压会下降至总共14.4V。即使一个或更多个单元被绕开,降压-升压转换器130也可以将串120的总输出保持在18V。

[0113] 如本文所解释的,当一个或更多个单元由于故障状况而被断路器绕开时,被绕开的单元不会中断供应至其他单元和电负载的电流。当过电流和/或超温故障状态消退时,断路器可以复位并返回至正常运行状态,如上面结合图1A至图7所解释的。此外,使用简单的卡扣配合连接,用户可以容易地移除和用新单元更换被绕开和损害的单元,该卡扣配合连接提供新单元与壳体的电连接和机械连接。在不同实施方式中,可以提供蓄电池监测系统,其确定电池在使用期间是否被绕开。电池监测系统可以向用户发送信号以警告用户应当更换一个或更多个单元。为了促进使用电池监测或管理系统(BMS),可以将端子或接触点结合到模块化电池壳体中,这促进BMS连接到每个单元之间的电路中的点。使用本文公开的可以集成到用于电池或电池组的壳体中以自动监测超温和/或过电流故障状态的断路器可以有利地降低在壳体水平而不是在电池单元本身内提供断路器的成本。消除用于每个单元的断路器可以降低系统的总体成本,同时增加系统的相对于省略断路器的安全性。此外,利用本文公开的断路器还可以减少对昂贵的热管理系统诸如液体冷却系统的需求。在一些实施方式中,一个或更多个发热元件例如PPTC元件可以结合到壳体中以改善电池的性能,特别是在寒冷的环境中。

[0114] III. 其他电路断路器的示例

[0115] 本文公开的其他实施方式涉及可以被结合到包括例如电池监测电路在内的不同类型的电路中的电路断路器。如上所述,本文公开的实施方式对于为系统诸如电动汽车、电动自行车、或任何其他合适的系统的高容量和/或高电压电池组提供过电流和/或超温保护方面可以是有用的。在一些实施方式中,电路断路器可以包括与以上公开的开关类似的开关。在一些实施方式中,断路器可以包括与上述三端开关类似的三端开关。在其他实施方式中,断路器可以包括二端开关。在不同的实施方式中,断路器可以包括被配置为帮助使断路器从第一状态(例如,正常运行状态)变动至第二状态(例如,故障状态)或反之亦然的正温度系数(PTC)电阻器。

[0116] A. 用于单元平衡的电路断路器

[0117] 本文公开的不同实施方式可以用于单元平衡,以改进具有多个单元(例如,串联或并联设置)的电池组的容量。例如,电池组内的不同电池单元可以具有不同的相应充电状态(SOC),这可能负面地影响电池组的容量和寿命。因此,在一些实施方式中,具有最小SOC的单元可能会限制电池组中的其他电池的充电和/或运行的能力。一些电路采用主动平衡技术,其中集成电路芯片可以被配置为将电能从具有高SOC的单元传输到具有较低SOC的其他单元。例如,在不同的实现中,电池管理系统(BMS)可以包括集成电路,该集成电路包括一个或更多个直流至直流(DC至DC)转换器,该转换器可以调节待施加到具有较低SOC的单元的电压。本文公开的不同实施方式可以有益地简化BMS的设计和/或在BMS故障或不起作用的情况下提供备用保护(例如,冗余)。

[0118] 图15A是示出了根据不同实施方式的电气设备200的示意性系统图。设备200可以包括与电池管理系统240电通信的多个电池单元202a、202b。尽管在图15A中示出了仅两个单元202a、202b,但是应当理解的是,可以在电路200中使用任何合适数量的电池单元。如本文所解释的,电池管理系统240可以被配置为主动平衡电池组中的单元。设备200还包括可以由电池管理系统240控制的晶体管241(其可以包括金属氧化物半导体场效应晶体管、或MOSFET诸如n沟道MOSFET)。晶体管241可以包括任何合适类型的晶体管,包括例如,绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、MOSFET、双极结型晶体管(BJT)等。图15A示出了处于平衡配置的设备200,其中电池管理系统240已经检测到单元202a的故障状态(例如,单元202a可能相对于其他单元过充电)。在图15A中,电池管理系统240在检测到故障状态时,可以将晶体管241放置在ON位置,以便将能量传输到电池组中的另一单元(例如,单元202b)。在绕开单元202a之后,电池组可以继续充电。在OFF位置,没有电流可以通过晶体管241,使得电流在正常运行状态下通过电池单元202a。

[0119] 在故障状态下,电流可以沿着旁路路径 P_0 经过晶体管241传输。在一些实施方式中,沿旁路路径 P_0 的电流的量可能高于所期望的,例如,如果沿旁路路径 P_0 的电流造成其他单元中的过电流或超温状态,或者如果晶体管241和/或电池管理系统240被损害或因其他原因而不起作用。因此,在图15A的实施方式中,断路器203可以与晶体管241(例如,与n沟道MOSFET晶体管的漏极)串联连接。断路器203可以包括开关204。开关204可以包括本文公开的开关4中的任何开关。例如,在一些实施方式中,开关204可以包括热启动机械开关诸如双金属元件(例如,圆顶形双金属元件),如本文所述。在其他实施方式中,其他类型的开关可以是合适的。如上所述,开关204可以包括第一端子T1、第二端子T2和第三端子T3。此外,在不同的实施方式中,开关204可以是可复位的。在其他实施方式中,开关204可以是不可复位的,或者可以是可手动复位的。

[0120] 第一和第二放电电阻器205a、205b可以并联设置,如图15A所示。在第一状态下,第一端子T1可以被连接至第二端子T2,这在图15A中示出。在图15A所示的第一状态下,当晶体管241被放置处于ON状态时,电流可以沿着第一路径 P_1 流动经过端子T1和T2,经过第二放电电阻器205b,并且流至电池组的另一单元(例如,单元202b)。如果沿着第一路径 P_1 流动的电流超过特定的电流和/或温度阈值,则开关204(例如,双金属圆顶切换元件)可以翻转以将第一端子T1与第三端子T3电连接。在第二状态(例如,故障状态)下,电流可以沿着第二路径 P_2 流动经过第一放电电阻器205a并且流至电池组中的另一单元(例如,单元202b)。

[0121] 第一和第二放电电阻器205a、205b可以包括任何合适类型的电阻器。在一些实施方式中,例如,放电电阻器205a、205b中的一者或两者可以包括正温度系数(PTC)电阻器。在不同的实施方式中,电阻器205a、205b中的一者或两者可以包括可变电阻电阻器,使得用户可以为任一路径 P_1 、 P_2 选择期望的电阻。在一些实施方式中,电阻器205a、205b中的一者可以包括PTC电阻器,并且另一电阻器205b可以不是PTC电阻器,或者反之亦然。在这样的实施方式中,如果沿着第一路径 P_1 通过第二电阻器205b的电流的量过大,则开关204可以切换以便使电流传输经过第一电阻器205a(例如,PTC电阻器)。在这样的实施方式中,经过第一电阻器205a(在该示例中,为PTC电阻器)的电流的涌入可以使第一电阻器205a的温度升高,并且相应地使其电阻升高,这可以减少沿第二路径 P_2 的电流。第一电阻器205a的电阻可以与第二电阻器205b的电阻相同或不同(例如,高于第二电阻器的电阻)。

[0122] 有益地,图15A的实施方式可以提供冗余或备用电路,使得如果过量的电流通过旁路路径 P_0 和晶体管241,则断路器203可以提供被动的备用电路,该备用电路进一步减少了传递进入后续的电池单元(例如,单元202b)的电流。尽管在图15A中示出了单元202a、202b,但是电池组中的每个单元可以具有其自身相关联的旁路路径。此外,图15A的晶体管241可以被选择为具有大电流容量以适应当单元202a要被绕开时可能发生的相对大的电流涌入。图15A的实施方式可以有利地使设备200的用户能够使用较小的晶体管241,例如可以处理较低电流量的晶体管。因此,图15A的实施方式可以简化电池管理电路并且提供冗余的过电流保护,诸如减小晶体管241的大小并且在晶体管241和/或电池管理系统240损害或不起作用时提供平衡保护。

[0123] 图15B是示出了根据另一实施方式的电气设备200的示意性系统图。除非另有说明,否则图15B的部件可以与图15A的类似编号的部件相同或大体上相似。例如,如图15A所示,设备200可以包括电池管理系统240、与电池管理系统240通信的晶体管241(其可以包括任何合适类型的晶体管,如上所述)、电池单元202a、以及与晶体管241电通信的断路器203。图15B的断路器203可以以与图15A的断路器203大体上相似的方式运行。

[0124] 然而,与图15A的实施方式不同,在图15B的实施方式中,另外的断路器243可以被设置为与电池单元202a并联,被电设置在电池单元202a和断路器203之间。例如,在一些布置中,电池管理系统240和/或晶体管241可能失灵,或者以其他方式不起作用。在这种情况下,断路器203可能不调节经过路径 P_1 、 P_2 的电流,例如,如果晶体管241阻断了到断路器203的电流。有益地,在电池管理系统240和/或晶体管241失灵的情况下,断路器243可以作为另外的电平(level,级、水平)冗余起作用。

[0125] 在一些实施方式中,断路器243可以包括开关242,该开关可以包括电或热启动机械开关(例如,双金属元件,诸如圆顶形双金属元件),以及与开关242串联的第三放电电阻器205c。在不同的实施方式中,开关242可以与单元202热连接。断路器243可以被热耦接或热键合至单元202a,以便在单元202a超过温度阈值的情况下提供被动单元平衡。开关242可以是常开开关,使得开关242在正常运行状态期间是断开的。开关242在图15B中被示出为处于闭合、故障状态。此外,在不同的实施方式中,开关242可以是可复位的。在其他实施方式中,开关242可以是不可复位的,或者可以是可手动复位的。第三放电电阻器205c可以包括任何合适类型的电阻器,包括PTC电阻器。有益地,当开关242闭合时,例如当第一端子T1连接至第二端子T2时,第三放电电阻器205c可以限制经过断路器243的电流。在不同的实施方

式中,第三放电电阻器205c可以包括可变电阻器,使得用户可以为在考虑中的应用选择负载的值。

[0126] 开关242可以包括第一端子T1和第二端子T2。在电池组(和/或在单元202a处于故障状态期间的电池管理系统240)的正常运行状态期间,晶体管241可以OFF(以阻断电流去往断路器203),并且开关242可以断开,使得电流可以通过电池单元202a。如果电池管理系统240检测到过电流或超温状态,则电池管理系统240可以将晶体管241切换到ON,并且断路器203可以如上结合图15A所述那样运行。但是,如果电池管理系统240和/或晶体管241失灵(使得没有电流经过晶体管241),则开关242的温度可能会由于单元202a的过电流状态而上升,从而使开关242从断开状态翻转至在图15B中所示的闭合状态,使得第一端子T1电连接至第二端子T2。电流I可以沿着路径P₃通过T1和T2,经过第三放电电阻器205c,并且至另一单元(未示出),如图15B所示。因此,图15B所示的断路器243可以在故障状态下在单元202a周围提供单独的冗余旁路路径,甚至在电池管理系统240和/或晶体管241失灵的情况下。有益地,图15B的断路器243可以独立于电池管理系统240和晶体管241运行以提供冗余电路保护。

[0127] B. 用于电池单元热插拔的电路断路器

[0128] 本文公开的不同实施方式也可以用于管理当电池单元被热插拔时——例如当在设备的运行期间更换电池单元时(例如,在不关断设备的情况下)——的过电流和/或超温状态。图16是根据不同实施方式的包含有用于在电池单元的热插拔期间管理过电流状态的断路器303的电气设备300的示意性系统图。除非另有说明,否则图16的部件可以与图15A至图15B的类似编号的部件相同或大体上相似,其中附图标记相对于图15A至图15B的附图标记增加了100。

[0129] 例如,电气设备300可以包括电池组,该电池组包括串联的多个电池单元,以向电气系统诸如电动汽车、电动自行车、电动工具等供应电力。在图16中示出仅一个单元302,但是如上所述,可以设置任何合适数量的电池单元。电池管理系统340可以被配置为管理电池组的单元的充电状态。此外,单元平衡电路344可以连接到电池管理系统340以用于平衡单元302的充电。

[0130] 在不同的情况下,当系统开启或启动时,电池单元302可以被电连接至设备300。例如,在设备300的制造期间,电池单元300可以被插入至设备中,并且设备部件可以被启动(例如,在装置的连接阶段期间)。当在制造或组装期间启动装置时,可能存在初始电流I₀沿引导至电池管理系统340和平衡电路344的布线的突然涌入。相似地,如果在设备300的运行期间要更换或插拔单元302,则同样可能会有电流I₀至平衡电路344和电池管理系统340中的涌入。这样的电流涌入可能损害平衡电路344、电池管理系统340和/或设备300的其他部件。

[0131] 相应地,在图16的实施方式中,可以设置断路器303以保护免受在电池单元302的热插拔期间可能发生的电流的初始涌入。断路器303可以包括沿着单元302与电池管理系统340和平衡电路344之间的电路径、与电阻器305并联的常开开关304。与以上实施方式一样,开关304可以包括热或电启动机械开关,例如双金属元件诸如当元件的温度超过预定阈值时可以翻转位置的圆顶形双金属元件。电阻器305可以包括任何合适类型的电阻器。在一些实施方式中,电阻器305可以不包括PTC电阻器。在其他实施方式中,电阻器305可以包括PTC

电阻器。

[0132] 在图16的实施方式中,开关304最初处于断开配置,如图16所示。当单元302在制造或使用期间被热插拔到设备300中时,电流 I_0 的涌入可以通过电阻器305,如图16所示(例如,在单元的连接阶段期间)。开关304(例如,热启动开关)可以热连接至电阻器305(例如,可以与电阻器305封装和/或接触该电阻器),使得当电流 I_0 经过电阻器305时,电阻器305的温度上升。因此,电流 I_0 的初始涌入可以通过电阻器305来显著地减少,以便降低去往电池管理系统340和/或平衡电路344的电流,从而在电流 I_0 的初始涌入期间缓解或防止对电池管理系统340和平衡电路344的损害。

[0133] 当开关304和/或电阻器305的温度(和/或经过电阻器305的电流)超过预定阈值时,则开关304可以切换到闭合连接,使得第一端子T1电连接至第二端子T2,从而绕开电阻器305(例如,在运行配置期间)。电阻器305可以被选择为具有足以将电流 I_0 的涌入减少至在涌入电流的时间段期间——其可以是相对短的时间阶段(例如,约为毫秒级)——不会损害平衡电路344和/或电池管理系统340的水平的电阻特性。因此,当开关304变动至闭合位置以连接第一和第二端子T1、T2时,通过电路的电流可以处于能够被平衡电路344和/或电池管理系统340适应的水平。较低的电流(例如,在电阻器305已经充分地减少了涌入电流 I_0 之后)可以通过闭合开关304并且进入电池管理系统340和/或平衡电路344。

[0134] 在一些实施方式中,开关304可以是不可复位的,使得开关304被配置为在其变动至闭合配置之后不自动地变动回至图16所示的断开配置。例如,在一些电气系统(诸如电动汽车或远程通信系统单元)中,防止开关304再次断开可能是优选的,因为电阻器305会减少或阻断提供给电池管理系统340的电流。在这样的实施方式中,例如,电阻器305可以不包括PTC电阻器。在一些实施方式中,开关304可以是可手动复位的。例如,可以在设备300上设置按钮和/或机械联动件,使得用户可以例如在更换单元302之前手动地将开关304复位至断开位置。在其他实施方式中,电阻器305可以包括对于一些应用能够允许开关304可自动地复位的PTC电阻器。

[0135] 相应地,图16中公开的实施方式可以有益地被用于防止在单元302被热插拔时损害平衡电路344和/或电池管理系统340。在一些实施方式中,开关304可以是不可复位的,并且可以不在断路器303中包括PTC电阻器305。这样的实施方式还可以简化设备300的制造过程,从而避免了制造商手动地设计用于处理涌入电流的解决方案的需要。

[0136] C. 断路器的其他示例

[0137] 图17至图18B示出了断路器或熔断器的其他示例。图17是熔断器设备400的示意性系统图,该熔断器设备可以包括本文公开的断路器的不同实施方式。除非另有说明,否则图17的部件可以与图16的类似编号的部件相同或大体上相似,其中附图标记相对于图16的附图标记增加了100。熔断器设备400可以包括第一和第二I/O引脚 p_1 和 p_2 ,该第一和第二I/O引脚被配置为电连接至用于过电流和/或超温保护的外部设备,诸如电池组和/或电池管理系统。熔断器设备400可以包括晶体管441,该晶体管与位于第二引脚 p_2 和晶体管441之间、处于并联的电阻器R和电容器C电通信。晶体管441可以包括任何合适类型的晶体管,例如,n沟道MOSFET晶体管诸如如图17所示,或者绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、MOSFET、双极结型晶体管(BJT)等。可以设置栅极驱动电路448以控制晶体管441的栅极G的运行。在大型电气系统的正常运行期间,可以例如通过栅极驱动电路448将晶体管441放置在OFF位置,使得没有电

流流动经过熔断器设备400。

[0138] 熔断器设备400还可以包括断路器403。断路器403可以包括开关404,该开关可以是与本文描述的开关相似的电或热启动机械开关。如上所述,例如,开关404可以包括双金属元件,诸如圆顶形双金属元件。在一些实施方式中,开关404可以包括具有第一端子T1、第二端子T2和第三端子T3的三端开关。在其他实施方式中,开关404可以包括二端开关。在不同的实施方式中,可以设置输出端子 T_{out} 以在设备的正常运行期间电连接至负载L。在所示的实施方式中,开关404可以包括常闭开关,其中在大型电子装置的正常运行期间(例如,当晶体管441是OFF时)T1电连接至T3。断路器403还可以包括与第三端子T3串联的电阻器405。在一些实施方式中,电阻器405可以不包括PTC电阻器。在其他实施方式中,电阻器405可以包括PTC电阻器。在所示出的实施方式中,第三端子T3可以电连接至断路器403的电阻器405和晶体管441的漏极D。在正常运行期间,电流 I_n 可以在第一端子T1和第三端子T3之间传递,可以通过输出端子 T_{out} 连接至负载L。

[0139] 晶体管441可以通过连接至熔断器400的外部电气设备诸如电池管理系统(未示出)转到ON。当例如通过电池管理系统使晶体管441转到ON时,电流可以流动经过熔断器设备400,例如以绕开大型外部电气设备的部分,使得电流流动经过晶体管441、电阻器405以及闭合开关404。当电阻器405的温度超过预定阈值时,开关404可以移动至端子T2,例如断开或故障配置。在这样的布置中,熔断器400可以保持断开并且可以是不可复位的(或者可手动复位的,例如,通过按钮)。然而,在其他布置中,熔断器400可以是可自动复位或可手动复位的。在这样的实施方式中,熔断器400可以使较大型电气设备在跳闸时能够关断或运行功率降低,例如,电力供应或单元可以在跳闸后被绕开。

[0140] 图18A是根据不同实施方式的被示出为处于正常运行状态的断路器503的示意性电路图,该断路器包含与电阻器505串联的晶闸管556。图18B是被示出为处于故障状态的图18A的断路器503的电路图。除非另有说明,否则图18A至图18B的部件可以与图1至图17所示的部件相似,其中附图标记从500开始。如上所述,开关504可以包括双金属切换元件,例如在一些实施方式中的圆顶形切换元件。电阻器505可以包括任何合适类型的电阻器。在一些实施方式中,电阻器505可以包括PTC电阻器。在其他实施方式中,电阻器505可以不包括PTC电阻器。

[0141] 晶闸管556可以是任何合适的晶闸管浪涌保护设备,包括例如由加利福尼亚州里弗赛德的Bourns有限公司制造的TISP®晶闸管浪涌保护器。当跨晶闸管556的电压小于预定电压阈值时,图18A(例如,正常运行状态)所示的晶闸管556可以被配置为处于断开状态。相应地,在图18A中,第一端子T1可以在正常状态下连接至第二端子T2,以及电流 I_1 可以通过开关504和端子T1、T2。在图18A中,由于晶闸管556处于断开状态,所以没有电流可以通过晶闸管556或电阻器505。如果与断路器503连接的电池单元变得过充电,则晶闸管556可以检测到过充电(例如,基于超过预定阈值的电压)并且变动至闭合状态,在该闭合状态下电流通过晶闸管556和电阻器505。

[0142] 如果电流使电阻器505和/或开关504的温度升高至足够高的温度,则开关504可以翻转或反转,以便将第一端子T1与第三端子T3连接,如图18B所示。在图18B中,电流 I_1 可以被分成:沿开关504经过第一和第三端子T1、T3的第二电流 I_2 路径,以及经过晶闸管556和电阻器505的第三电流 I_3 路径。在一些实施方式中,如上所述,大部分电流可以沿着第二电流 I_2

路径传递,以及少部分电流可以沿着第三电流 I_3 路径传递。断路器503可以包括可复位断路器,使得当电阻器505的温度下降到另一阈值以下时,如上所述,开关504可以变动回正常运行状态,以将第一端子T1与第二端子T2连接。

[0143] 在不同的实施方式中,可以使用两端常闭断路器(其可以包括或不包括PTC电阻器),其中它的两个端子之一与单元的端子或电极之一物理接触且电接触,并且另一断路器端子可以被连接至与用于热监测的BMS线路连接的线路或线。在这样的配置中,如果特定单元的温度超过了断路器的跳闸温度,则用于该单元的BMS热监测线路可能经历断路,其中BMS可以被编程以解释为该单元已经超过其连接的断路器的跳闸温度。断路器可以被配置为间歇性地断开和闭合,因为它在断开时冷却以及在闭合时加热。有益地,在该实施方式中,断路器可以代替或替代较昂贵并且可能较大的热监测设备,例如PTC。

[0144] 尽管已经在某些实施方式和示例的背景下公开了本发明,但是本领域技术人员将理解的是,本发明超出具体公开的实施方式延伸到该发明的其他替代实施方式和/或用途,以及明显的修改物和其等价物。另外,虽然已经显示和详细描述了本发明的几个变型,但是基于本公开内容在本发明范围内的其他修改对于本领域技术人员而言将是明显的。还可以预期的是,可以进行实施方式的具体特征和方面的多种组合或子组合,并且仍然落入本发明的范围内。应当理解的是,所公开的实施方式的多种特征和方面可以彼此组合或相互替代以便形成所公开的发明的不同模式。因此,本文公开的本发明的范围旨在不应被上述具体公开的实施方式所限制,而是应当仅通过公正地阅读所附权利要求来确定。

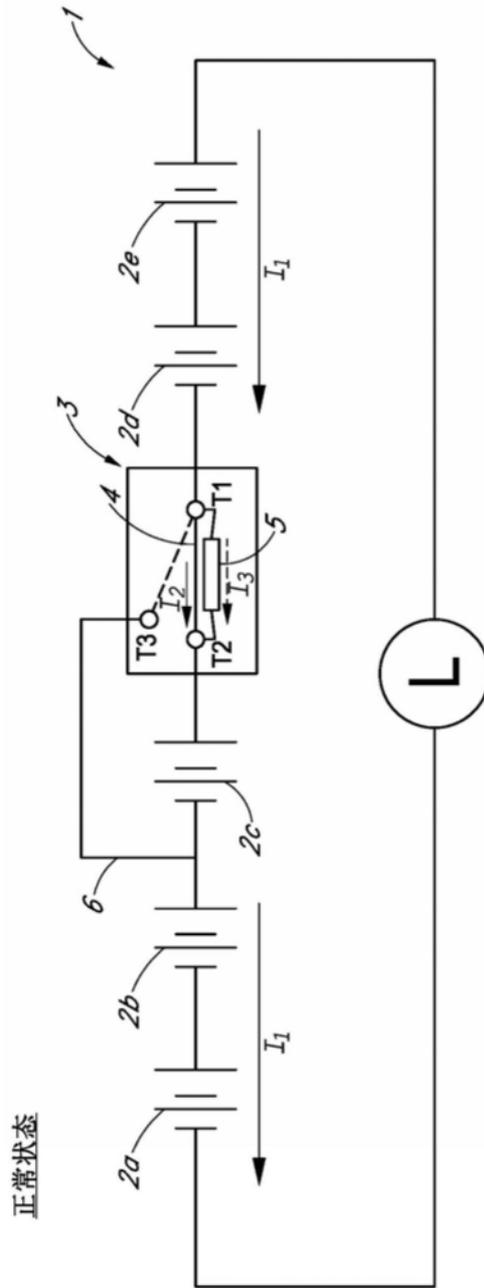


图1A

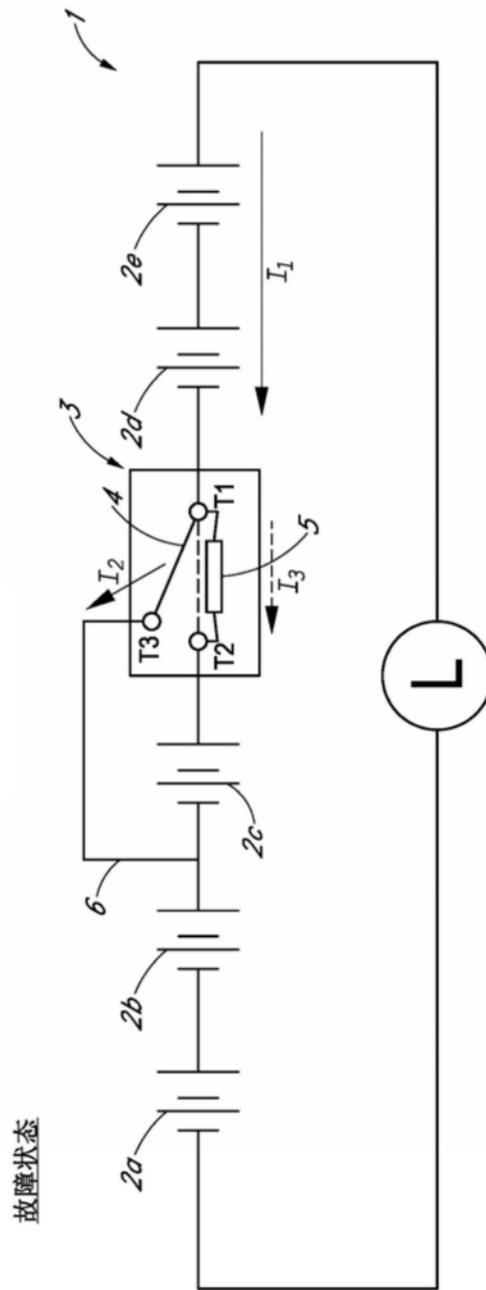


图1B

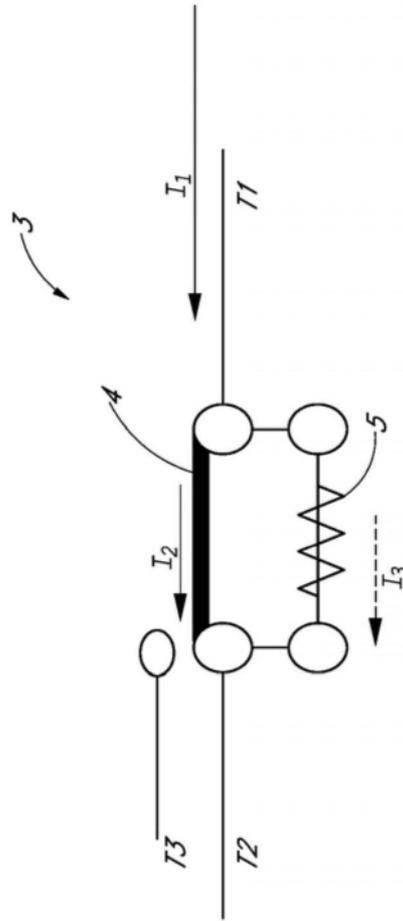


图2B

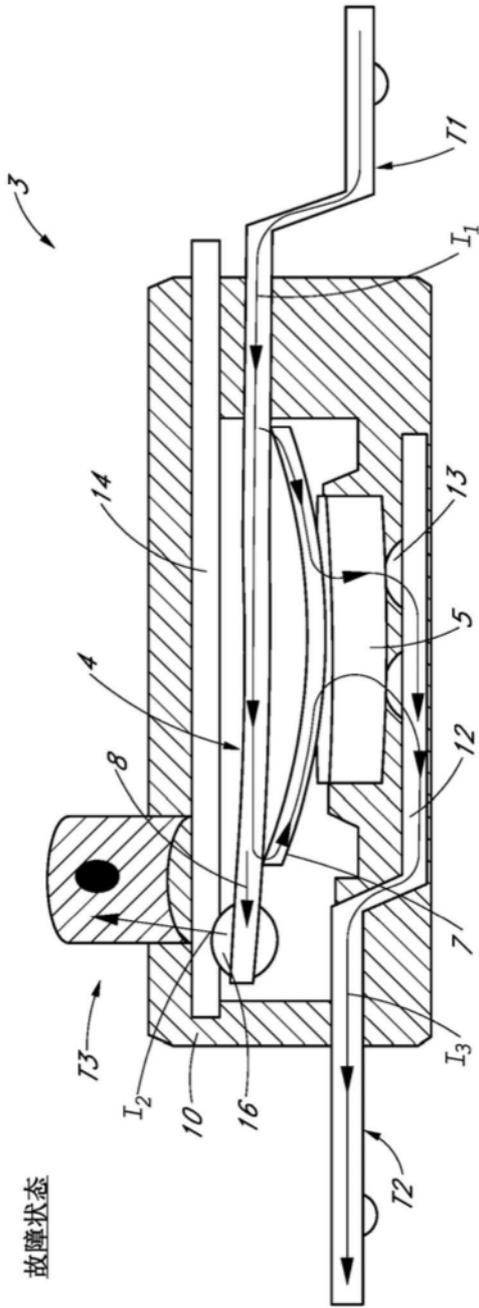


图3A

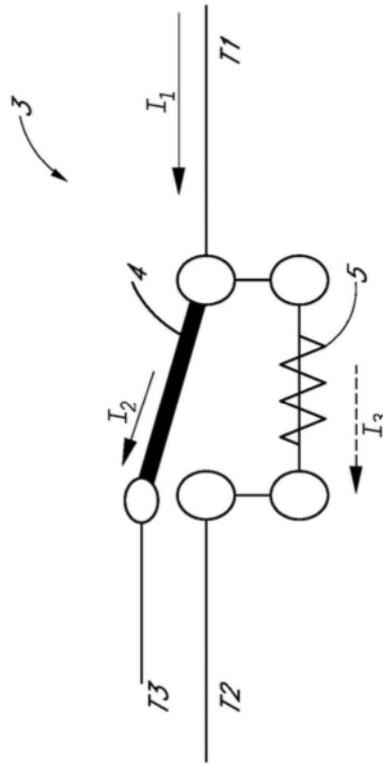


图3B

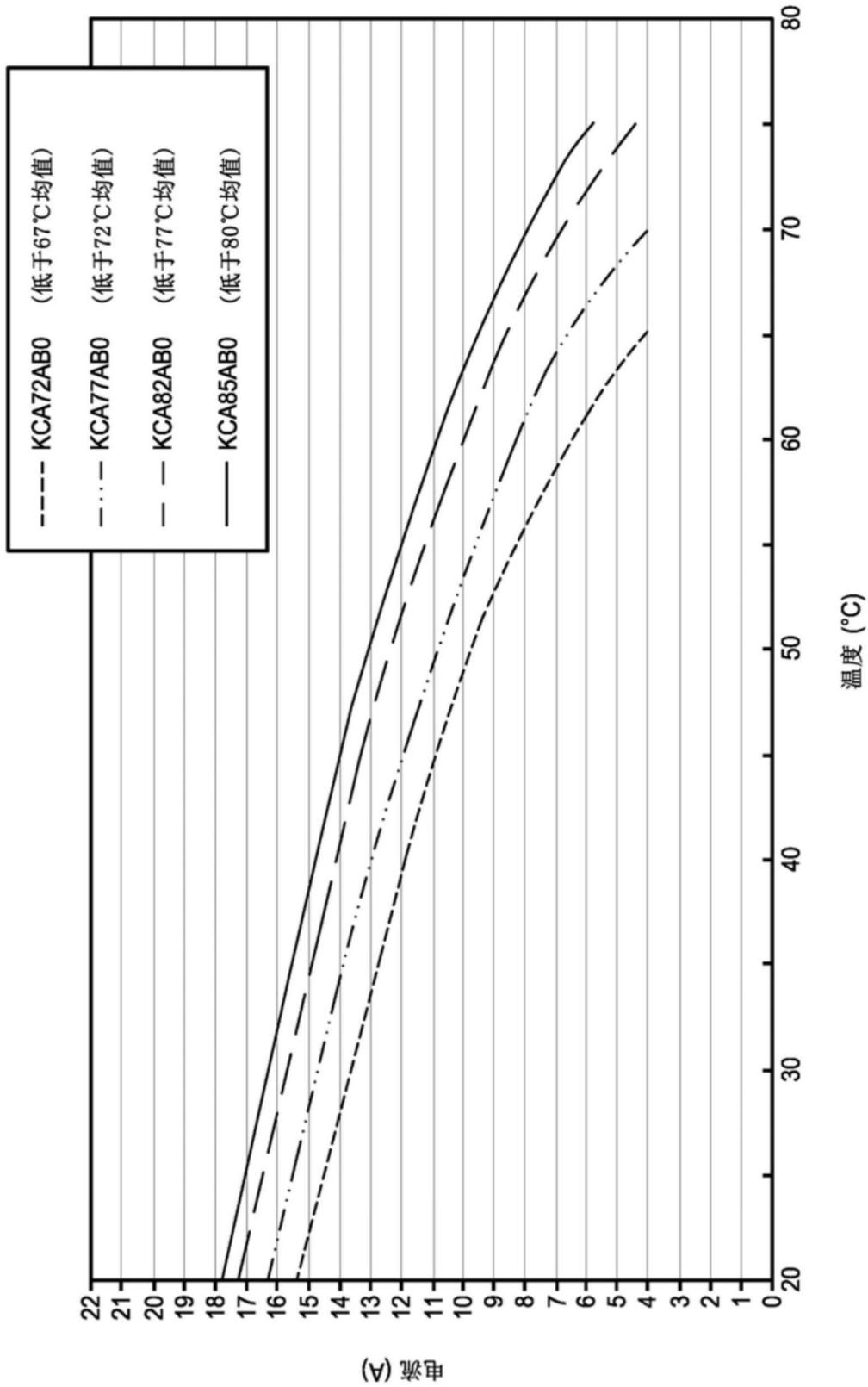


图4

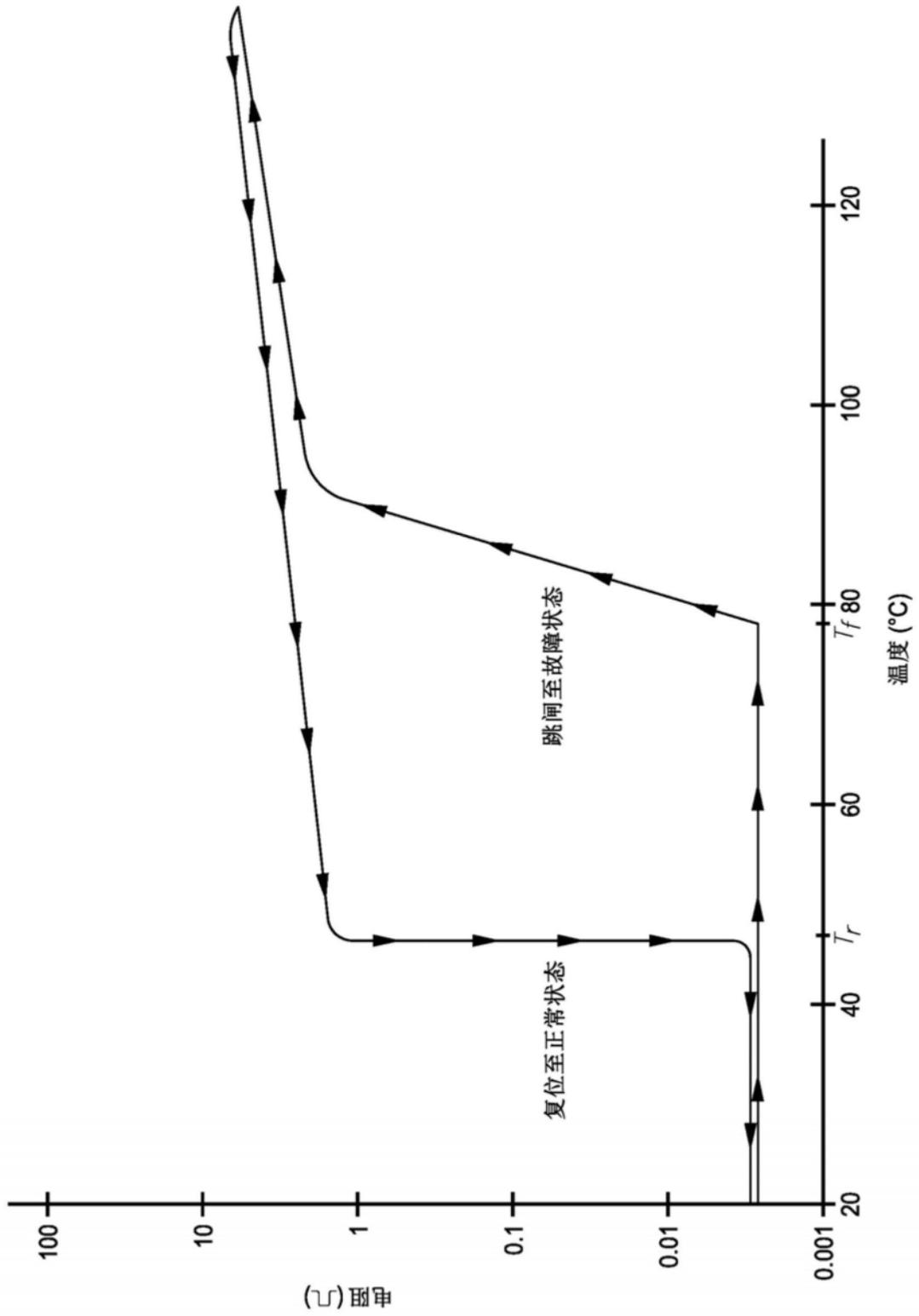


图5

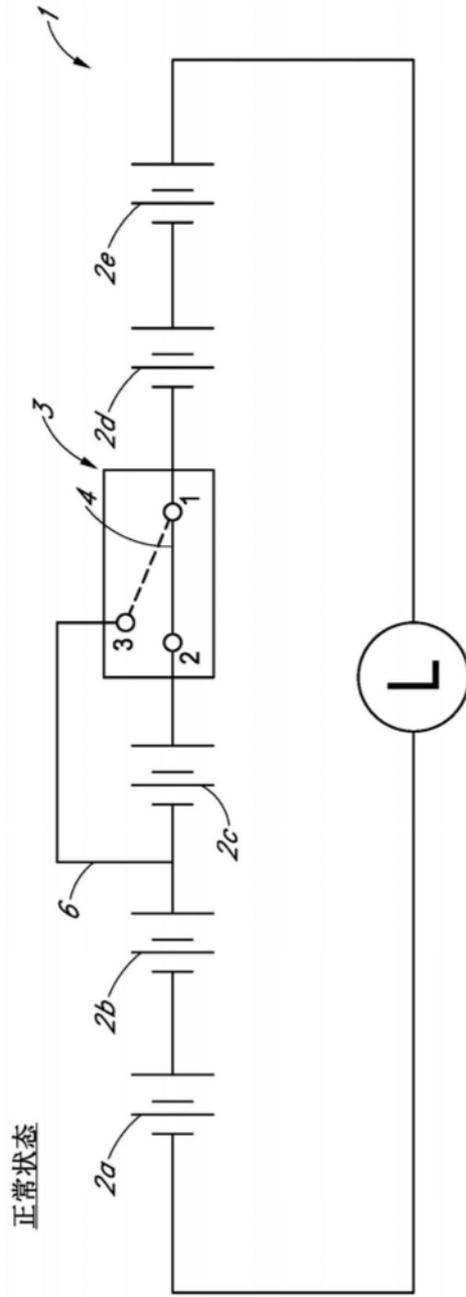


图6A

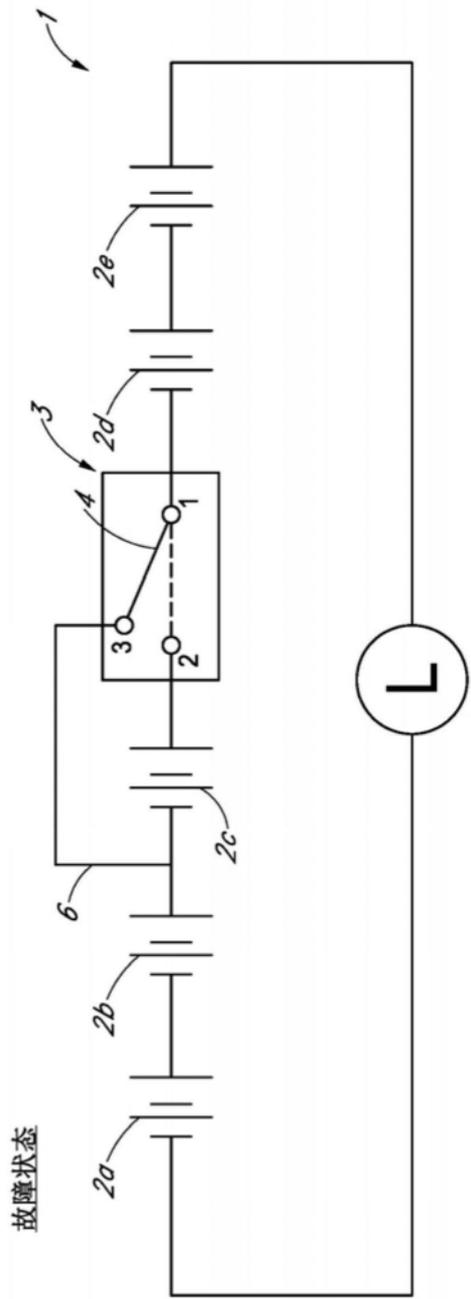


图6B

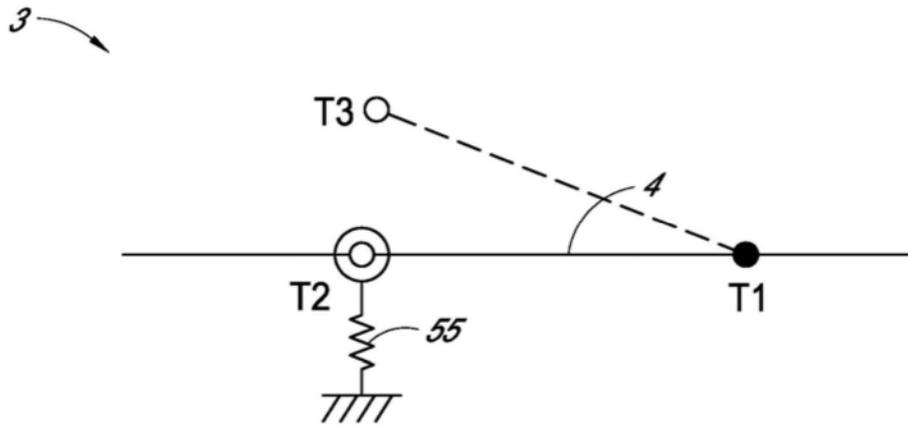


图6C

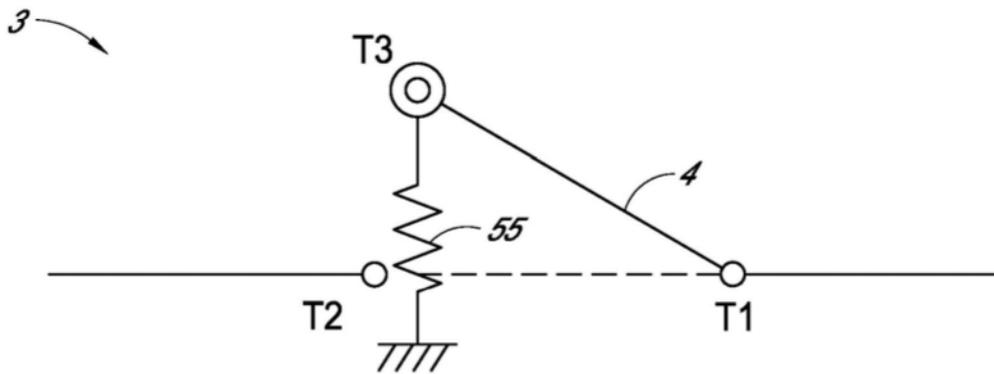


图6D

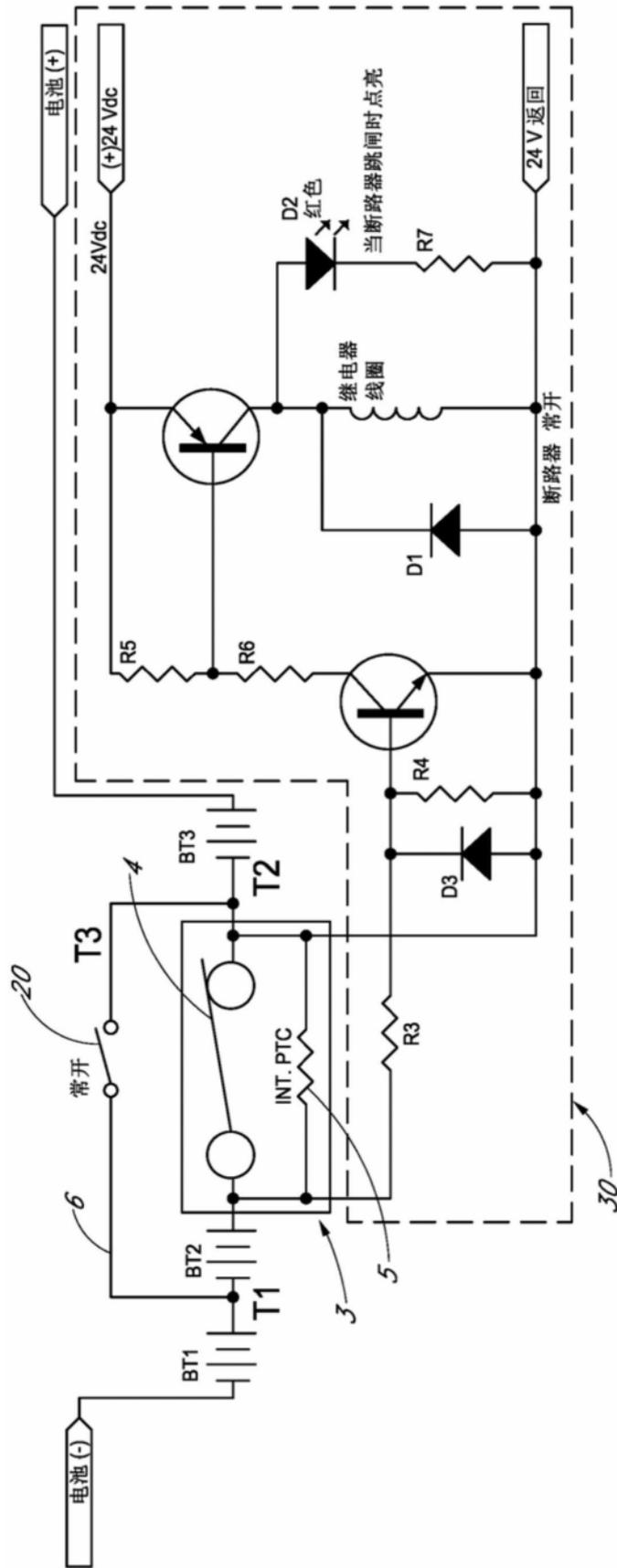


图7

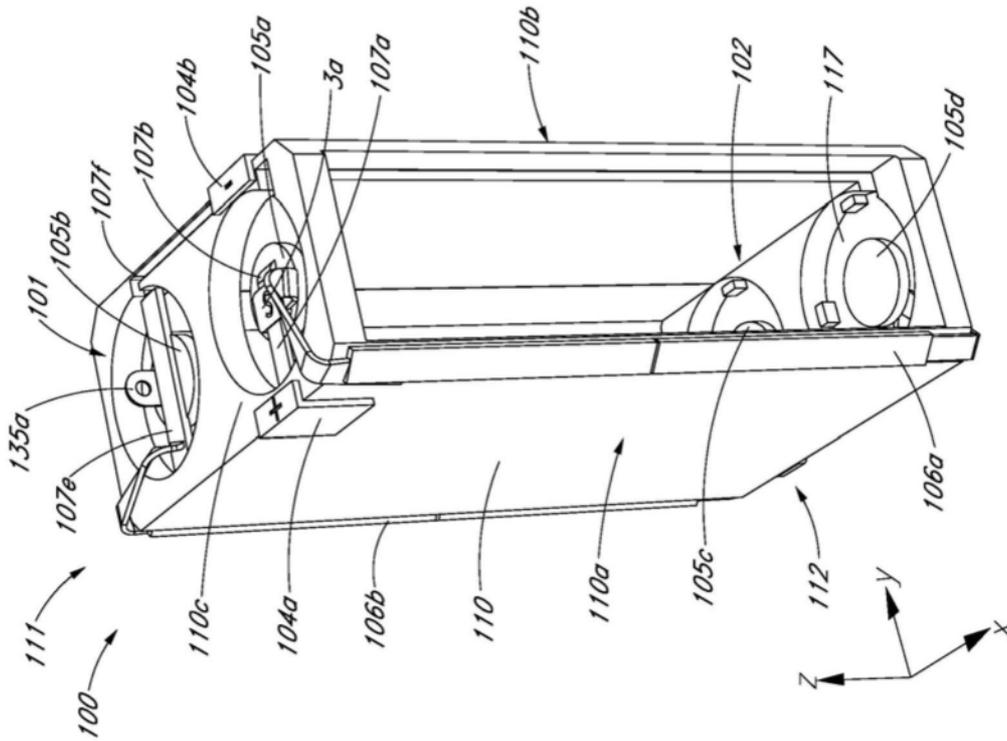


图8A

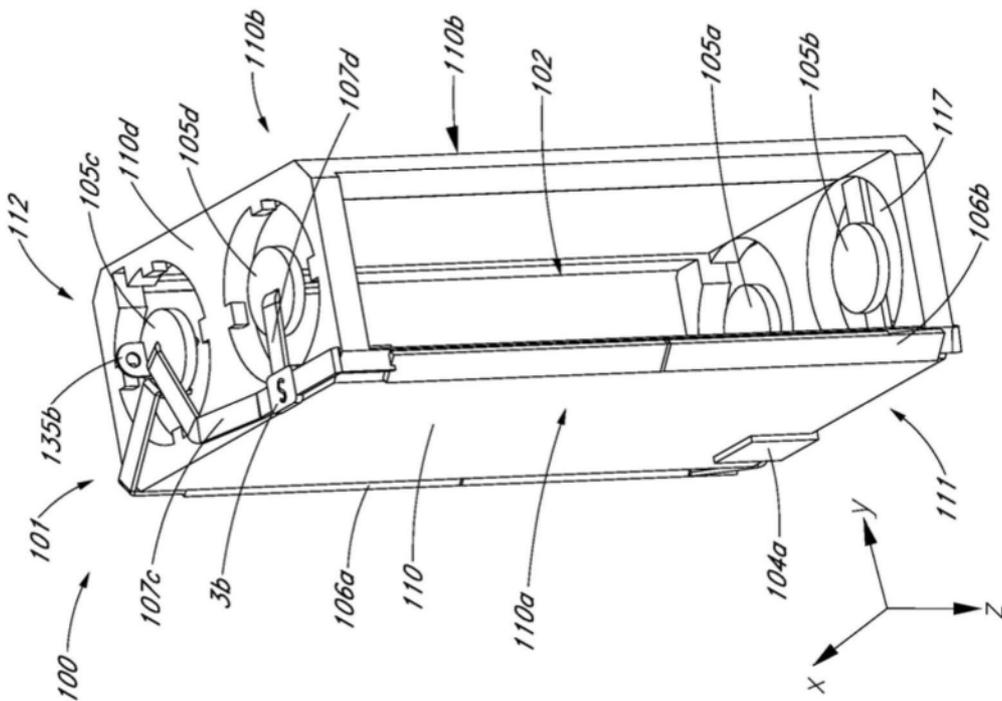


图8B

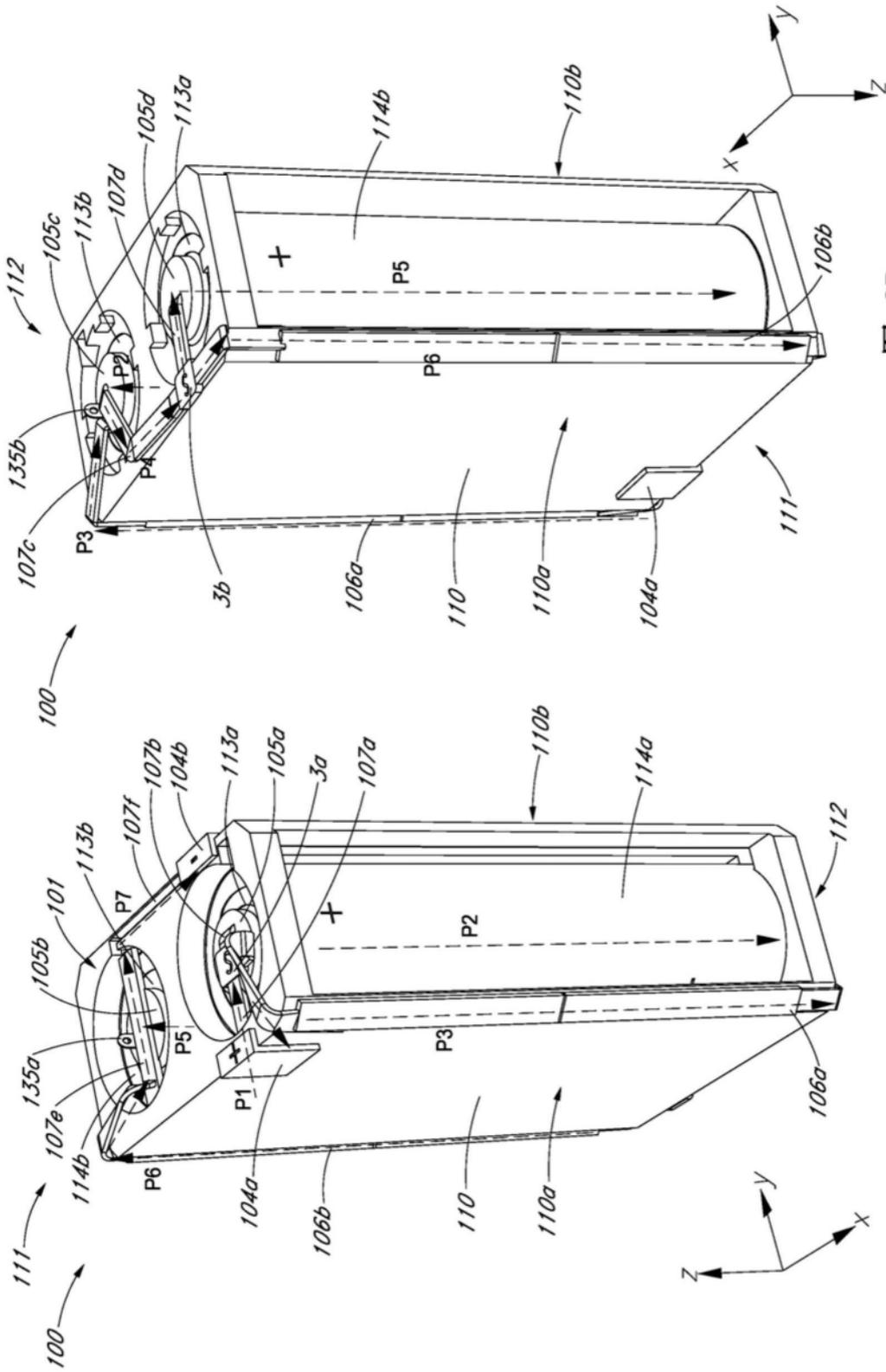


图 9B

图 9A

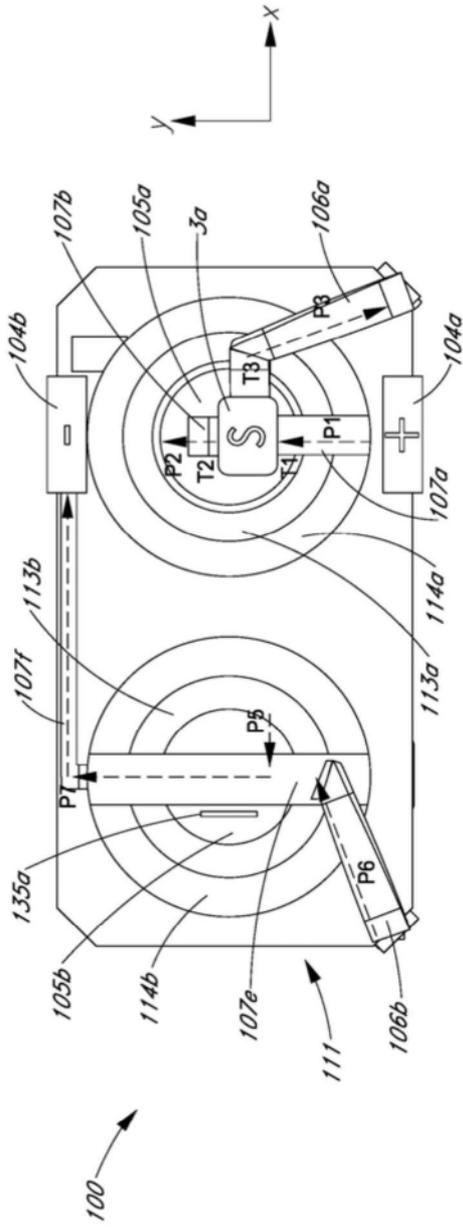


图10A

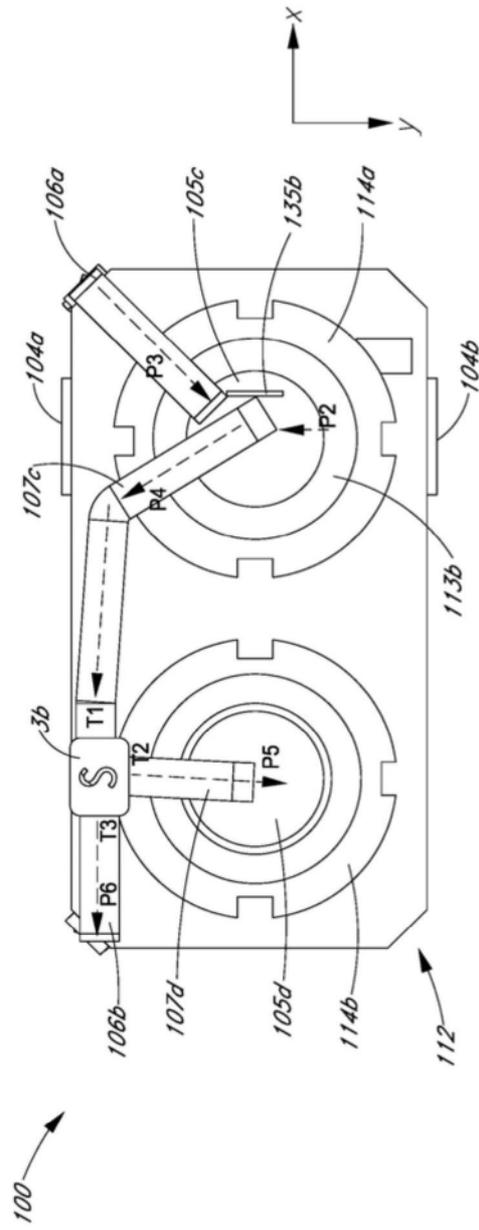


图10B

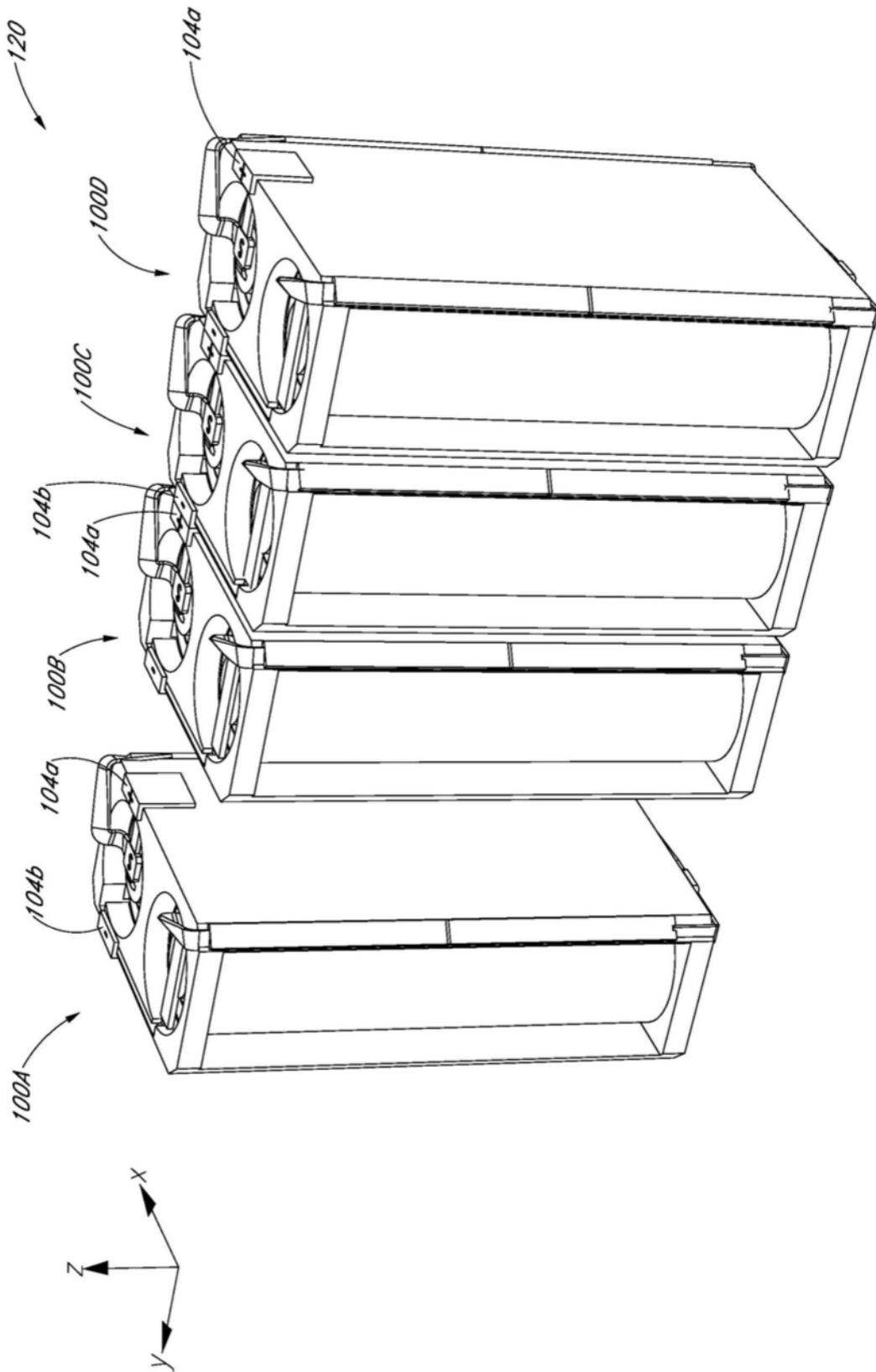


图12

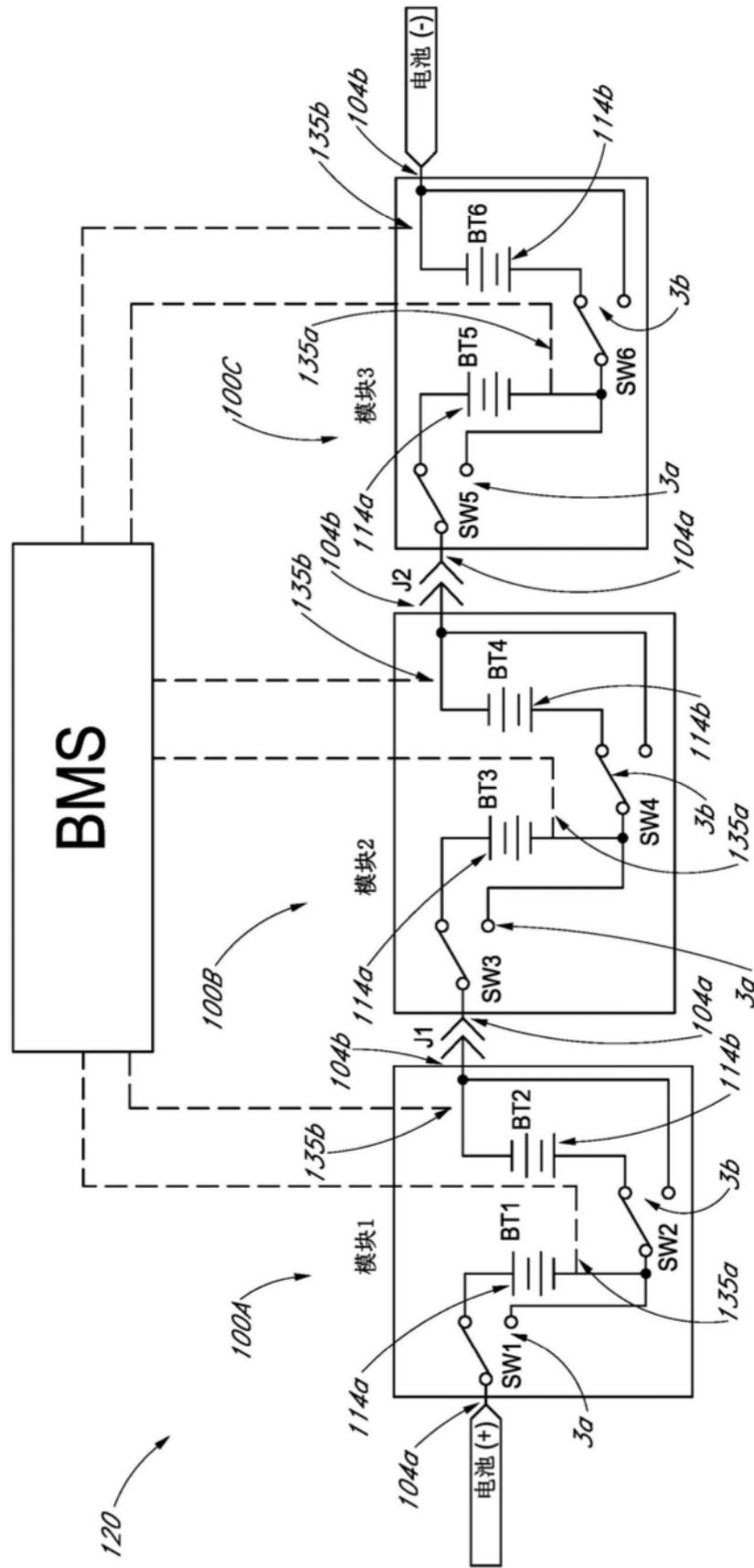


图13A

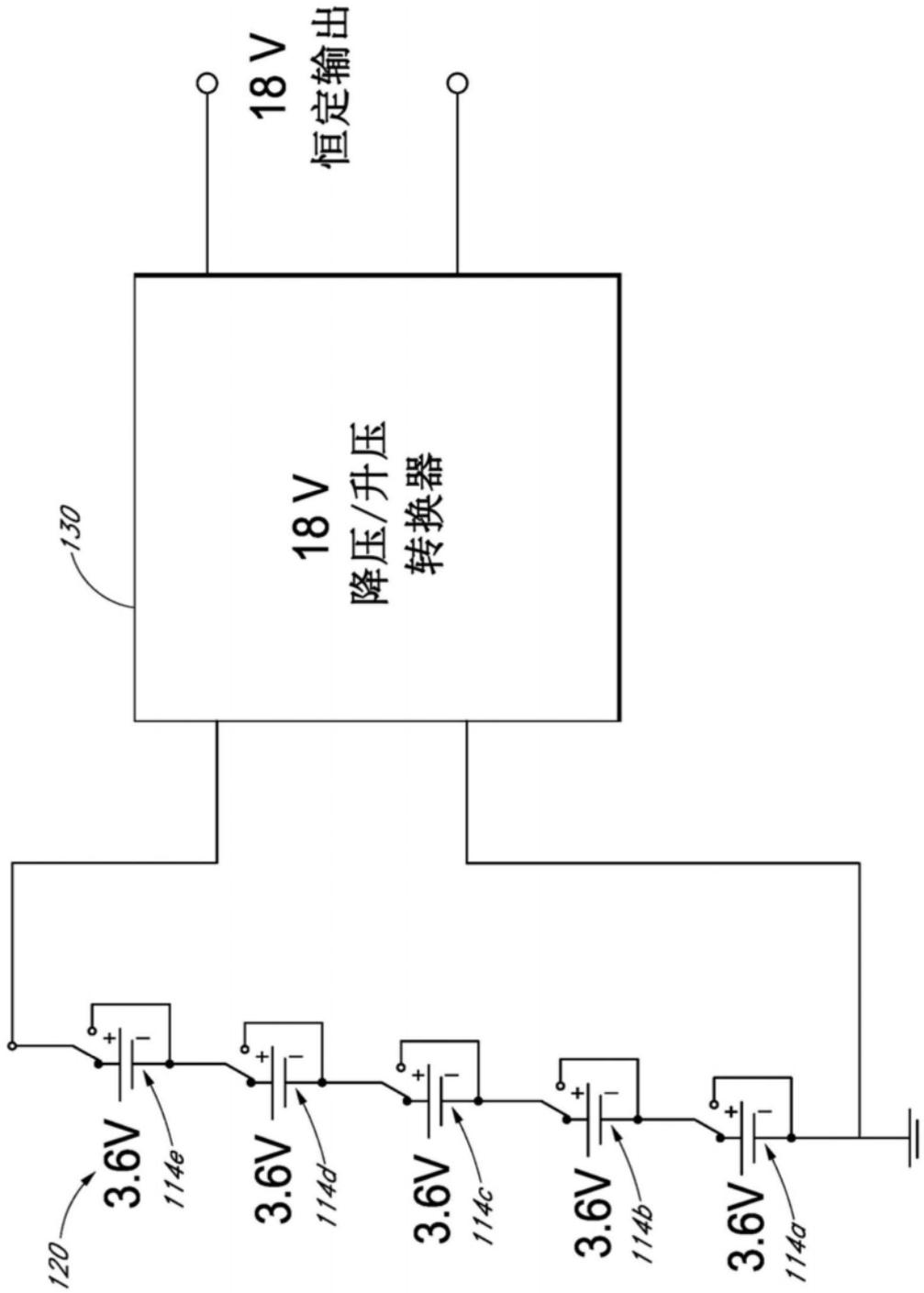


图14

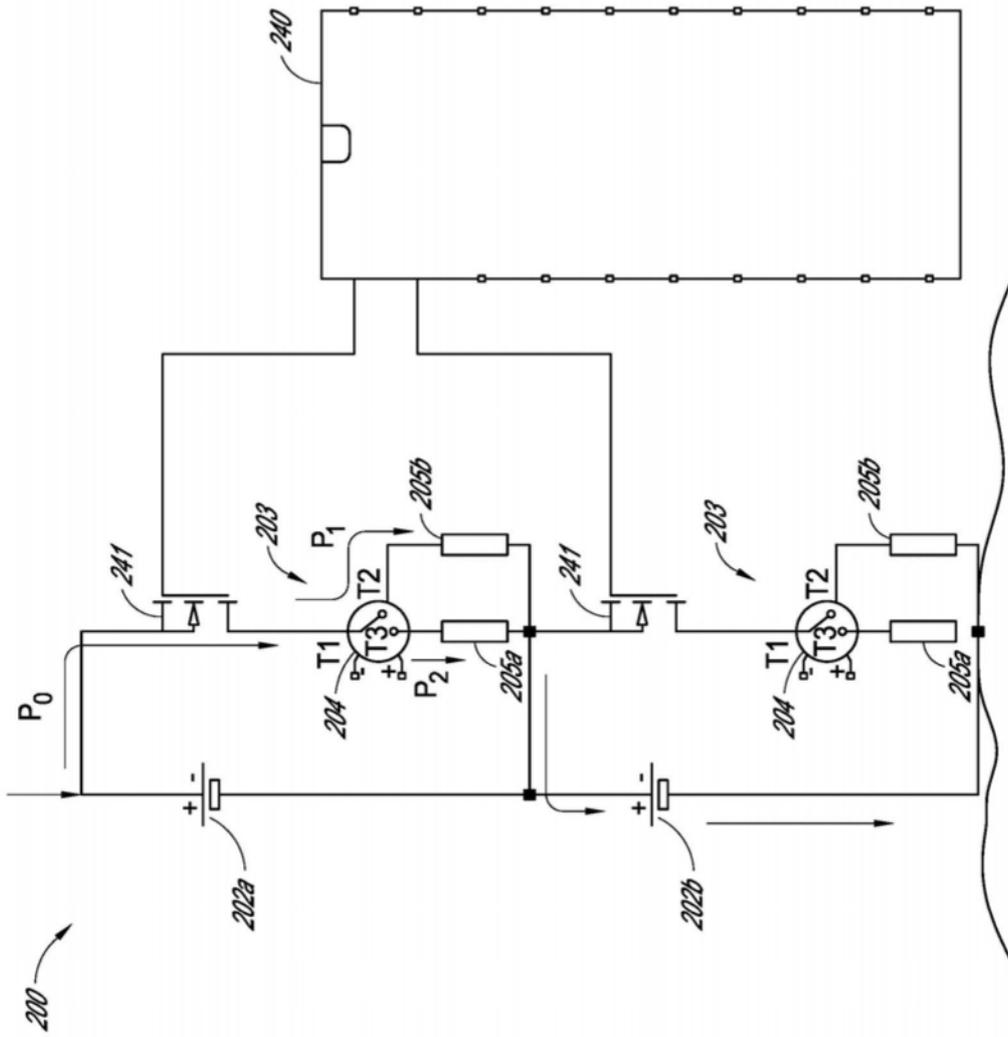


图15A

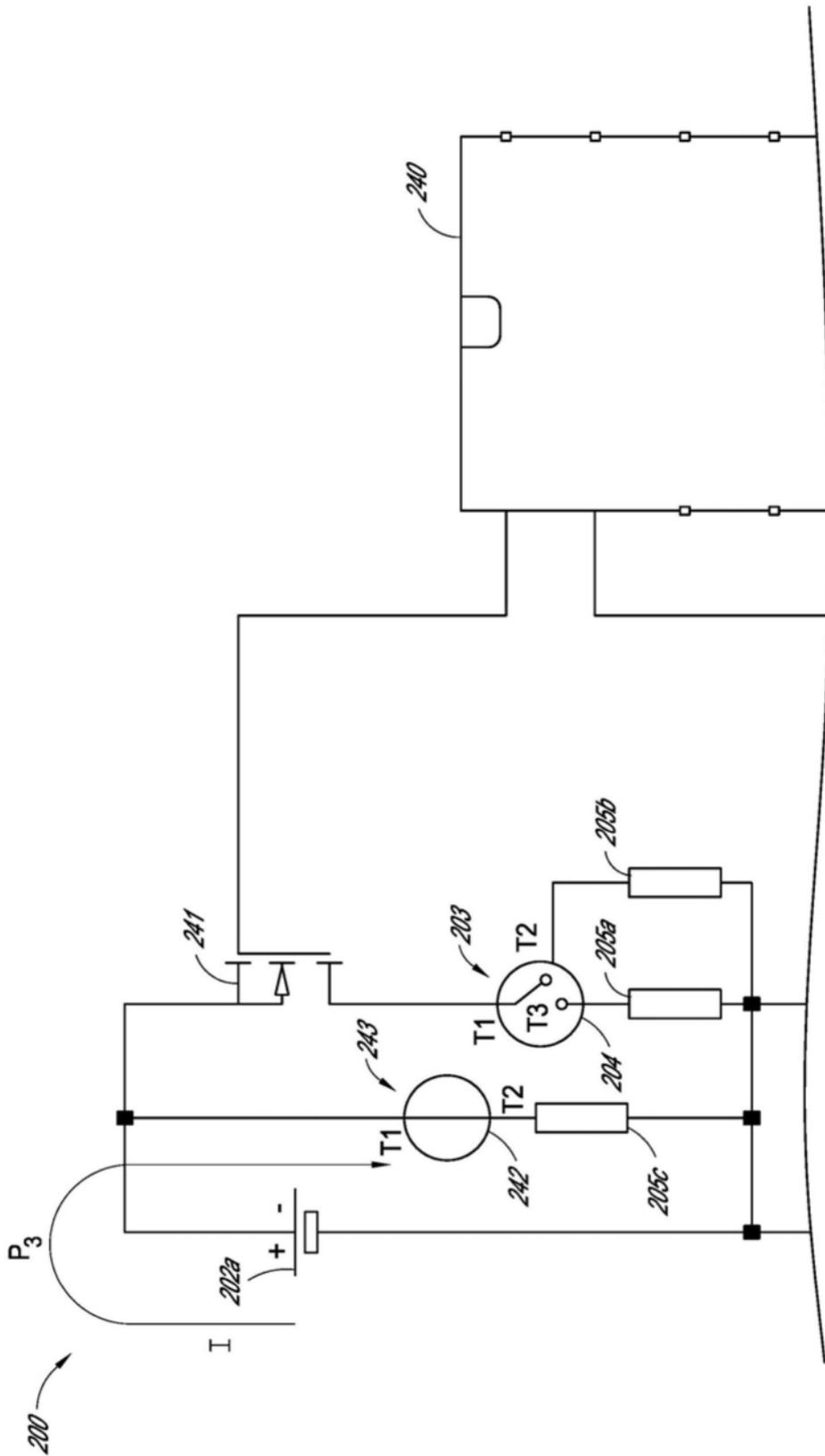


图15B

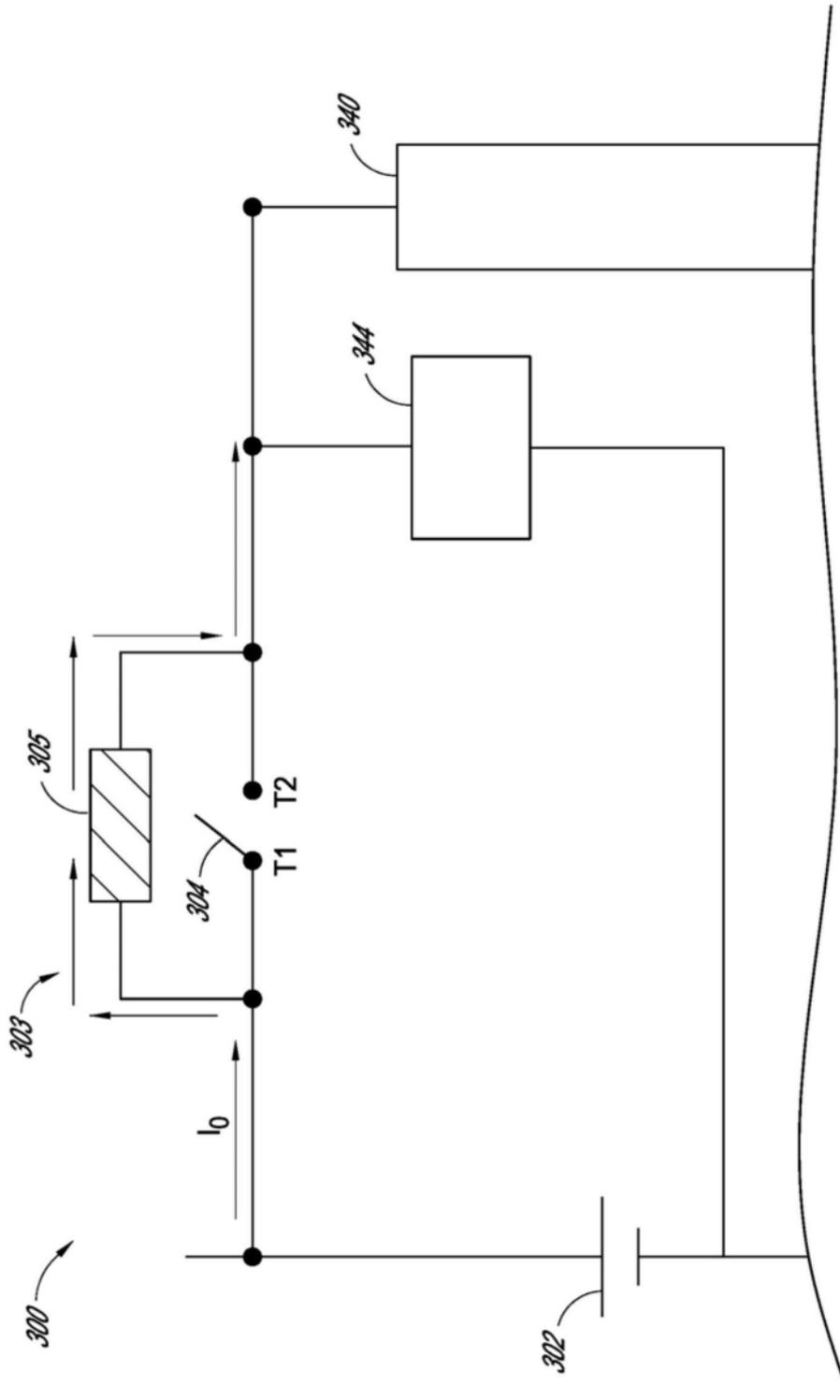


图16

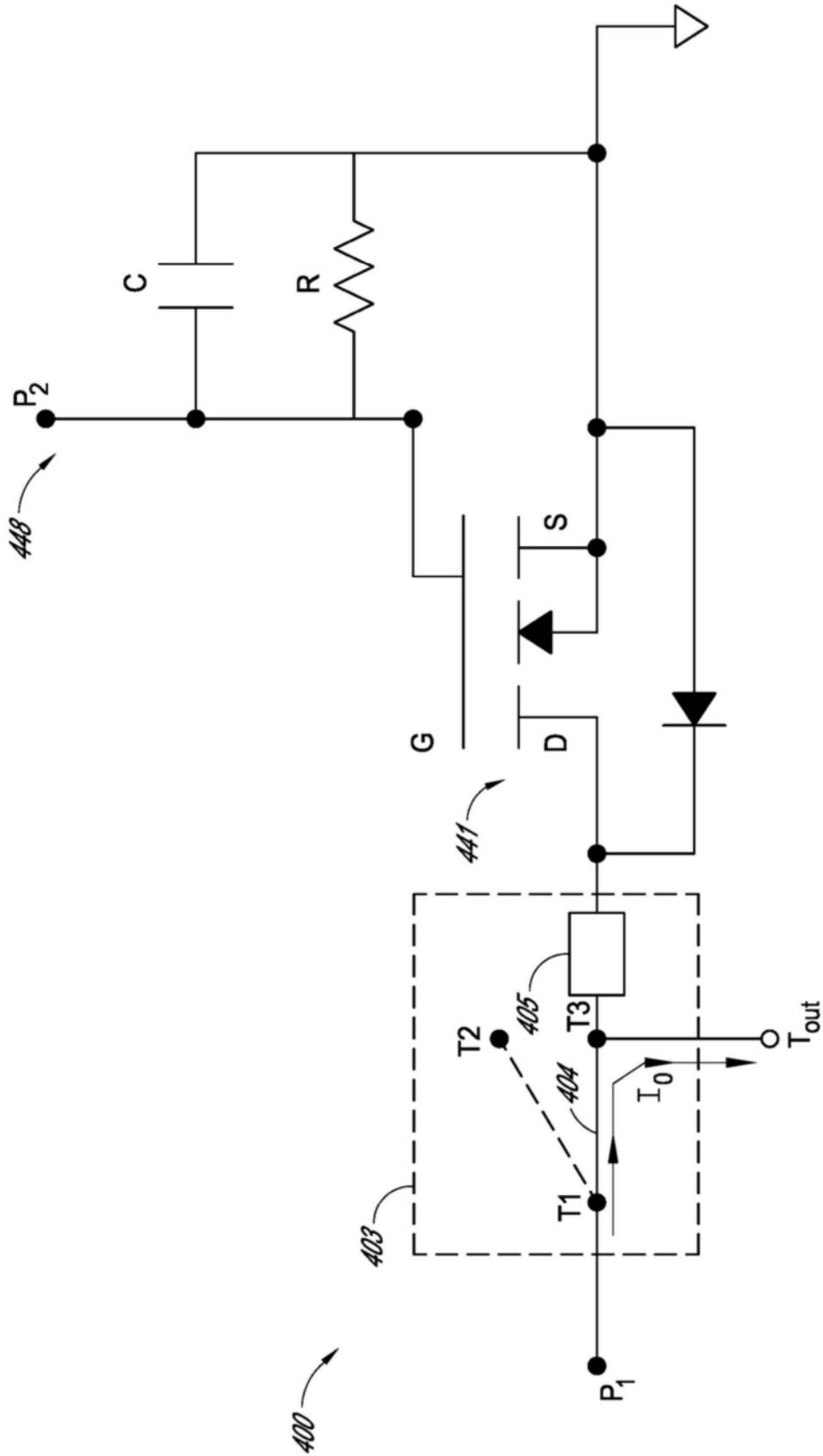


图17

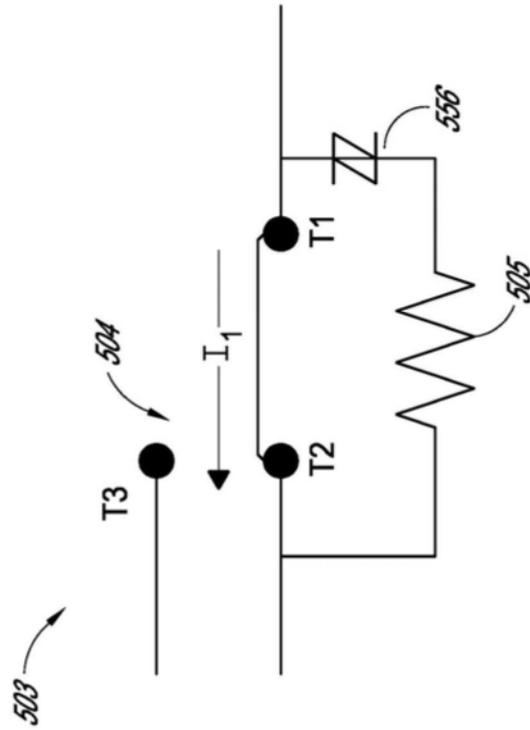


图18A

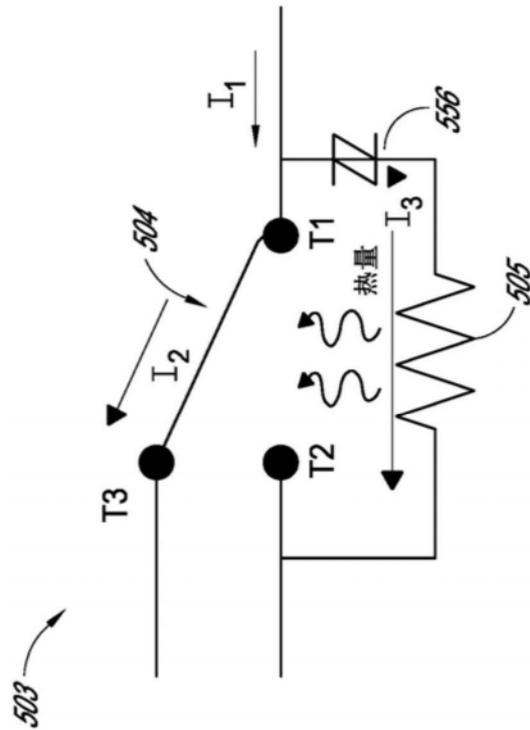


图18B