



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109075703 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201780028666.X

(22)申请日 2017.03.13

(30)优先权数据

62/306,749 2016.03.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.11.08

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/022104 2017.03.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/156532 EN 2017.09.14

(71)申请人 派赛公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 D·朱利亚诺 D·孔斯特

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务
所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

H02M 3/07(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

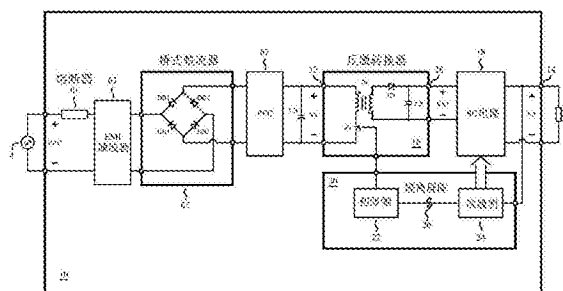
权利要求书4页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

具有绝热开关电容器电路的电池管理系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于在从电池向负载供电和从另一电源向负载供电之间进行切换的设备，其包括电池管理器和开关电容器网络，其中所述开关电容器网络包括多个电容器、第一开关组和第二开关组、以及控制器，其中所述控制器使所述开关电容器网络在第一状态和第二状态之间进行转变。



1. 一种用于在使用电池中所存储的能量向负载供电和使用来自AC源的能量向所述负载供电之间进行切换的设备,所述设备包括:

电池管理器;

开关电容器网络;

电池充电器,其用于在使用来自所述AC源的能量向所述负载供电的同时对所述电池进行充电;以及

第一控制器,

其中,所述电池管理器包括用于连接至桥式整流器的输入端子,

所述开关电容器网络包括多个电容器以及第一开关组和第二开关组,

使所述第一开关组中的开关闭合并且使所述第二开关组中的开关断开将使所述电容器被布置为第一状态,

使所述第二组中的开关闭合并且使所述第一组中的开关断开将使所述电容器被布置为第二状态,以及

在操作中,所述控制器用于使所述开关电容器网络以特定频率在所述第一状态和所述第二状态之间转变,从而在所述开关电容器网络的电容器和端子之间转移电荷。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述开关电容器网络是绝热开关电容器网络。

3. 根据权利要求1所述的设备,还包括AC/DC转换器,

其中,所述AC/DC转换器包括所述第一控制器、电荷泵、以及连接至所述电荷泵的开关调节器,

所述第一控制器用于控制所述开关调节器和所述电荷泵,以及

所述桥式整流器连接至所述开关调节器的输入部。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述电池管理器包括所述开关电容器网络。

5. 根据权利要求1所述的设备,还包括AC/DC转换器,

其中,所述电池管理器包括输入部和降压转换器,

所述输入部连接至所述AC/DC转换器,以及

所述开关电容器网络在所述降压转换器和所述输入部之间。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述电池管理器包括输入部、输出部、第一线路、第二线路、第三线路、降压转换器、以及开关,

所述输出部被配置为连接至要驱动的负载,

所述输入部被配置为连接至AC/DC转换器,

所述开关用于选择性地使所述电池相对于所述第一线路连接和断开,

所述第一线路用于将所述输入部连接至所述输出部,

所述第二线路用于将所述降压转换器连接至所述第一线路的第一节点,

所述第三线路用于将所述开关连接至所述第一线路的第二节点,以及

所述开关电容器网络在所述第一线路上的所述第一节点和所述第二节点之间。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述电池管理器包括第一线路、第二线路、要驱动的负载要连接至的输出部、所述电池充电器、以及降压转换器,

所述第一线路在所述降压转换器和所述输出部之间延伸,

所述第二线路用于将所述电池充电器连接至所述第一线路的第一节点,以及

所述开关电容器网络被配置在所述第一节点和所述降压转换器之间。

8. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池管理器包括输入部、输出部、降压转换器、第一线路、以及第二线路,

所述第一线路从所述输入部延伸到所述输出部,

所述第二线路将所述降压转换器连接至所述第一线路的节点, 以及

所述开关电容器网络被配置在所述输入部和所述节点之间。

9. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池管理器包括降压转换器,

所述降压转换器包括电感, 以及

所述开关电容器网络依赖于所述降压转换器的电感来限制所述开关电容器网络内的电容器上所存在的电荷的变化速率。

10. 根据权利要求1所述的设备, 还包括AC/DC转换器,

其中, 所述AC/DC转换器包括所述第一控制器、电荷泵、以及连接至所述电荷泵的开关调节器,

所述第一控制器用于控制所述开关调节器和所述电荷泵。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的设备, 其中, 所述开关电容器网络包括电荷泵以及连接至所述电荷泵的电感。

12. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述开关电容器网络包括级联倍增器。

13. 根据权利要求1所述的设备, 还包括速率控制电路,

其中, 所述开关电容器网络包括所述开关电容器网络的操作期间存储了电荷量的第一电容器, 以及

所述速率控制电路被配置为约束至少部分地因使电荷通过电感而造成的所述电荷量的变化的速率。

14. 根据权利要求1所述的设备, 还包括所述桥式整流器。

15. 根据权利要求1所述的设备, 还包括AC/DC转换器,

其中, 所述桥式整流器是所述AC/DC转换器的组成部分。

16. 根据权利要求1所述的设备, 还包括AC/DC转换器,

其中, 所述开关电容器网络是所述AC/DC转换器的组成部分。

17. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述AC源无线地将能量传递至所述电池管理器。

18. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池充电器在向所述电池提供电荷的同时保持恒定电流与在向所述电池提供电荷的同时保持恒定电压之间进行切换。

19. 根据权利要求1所述的设备, 还包括第二控制器, 所述第二控制器被配置为控制所述电池充电器。

20. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述开关电容器网络是非绝热开关电容器网络。

21. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池管理器包括所述开关电容器网络, 以及所述开关电容器网络是绝热开关电容器网络。

22. 根据权利要求1所述的设备, 还包括旅行充电器,

其中, 所述电池管理器是所述旅行充电器的组成部分。

23. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池充电器是CCCV充电器。

24. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池充电器被配置为测量所述电池中的电

荷。

25. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述电池充电器被配置为保护所述电池免于故障。

26. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述控制器包括位于所述控制器的初级区段和所述控制器的次级区段之间的隔离屏障。

27. 根据权利要求10所述的设备, 其中, 所述调节器是磁隔离调节器。

28. 根据权利要求27所述的设备, 其中, 所述磁隔离调节器包括反激转换器。

29. 根据权利要求28所述的设备, 其中, 所述反激转换器包括准谐振反激转换器。

30. 根据权利要求28所述的设备, 其中, 所述反激转换器包括交错反激转换器。

31. 根据权利要求28所述的设备, 其中, 所述反激转换器包括双开关反激转换器。

32. 根据权利要求28所述的设备, 其中, 所述反激转换器包括有源钳位反激转换器。

33. 根据权利要求27所述的设备, 其中, 所述磁隔离调节器包括正向转换器。

34. 根据权利要求33所述的设备, 其中, 所述正向转换器包括多谐振正向转换器。

35. 根据权利要求33所述的设备, 其中, 所述正向转换器包括有源钳位正向转换器。

36. 根据权利要求33所述的设备, 其中, 所述正向转换器包括双开关正向转换器。

37. 根据权利要求27所述的设备, 其中, 所述磁隔离调节器包括半桥转换器。

38. 根据权利要求37所述的设备, 其中, 所述半桥转换器包括非对称半桥转换器。

39. 根据权利要求37所述的设备, 其中, 所述半桥转换器包括多谐振半桥转换器。

40. 根据权利要求37所述的设备, 其中, 所述半桥转换器包括LLC谐振半桥转换器。

41. 根据权利要求27所述的设备, 其中, 所述磁隔离调节器包括全桥转换器。

42. 根据权利要求10所述的设备, 其中, 所述调节器包括非隔离调节器。

43. 根据权利要求42所述的设备, 其中, 所述非隔离调节器包括升压转换器。

44. 根据权利要求42所述的设备, 其中, 所述非隔离调节器包括降压-升压转换器。

45. 根据权利要求42所述的设备, 其中, 所述非隔离调节器包括电压降转换器。

46. 根据权利要求10所述的设备, 其中, 所述调节器包括电流隔离调节器。

47. 根据权利要求10所述的设备, 其中, 所述调节器包括第一功能组件和第二功能组件,

所述第一功能组件和所述第二功能组件在不存在电传导的情况下在所述第一功能组件和所述第二功能组件之间传递能量。

48. 根据权利要求47所述的设备, 还包括中间体, 所述中间体使得能够在所述第一功能组件和所述第二功能组件之间不存在电传导的情况下在所述第一功能组件和所述第二功能组件之间传递能量。

49. 根据权利要求48所述的设备, 其中, 所述能量存储在磁场中。

50. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述开关电容器网络是这样的开关电容器网络, 即所述开关电容器网络在工作期间通过使其中的至少一个电容器中所存储的电荷通过非电容性元件来使所述至少一个电容器经历电荷的变化。

51. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述开关电容器网络包括多相网络。

52. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 所述开关电容器网络包括级联倍增器。

53. 根据权利要求52所述的设备, 其中, 所述级联倍增器是绝热级联倍增器。

54. 根据权利要求52所述的设备,其中,所述级联倍增器是非绝热级联倍增器。
55. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述开关电容器网络包括梯形网络。
56. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述开关电容器网络包括Dickson网络。
57. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述开关电容器网络包括串并联网络。
58. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述开关电容器网络包括Fibonacci网络。
59. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述开关电容器网络包括倍压器网络。
60. 根据权利要求1所述的设备,还包括旅行适配器,
其中,所述AC/DC转换器是所述旅行适配器的组成部分,
所述旅行适配器包括USB端口,以及
所述旅行适配器用于接收AC电压并在所述USB端口处输出DC电压。
61. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述桥式整流器包括桥式二极管和桥式电容器,
所述桥式二极管被布置为形成桥,以及
在所述桥式整流器的操作期间,在所述桥式电容器两端得到所述桥的输出。
62. 根据权利要求1所述的设备,还包括有源功率因数电路。
63. 根据权利要求1所述的设备,还包括被配置为防止所述AC/DC转换器内的过电流的熔断器。
64. 根据权利要求1所述的设备,还包括被配置为抑制所述AC/DC转换器的操作期间所产生的辐射的电磁干扰滤波器。
65. 一种计算机可读介质,其上编码有表示根据权利要求1至64中任一项所述的设备的信息。
66. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述电池管理器包括所述电池充电器和降压转换器,
所述降压转换器被配置为使得:在操作中,用于对所述电池进行充电的能量以及用于向所述负载供电的能量都通过所述降压转换器。
67. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述电池管理器包括所述电池充电器和降压转换器,
所述降压转换器被配置为使得:在工作中,用于对所述电池进行充电的能量通过所述降压转换器,并且用于向所述负载供电的能量绕过所述降压转换器。
68. 根据权利要求1所述的设备,还包括用以控制所述开关电容器电路中的电压转变的压摆速率的旁路开关控制电路。

具有绝热开关电容器电路的电池管理系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求优先日期为2016年3月11日的美国临时申请62/306,749的权益,其内容通过引用而并入于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及电力转换,具体涉及使用开关电容器的电池管理器。

背景技术

[0004] 许多便携式电气装置在被插入AC源的情况下使用。在该时间期间,电池管理器必须供电以在必要的情况下对电池进行充电、并操作装置本身。在AC源断开的情况下,电池管理器必须进行切换,使得电池向装置供电。

发明内容

[0005] 在一方面,本发明的特征在于一种用于在从电池向负载供电和从AC源向所述负载供电之间进行切换的设备。这种设备包括电池管理器,其中该电池管理器具有连接至其输入部的AC/DC转换器。AC/DC转换器或电池管理器包括绝热开关电容器网络。这种网络的特征在于具有存储了电荷的电容器电路,以用于约束至少部分地作为使电荷通过电感的结果而造成的电荷变化率的电路。

[0006] 在另一方面,本发明的特征在于一种用于在使用电池中所存储的能量向负载供电和使用来自AC源的能量向所述负载供电之间进行切换的设备,所述设备包括:电池管理器;开关电容器网络;充电器,其用于在使用来自所述AC源的能量向所述负载供电的同时对所述电池进行充电;以及第一控制器,其中,所述电池管理器包括用于连接至桥式整流器的输入端子,所述开关电容器网络包括多个电容器以及第一开关组和第二开关组,使所述第一开关组中的开关闭合并且使所述第二开关组中的开关断开将使所述电容器被布置为第一状态,使所述第二开关组中的开关闭合并且使所述第一开关组中的开关断开将使所述电容器被布置为第二状态,以及在操作中,所述控制器用于使所述开关电容器网络以特定频率在所述第一状态和所述第二状态之间转变,从而在所述开关电容器网络的电容器和端子之间转移电荷。

[0007] 在一些实施例中,所述开关电容器网络在所述AC/DC转换器中。这些实施例中,所述开关电容器网络包括控制器、电荷泵、以及连接至所述电荷泵并连接至桥式整流器的开关调节器的实施例。在这些实施例中,所述控制器控制所述开关调节器和所述电荷泵。

[0008] 在其它实施例中,所述AC/DC转换器是所述电池管理器的一部分。存在可以将所述开关电容器网络置于电池管理器内的各种位置。

[0009] 在这些实施例中的一个实施例中,所述电池管理器包括连接至所述AC/DC转换器的输入部、以及降压(step-down)转换器。在这些实施例中,所述开关电容器网络在所述降压转换器和所述输入部之间。

[0010] 在这些实施例中的另一实施例中,除了降压转换器之外,所述电池管理器包括:输入部,其连接至所述AC/DC转换器;输出部,其连接至负载;第一线路,其用于将所述输入部连接至所述输出部;第二线路,其用于将所述降压转换器连接至所述第一线路的第一节点;第三线路,其用于将开关连接至所述第一线路的第二节点;以及所述开关,其用于选择性地使所述电池相对于所述第一线路连接和断开。在这些实施例中,所述开关电容器网络在所述第一线路上的所述第一节点和所述第二节点之间。

[0011] 在这些实施例中的另一实施例中,所述电池管理器除了包括降压转换器和电池充电器之外,还包括:第一线路,其在所述降压转换器和要驱动的负载要连接至的输出部之间延伸;以及第二线路,其用于将所述电池充电器连接至所述第一线路的第一节点。在这些实施例中,所述开关电容器网络被配置在所述第一节点和所述降压转换器之间。

[0012] 在这些实施例中的另一实施例中,所述电池管理器除了包括降压转换器,还包括:第一线路,其从所述电池管理器的输入部连接至所述电池管理器的输出部;以及第二线路,其用于将所述降压转换器连接至所述第一线路的节点。在这些实施例中,开关电容器网络被配置在所述电池管理器的输入部和所述节点之间。

[0013] 在这些实施例中的另一实施例中,所述降压转换器具有电感,其中所述开关电容器网络依赖于所述电感来限制所述开关电容器网络内的电容器上所存在的电荷的变化速率。

[0014] 其它实施例还包括如下的实施例,其中,所述开关电容器网络包括:电荷泵;开关调节器,其连接至所述电荷泵;以及控制器,其用于控制所述开关调节器和所述电荷泵以实现所述开关调节器和所述电荷泵的操作。

[0015] 在上述实施例中的任意实施例中,所述开关电容器网络可以包括电荷泵以及耦接至所述电荷泵的电感。这些实施例中,所述电荷泵包括级联倍增器。

[0016] 在另一方面,本发明的特征在于一种用于在从电池向负载供电和从DC源向所述负载供电之间进行切换的设备。这种设备包括:电池管理器,其具有开关电容器网络,所述开关电容器网络包括存储了电荷量的电容器;以及电路,其用于约束因使电荷通过电感而造成的电荷量变化的速率。

[0017] 在这些实施例中还包括如下的实施例,其中,所述电池管理器包括输入部和降压转换器,其中所述输入部和所述降压转换器之间具有所述开关电容器网络。

[0018] 在这些实施例中还包括如下的实施例,其中,所述电池管理器包括输入部、输出部、第一线路、第二线路、第三线路、降压转换器和开关。在这些实施例中,所述输出部被配置为连接至要驱动的负载,所述输入部连接至DC源,所述开关用于选择性地使所述电池相对于所述第一线路连接和断开,所述第一线路用于将所述输入部连接至所述输出部,所述第二线路用于将所述降压转换器连接至所述第一线路的第一节点,所述第三线路用于将所述开关连接至所述第一线路的第二节点,以及所述开关电容器网络在所述第一线路上的所述第一节点和所述第二节点之间。

[0019] 在另外的其它实施例中,所述电池管理器包括:第一线路、第二线路、要驱动的负载要连接至的输出部、电池充电器、以及降压转换器。在这些实施例中,所述第一线路在所述降压转换器和所述输出部之间延伸,所述第二线路将所述电池充电器连接至所述第一线路的第一节点,以及所述开关电容器网络被配置在所述第一节点和所述降压转换器之间。

[0020] 在一些实施例中,所述电池管理器包括电池充电器和降压转换器。在这些实施例中,所述降压转换器被配置为使得在操作中、用于对所述电池进行充电的能量和用于向所述负载供电的能量都通过所述降压转换器,以及作为替代,在其他实施例中,所述降压转换器被配置为使得在工作中、用于对所述电池进行充电的能量和用于向所述负载供电的能量都通过所述降压转换器。

[0021] 在这些实施例中还包括如下的实施例,其中,还包括用以控制开关电容器电路中的电压转变的压摆速率的旁路开关控制电路的实施例。

[0022] 在另外的其它实施例中,所述电池管理器包括输入部、输出部、降压转换器、第一线路以及第二线路。在这种实施例中,所述第一线路从所述输入部延伸至所述输出部,所述第二线路用于将所述降压转换器连接至所述第一线路的节点,以及所述开关电容器网络被配置在所述输入部和所述节点之间。

[0023] 另外的其它实施例是如下的实施例,其中,所述电池管理器包括降压转换器。在这些实施例中,所述降压转换器包括电感,并且所述开关电容器网络依赖于所述降压转换器的电感来限制所述开关电容器网络内的电容器上所存在的电荷的变化速率。

[0024] 另外的其它实施例包括旅行充电器,其中该旅行充电器具有作为其组成部分的所述电池管理器。

[0025] 在上述实施例中的任意实施例中,所述开关电容器网络包括电荷泵以及连接至所述电荷泵的电感。在这些实施例中,所述电荷泵包括级联倍增器。上述实施例还包含所述开关电容器网络绝热的实施例、以及所述开关电容器网络非绝热的实施例。

[0026] 根据以下具体实施方式和附图,本发明的这些和其它特征将变得明显,其中在附图中:

附图说明

[0027] 图1示出两级电力转换电路;

[0028] 图2示出具有用于接收AC电压的附加电路的图1的电路;

[0029] 图3示出图1和图2的电力转换电路中所使用的开关电容器架构的第一实施例;

[0030] 图4示出图3的电力转换电路的各级中所包含的开关电路;

[0031] 图5是图3所示的实施例的部件列表;

[0032] 图6是图3的开关电容器架构的具有用于控制压摆速率(slew rate)的电路的变形;

[0033] 图7示出图5所示的开关用于控制压摆速率的操作;

[0034] 图8示出来自图6所示的开关电容器架构的压摆速率控制电路的详情;

[0035] 图9示出图6所示的压摆速率控制电路所执行的摆动控制;

[0036] 图10示出用于将绝热开关电容器电路并入电池管理器的第一实施例的多个位置;

[0037] 图11示出用于将绝热开关电容器电路并入电池管理器的第二实施例的多个位置;

[0038] 图12~图15示出在图10~图11所示的位置中的四个位置处具有绝热开关电容器电路的电池管理器;

[0039] 图16是典型绝热开关电容器电路的功能框图;

[0040] 图17示出用于实现绝热开关电容器电路的示例性组件;

[0041] 图18~图20示出图10~图11的降压转换器的包括绝热充电的开关电容器网络的实现;

[0042] 图21是在图18~图20的实施例中用作开关电容器网络的级联倍增器;以及

[0043] 图22是并入旅行适配器的图2的电路。

具体实施方式

[0044] 在描述电力转换器电路的多个示例性实施例、以及这种电力转换器电路上所进行的处理之前,应当理解,为了在解释概念时提高清晰度,这里有时参考具体的开关电容器电路或具体的开关电容器电路拓扑结构。应当理解,这种参考仅仅是示例性的,而不应被理解为限制性的。

[0045] 如这里所使用的,ad-dc转换器相当于AC/DC转换器;以及开关电容器电路相当于开关电容器网络以及电荷泵。

[0046] 图1示出具有连接至第一级的第一端子12以及连接至第二级的第二端子14的两级电力转换电路11。第一端子12具有第一电压V1,并且第二端子14具有第二电压V2。

[0047] 在所示的实施例中,第一级被实现为开关模式预调节器16,并且第二级被实现为绝热开关电容器电路18。然而,在替代实施例中,该第二级是不绝热的或非绝热的。

[0048] 预调节器16可以以各种方式实现,只要可以执行其基本功能(即对输出电压的调节)即可。在所示的实施例中,预调节器16包括预调节器开关S0、变压器T0、二极管D0、以及滤波电容器CX。预调节器16的特别有用的实现是磁隔离转换器,其示例是反激转换器(fly-back convertor)。

[0049] 可以使用各种反激转换器来实现预调节器16。这些反激转换器包括准谐振反激转换器、有源钳位反激转换器、交错反激转换器、以及双开关反激转换器等。

[0050] 磁隔离转换器的其它示例是正向转换器。合适的正向转换器的示例包括多谐振正向转换器、有源钳位正向转换器、交错正向转换器、以及双开关正向转换器。

[0051] 磁隔离转换器的另外的其它示例是半桥转换器和全桥转换器。半桥转换器的示例包括非对称半桥转换器、多谐振半桥转换器、以及LLC谐振半桥转换器。全桥转换器的示例包括非对称全桥转换器、多谐振全桥转换器、以及LLC谐振全桥转换器。

[0052] 还可以使用非隔离转换器来实现预调节器16。示例包括电压降(buck)转换器、升压转换器和降压-升压转换器。

[0053] 如这里所使用的,如果可以在两个功能组件之间没有直接导电路径的情况下在这些功能组件之间传递能量,则这些功能组件被称为是“隔离的”或者更具体地是“电流隔离的”。因此,这种隔离预先假设了用于在两个组件之间不具有实际电流流动的情况下在这两个组件之间传递能量的另一中间体的使用。在一些情况下,这种能量可以包括信息。

[0054] 示例包括诸如电磁波、机械波或声波等波的使用。如这里所使用的,电磁波包括跨越可见范围、紫外范围和红外范围的波。这种隔离还可以通过准静态电场或磁场的使用、或通过电容、电感或机械的方式来进行中介。

[0055] 大多数功能组件具有如下的电路,其中所述电路的不同部分具有不同电位。然而,总是存在表示该电路中的最低电位的电位。这通常被称为该电路的“接地”。

[0056] 在第一功能组件和第二功能组件连接在一起的情况下,不保证定义第一组件的接

地的电位将与定义第二组件的接地的电位相同。如果是这种情况、并且如果这些组件连接在一起,则电流很可能从两个接地中较高的接地流动至两个接地中较低的接地。这种状况被称为“接地回路”,是不期望的。在两个组件其中之一恰好是人的情况下,这是特别不期望的。在这种情况下,接地回路中的电流可能引起损害。

[0057] 可以通过对两个组件进行电流隔离来阻止这种接地回路。这种隔离基本上排除了接地回路的发生,并且降低了电流将通过诸如人体等的非预期路径到达接地的可能性。

[0058] 开关电容器电路18可被实现为开关电容器网络。这种网络的示例包括梯形网络、Dickson网络、串并联网络、Fibonacci网络、以及倍压器(Doubler)网络。这些网络都可以绝热地充电、并且被配置为多相网络。特别有用的开关电容器网络是全波级联倍增器的绝热充电版本。然而,也可以使用非绝热充电版本。

[0059] 如这里所使用的,“绝热地”改变电容器上的电荷意味着通过使该电容器中所存储的电荷经过非电容性元件来使电荷的量发生改变。电容器上的电荷的正绝热变化被认为是绝热充电,而电容器上的电荷的负绝热变化被认为是绝热放电。非电容元件的示例包括电感器、磁性元件、电阻器及其组合。在任一种情况下,结果是对于电容器上的电荷量可能发生变化的速率进行约束。

[0060] 在一些情况下,电容器可以在一部分时间内绝热地充电,并且在其余时间非绝热地充电。这种电容器被认为是绝热地充电。同样,在一些情况下,电容器可以在一部分时间内绝热地放电,并且在其余时间非绝热地放电。这种电容器被认为是绝热地放电。

[0061] 非绝热充电包括所有不绝热的充电,而非绝热放电包括所有不绝热的放电。

[0062] 如这里所使用的,“绝热开关电容器电路”是具有既绝热充电又绝热放电的至少一个电容器的网络。“非绝热开关电容器电路”是不绝热的开关电容器电路的网络。

[0063] 预调节器16、开关电容器电路18、其伴随电路以及封装技术的示例可以在美国专利9,362,826、9,497,854、8,723,491、8,503,203、8,693,224、9,502,968、8,619,445、9,203,299和9,041,459、美国专利公开2016/0197552、2015/0102798、2014/0301057、2013/0154600、2015/0311786、2014/0327479、2016/0028302、2014/0266132、2015/0077175和2015/0077176、以及PCT公开W02014/062279、W02015/138378、W02015/138547、W02016/149063和W02017/007991中找到,上述文献的内容通过引用而并入于此。

[0064] 绝热开关电容器电路在2014年10月14日提交的美国专利8,860,396、以及2015年3月13日提交的美国临时申请62/132,701和62/132,934中有详细描述。上述文献的内容通过引用而并入于此。

[0065] 第一控制器20控制第一级和第二级的操作。第一控制器20包括用于控制第一级的初级侧22、以及用于控制第二级的次级侧24。隔离屏障26将初级侧22与次级侧24分离。

[0066] 第一控制器20的初级侧22控制预调节器开关S0。对预调节器开关S0的断开和闭合控制被提供至变压器T0的初级侧的电流。这转而控制滤波电容器CX两端的电压。在预调节器开关S0接通的情况下,二极管D0关断,并且在预调节器开关S0关断的情况下,二极管D0接通。

[0067] 预调节器16还包括保持在比第一电压V1低的中间电压VX1处的调节器输出端子28。该调节器输出端子28连接至绝热开关电容器电路18。因此,绝热开关电容器电路18接收该中间电压VX1并将其变换为第二电压V2。

[0068] 绝热开关电容器电路18以离散步进操作。因此,其仅提供对其输出的粗调节。它不能提供对其输出的细调节。由预调节器16执行这种细调节。图1所示的两级设计减少了预调节器16维持高电流负担的需要。这意味着变压器T0的次级绕组可以转而承载小得多的RMS电流。这转而降低了绕组损耗并降低了调节器输出端子28处的电压波动。其还意味着可以令用于将预调节器16连接至绝热开关电容器电路18的滤波电容器CX更小。

[0069] 然而,预调节器16的改进性能不会被在第二级中具有绝热开关电容器电路18而造成大小和功率损耗的增大所完全抵消。因此,绝热开关电容器电路18必须非常高效且小。

[0070] 图1中的两级电力转换电路11示出为被配置为接收DC电压。在图2所示的替代实施例中,通过耦合电容器CB而连接至第一端子12的桥式整流器65提供了用以接收AC电压VAC的方式。

[0071] 图2的电力转换电路10与图1所示的电力转换电路类似,但是具有用于接收AC源4所提供的AC电压VAC、并将该AC电压VAC转换为第二电压V2的附加电路。AC电压VAC被提供给桥式整流器65的输入端子,其中桥式整流器65具有被布置为形成桥的桥式二极管DB1、DB2、DB3和DB4、并且在桥式电容器CB两端具有输出。桥式电容器CB两端的输出变为第一端子12处呈现的第一电压V1。如图22所示,这种类型的电力转换电路10可以并入旅行适配器13中。这种旅行适配器13在USB端口15处输出DC电压。

[0072] 一些实施例包括用于控制谐波电流、并因此提高流过电源的有功功率与视在功率之比的电路。这对安装到用于供给AC电压的壁式插座的电源特别有用。这种电路的一个示例是被配置在桥式整流器65和预调节器16之间的有源功率因数校正器67。

[0073] 图2还示出AC电源4和电力转换电路10的其余组件之间的熔断器61,以确保安全。还提供了电磁干扰滤波器63以抑制在电力转换电路10的操作期间可能出现的电磁波的不受控制的发射。

[0074] 图3示出开关电容器电路18的第一实施例,其被设计为接受20伏的标称电压并产生诸如5伏和10伏等的各种输出电压。这对Type-C旅行适配器特别有用。这是因为,与输出总是5伏的旧USB标准不同,新USB Type C标准允许诸如10伏、15伏甚至20伏等的更高的输出电压。

[0075] 图3示出绝热开关电容器电路18的第一实施例,其被设计为接受20伏的标称电压。所示的绝热开关电容器电路18的特征在于第一开关电容器级32、第二开关电容器级34、第一旁路开关S1、第二旁路开关S2、以及第三旁路开关S3。具有输出电感器L1和输出电容器C0的LC滤波器允许绝热操作。通过选择性地断开和闭合旁路开关S1、S2、S3,可以选择性地绕过第一开关电容器级32和第二开关电容器级34中的选定的开关电容器级。

[0076] 第一级32和第二级34各自是2倍分压器,其从VX1到VX2的最大电压转换为4:1。所得到的绝热开关电容器电路18被设计为接受20伏的中间电压VX1并提供20伏、10伏或5伏的电压。在一些实施例中,输送有时为Type-C标准所需要的15伏输出电压。这可以通过使预调节器16向开关电容器电路18输送15伏而不是20伏电压、并且以1:1模式运行开关电容器电路18来提供。

[0077] 图3所示的绝热开关电容器电路18具有三种操作模式:1:1模式、2:1模式和4:1模式。在1:1模式中,第一旁路开关S1闭合,并且第二旁路开关S2和第三旁路开关S3断开。在2:1模式中,第二旁路开关S2闭合,并且第一旁路开关S1和第三旁路开关S3断开。在4:1模式

中,第三旁路开关S3闭合,并且第一旁路开关S1和第二旁路开关S2断开。所有旁路级以低功率模式运行以节省电力,因为不需要它们来提供电压转换(即,它们不以特定频率进行开关)。

[0078] 图4示出第一级32内部的开关电容器电路36。第二级34内存在类似的电路。在操作期间,该电路在第一状态和第二状态之间转变。在第一状态下,标记为“1”的所有开关闭合,并且标记为“2”的所有开关断开。在第二状态下,标记为“1”的所有开关断开,并且标记为“2”的所有开关闭合。开关电容器电路36以特定频率在第一状态和第二状态之间交替。该频率是为了产生为中间电压VX1的一半的第二中间电压VX2而选择的频率。

[0079] 图5示出图3所示的绝热开关电容器电路18的一个实现所用的组件列表。选择组件,使得该解决方案提供高效率、精简的解决方案以及100mV的峰峰值最大输出电压波动。总值列指定了组件在其工作条件下所需的电感和/或电容的总量。

[0080] 在替代实施例中,第一旁路开关S1和第二旁路开关S2可以以如下方式接通和关断,以使得第二电压V2以受控方式上下摆动。这在存在要满足的最大压摆速率的情况下特别有用。例如,在Type-C USB电源适配器的情况下,在第二电压V2可被编程为5伏至20伏的情况下,电压转变的最大压摆速率要求为30mV/ μ s。

[0081] 图6示出图3的绝热开关电容器电路18的替代实施例,其中添加了第一和第二旁路开关控制电路42,以控制图3所示的绝热开关电容器电路18中的电压转变的压摆速率。在输出从5伏转变为10伏、以及从5伏转变为20伏的情况下,这些旁路开关控制电路42控制图3所示的绝热开关电容器电路18中的电压转变的压摆速率。旁路开关控制电路42还控制第二电压V2从10伏到5伏以及从20伏到5伏的压摆速率。

[0082] 图7示出针对三种不同电压输出的旁路开关状态的表格。

[0083] 参考图6,为了输出20伏,设置第一控制输入V20。为了仅输出10伏,设置第二控制输入V10。默认情况下,在既不设置第一输出也不设置第二输出的情况下,绝热开关电容器电路18输出5伏。

[0084] 图8示出图6所示的旁路开关控制电路42的详情。尽管图8中示出第二旁路开关S2,但是第一旁路开关S1也以相同的方式进行控制。所有旁路开关S1、S2和S3都是N通道场效应管(NFET)。需要第二旁路开关S2和第三旁路开关S3的复合背对背NFET配置,以在第一旁路开关S1接通同时第二旁路开关S2和第三旁路开关S3关断的情况下阻挡从输出部至输入部的反向电流流动。尽管第二旁路开关S2和第三旁路开关S3在图8中被描绘为分立的背对背NFET,但是在完全整合的解决方案中,这些装置可以用具有自适应体开关的单个晶体管代替。

[0085] 图8中的第一摆动控制开关S8通过使第一旁路开关S1和第二旁路开关S2的栅极端子和源极端子短路来使第一旁路开关S1和第二旁路开关S2关断。在第一旁路开关S1或第二旁路开关S2接通的情况下,(各个控制电路中的)第一摆动控制开关S8断开,并且第二电压V2从5伏转变至10伏或者从5伏转变至20伏。同时,防摆动电容器C6和恒流源I1控制第二电压V2从5伏转变到10伏或20伏的向上压摆速率。

[0086] 在第一旁路开关S1和第二旁路开关S2关断、并且第二电压V2从10伏转变至5伏或者从20伏转变至5伏的情况下,第二摆动控制开关S9接通并且允许泄放电阻器R1使得防摆动电容器C6放电。这样控制了第二电压V2的向下压摆速率。

[0087] 图6中的比较器检测第二电压V2何时下降到某阈值 V_{TH} 以下(例如, $V_{TH}=5.25V$),并且通过断开第二摆动控制开关S9来终止防摆动电容器C6的放电。注意,可以用电流源代替泄放电阻器R1,并且可以通过使电流源I1、泄放电阻器R1和防摆动电容器C6成为可编程或可再编程的,来对正电压转变和负电压转变这两者的压摆速率进行编程。

[0088] 在输出部处期望20伏的情况下,第二旁路开关S2和第三旁路开关S3关断,同时第一旁路开关S1接通。第一开关电容器级和第二开关电容器级(2:1)也关断。第一旁路开关S1是N通道FET(NFET),其接通是由作为恒流源的电流源I1和防摆动电容器C6控制的,使得第二电压V2以固定速率向上摆动。

[0089] 在5伏到20伏转变期间,第一摆动控制开关S8和第二摆动控制开关S9断开,并且第一旁路开关S1用作源极跟随器。在该配置中,第一旁路开关S1的源极上的电压跟随其栅极上的电压,其栅极上的电压由通过电流源I1的电流除以防摆动电容器C6的电容来给出。最初,在第一旁路开关S1接通并且第二电压V2向上摆动的情况下,第一旁路开关S1在饱和区域中工作(即, $V_{DS}>V_{GS}-V_T$,其中 V_T 是NFET的阈值电压)。随着输出接近其最终电平,第一旁路开关S1转变到线性区域中、并且用作低阻抗开关。在稳态工作期间,齐纳二极管D1将旁路开关S1的栅极-源极电压(V_{GS1})钳制到安全电平(例如, V_{GS1} 等于5伏)。从20伏转变回5伏是由泄放电阻器R1来控制的,其中,泄放电阻器R1使输出电容以压摆速率控制的方式放电。

[0090] 在输出处期望10伏的情况下,第一旁路开关S1和第三旁路开关S3关断,同时第二旁路开关S2接通。第一开关电容器级(2:1)接通,并且第二开关电容器级关断。第二旁路开关S2包括背对背NFET,其中该背对背NFET在第二电压V2从5伏转变为10伏的情况下用作源极跟随器。如前所述,电流源I1和防摆动电容器C6在第二电压V2从5伏转变为10伏时控制第二电压V2的压摆速率,泄放电阻器R1控制从10伏转变回5伏,并且齐纳二极管D1在以10伏(即,V2)进行稳态操作期间将第二旁路开关S2的栅极-源极电压钳制到安全水平。

[0091] 尽管图6和图8中未明确示出,但本领域技术人员应当理解,附加电路有助于保护系统以免于各种单点故障以及任意和所有节点、开关和无源组件上的诸如过流、过温和过压等的故障状况。

[0092] 图9示出Type-C USB电源适配器中的、具有压摆速率限制旁路开关控制的开关电容器电路的典型电压转变。第二电压V2以约20mV/ μs 上下摆动。根据USB PD规范,负载必须在电压转变期间处于低功耗待机状态。对于图9所示的模拟结果,负载在输出稳定到其最终水平之后接通。

[0093] 图10示出第一电池管理器60A,其提供用以向负载8供电的能量、同时还提供用于使用从连接至AC源4的AC/DC转换器10输送来的电力对电池BAT进行充电的能量。第一电池管理器60A供给系统电压VSYS以向负载8供电。即使在AC/DC转换器10与电池管理器60A断开的情况下也是如此。

[0094] AC源4无需是壁式源。作为替代,AC源4可以是用于对装置进行充电的无线充电系统的一部分。这种无线充电系统通常包括基站和要充电的装置。基站接收第一频率的AC、并将其提供至频率转换器,其中该频率转换器使AC升高至较高频率并将其提供至第一线圈。要充电的装置包括第二线圈,其中该第二线圈被选择为使得在接近第一线圈时,这两个线圈形成空心变压器。这允许第一线圈所提供的能量在第二线圈处可用,使得该能量可以用于对要充电的装置上的电池进行充电。

[0095] 转换到更高的频率有助于确保第一线圈可被制成合理的尺寸。典型的输出频率在50kHz的范围内。对于频率转换的程度以及由基站提供的电压和/或电流的量,存在各种标准。这种标准的一个示例是QI标准。

[0096] 第一电池管理器60A包括用于将AC/DC转换器10所提供的第二电压V2转换为系统电压V_{SYS}的降压转换器56。其还包括用于提供电力以对电池BAT进行充电的恒流/恒压(CCCV)充电器52。充电器52包括用于在对电池进行充电的同时保持恒定电流或恒定电压的电路,以测量电池上的电荷量并提供故障保护。降压转换器56可以是由电池供电的装置的一部分,或者其可被放置在这种装置的外部。电池开关S4选择性地使电池BAT相对于负载8连接和断开。第二控制器64使降压转换器56和充电器52的操作同步。

[0097] 在AC/DC转换器10连接至AC源4的情况下,不需要电池BAT来向负载8供电。因此,第二控制器64断开电池开关S4。另一方面,假设电池BAT尚未完全充满,电降压转换器56使第二电压V2下降至略高于电池BAT的充电电压的值,从而使得CC/CV充电器52能够高效地对电池进行充电。降压转换器56还向负载8提供必要的系统电压V_{SYS}。

[0098] 然而,一旦AC/DC转换器10断开,降压转换器56就不再能够供电。因此,第二控制器64闭合电池开关S4,使得电池BAT可以供给必要的系统电压V_{SYS}。

[0099] 图11示出第二电池管理器60B,其中与第一电池管理器60A中不同,充电电压和系统电压V_{SYS}是分开的。电池开关S4仅在电池用作系统电压V_{SYS}的供电源的情况下闭合。该第二电池管理器60B相对于第一电池管理器60A的优点在于,在连接了AC/DC转换器10的情况下,降压转换器56不必提供对电池BAT的电力以及系统电压V_{SYS}。

[0100] 在一些实施例中,AC/DC转换器10包括图2~图4所示类型的绝热充电开关电容器转换器及其变形。

[0101] 图10和图11共同示出第一位置到第八位置P1、P2...P8,其中图3所示类型的绝热开关电容器电路18可被放置在第一电池管理器60A和第二电池管理器60B的这些位置中。实际上可以使用一个以上的绝热开关电容器电路18,然而,只有通过并入单个绝热开关电容器电路18才将有可能看到最大的性能改进。

[0102] 图12示出第三电池管理器70A,其中绝热开关电容器电路18被放置在第一位置P1处。将绝热开关电容器电路18并入第三电池管理器70A中降低了降压转换器56的负担。例如,在图12所示的第三电池管理器70A中,电压应力约为不具有绝热开关电容器电路18时的电压应力的一半。对于给定输出功率,这具有大幅减少降压转换器56中的功率损耗的效果。

[0103] 图13示出第四电池管理器70B,其中,作为替代,绝热开关电容器电路18被放置在第六位置P6处。绝热开关电容器电路18的放置提供了一种针对电路的寻求改进的部分的方式。例如,在图13所示的第四电池管理器70B中,主要改进不在于降压转换器56,而是在于负载8中的下游负载点(POL)转换器。

[0104] 图12和图13所示的配置特别有用,因为它们与实现电池管理器的现有集成电路最兼容。

[0105] 图14示出第五电池管理器70C,其中绝热开关电容器电路18被放置在第二位置P2处。图15示出第六电池管理器70D,其中绝热开关电容器电路18被放置在第五位置P5处。

[0106] 图16示出典型绝热开关电容器电路18的框图。该电路是用于提供从输入电压V_{X3}到输出电压V₃的2:1电压转换的2倍分压器。该绝热开关电容器电路18被设计为接受24伏的

最大输入电压。

[0107] 图17示出图16中的架构的示例组件列表。

[0108] 如图10~图11所示的典型降压转换器56一般包括开关调节器。因此,一些实施例将开关电容器转换器86连同用于控制开关电容器转换器86和内置开关调节器88的第三控制器84一起并入降压转换器56中。因此,如图18所示,第三控制器84能够以如下方式操作开关电容器转换器86,使得开关调节器88绝热地对开关电容器转换器86内的电容器进行充电和放电。这提供了一种利用开关电容器转换器86在无需提供额外的LC滤波器的情况下实现绝热的充电和放电的方式。另外,在这种情况下,开关电容器转换器86固有地是模块化的,并且可以容易地作为单独的组件进行供给以并入现有的降压转换器56中。

[0109] 图19~图20示出用于实现相同概念的两个附加架构。图19所示的实施例是图18中的实施例的相反实施例。而图20中所示的实施例通过将开关调节器88放置成与开关电容器转换器86的输入部串联并且与开关电容器转换器86的输出部并联来提供用以转换电力的高效方式。因此,开关调节器88仅承载被输送至输出部的电流的一部分,同时仍保持直接控制被输送至输出部的电流的能力。

[0110] 图18~图20的实施例中的第三控制器84提供控制信号,以响应于感测到的输出电压 V_O 和/或输入电压 V_I 来使开关调节器88和开关电容器转换器86内的开关接通和断开。基于这些输入,控制器84对被提供至开关调节器88和开关电容器转换器86的控制信号进行必要的调整,使得输出电压 V_O 被调节在一定的容限内。

[0111] 在所示的实施例中,开关调节器88是电压降转换器,其包括第一开关SA、第二开关SB和电感器L2。在第一开关SA闭合的情况下,第二开关SB断开,并且反之亦然。第一开关SA和第二开关SB以特定频率进行操作。该频率控制通过电感器L2的平均dc电流。这使得可以通过改变第一开关SA的占空比来控制电感器L2的输出端子(即,未连接至开关的端子)处的电压。特别地,第一开关SA在一个周期期间闭合的时间越长,电感器L2的输出端子处的电压将越低。

[0112] 图21示出开关电容器转换器86是全波级联倍增器的一个实现的详细电路图。开关电容器转换器86包括第一开关组1、第二开关组2、以及电容器C1A~C3B。使第一开关组1中的开关闭合并且使第二开关组2中的开关断开将使电容器C1A~C3B被布置为第一状态。相反,使第二开关组2中的开关闭合并且使第一开关组1中的开关断开将使电容器C1A~C3B被布置为第二状态。在正常操作期间,开关电容器转换器86以特定频率在第一状态和第二状态之间循环,从而在电容器C1A~C3B和端子之间转移电荷。开关电容器转换器86可以被建模为如图18~图20中那样的dc变压器。在该实现中,电压转换比(V_H 比 V_L)是3比1。

[0113] 在一些实现中,计算机可访问的存储介质包括表示转换器中的一个或多个组件的数据库。例如,数据库可以包括表示已被优化为促进电荷泵的低损耗操作的开关网络的数据。

[0114] 一般而言,计算机可访问的存储介质可以包括计算机在使用期间可访问以向该计算机提供指令和/或数据的任何非暂时性存储介质。例如,计算机可访问的存储介质可以包括诸如磁盘或光盘以及半导体存储器等的存储介质。

[0115] 一般地,代表系统的数据库可以是可被程序读取、并且直接或间接用于制造包括该系统的硬件的数据库或其它数据结构。例如,数据库可以是诸如Verilog或VHDL等的高级

设计语言 (HDL) 中的硬件功能的行为级描述或寄存器传送级 (RTL) 描述。该描述可以由综合工具读取, 其中该综合工具可以综合该描述以产生包括来自综合库的门列表的网表。网表包括门的集合, 其中这些门还表示包括该系统的硬件的功能。然后可以对网表进行放置和路由以产生描述要应用于掩模的几何形状的数据集。然后, 可以在各种半导体制造步骤中使用掩模, 以产生与该系统相对应的半导体电路。在其它示例中, 可选地, 数据库本身可以是网表 (具有或不具有综合库) 或数据集。

[0116] 已经描述了本发明及其优选实施例; 被保护为新的且由本发明保护的内容如所附权利要求书所示。

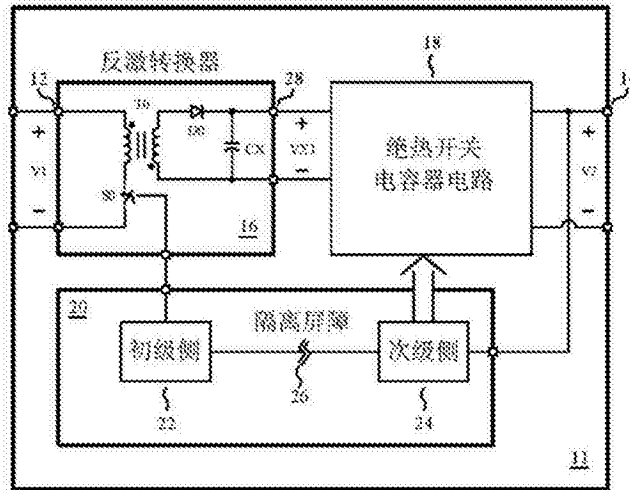


图1

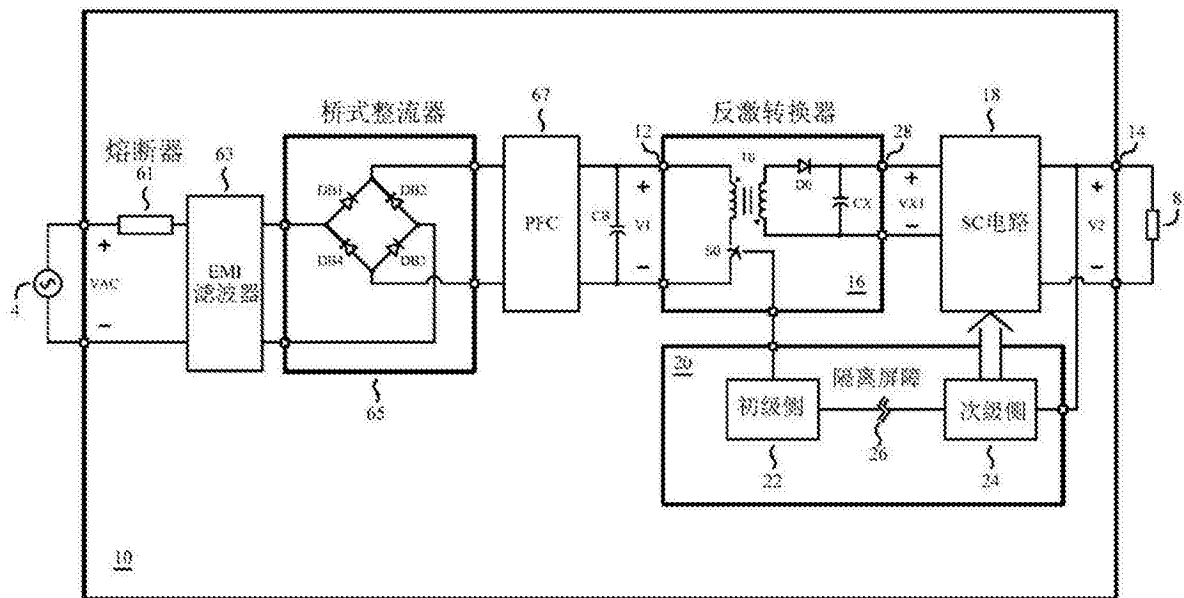


图2

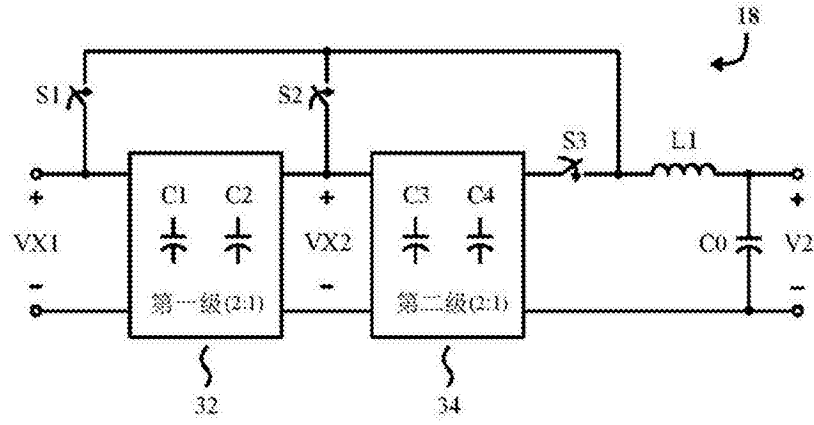


图3

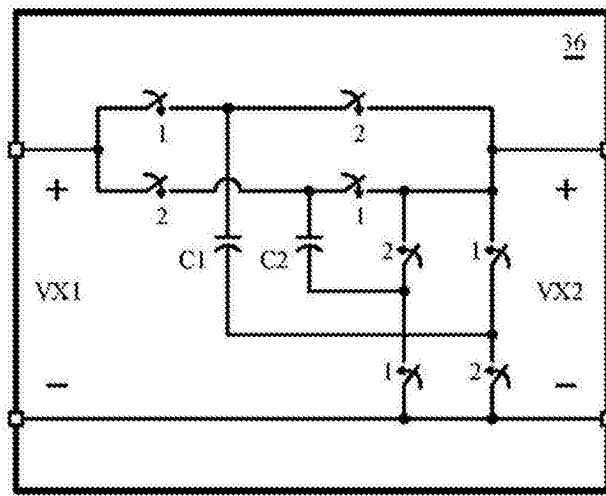


图4

项目	总值	组件大小(W x L x H)	数量
L1	120 nH	4.00 x 4.00 x 1.20 mm ³	1
C0	40 μF	1.60 x 0.80 x 1.00 mm ³	8
C1	10 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	2
C2	10 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	2
C3	10 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	1
C4	10 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	1

图5

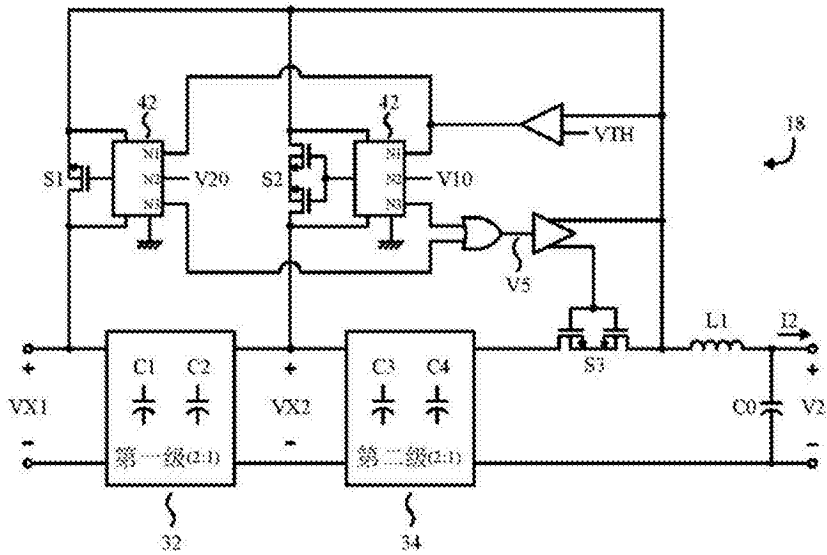


图6

V2	S1	S2	S3	第一级	第二级
5 V	关断	关断	接通	接通	接通
10 V	关断	接通	关断	接通	关断
20 V	接通	关断	关断	关断	关断

图7

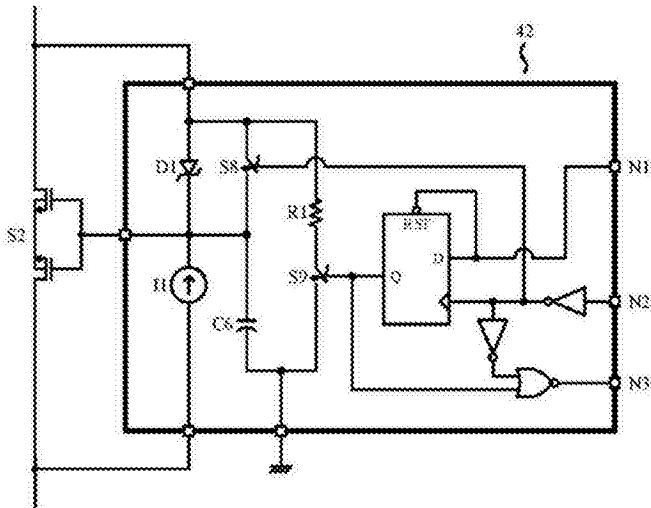


图8

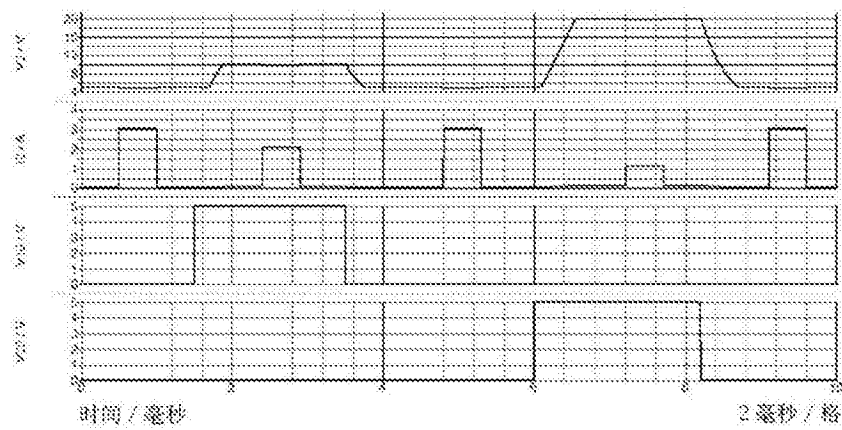


图9

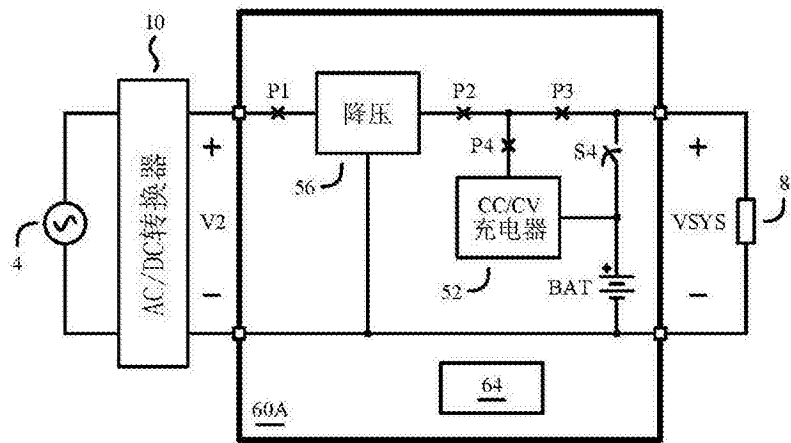


图10

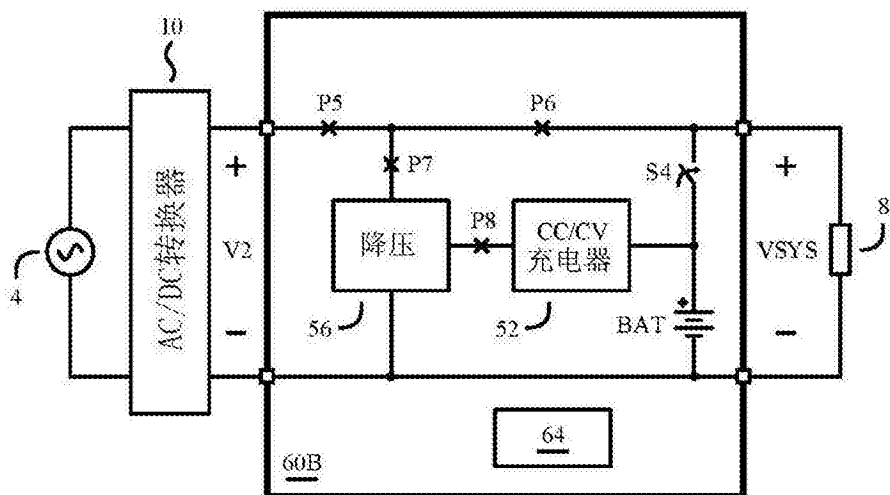


图11

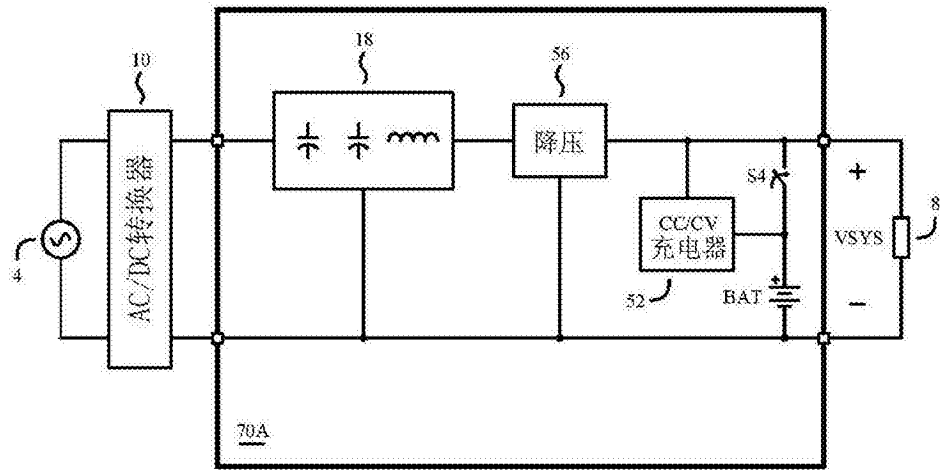


图12

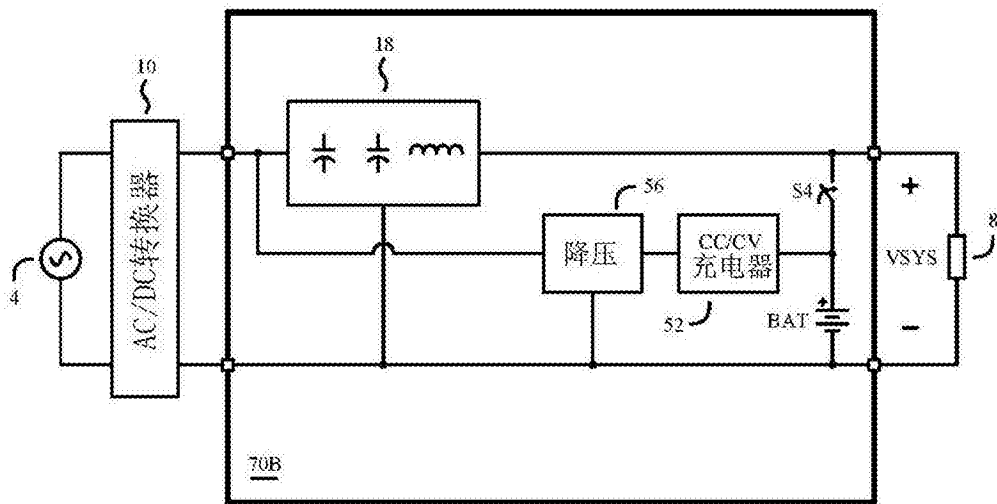


图13

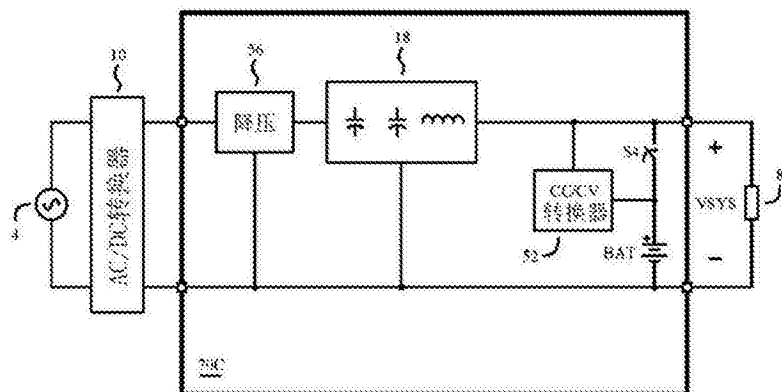


图14

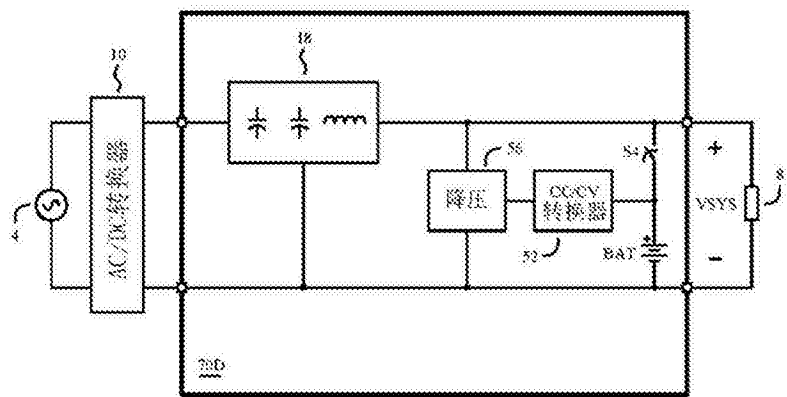


图15

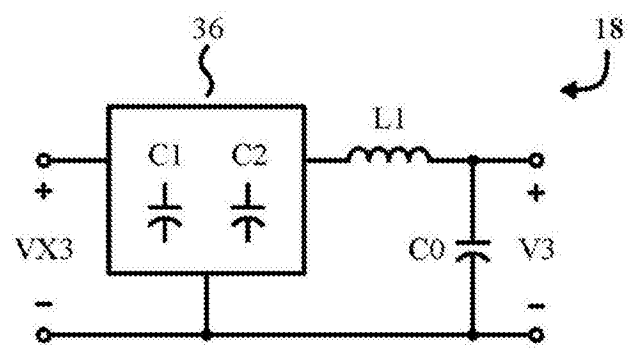


图16

项目	所需总值	组件大小(W x L x H)	总面积
L1	30 nH	4.00 x 4.00 x 1.20 mm ³	1 x 16.00 mm ²
C1	10 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	2 x 2.50 mm ²
C2	10 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	2 x 2.50 mm ²
C0	15 μF	2.00 x 1.25 x 1.25 mm ³	3 x 2.50 mm ²

图17

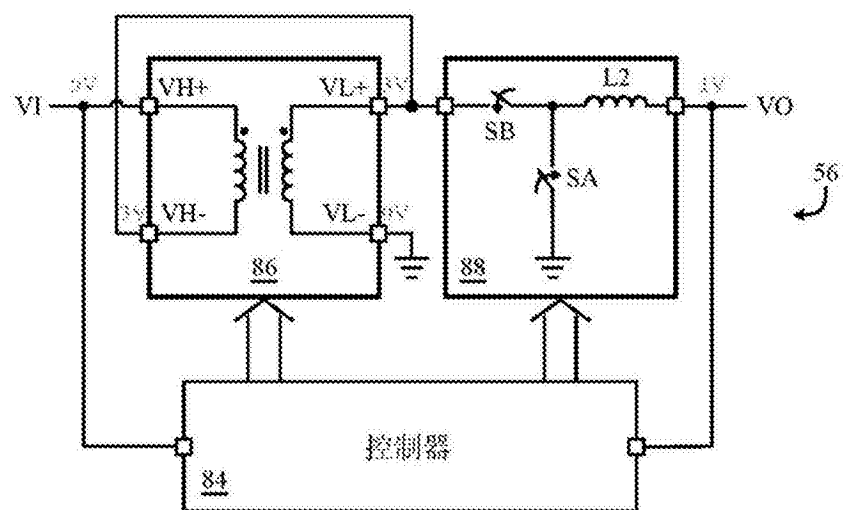


图18

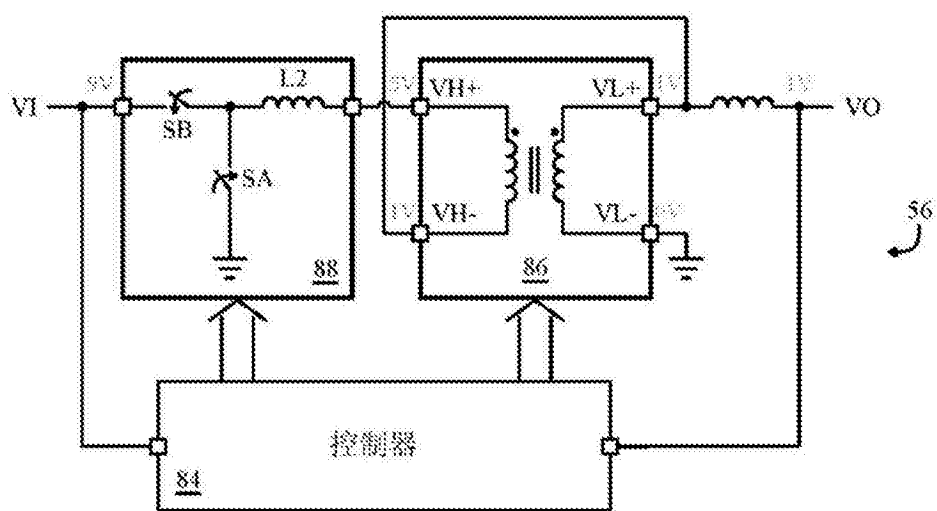


图19

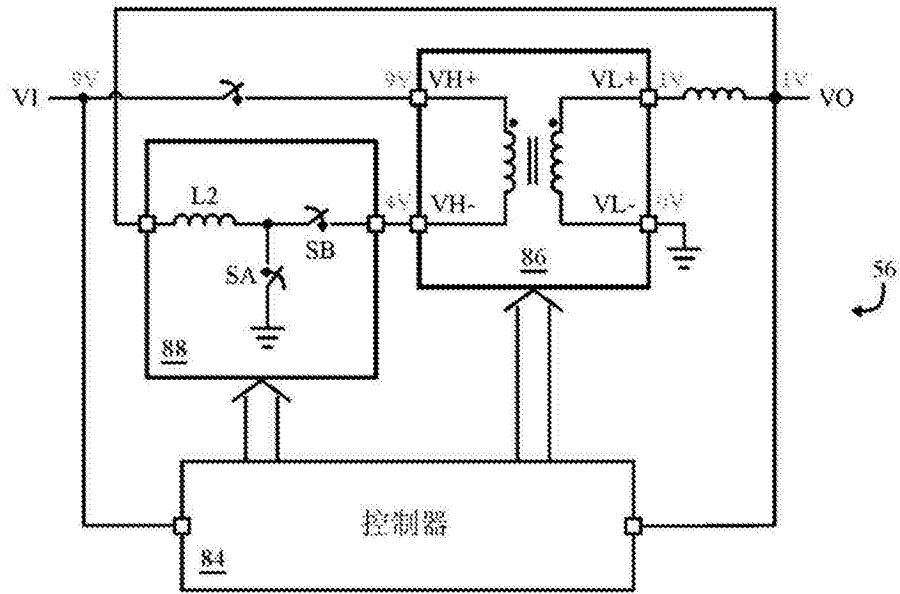


图20

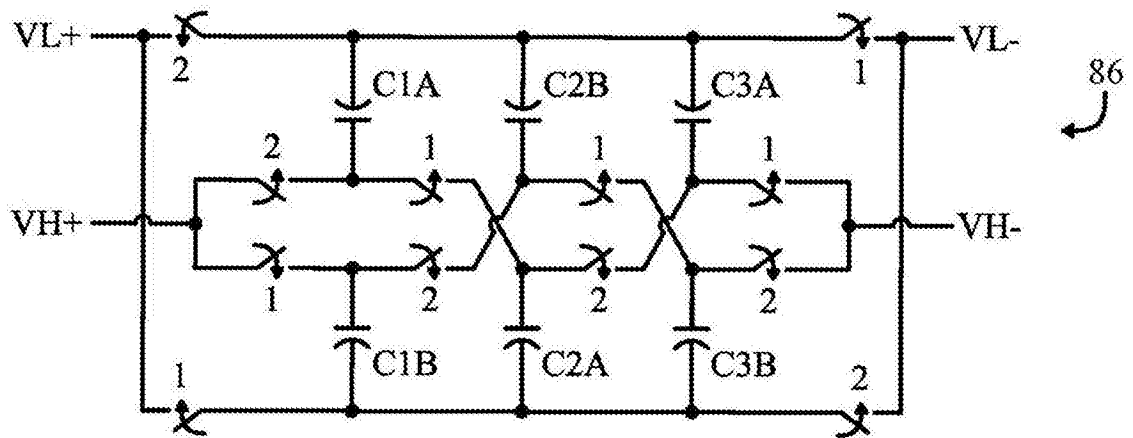


图21

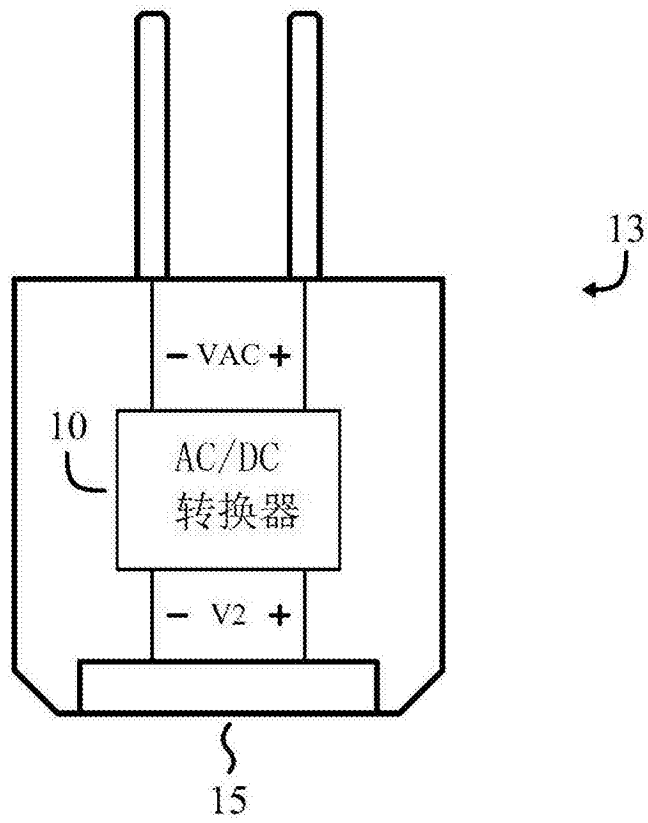


图22