



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103875156 B

(45)授权公告日 2017.06.13

(21)申请号 201280050359.9

(22)申请日 2012.10.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103875156 A

(43)申请公布日 2014.06.18

(30)优先权数据

61/546,408 2011.10.12 US

61/546,713 2011.10.13 US

13/644,664 2012.10.04 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.04.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/060023 2012.10.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/056093 EN 2013.04.18

(73)专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 Q·刘

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51)Int.Cl.

H02J 7/04(2006.01)

H01M 10/44(2006.01)

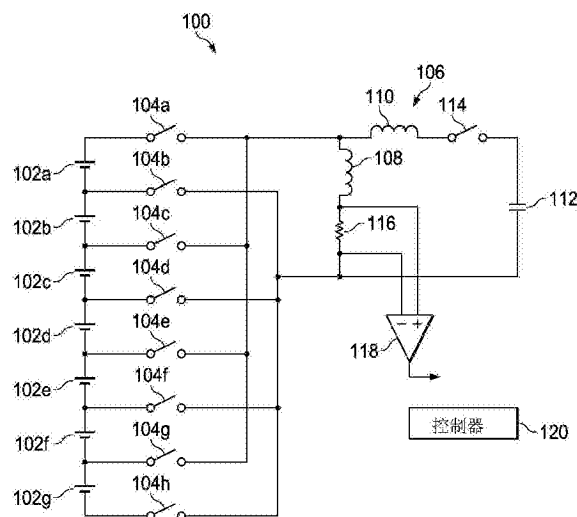
审查员 张巍

(54)发明名称

电池和其它电源的基于电感器的有源平衡

(57)摘要

系统包括多个串联连接的电源(102a-102g)和有源平衡电路。所述有源平衡电路包括LC谐振电路(106)和多个开关(104a-104h),所述多个开关(104a-104h)经配置以选择性地将电源中的不同的一些耦合到LC谐振电路。LC谐振电路包括电感器(108)、电容器(112)和附加开关(114)。电感器经配置以存储将在两个或多个电源之间传输的能量。所述附加开关经配置以选择性地在电感器和电容器之间创建谐振,以便使流过所述电感器的电流的方向反向。所述有源平衡电路能够在单独的电源之间或电源组之间传输能量。



1. 一种传输能量的装置,包括:

LC谐振电路,其包含:

能量传输电感器,

电容器,和

谐振器开关,其经配置以选择性地将所述电感器连接到所述电容器作为谐振器电路;

多个开关,其经配置以选择性地将所述电感器耦合到串联连接的四个或更多个电源中的相应一个电源;和

控制器,其经配置以基于以下循环,选择性地切换所述多个开关和所述谐振器开关,从而从选择的第一电源传输能量至选择的第二电源:

放电循环,其中所述选择的第一电源并联连接到所述电感器,以从所述第一电源传输能量至所述电感器,所述放电循环之后选择性地跟随以下循环中的任一个:

奇-奇/偶-偶充电循环,其中所述电感器串联连接到所述第二电源,以从所述电感器传输能量至所述第二电源,或

奇-偶/偶-奇充电循环,其中所述谐振器开关被闭合,以选择性地将所述电感器和所述电容器配置为谐振器电路,以便使流过所述电感器的电流的方向反向;以及随后所述电感器并联连接到所述第二电源,以从所述电感器传输能量至所述第二电源。

2. 如权利要求1所述的装置,其中串联连接的电源的数量为 n ,并且开关的数量为 $n+1$;并且其中所述电感器的第一端连接到奇数编号的开关,而所述电感器的第二端连接到偶数编号的开关。

3. 如权利要求1所述的装置,其中,为了从所述第一电源传输能量至所述第二电源,所述控制器经配置以:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二电源。

4. 如权利要求1所述的装置,其中,为了从所述第一电源传输能量至所述第二电源,所述控制器经配置以:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;

闭合所述谐振器开关,以便配置所述谐振器电路并使流过所述电感器的所述电流的所述方向反向;

断开所述谐振器开关;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二电源。

5. 如权利要求1所述的装置,其中,为了在第一组所述电源和第二组所述电源之间传输所述能量,所述控制器经配置以:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一组电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二组电源。

6. 如权利要求1所述的装置,其中:

所述电感器包括第一电感器;并且

所述LC谐振电路进一步包括第二电感器,所述第二电感器与所述第一电感器并联耦合。

7.如权利要求6所述的装置,其中:

所述第一电感器与感测电阻器串联耦合;

所述电容器和所述谐振器开关与所述第二电感器串联耦合;并且

所述电容器、所述谐振器开关和所述第二电感器与所述第一电感器和所述感测电阻器并联耦合。

8.一种在电源之间传输能量的方法,其中,所述电源为四个或更多个串联连接的电源,所述方法使用能量传输电感器传输能量,所述能量传输电感器包含在选择性可配置的LC谐振器中,所述LC谐振器包含电容器和谐振器开关,所述谐振器开关经配置以选择性地连接所述电感器至所述电容器,所述方法包括:

基于以下循环,从选择的第一电源传输能量至选择的第二电源:

放电循环,其通过将所述选择的第一电源与所述电感器并联连接而实现,以从所述第一电源传输能量至所述电感器,所述放电循环之后选择性地跟随以下循环中的任一个:

奇-奇/偶-偶充电循环,其通过将所述电感器与所述第二电源串联连接而实现,以从所述电感器传输能量至所述第二电源,或

奇-偶/偶-奇充电循环,其通过闭合所述谐振器开关,以选择性地将所述电感器和所述电容器配置为谐振器电路,以便使流过所述电感器的电流的方向反向;以及随后将所述电感器与所述第二电源并联连接而实现,以从所述电感器传输能量至所述第二电源。

9.如权利要求8所述的方法,其中:

从所述第一电源传输所述能量至所述电感器包括使用多个开关中的第一对;

从所述电感器传输所述能量至所述第二电源包括使用所述多个开关中的第二对。

10.如权利要求9所述的方法,其中从所述第一电源传输所述能量至所述电感器和从所述电感器传输所述能量至所述第二电源包括:

闭合所述多个开关中的所述第一对,以从所述第一电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;以及

闭合所述多个开关中的所述第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二电源。

11.如权利要求9所述的方法,其中从所述第一电源传输所述能量至所述电感器、选择性地将所述电感器和所述电容器配置为谐振器电路以及从所述电感器传输所述能量至所述第二电源包括:

闭合所述多个开关中的所述第一对,以从所述第一电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;

闭合所述谐振器开关,以将所述电感器和所述电容器配置为谐振器电路并使流过所述电感器的所述电流的所述方向反向;

断开所述谐振器开关;以及

闭合所述多个开关中的所述第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二电源。

12.如权利要求8所述的方法,其中通过以下步骤,在第一组电源和第二组电源之间传输能量:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一组电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二组电源。

13. 一种传输能量的系统,包括:

串联连接的四个或更多个电源;和

有源平衡电路,其包括

LC谐振电路,其包括:

能量传输电感器,

电容器,和

谐振器开关,其经配置以选择性地将所述电感器连接至所述电容器作为谐振器电路;

多个开关,其经配置以选择性地将所述电感器耦合到所述电源中的相应一个电源;

控制器,其经配置以基于以下循环,选择性地切换所述多个开关和所述谐振器开关,从而从选择的第一电源传输能量至选择的第二电源:

放电循环,其中所述选择的第一电源并联连接到所述电感器,以从所述第一电源传输能量至所述电感器,所述放电循环之后选择性地跟随以下循环中的任一个:

奇-奇/偶-偶充电循环,其中所述电感器串联连接到所述第二电源,以从所述电感器传输能量至所述第二电源,或

奇-偶/偶-奇充电循环,其中所述谐振器开关被闭合,以选择性地将所述电感器和所述电容器配置为谐振器电路,以便使流过所述电感器的电流的方向反向;以及随后所述电感器并联连接到所述第二电源,以从所述电感器传输能量至所述第二电源。

14. 如权利要求13所述的系统,其中串联连接的电源的数量为 n ,并且开关的数量为 $n+1$;并且其中所述电感器的第一端连接到奇数编号开关,而所述电感器的第二端连接到偶数编号开关。

15. 如权利要求13所述的系统,其中,为了从所述第一电源传输所述能量至所述第二电源,所述控制器经配置以:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二电源。

16. 如权利要求13所述的系统,其中,为了从所述第一电源传输所述能量至所述第二电源,所述控制器经配置以:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;

闭合所述谐振器开关,以将所述电感器和所述电容器配置为谐振器电路并使流过所述电感器的所述电流的所述方向反向;

断开所述谐振器开关;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二电源。

17. 如权利要求13所述的系统,其中,为了在第一组所述电源和第二组所述电源之间传输所述能量,所述控制器经配置以:

闭合所述多个开关中的第一对,以从所述第一组电源传输所述能量至所述电感器;

断开所述多个开关中的所述第一对;以及

闭合所述多个开关中的第二对,以从所述电感器传输所述能量至所述第二组电源。

18. 如权利要求13所述的系统,其中:

所述电感器包括第一电感器;

所述LC谐振电路进一步包括感测电阻器和第二电感器;

所述第一电感器与所述感测电阻器串联耦合;

所述电容器和所述谐振器开关与所述第二电感器串联耦合;并且所述电容器、所述谐振器开关和所述第二电感器与所述第一电感器和所述感测电阻器并联耦合。

电池和其它电源的基于电感器的有源平衡

技术领域

[0001] 本发明一般涉及电源平衡系统,并且,更具体地涉及电池和其它电源的基于电感器的有源平衡。

背景技术

[0002] 现代的电池常常包括多个串联连接的电池单元,并且多个电池能够串联连接以形成电池模块。遗憾的是,由电池中的每个单独的电池单元或电池模块中的每个电池提供的实际输出电压会略微不同。这能够由任何若干因素如制造变化、温度变化或其它内部或外部因素引起。这能够在电池单元或电池的充电和放电过程中引起问题。在一些系统中,能够利用电压检测电路确定每个电池单元或电池的输出电压,并且能够利用电压平衡系统来补偿输出电压的变化。

[0003] 考虑串联连接的电池单元,其中每个电池单元被设计成提供3.8V的输出电压。电压检测电路可以确定电池单元中的其中一个实际上具有3.9V的输出电压。常规的无源电压平衡系统通常包括电阻器,其消耗来自具有过高输出电压的电池单元或电池的电能。在本例中,电能的消耗使得3.9V的输出电压下降至3.8V的期望水平。然而,由于电能是利用电阻器消耗的,这能够导致电池单元的大量能量流失,缩短了电池的使用寿命。

发明内容

[0004] 本申请公开用于电池和其它电源的基于电感器的有源平衡的方法和装置。

[0005] 在第一实施例中,一种装置包括LC谐振电路和多个开关,所述多个开关经配置以选择性地将不同串联连接的电源耦合到LC谐振电路。LC谐振电路包括电感器、电容器和附加开关。电感器经配置以存储将在两个或多个电源之间传输的能量。附加开关经配置以选择性地在电感器和电容器之间创建谐振,从而使流过电感器的电流的方向反向。

[0006] 在第二实施例中,一种方法包括从至少一个第一电源传输能量至电感器。该方法还包括选择性地在电感器和电容器之间创建谐振,从而使流过电感器的电流的方向反向。该方法进一步包括从电感器传输能量至至少一个第二电源。所述至少一个第一电源和至少一个第二电源串联连接。

[0007] 在第三实施例中,一种系统包括多个串联连接的电源和有源平衡电路。有源平衡电路包括LC谐振电路和多个开关,所述多个开关经配置以选择性地将不同的电源中的一些耦合到LC谐振电路。LC谐振电路包括电感器、电容器和附加开关。电感器经配置以存储将在两个或多个电源之间传输的能量。附加开关经配置以选择性地在电感器和电容器之间创建谐振,从而使流过电感器的电流的方向反向。

附图说明

[0008] 参考附图描述本发明的示例性实施例,其中:

[0009] 图1示出根据本公开的用于电池和其它电源的基于电感器的示例性有源平衡系

统；

[0010] 图2A和2B示出根据本公开的图1的系统在奇数至偶数和偶数至奇数能量传输期间的示例性操作；

[0011] 图3A-3D示出根据本公开的图1的系统在奇数至奇数和偶数至偶数能量传输期间的示例性操作；

[0012] 图4A和4B示出根据本公开的图1的系统在包括多个放电电源和多个充电电源的能量传输期间的示例性操作；

[0013] 图5和图6示出根据本公开的与图1系统在能量传输期间的模拟操作关联的示例性时序图；以及

[0014] 图7示出根据本公开的用于电池和其它电源的基于电感器的有源平衡的示例性方法。

具体实施方式

[0015] 图1示出根据本公开的用于电池和其它电源的基于电感器的示例性有源平衡系统100。

[0016] 如图1所示，系统100包括或耦合到多个串联连接的电源102a-102g。每个电源102a-102g表示任何合适的电源，例如单个电池单元。在具体的实施例中，每个电源102a-102g表示具有3.2V额定电压的单个电池单元。然而，每个电源102a-102g还可表示多个电池单元、电池模块、多个电池模块或其它电池单元集合。还可以使用任何其它类型的电源，例如超级电容器、燃料电池以及太阳能电池。还要注意，此处可使用任意数量的电源。

[0017] 多个开关104a-104h耦合于电源102a-102g。开关104a-104h被断开和闭合以通过电感器-电容器(LC)谐振电路106中的电感器在选定的电源102a-102g之间传输能量。开关104a-104h表示任何合适的开关器件，例如晶体管。在具体的实施例中，开关104a-104h中的每个表示两个背对背的MOSFET晶体管，从而通过MOSFET体二极管防止两个相邻电池单元的短路。此处还能够使用不具有体二极管的任何单开关器件。

[0018] LC谐振电路106在选定的电源102a-102g之间传输能量。在本例中，LC谐振电路106包括第一电感器108、第二电感器110和电容器112。能够在图1中看到，电感器108的一端连接于开关104a-104h的第一子集，而电感器108的另一端连接于开关104a-104h的第二子集。

[0019] 每个电感器108-110都包括具有任何合适的电感值的任何合适的电感性结构。电感器110的电感值能够小于(可能更小)电感器108的电感值。在具体的实施例中，电感器108可具有33 μ H的电感值，而电感器110可具有1 μ H的电感值。电容器112包括具有任何合适的电容值的任何合适的电容性结构。在具体的实施例中，电容器112可具有1 μ F的电容值。

[0020] 开关114与电感器110并与电容器112串联耦合。开关114用于选择性地创建通过电感器110和电容器112的电流路径，从而选择性地控制电路106中的LC谐振。开关114表示任何合适的开关器件，例如至少一个双向晶体管。在具体的实施例中，开关114表示两个背对背的MOSFET晶体管。

[0021] 感测电阻器116与电感器108串联耦合并耦合到放大器118。电感器108和感测电阻器116还并联耦合到电感器110、电容器112和开关114。感测电阻器116两端的电压根据通过电感器108的电流变化。感测电阻器116包括具有任何合适的电阻值(通常非常小的电阻值)

的任何合适的电阻性结构。在具体的实施例中，感测电阻器116可具有 $0.1\ \Omega$ 的电阻值。放大器118包括用于放大感测电阻器两端的信号的任何合适的结构，例如购自Texas Instruments(德州仪器)的LMP8601放大器或其它高共模电压精密电流感测放大器。

[0022] 控制器120控制系统100的整体运行。例如，控制器120可接收来自放大器118的信号。控制器120还可控制开关104a-104h、114的操作以控制电源102a-102g的充电和放电。控制器120包括用于控制电源的充电和放电的任何合适的结构。例如，控制器120可包括脉宽调制(PWM)控制器，其产生用于各种开关的控制信号，其中所述控制信号具有通过使用PWM控制的可变占空比。

[0023] 如下面更详细描述，能量能够通过电感器108从一个或多个电源102a-102g传输至一个或多个其它的电源102a-102g。例如，能量能够从一个或多个电源102a-102g放电并存储在电感器108中，然后该能量能够被传输至一个或多个其它的电源102a-102g。如有必要，能够利用在电感器108-110和电容器112之间创建的谐振使流过电感器108的电流的方向反向，允许在任何电源之间传输能量。

[0024] 以这种方式，系统100提供新型且强健的有源平衡架构。能量的直接平衡能够发生在电源之间，而不需要能量缓冲器(例如变压器)。这获得更高的平衡效率，例如，高至85%的效率或更高。此外，这种有源平衡方法表示极低成本的解决方案，因为其每个通道(电源)使用一个开关对，并且每个电源集合使用一个更大的电感器(电感器108)。另外，系统100提供更灵活的系统级算法，因为其支持各种各样的多电源充电/放电算法。

[0025] 在图1的系统100中，能够将奇数和偶数的电源102a-102g区分开。在这里，“奇数”和“偶数”指的是当电源顺序编号时，给它们分配的编号。在本例中，电源102a、102c、102e和102g可表示“奇数”电源，而电源102b、102d和102f可表示“偶数”电源。使用这种区分是因为一些能量传输涉及电容器112的使用，而其它能量传输不涉及它的使用。具体地，能量从奇数编号的电源传输至奇数编号的电源(“奇数至奇数”传输)和能量从偶数编号的电源传输至偶数编号的电源(“偶数至偶数”传输)涉及电容器112。能量从奇数编号的电源传输至偶数编号的电源(“奇数至偶数”传输)和能量从偶数编号的电源传输至奇数编号的电源(“偶数至奇数”传输)不涉及电容器112。

[0026] 尽管图1示出用于电池和其它电源的基于电感器的有源平衡系统100的一个示例，但可对图1做出各种改变。例如，任何合适数量、类型或配置的电源可在系统100中使用。并且，图1中的各种部件可按照需要重新设置，例如将开关114置于电感器110的另一侧上。进一步地，根据具体需要，额外的部件可添加到系统100中。例如，1nF或其它电容器可耦合在接合奇数编号的开关的线和地面之间，而且300pF或其它电容器可耦合在接合偶数编号的开关的线和地面之间。另外，尽管示出具体的电路部件，可使用执行相同或类似功能(一个或多个)的其它电路部件。

[0027] 图2A和图2B示出根据本公开的图1的系统100在奇数至偶数和偶数至奇数能量传输期间的示例操作。在该具体示例中，电力从电源102a传输至电源102d，实现奇数至偶数传输。类似的操作可发生在偶数至奇数传输期间。在这里，开关104a-104h的断开和闭合由控制器120控制。

[0028] 如图2A所示，为了将电源102a的能量传输出去，两个开关104a-104b闭合，同时剩下的开关104c-104h断开。这创建了通过电源102a的电流路径202。另外，开关114断开以使

电容器112与电流路径202断开连接。这使得电流从所连接的电源102a流到电感器108,对电感器108充电。

[0029] 如图2B所示,为了从电感器108传输能量至电源102d,两个开关104d-104e闭合,同时剩下的开关104a-104c、104f-104h断开。这创建了通过电源102d的电流路径204。还有,开关114保持断开。这使得电流从电感器108流至所连接的电源102d,对电源102d充电。注意,图2A和2B中通过电感器108的电流在相同的方向上流动。

[0030] 图3A-3D示出根据本公开的图1的系统100在奇数至奇数和偶数至偶数能量传输期间的示例操作。在该具体示例中,电力从电源102a传输至电源102c,实现奇数至奇数传输。类似的操作可发生在偶数至偶数传输期间。在这里,开关104a-104h的断开和闭合由控制器120控制。

[0031] 如图3A所示,为了将电源102a的能量传输出去,两个开关104a-104b闭合,同时剩下的开关104c-104h断开。这创建了通过电源102a的电流路径302。另外,开关114断开以将电容器112从电流路径302中断开连接。这使得电流从所连接的电源102a流至电感器108,对电感器108充电。

[0032] 如图3B所示,开关104a-104h的全部都断开,而开关114闭合。这使得电流从电感器108流至电容器112,作为电流流动304的部分。电流流动304将存储在电感器108上的至少一些能量传输至电容器112。

[0033] 如图3C所示,开关104a-104h的全部都保持断开,而开关114保持闭合。这使得谐振期间电流从电容器112流至电感器108,作为电流流动306的部分。经过半个谐振周期时间之后,图3B和图3C中的谐振的组合效果使得流过电感器108的电流的方向反向。

[0034] 如图3D所示,为了从电感器108传输能量至电源102c,两个开关104c-104d闭合,同时剩下的开关104a-104b、104e-104h断开。这创建了通过电源102c的电流路径308。另外,开关114断开。这使得电流从电感器108流至所连接的电源102c,对电源102c充电。然而,该电流以与图3A中的方向相反的方向流过电感器108。

[0035] 注意,尽管图2A-3D已经实现了从单个电源至单个电源的能量传输,涉及从多个电源放电和/或多个电源的充电的传输也能够被执行。

[0036] 图4A和图4B示出根据本公开的图1的系统100在涉及多个被放电的电源和多个被充电的电源的能量传输期间的示例操作。在该具体的示例中,电力从电源102a-102c传输至电源102d-102f。在这里,开关104a-104h的断开和闭合由控制器120控制。

[0037] 如图4A所示,为了将电源102a-102c的能量传输出去,开关104a、104d闭合,同时剩下的开关104b-104c、104e-104h断开。这创建了通过电源102a-102c的电流路径402。另外,开关114断开以将电容器112从电流路径402中断开连接。这使得电流从所连接的电源102a-102c流至电感器108,对电感器108充电。

[0038] 如图4B所示,为了从电感器108传输能量至电源102d-102f,开关104d和104g闭合,同时剩下的开关104a-104c、104e-104f、104h断开。这创建了通过电源102d-102f的电流路径404。另外,开关114保持断开。这使得电流从电感器108流至所连接的电源102d-102f,对这些电源102d-102f充电。

[0039] 尽管图2A-4B示出图1的系统100在不同能量传输期间的示例性操作,但是可对图2A至图4B做出各种改变。例如,这些图示出具体电源之间的传输。显然,其它电源或电源集

合之间也可以发生传输。另外,这些操作的不同组合可被执行以在电源之间传输电力。例如,电力可从单个电源传输至多个电源或从多个电源传输至单个电源(使用或者不使用电容器112)。另外,注意,在这里示出的实施方式中,电力能够从奇数编号的电源传输至电感器108,电力也能够从电感器108传输至奇数编号的电源(因为闭合偶数编号的电源周围的开关将使那些电源短路)。然而,可使用附加的开关实现从偶数编号的电源传输能量或传输能量至偶数编号的电源,尽管其涉及大量开关的使用。

[0040] 图5和图6示出根据本公开的与图1的系统100在能量传输期间的模拟操作相关的示例性时序图。在图5中,时序图500与奇数至偶数或偶数至奇数能量传输相关。在图6中,时序图600与奇数至奇数或偶数至偶数能量传输相关。这些模拟是基于滞环控制的,其中电感器电流被直接感测。

[0041] 如图5所示,线502表示提供给开关114的控制信号。该控制信号高周期性地脉冲,但是不在电感器108-110和电容器112之间创建谐振。线504表示提供与至少一个将被放电的电源相关的开关的控制信号。线506表示提供与至少一个将被充电的电源相关的开关的控制信号。在这里能够看到,当线506变低时线504近似变高,而当线506变高时线504近似变低。

[0042] 线508表示通过电感器108的电流。线510-512分别表示通过至少一个放电电源和至少一个充电电源的电流。在这里能够看到,线504变高且线506变低以传输能量至电感器108,而线504变低且线506变高以将电感器108的能量传输出去。通过电感器108的电流在至少一个放电电源传输能量至电感器108的时间期间增大。通过电感器108的电流在至少一个充电电源接收来自电感器108的能量的时间期间减小。

[0043] 如图6所示,线602表示提供至开关114的控制信号。线604表示提供至与至少一个将被放电的电源相关的开关的控制信号。线606表示提供至与至少一个将被充电的电源相关的开关的控制信号。线608表示通过电感器108的电流,并且线610-612分别表示通过至少一个放电电源和至少一个充电电源的电流。另外,线614表示感测电阻器116两端的电压。

[0044] 在这里能够看到,线602在线604变低(当电感器108的充电结束时)和线606变高(当电感器108的放电开始时)之间变高。在这个时间段期间,利用在电感器108-110和电容器112之间创建的谐振使流过电感器108的电流的方向反向。

[0045] 尽管图5和图6示出与图1的系统100在能量传输期间的模拟操作相关的时序图示例,然而可以对图5和6做出各种改变。例如,这些时序图仅用于说明,并且这里示出的波形可以根据给定电路的具体实现方式改变。作为具体的示例,这里示出的信号中的各种脉冲宽度和脉冲高度可以改变。

[0046] 图7示出根据本公开的用于电池和其它电源的基于电感器的有源平衡的示例性方法700。如图7所示,在步骤702处,识别至少一个将被充电的电源,在步骤704处,识别至少一个将被放电的电源。这可以包括,例如,控制器120识别具有最高输出电压(一个或更多个)的一个或更多个电源102a-102g并识别具有最低输出电压(一个或更多个)的一个或更多个电源102a-102g。

[0047] 在步骤706处,与至少一个被放电的电源相关的开关闭合。这可以包括,例如,控制器120闭合在具有最高输出电压(一个或更多个)的一个或更多个电源102a-102g周围的开关对。在步骤708处,能量从至少一个被放电的电源传输至电感器。这可以包括,例如,具有

最高输出电压(一个或更多个)的一个或更多个电源102a-102g传输它们能够的至少一些至电感器108。在步骤710处,与至少一个被放电的电源相关的开关断开。这终止能量传输至电感器108。

[0048] 在步骤712处,作出是否需要反向通过电感器的电流路径的决策。这可以包括,例如,控制器120确定能量传输是否涉及奇数至奇数或偶数至偶数传输。如果涉及,在步骤714处,控制开关闭合以便与电感器创建谐振。这可以包括,例如,控制器120闭合开关114以创建电感器108-110和电容器112之间的谐振。在步骤716处,这使得流过电感器的电流的方向反向。这可以包括,例如,从电感器108传输至少一些能量至电容器112,然后返回至电感器108。在步骤718处,控制开关断开。

[0049] 在步骤720处,与至少一个被充电的电源相关的开关闭合。这可以包括,例如,控制器120闭合在具有最低输出电压(一个或更多个)的一个或更多个电源102a-102g周围的开关对。在步骤722处,能量从电感器传输至至少一个被充电的电源。这可以包括,例如,电感器108将其存储的能量的至少一些传输至具有最低输出电压(一个或更多个)的一个或更多个电源102a-102g。在步骤724处,与至少一个被充电的电源相关的开关断开。这终止能量从电感器108传出去。

[0050] 以这种方式,方法700支持电源之间的能量直接平衡,而不需要能量缓冲器,其能够获得更高的平衡效率。另外,相比于常规的平衡方法,本方法要求更少的部件来实现,并且能够利用各种各样的算法来选择被充电和放电的电源。

[0051] 尽管图7示出一种用于电池和其它电源的基于电感器的有源平衡的示例性方法700,然而可对图7做出各种改变。例如,尽管被示出为连续步骤,但是,图7中的各种步骤可以重叠、并行发生、以不同的顺序发生或发生多次。作为一个具体的示例,方法700可针对电源的不同组合重复执行,直到所有的电源具有基本上等同的输出电压。

[0052] 注意上述系统100可被用在任何类型的系统中,在其中所述系统中,需要或期望电源的有源平衡。例如,系统100可与机动车辆或混合动力车辆中的电源连用,例如,平衡锂离子电池或其它类型的电池。使用多个电源的任何其它设备或系统也可包括系统100。还应注意,上文给出的任何具体值(例如电感值、电容值、电阻值和效率)可以表示精确或近似值并与电路的具体实现方式相关。

[0053] 本发明涉及的领域中的技术人员将理解对所描述的实例可进行各种修改,并且在所要求保护的本发明的范围内,许多其它实施例也是可能的。

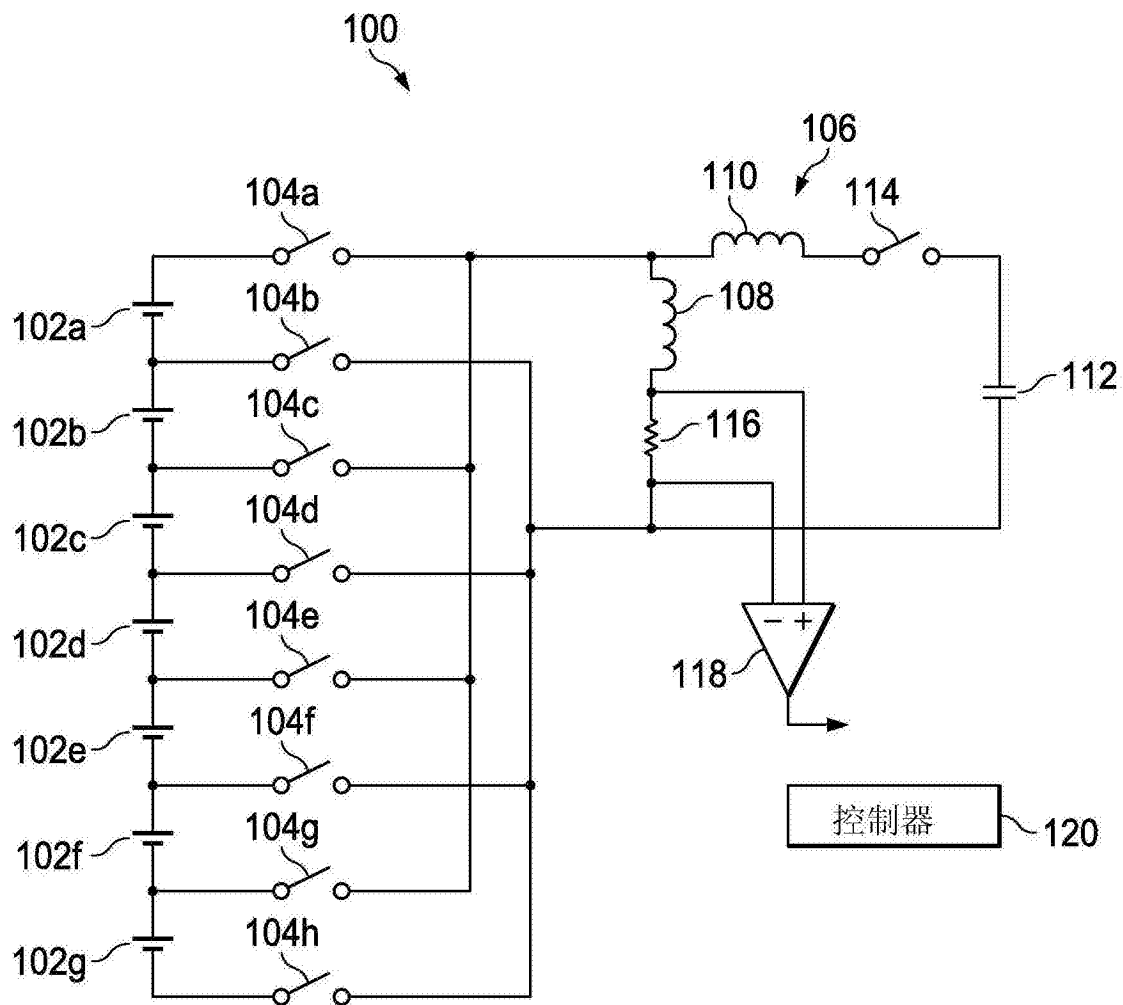


图1

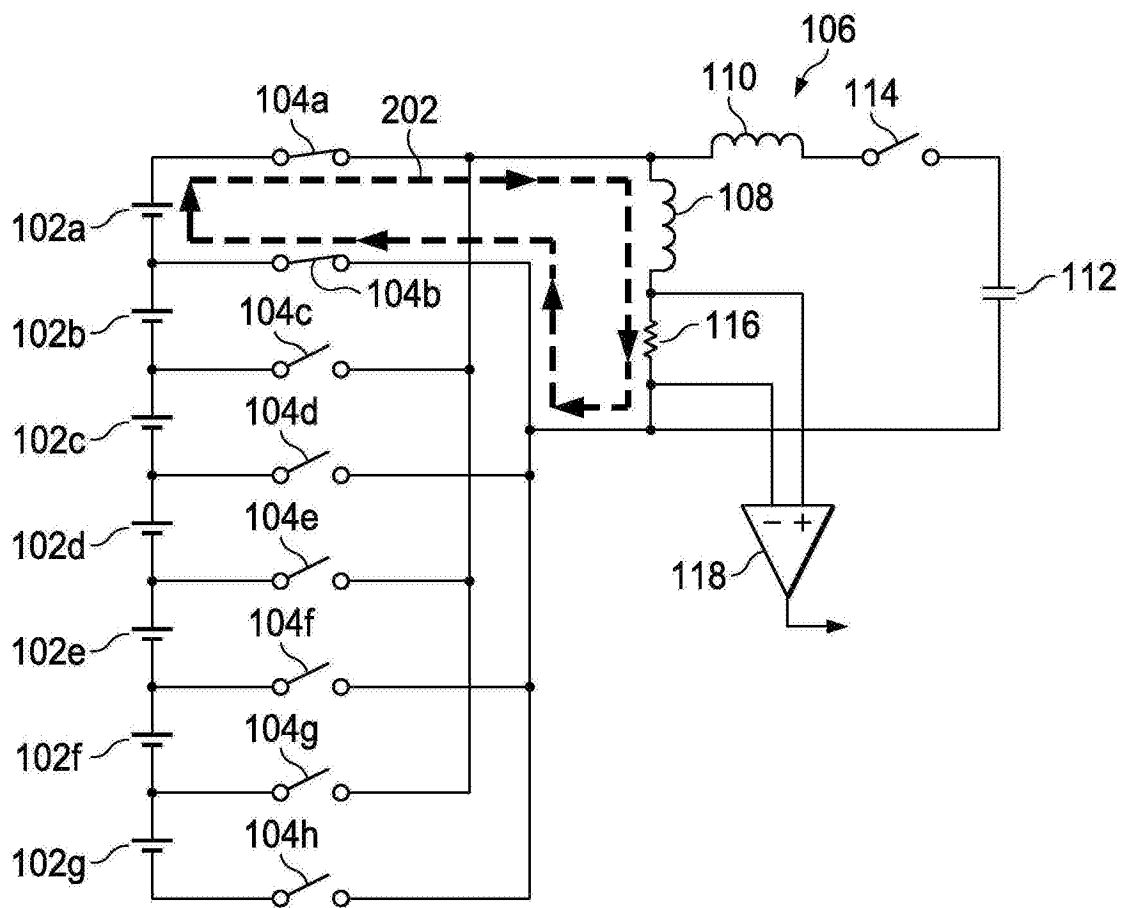


图2A

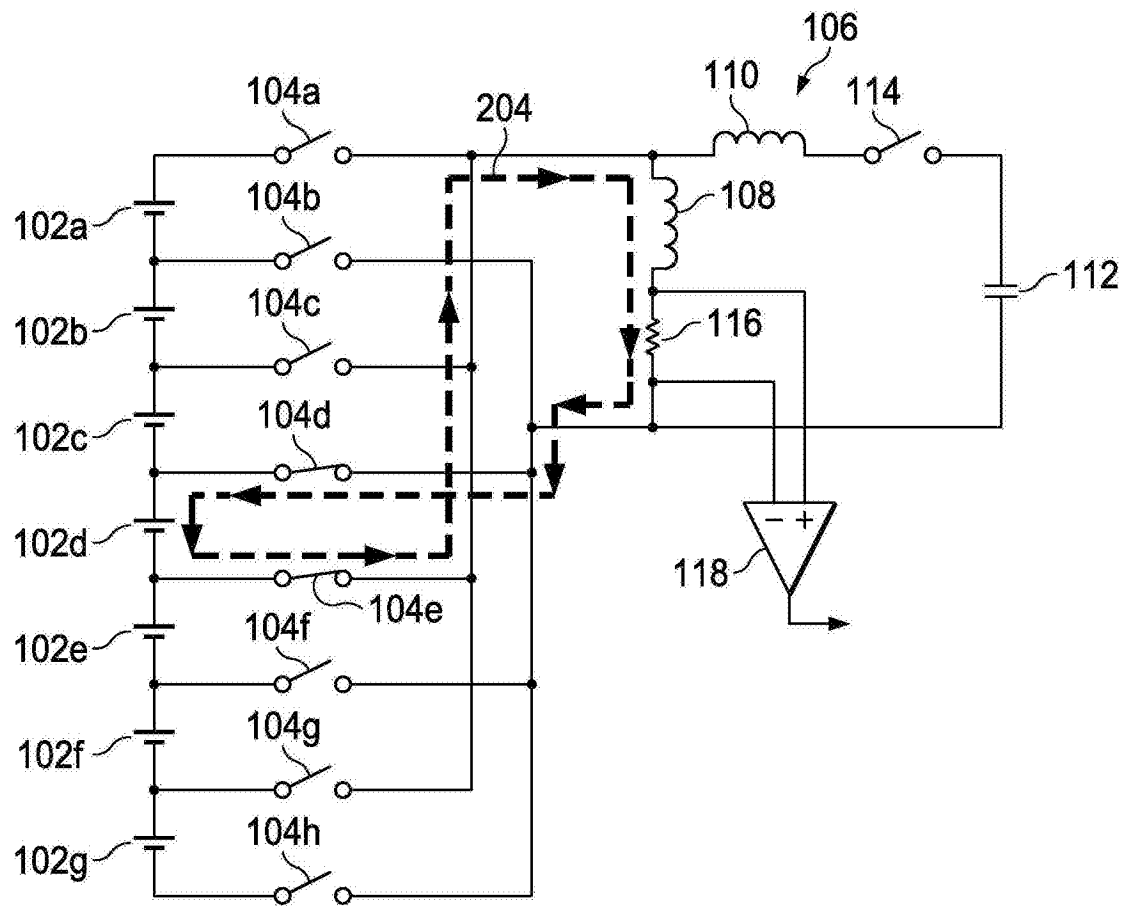


图2B

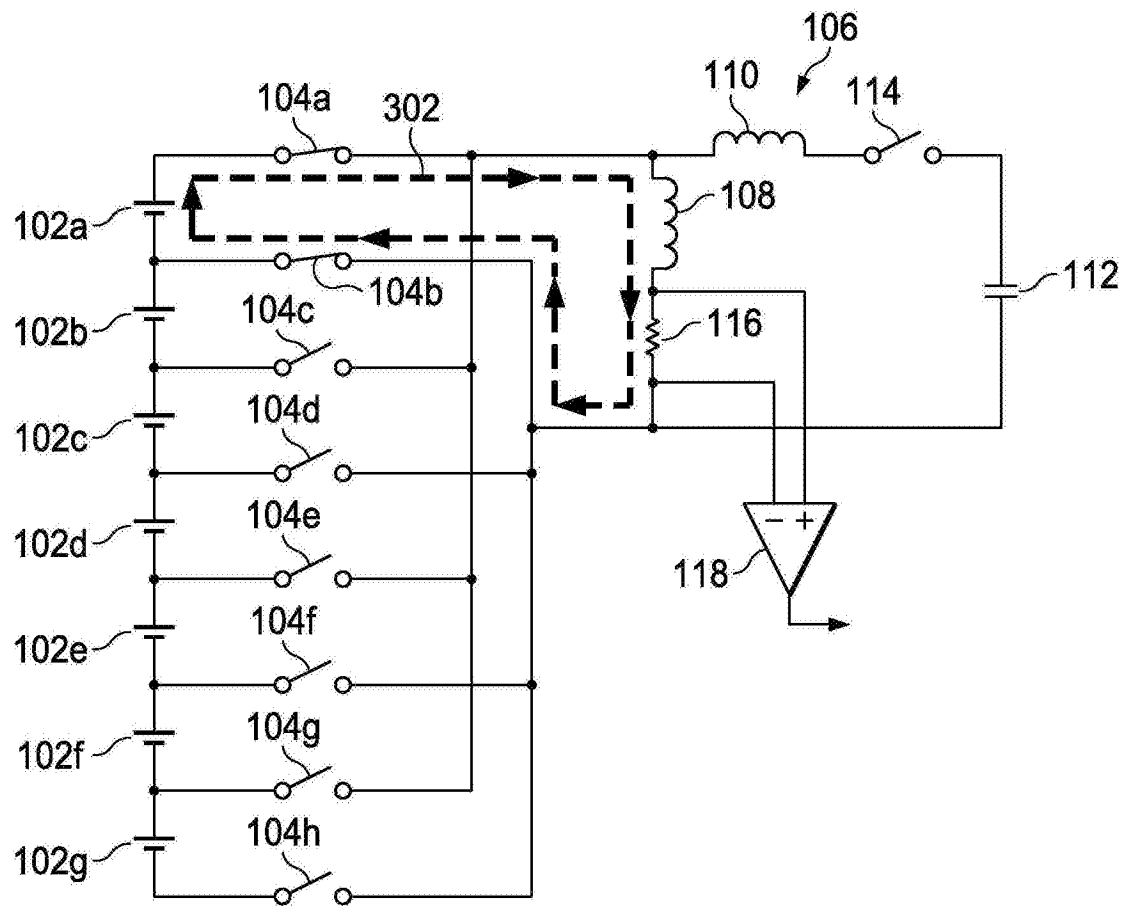


图3A

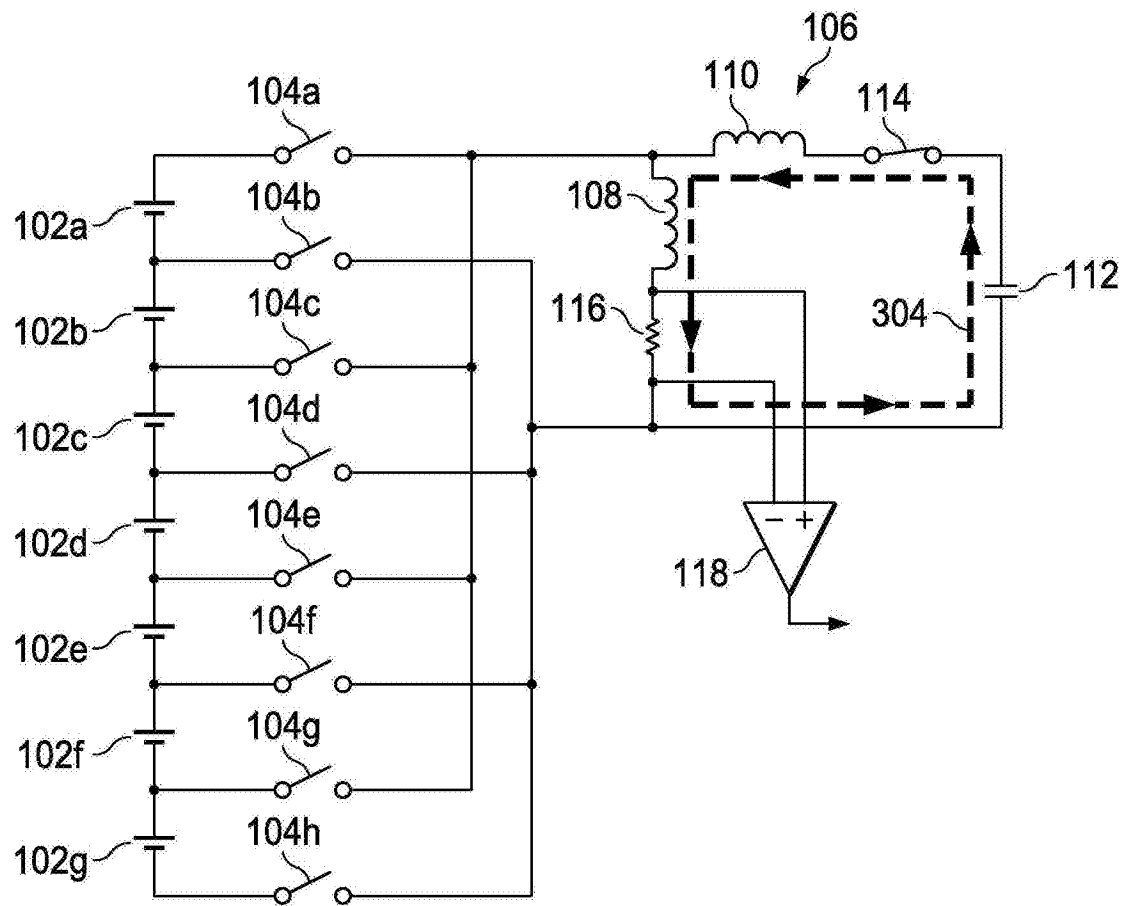


图3B

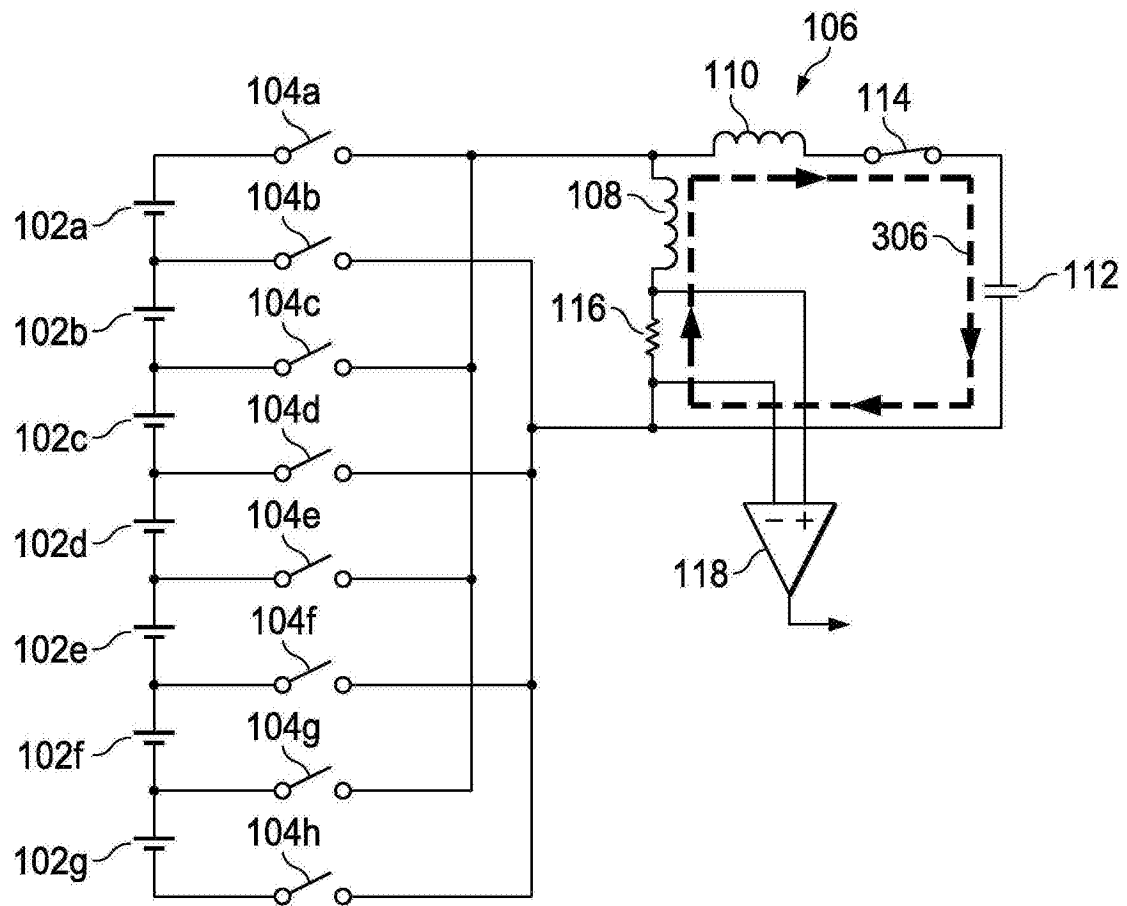


图3C

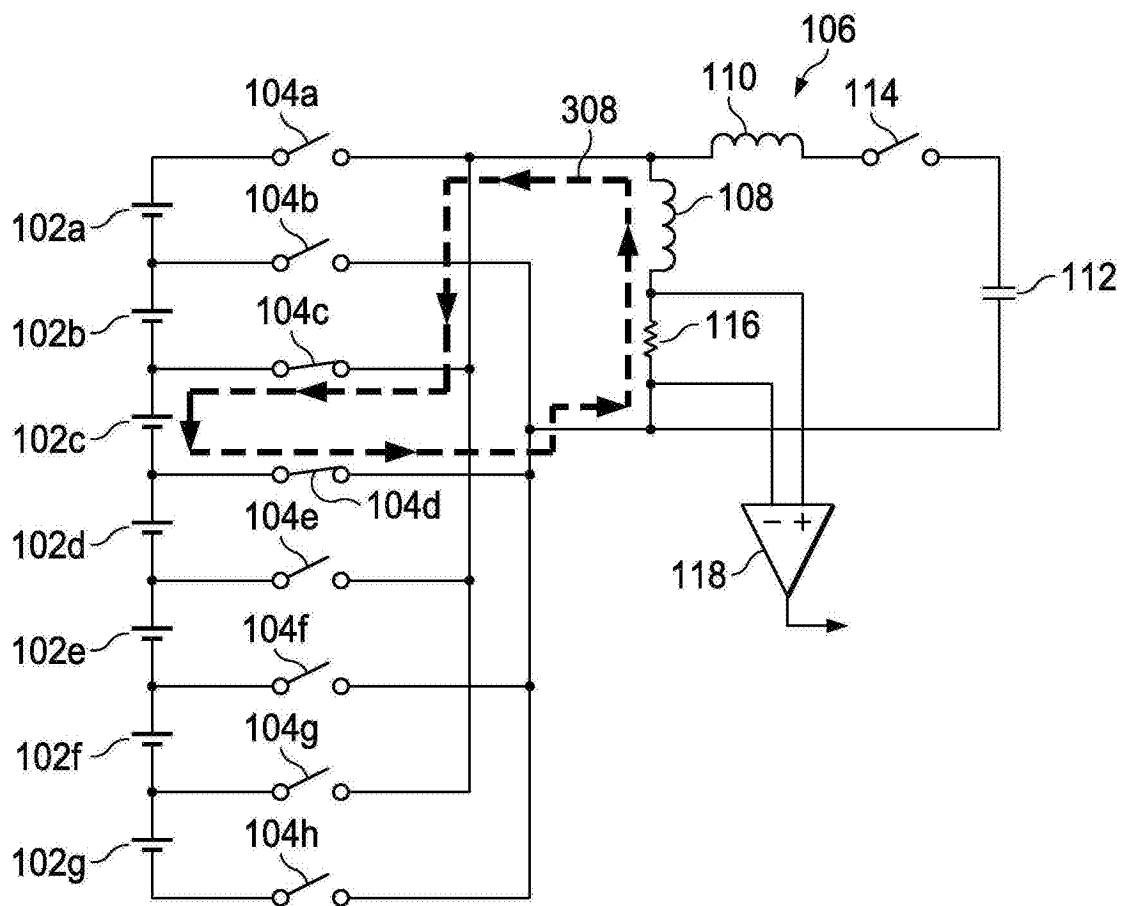


图3D

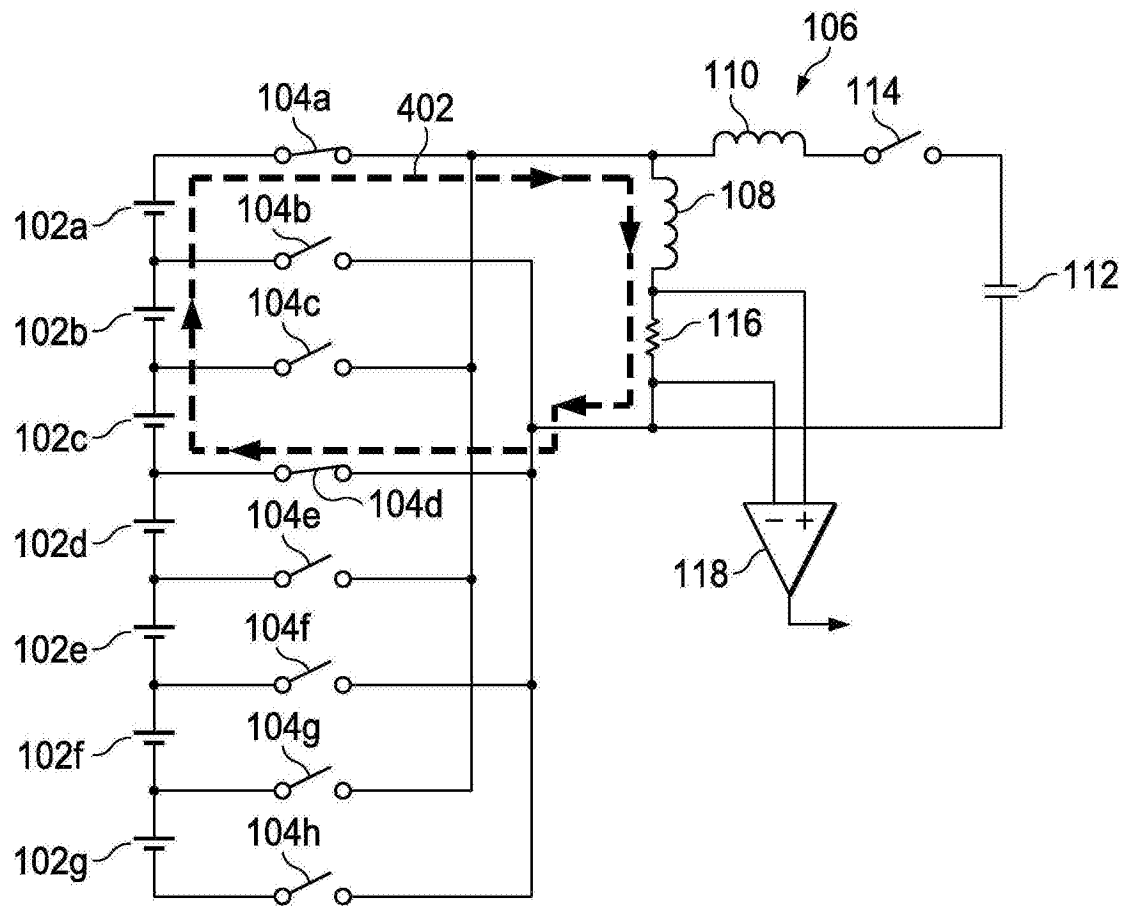


图4A

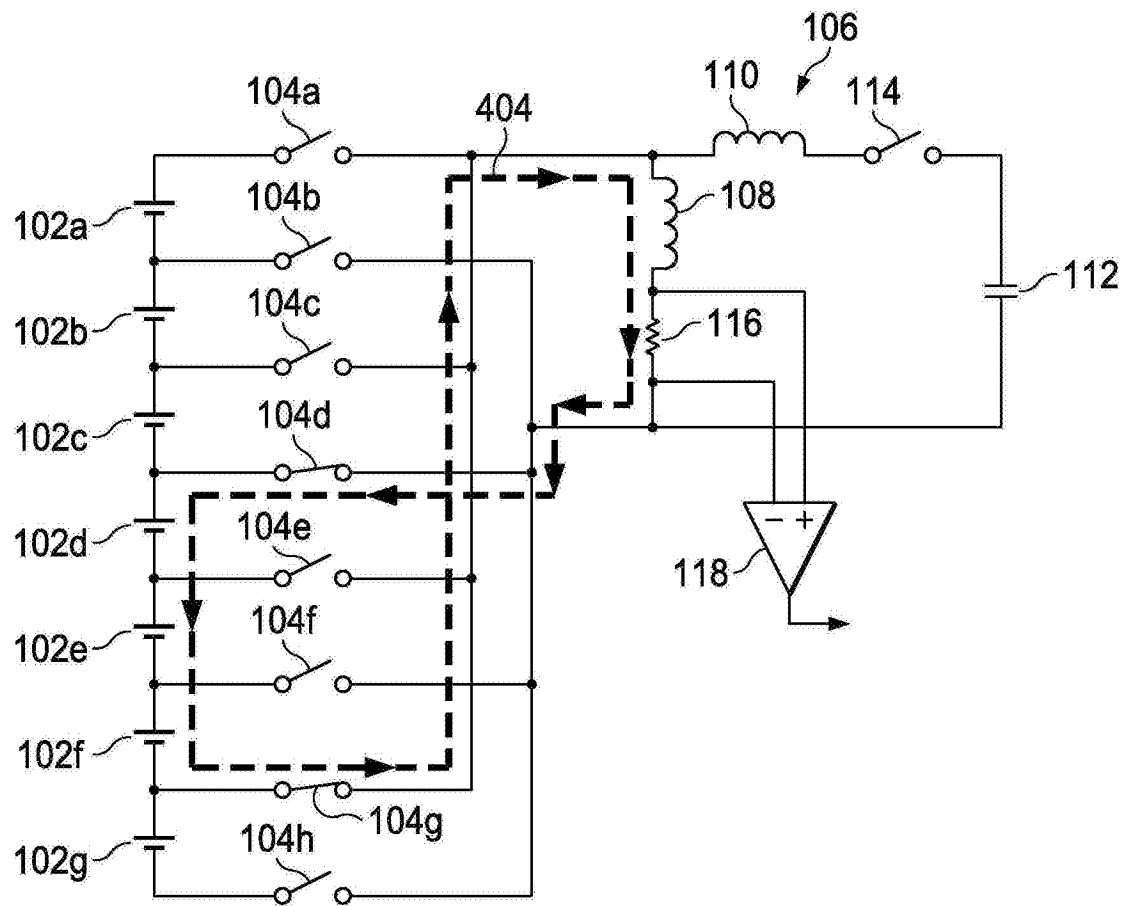


图4B

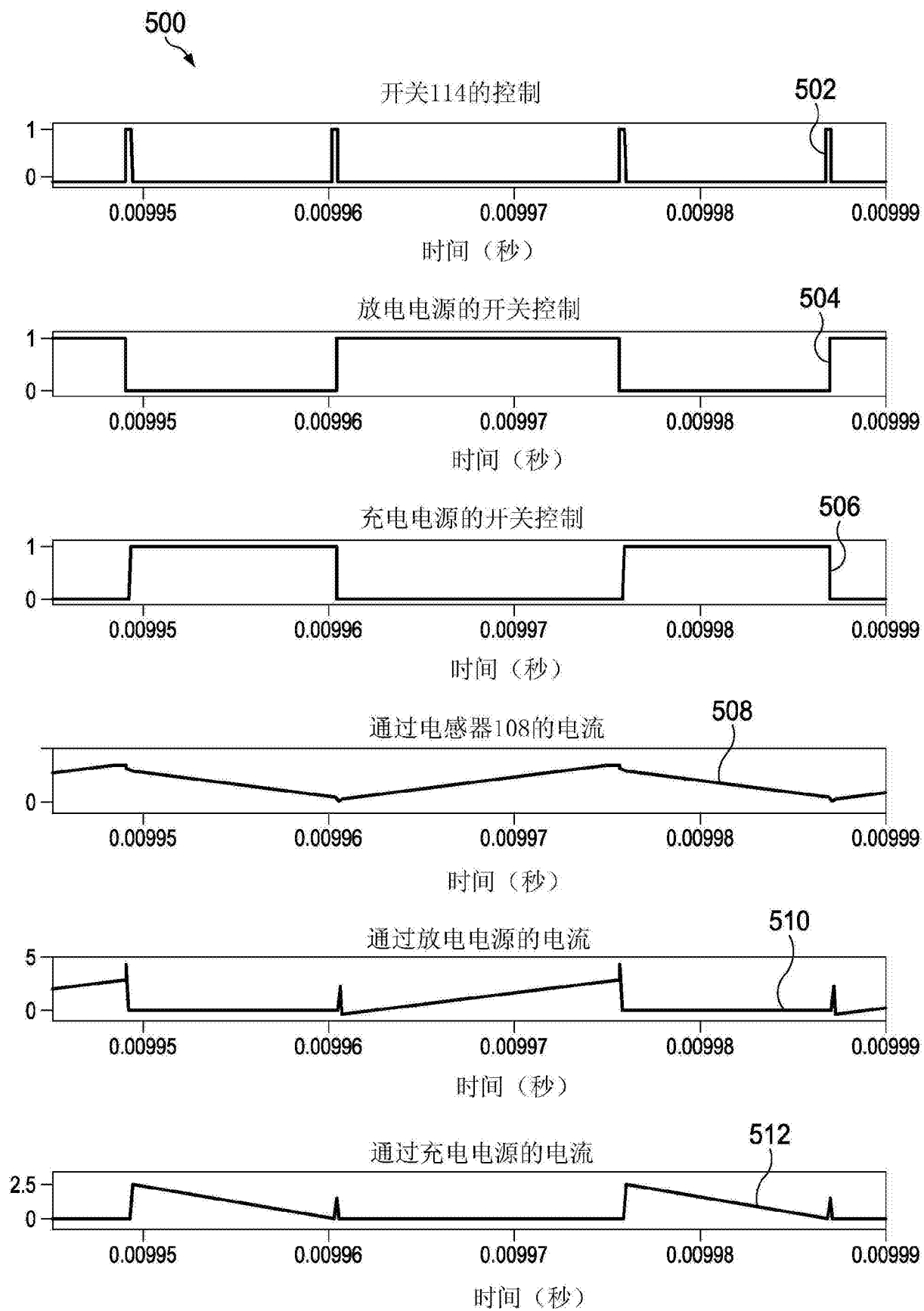


图5

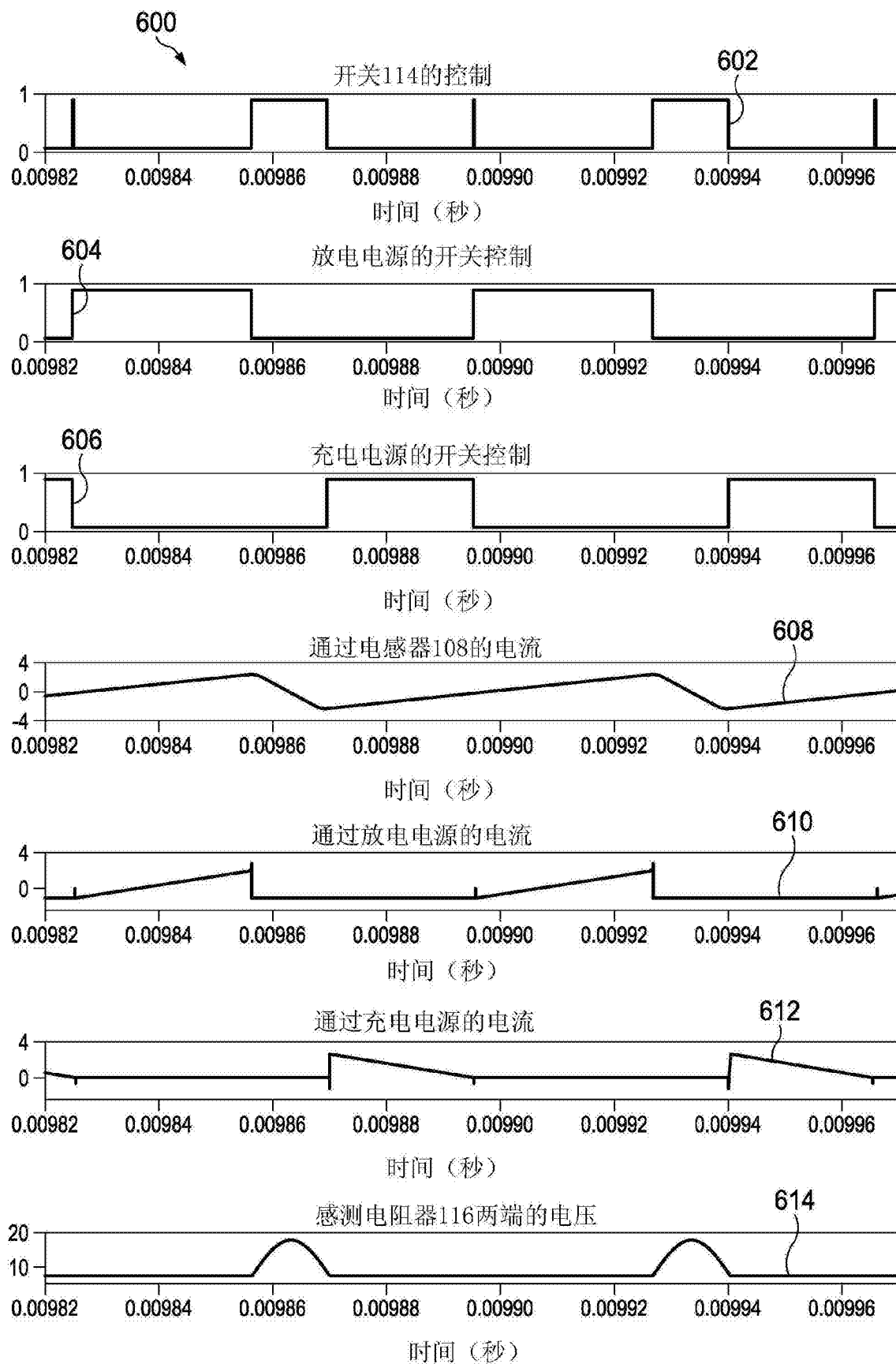


图6

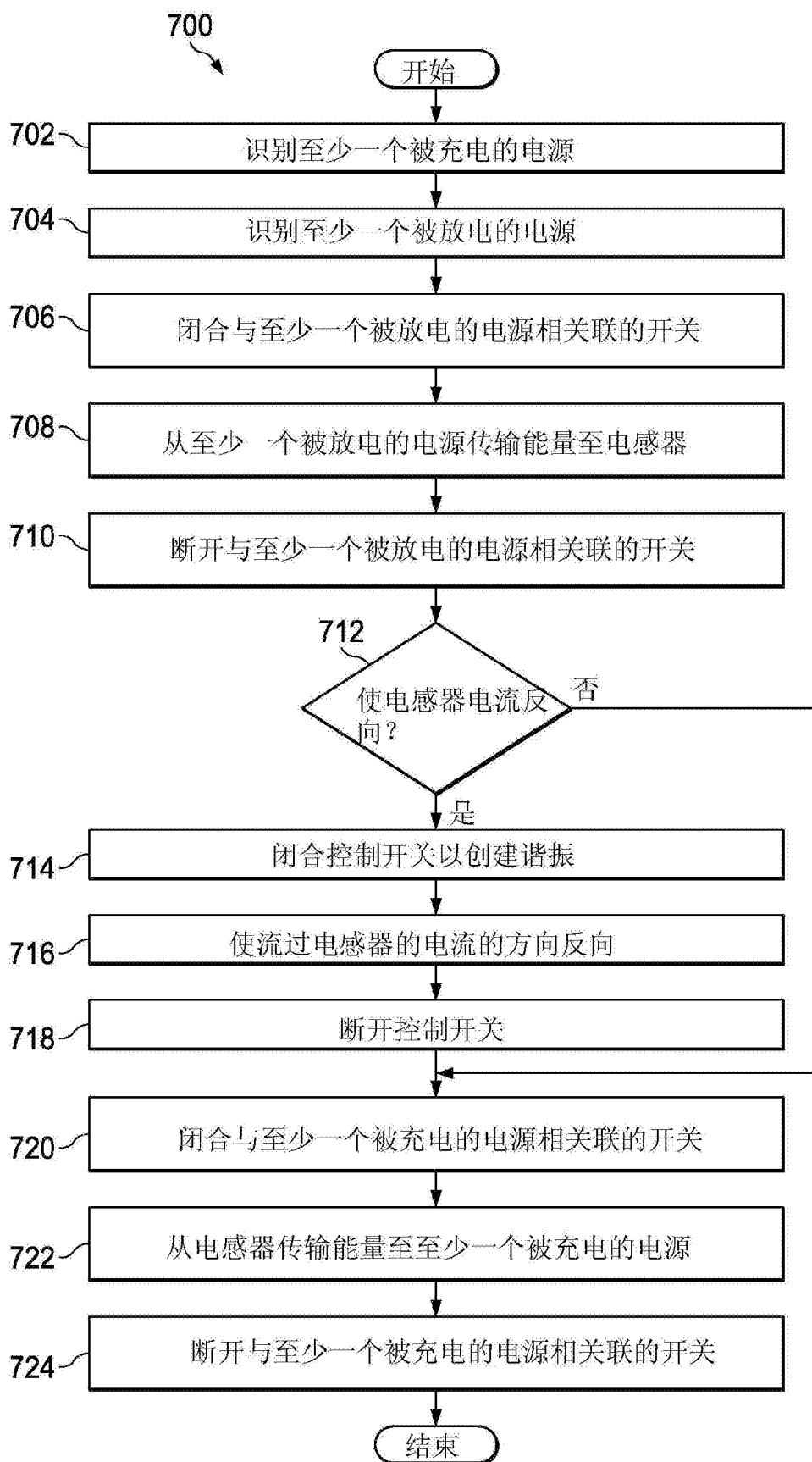


图7