



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104335475 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201380027089.4

(22)申请日 2013.06.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104335475 A

(43)申请公布日 2015.02.04

(30)优先权数据

13/495,951 2012.06.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.11.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/045562 2013.06.13

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2013/188616 EN 2013.12.19

(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 M·加格 D·J·白德文 B·肖

(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.

H02N 2/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101443998 A, 2009.05.27,

CN 102084581 A, 2011.06.01,

US 2009/0054023 A1, 2009.02.26,

US 2011/0305356 A1, 2011.12.15,

US 2011/0235831 A1, 2011.09.29,

CN 1901753 A, 2007.01.24,

US 6087863 A, 2000.07.11,

CN 101388602 A, 2009.03.18,

US 2010/0156368 A1, 2010.06.24,

审查员 范励超

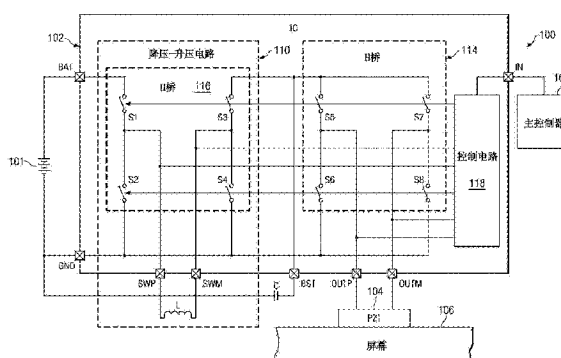
权利要求书3页 说明书4页 附图10页

(54)发明名称

用于电容性负载的驱动器

(57)摘要

本发明提供一种用于驱动压电式换能器(PZT)的装置(100)和方法。H桥(116)包括开关(S1-S4),并且H桥(116)通过端子SWP和SWM耦合到电感器L并且其用作升降压电路(110)。控制电路(118)接收来自主处理器(103)的控制信号,该控制信号指示期望的功率输出以及PZT回复的频率(104)。基于来自降压-升压电路端子(SWP、SWM、BST)的电流和/或电压检测,控制电路(118)生成脉宽调制(PWM)信号,该脉宽调制信号用于控制开关(S1-S4)从而使得降压-升压电路(110)能够从电池(101)提供电容器C上的电荷,该电池(101)在适当的时间耦合到H桥(116)。



1. 一种用于驱动压电式换能器的装置,其包括:
 - 主处理器;
 - 电池;
 - 耦合到所述电池的端子的电容器;
 - 电感器;
 - 压电式换能器;以及
 - 压电式驱动器,其具有:
 - 输入端子,其耦合到所述主处理器;
 - 电源端子;
 - 第一切换端子;
 - 第二切换端子,其中所述第一切换端子和所述第二切换端子被配置为耦合到电感器;
 - 升压端子,所述电容器耦合在所述升压端子和所述电池的端子之间;
 - 第一输出端子;
 - 第二输出端子,其中所述第一输出端子和所述第二输出端子被配置为耦合到压电式换能器;
 - 第一H桥,其耦合到所述电源端子、所述升压端子、所述第一切换端子以及所述第二切换端子;
 - 第二H桥,其耦合到所述升压端子、所述第一输出端子以及所述第二输出端子;以及
 - 控制电路,其被耦合以控制所述第一H桥和所述第二H桥,其中所述控制电路被配置为将所述第一H桥操作为降压-升压电路,并且其中所述控制电路被配置为操作所述第一H桥和所述第二H桥以驱动所述压电式换能器。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述控制电路被配置为当所述电容器上的期望电压低于第一阈值电压时,以降压模式来操作所述第一H桥,当所述电容器上的所述期望电压高于第二阈值电压时,以升压模式来操作所述第一H桥,以及当所述电容器上的所述期望电压在所述第一阈值电压和所述第二阈值电压之间时,以降压-升压模式来操作所述第一H桥。
3. 根据权利要求2所述的装置,其中所述第一H桥进一步包括第一开关、第二开关、第三开关和第四开关,并且其中所述第二H桥进一步包括第五开关、第六开关、第七开关和第八开关。
4. 根据权利要求3所述的装置,其中所述控制电路进一步包括:
 - 过零检测器,其耦合到所述第一输出端子和所述第二输出端子;
 - 桥控制器,其耦合到所述过零检测器;以及
 - 驱动器,其耦合到所述桥控制器、所述第五开关、所述第六开关、所述第七开关以及所述第八开关。
5. 根据权利要求4所述的装置,其中所述驱动器进一步包括第一驱动器,并且其中所述控制电路进一步包括:
 - 降压-升压检测器,其耦合到所述第一切换端子和所述第二切换端子;
 - 降压-升压控制器,其耦合到所述降压-升压检测器;
 - 脉宽调制器即PWM,其耦合到所述降压-升压控制器;以及

第二驱动器,其耦合到所述PWM、所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关和所述第四开关。

6.一种用于驱动压电式换能器的装置,其包括:

主处理器;

电池;

耦合到所述电池的端子的电容器;

电感器;

压电式换能器;以及

压电式驱动器,其具有:

输入端子,其耦合到所述主处理器;

第一电源端子,其耦合到所述电池;

第二电源端子,其耦合到所述电池;

第一切换端子,其耦合到所述电感器;

第二切换端子,其耦合到所述电感器;

升压端子,所述电容器耦合在所述升压端子和所述电池的端子之间;

第一输出端子,其耦合到所述压电式换能器;

第二输出端子,其耦合到所述压电式换能器;

第一H桥,其耦合到所述第一电源端子、所述第二电源端子、所述升压端子、所述第一切换端子和所述第二切换端子;

第二H桥,其耦合到所述升压端子、所述第二电源端子、所述第一输出端子和所述第二输出端子;以及

控制电路,其被耦合以控制所述第一H桥和所述第二H桥,其中所述控制电路被配置为将所述第一H桥操作为降压-升压电路,并且其中所述控制电路被配置为操作所述第一H桥和所述第二H桥以驱动所述压电式换能器。

7.根据权利要求6所述的装置,其中所述控制电路被配置为当所述电容器上的期望电压低于第一阈值电压时,以降压模式来操作所述第一H桥,当所述电容器上的所述期望电压高于第二阈值电压时,以升压模式来操作所述第一H桥,并且当所述电容器上的所述期望电压在所述第一阈值电压和所述第二阈值电压之间时,以降压-升压模式来操作所述第一H桥。

8.根据权利要求7所述的装置,其中所述第一H桥进一步包括第一开关、第二开关、第三开关和第四开关,并且其中所述第二H桥进一步包括第五开关、第六开关、第七开关和第八开关。

9.根据权利要求8所述的装置,其中所述控制电路进一步包括:

过零检测器,其耦合到所述第一输出端子和所述第二输出端子;

桥控制器,其耦合到所述过零检测器;以及

驱动器,其耦合到所述桥控制器、所述第五开关、所述第六开关、所述第七开关以及所述第八开关。

10.根据权利要求9所述的装置,其中所述压电式换能器耦合到屏幕,并且其中所述驱动器进一步包括第一驱动器,并且其中所述控制电路进一步包括:

降压-升压检测器,其耦合到所述第一切换端子和所述第二切换端子;
降压-升压控制器,其耦合于所述降压-升压检测器;
PWM,其耦合于所述降压-升压控制器;
第二驱动器,其耦合到所述PWM、所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关和所述第四开关;以及
接口电路,其耦合到所述降压-升压控制器以及主控制器。

用于电容性负载的驱动器

技术领域

[0001] 本发明总体涉及用于电容性负载的驱动器,并且更具体地涉及被配置为驱动压电式换能器处于音频频带中的驱动器。

背景技术

[0002] 在许多应用中,期望提高稳健性并且降低花费。具有这种期望的一个应用是移动空间设备,这种途径为两种,降低花费以及提高稳健性,也就是说,通过分离扬声器和触觉功能来改变移动设备的人机交互部分。为了达到这个目标,可将压电式换能器固定到屏幕上以振动屏幕,从而允许屏幕充当扬声器或具有触摸反馈的触摸屏(例如,指示按键触摸的振动反馈)。

[0003] 然而,一个问题在于压电式换能器通常是较高的电容性负载(例如,1 μ F),很难以充分质量驱动这些换能器作用为扬声器,并且很难以足够的功率驱动这些换能器提供触觉效果。驱动这类电容性负载的最好的常规技术是采用具有D类放大器的G类或H类升压级。如图1所示,这类常规的电路可以使用大约110mA的平均电池电流利用大约3.6V的电池电压来驱动1 μ F的电容性负载处于10kHz和20V_{pp}。由于这种特殊技术一般通过采用多个大型并且昂贵的部件(例如多个电感器),从而使得这种技术过于昂贵。

[0004] 因此,需要用于电容性负载的改进的驱动器。

[0005] 常规系统的另一个示例被描述在公开号为W02009/029563的PCT申请中。

发明内容

[0006] 一个实施例提供一种装置。该装置包括电源端子;第一切换端子;第二切换端子,其中第一和第二切换端子被配置为耦合到电感器;升压端子,其被配置为耦合到电容器;第一输出端子;第二输出端子,其中第一和第二输出端子被配置为耦合到压电式换能器;耦合到电源端子、升压端子、第一切换端子和第二切换端子的第一H桥;耦合到升压端子、第一输出端子和第二输出端子的第二H桥;以及耦合用于控制第一和第二H桥的控制电路,其中控制电路被配置为将第一H桥操作为降压-升压(buck-boost)电路,并且其中控制电路被配置为操作第一和第二H桥以基本驱动在音频频带内。

[0007] 根据实施例,控制电路被配置为当电容器上的期望电压低于第一阈值电压时,以降压模式来操作第一H桥,当电容器上的期望电压高于第二阈值电压时,以升压模式来操作第一H桥,以及当电容器上的期望电压在第一和第二阈值电压之间时,以降压-升压模式来操作第一H桥。

[0008] 根据实施例,第一H桥进一步包括第一、第二、第三和第四开关,其中第二H桥进一步包括第五、第六、第七和第八开关。

[0009] 根据实施例,控制电路进一步包括:耦合到第一和第二输出端子的过零检测器;耦合到过零电路的桥控制器;以及耦合到桥控制器、第五开关、第六开关、第七开关和第八开关的驱动器。

[0010] 根据实施例,驱动器进一步包括第一驱动器,并且其中控制电路进一步包括:耦合到第一和第二切换端子的降压-升压检测器;耦合到降压-升压检测器的降压-升压控制器;耦合到降压-升压控制器的脉宽调制器(PWM);以及耦合到PWM、第一开关、第二开关、第三开关和第四开关的第二驱动器。

[0011] 根据实施例,提供一种方法。该方法包括接收输入信号;根据电容器上的期望电压与第一阈值和第二阈值的比较来选择降压-升压级的多个模式中的至少一个模式,其中期望电压确定自输入信号;使用电容器上的期望电压利用随着每次过零而改变状态的H桥来驱动压电式换能器基本处于音频频带内。

[0012] 根据实施例,如果电容器上的期望电压低于第一阈值,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择降压模式。

[0013] 根据实施例,如果电容器上的期望电压高于第二阈值,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择升压模式。

[0014] 根据实施例,如果电容上的电压在第一和第二阈值之间,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择降压-升压模式。

[0015] 根据实施例,当对电容器充电时,如果电容器上的期望电压低于第一阈值,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择降压充电模式。

[0016] 根据实施例,当对电容器充电时,如果电容器上的期望电压高于第二阈值,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择升压充电模式。

[0017] 根据实施例,当对电容器充电时,如果电容器上的期望电压在第一和第二阈值之间,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择降压-升压充电模式。

[0018] 根据实施例,当对电容器放电时,如果电容器上的期望电压低于第一阈值,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择降压放电模式。

[0019] 根据实施例,当对电容器放电时,如果电容器上的期望电压高于第二阈值时,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择升压放电模式。

[0020] 根据实施例,当对电容器放电时,如果电容器上的期望电压在第一和第二阈值之间时,选择多个模式中的至少一个模式的步骤进一步包括选择降压-升压放电模式。

[0021] 根据实施例,提供一种装置,该装置包括主处理器;电池;耦合到电池的电容器;电感器;压电式换能器;以及压电式驱动器,其具有:耦合到主处理器的输入端子;耦合到电池的第一电源端子;耦合到电池的第二电源端子;耦合到电感器的第一切换端子;耦合到电感器的第二切换端子;耦合到电容器的升压端子;耦合到压电式换能器的第一输出端子;耦合到压电式换能器的第二输出端子;耦合到第一电源端子、第二电源端子、升压端子、第一切换端子和第二切换端子的第一H桥;耦合到升压端子、第二电压端子、第一输出端子和第二输出端子的第二H桥;以及被耦合以控制第一和第二H桥的控制电路,其中控制电路被配置为将第一H桥操作为降压-升压电路,并且其中控制电路被配置为操作第一和第二H桥以基本驱动在音频频带内。

[0022] 根据实施例,压电式换能器耦合到屏幕,并且其中驱动器进一步包括第一驱动器,并且其中控制电路进一步包括:耦合到第一和第二切换端子的降压-升压检测器;耦合到降压-升压检测器的降压-升压控制器;耦合到降压-升压控制器的PWM;耦合到PWM、第一开关、第二开关、第三开关以及第四开关的第二驱动器;以及耦合到降压-升压控制器和主控制器

的接口电路。

附图说明

- [0023] 图1说明常规驱动器的操作。
- [0024] 图2示出根据发明的系统的示例。
- [0025] 图3示出图2中控制电路的示例。
- [0026] 图4示出说明图2中降压-升压电路的示例操作。
- [0027] 图5A和5B说明图2中的降压-升压级的降压充电模式的示例。
- [0028] 图6A和6B说明图2中的降压-升压级的升压充电模式的示例。
- [0029] 图7A和7B说明图2中的降压-升压级的降压-升压充电模式的示例。
- [0030] 图8A和8B说明图2中的降压-升压级的降压-升压放电模式的示例。
- [0031] 图9A和9B说明图2中的降压-升压级的升压放电模式的示例。
- [0032] 图10A和10B说明图2中的降压-升压级的降压放电模式的示例。
- [0033] 图11说明图2中的H桥电路的示例操作;以及
- [0034] 图12说明图2中驱动器的操作。

具体实施方式

[0035] 图2和3示出系统100的示例。在这个示例中,系统100可以是具有可以将信号提供到集成电路(IC)102的主处理器103的移动设备(例如,移动电话),该集成电路102通常充当压电式换能器或PZT 104的压电式驱动器。基于(通过引脚或端子IN来接收的)输入信号,控制电路118可以将控制信号分别提供给H桥114的开关S5到S8以及H桥116的开关S1到S4,从而使得PZT 104振动屏幕106或移动设备(例如,移动电话)的底盘从而产生音频信号或触觉效果。因此IC 102能够驱动PZT 104基本处于整个音频频带中(例如,在大约50Hz到大约20kHz之间)。

[0036] 通常,在操作中,H桥116负责通过提供适当的功率和频率来“驱动”PZT 104。如图2中的示例所示,H桥116(如所示,其包括开关S1到S4)通过端子SWP和SWM耦合到电感器L,从而充当降压-升压电路110。在操作中,控制电路118的接口电路212通过端子IN(其可以是模拟的或多比特数字总线)接收来自主处理器103的控制信号,该控制信号指示PZT 104的期望的功率输出以及响应的频率。基于来自接口电路212和降压-升压检测器204(其可以执行自端子SWP、SWM和BST的电流和/或电压检测)的输出,降压-升压控制器208控制脉宽调制器(PWM)210(其可以例如操作在大约10MHz的切换频率)以产生驱动器可以用于激活以及去激活开关S1到S4的PWM信号。这些切换操作使得降压-升压电路110可以在适当的时间将适当的电荷从电池101传送(或恢复)到电容器C,或者降压-升压电路110可以在适当的时间将适当的电荷从电容器C传送(或恢复)到电池101。

[0037] 可以看到图4示出降压-升压电路110的操作的示例。如所示,降压-升压电路110可以在端子BST处传送正向正弦“峰值”,其可以在振幅和频率两方面变化(其中振幅和频率是基于由主处理器103提供的信号)。这通常通过按照多种模式来操作降压-升压电路110来实现。这些模式通常可以通过阈值电压V1和V2、是否正在对电容器C充电或者是否电容器C正在被放电来区分。

[0038] 例如,存在三种充电模式(如图5A到7B所示),其允许根据端子BST上的期望电压对电容器C进行充电。针对低于阈值电压V1(阈值电压V1可以例如来自电池101的电源电压VBAT的大约80%)的端子BST上的电压,采用降压充电模式。对于这种降压充电模式,开关S4是打开的或“断开”并且开关S3被闭合或“导通”。在初始状态(如图5A所示),开关S1被闭合;之后(如图5B所示),开关S2在随后的状态被闭合。针对端子BST上的电压高于阈值电压V2(阈值电压V2可以例如是电源电压VBAT的大约120%),采用升压充电模式。对于这种升压充电模式,开关S2打开的或“断开”并且开关S1被闭合或“导通”。在初始状态中(如图6A所示),开关S4被闭合;之后(如图6B所示),开关S3在随后的状态中被闭合。对于阈值电压V1和V2之间的端子BST上的电压,采用降压-升压充电模式。在初始状态中(如图7A所示),开关S1和S4被闭合;之后(如图7B所示),开关S2和S3在随后的状态中被闭合。

[0039] 利用放电模式,电荷被从电容器C中恢复并且被提供给电池101。为了进行上述操作,存在例如三个模式(如图8A到10B所示),其允许根据端子BST上的期望电压从电容器中释放电荷。对于阈值电压V1和V2之间的端子BST上的电压,采用降压-升压放电模式。在初始状态中(如图8A所示),开关S2和S3被闭合或“导通”;之后(如图8B所示),开关S1和S4在随后的状态中被闭合或“导通”。对于高于阈值电压V2的端子BST上的电压,采用升压放电模式。针对这种模式,开关S2是打开的或“断开”并且开关S1被闭合或“导通”。在初始状态中(如图9A所示),开关S3被闭合或“导通”;之后(如图9B所示),开关S4在随后的状态中被闭合或“导通”。针对低于阈值电压V1的端子BST上的电压,采用降压放电模式。针对这种模式,开关S4是打开的或“断开”并且开关S3被闭合或“导通”。在初始状态中(如图10A所示),开关S2被闭合或“导通”,之后(如图10B所示),开关S1在随后的状态中被闭合或“导通”。

[0040] 因为端子BST上的电压是正向整流正弦,所以可以采用H桥114以产生到PZT 104的适当的驱动信号。当控制H桥114(如所示,包括开关S5到S8)时,控制电路118利用过零来改变H桥114的状态。如此示例所示,这允许H桥114通过引脚或端子OUTP和OUTM来差分地驱动PZT 104,并且过零检测器202(如图3所示)能够检测端子OUTP以及OUTM上的过零事件。当过零事件出现时,桥控制器203能够控制驱动器206-1(驱动器206-1适当地激活并且去激活开关S5到S8)。通常,如图11的示例所示,针对正的摆动信号,开关S5和S8被闭合或激活(同时开关S7和S6是打开的或去激活的),从而允许电流从电容器C(电容器C耦合到端子BST)流动到PZT 104。之后,针对负的摆动信号,开关S6和S7被闭合或激活(同时开关S5和S8是打开的或去激活的)。这允许PZT 104(通过H桥116)被正弦地驱动自电容器C和电池101。

[0041] 由于使用驱动器100,可以有效地驱动PZT 104,以便允许PZT 104操作为触觉致动器以及扬声器。如图12所示,针对具有20V的峰-峰值(peak-to-peak)电压的10KHz信号(其中PZT是1 μ F并且电压VBAT是3.6V),平均电池电流大约为150mA。这可以与图1中常规电路的性能相当,然而具有较少的外部部件(也就是说,较少的电感器),从而极大地降低了系统的成本。

[0042] 本领域的技术人员将意识到,在本发明声明的范围内,可以对所描述的实施例进行修改,并且许多其他的实施例也是可行的。

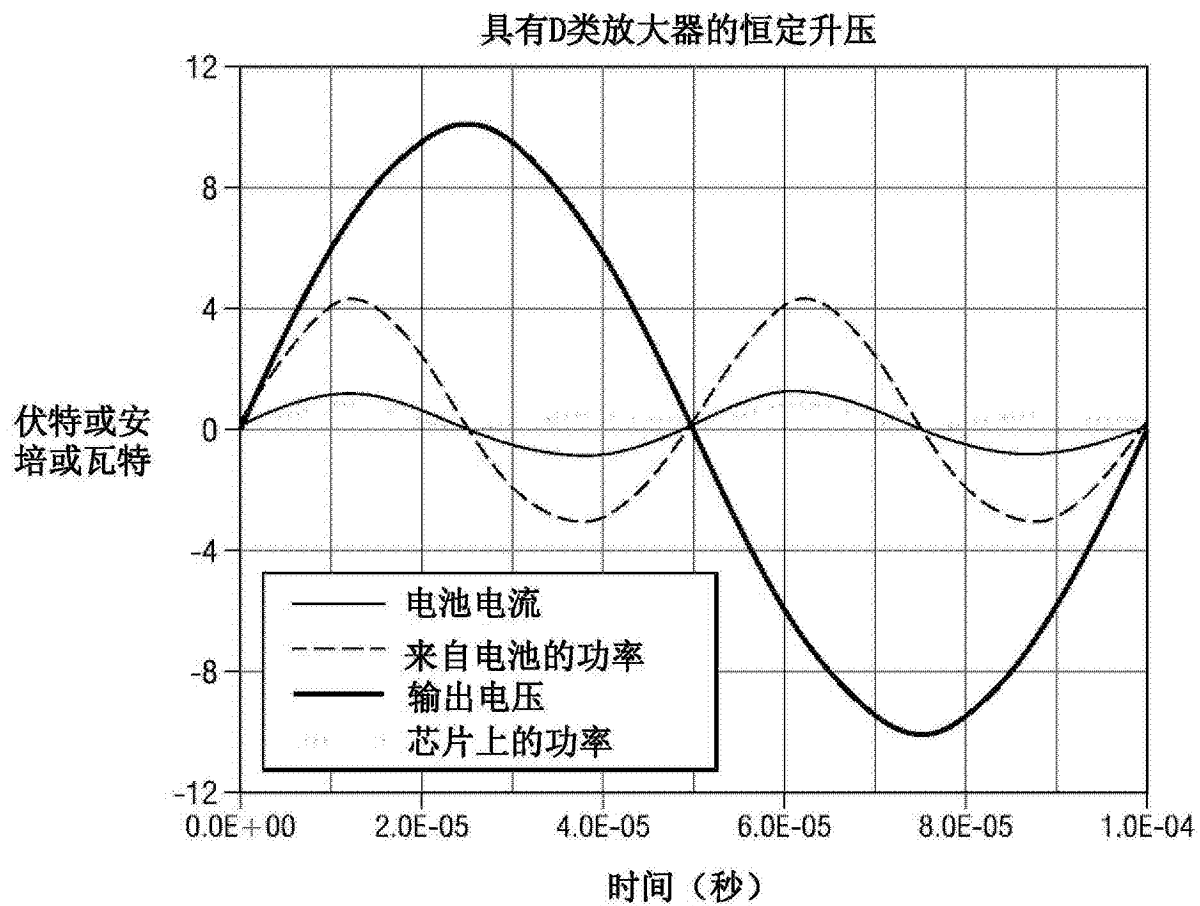


图1 (现有技术)

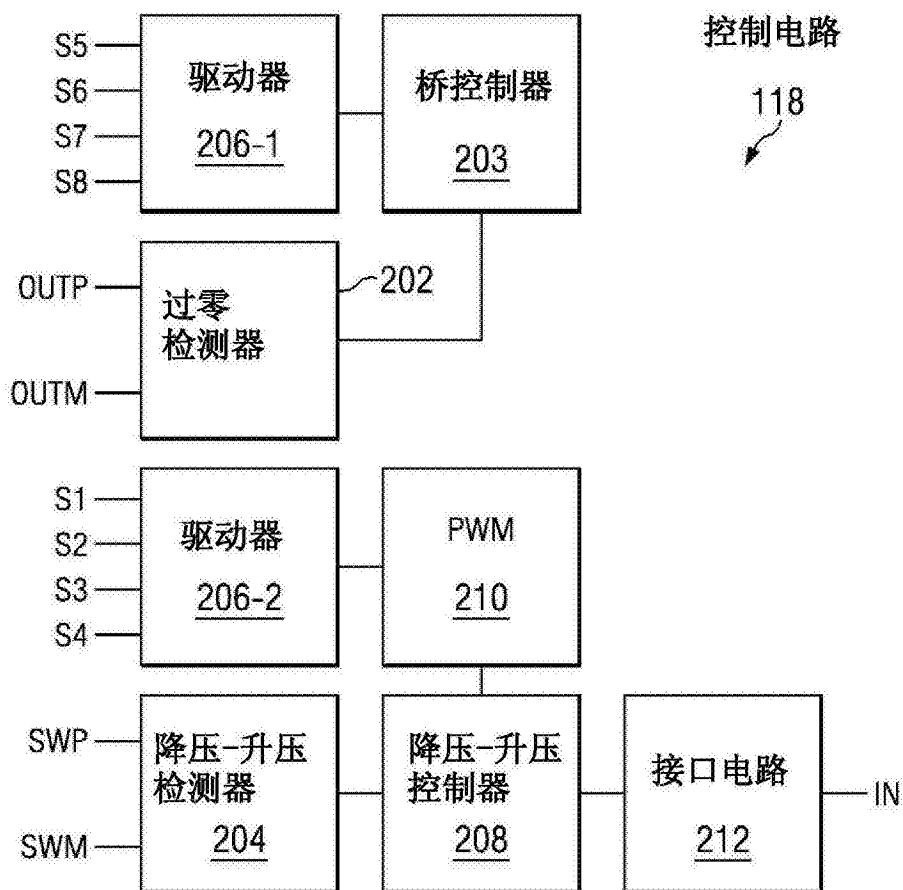


图3

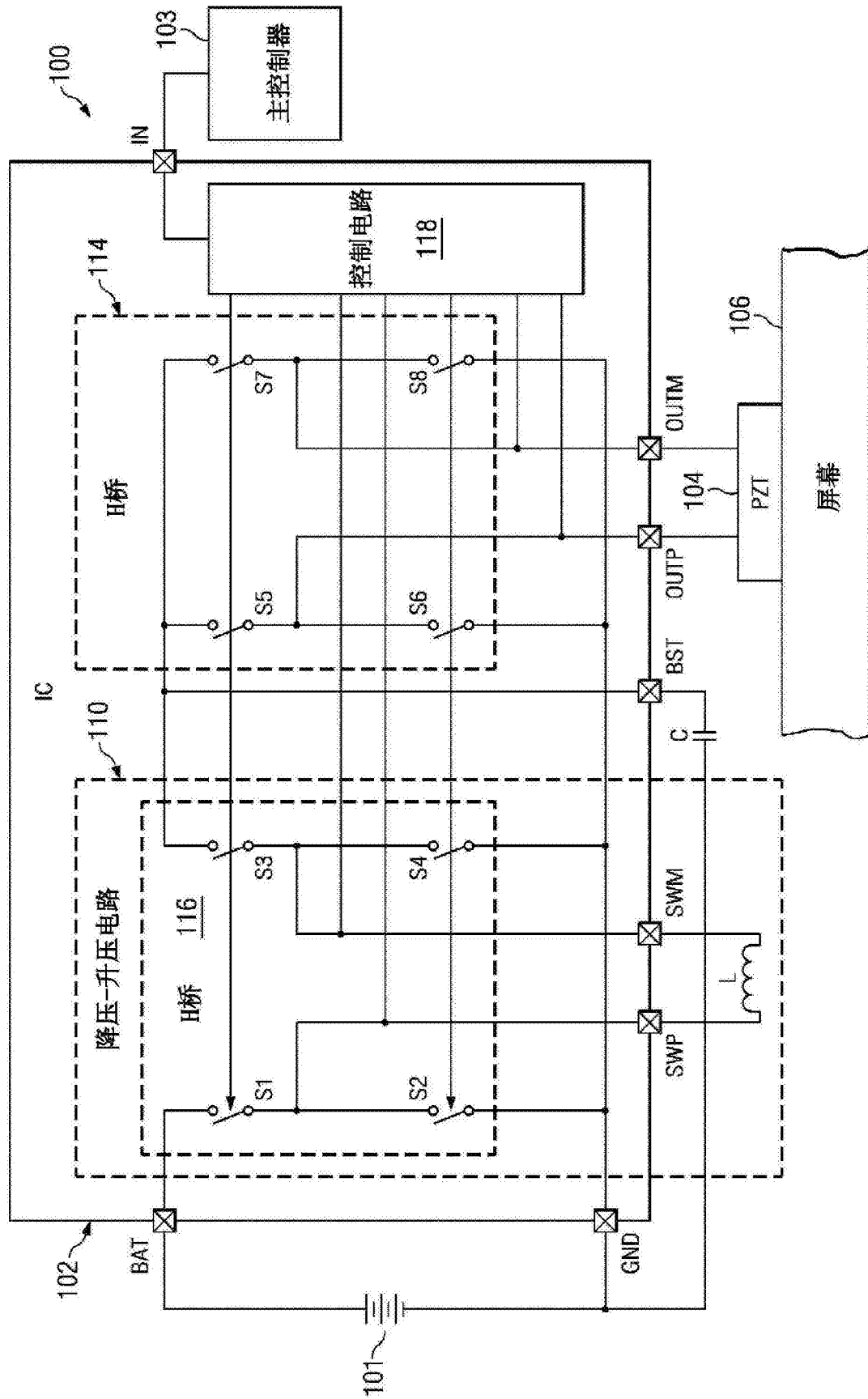


图2

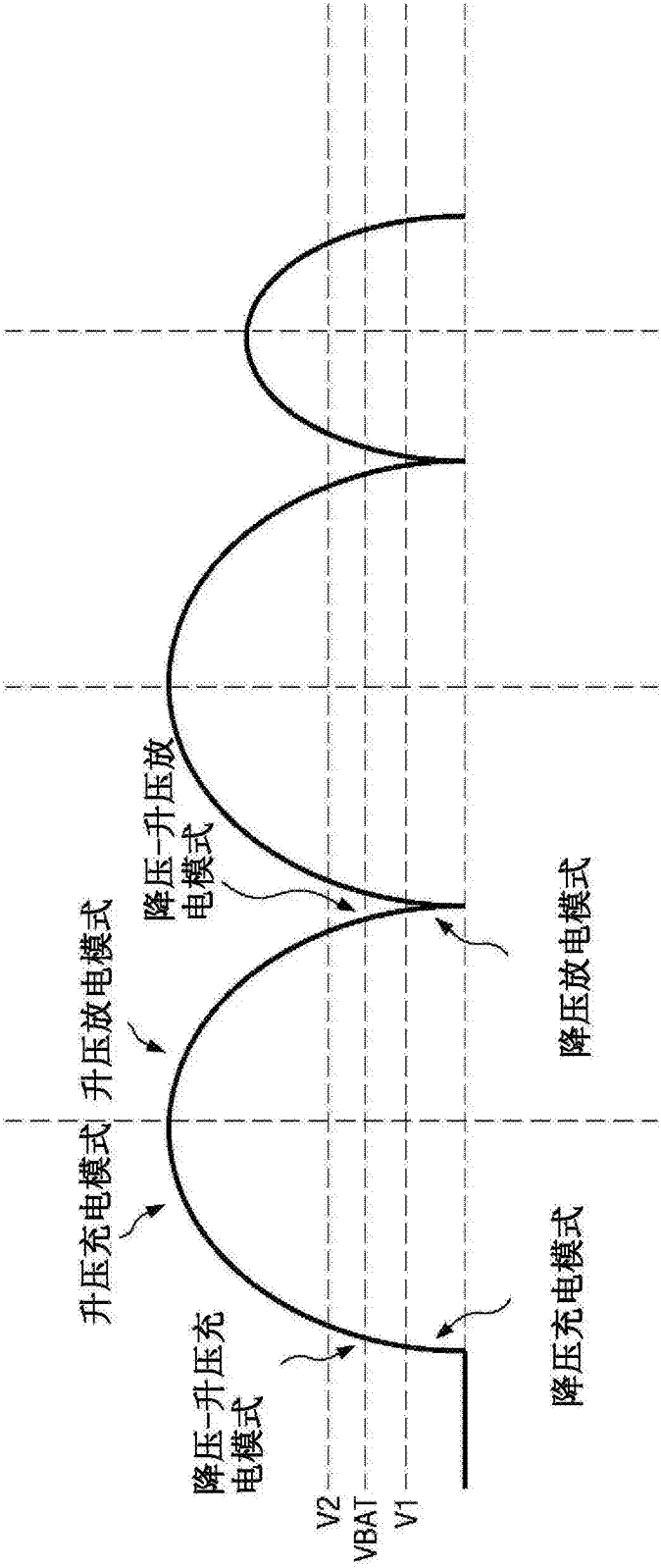


图4

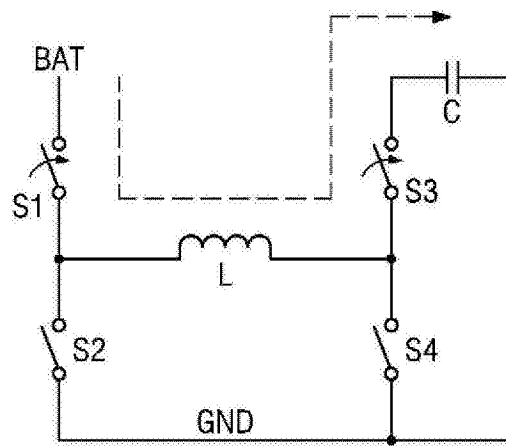


图5A

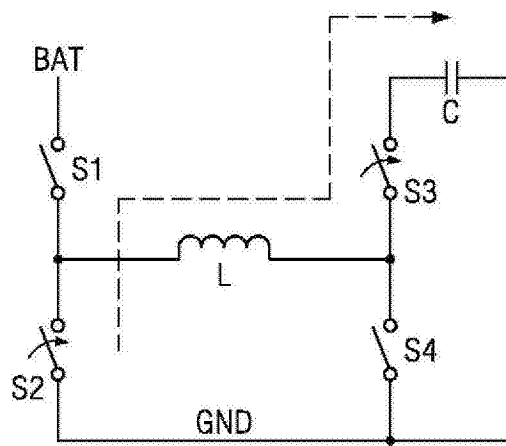


图5B

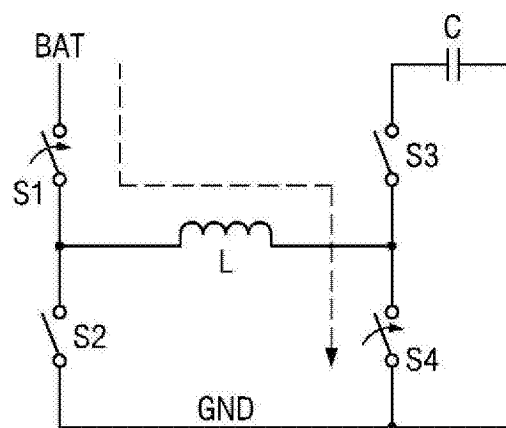


图6A

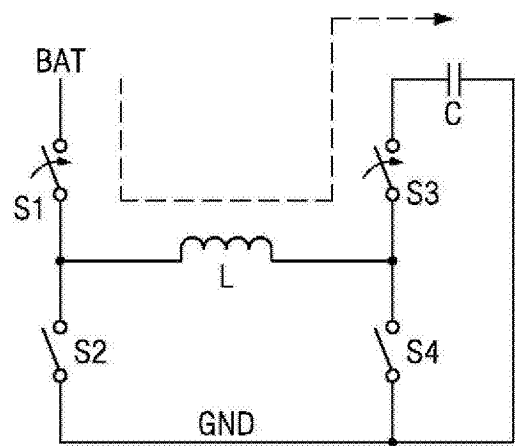


图6B

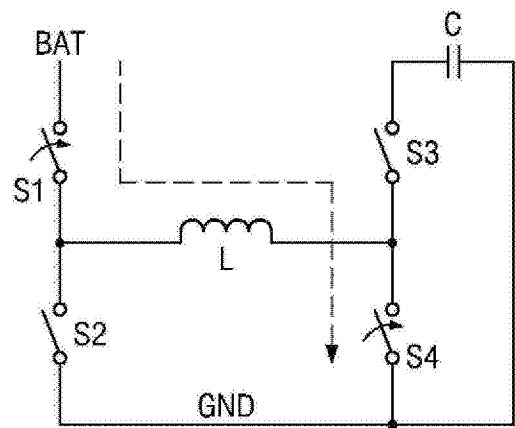


图7A

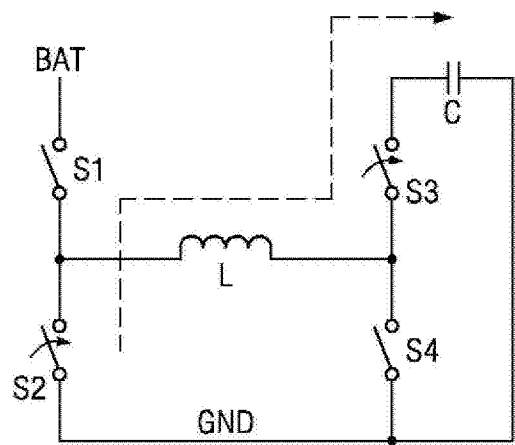


图7B

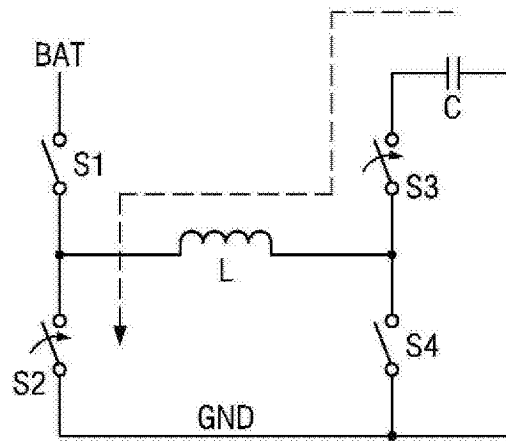


图8A

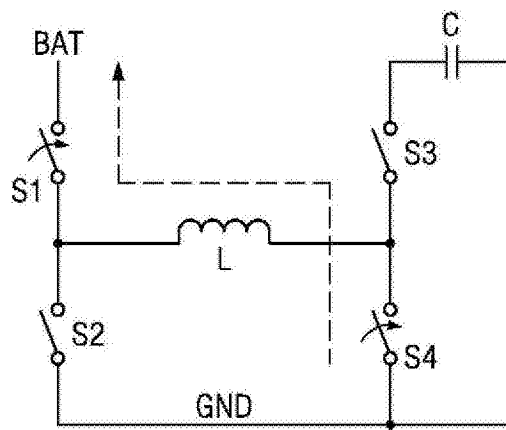


图8B

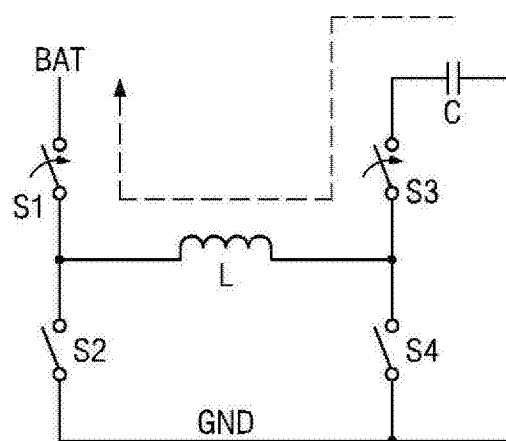


图9A

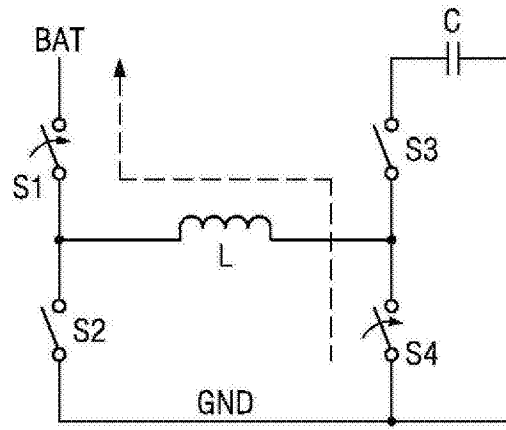


图9B

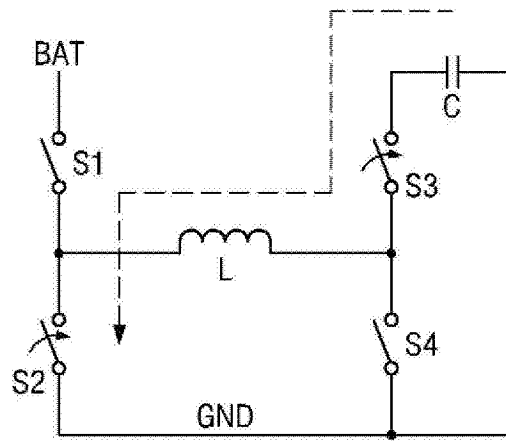


图10A

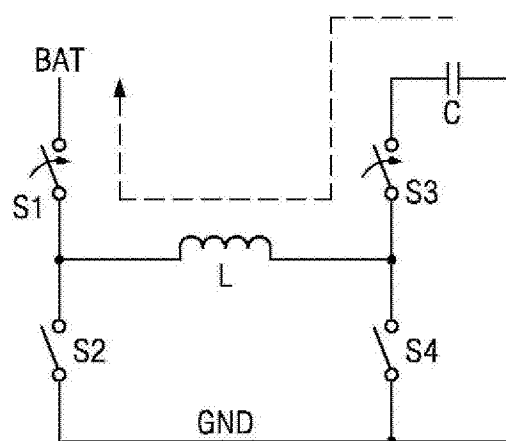


图10B

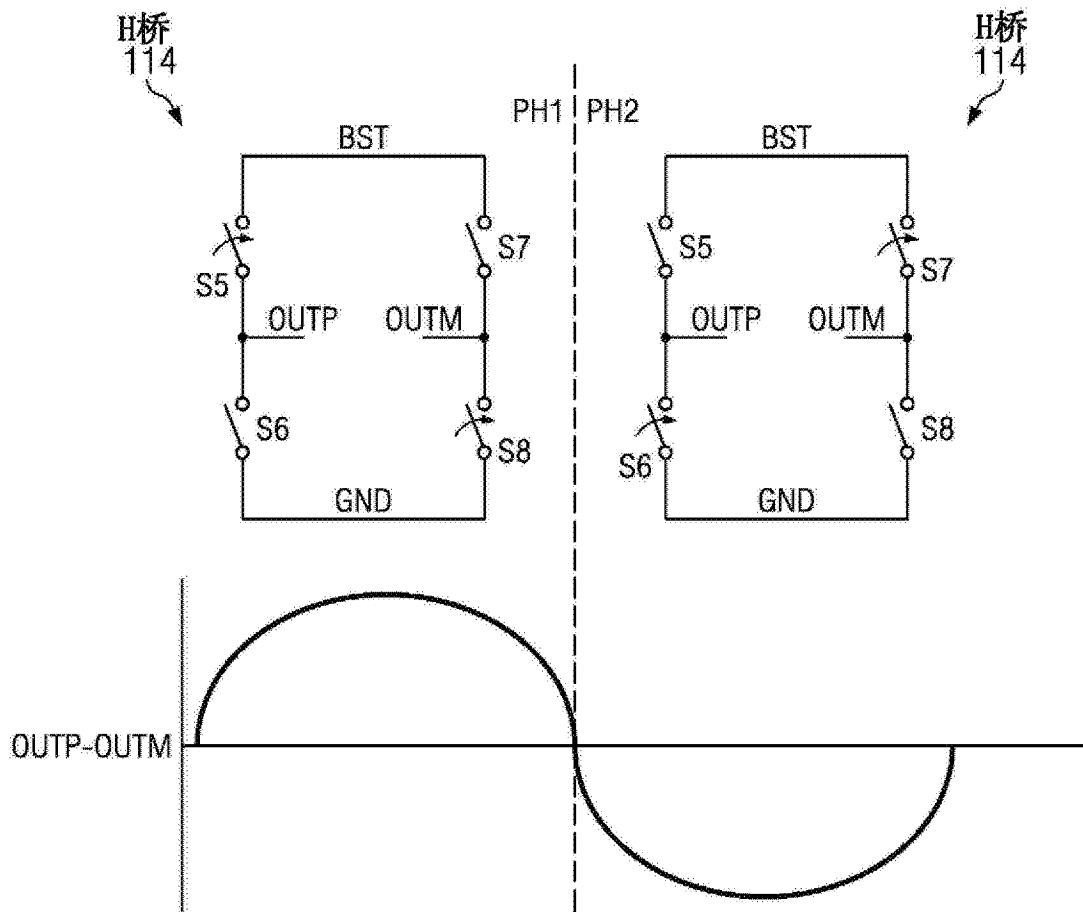


图11

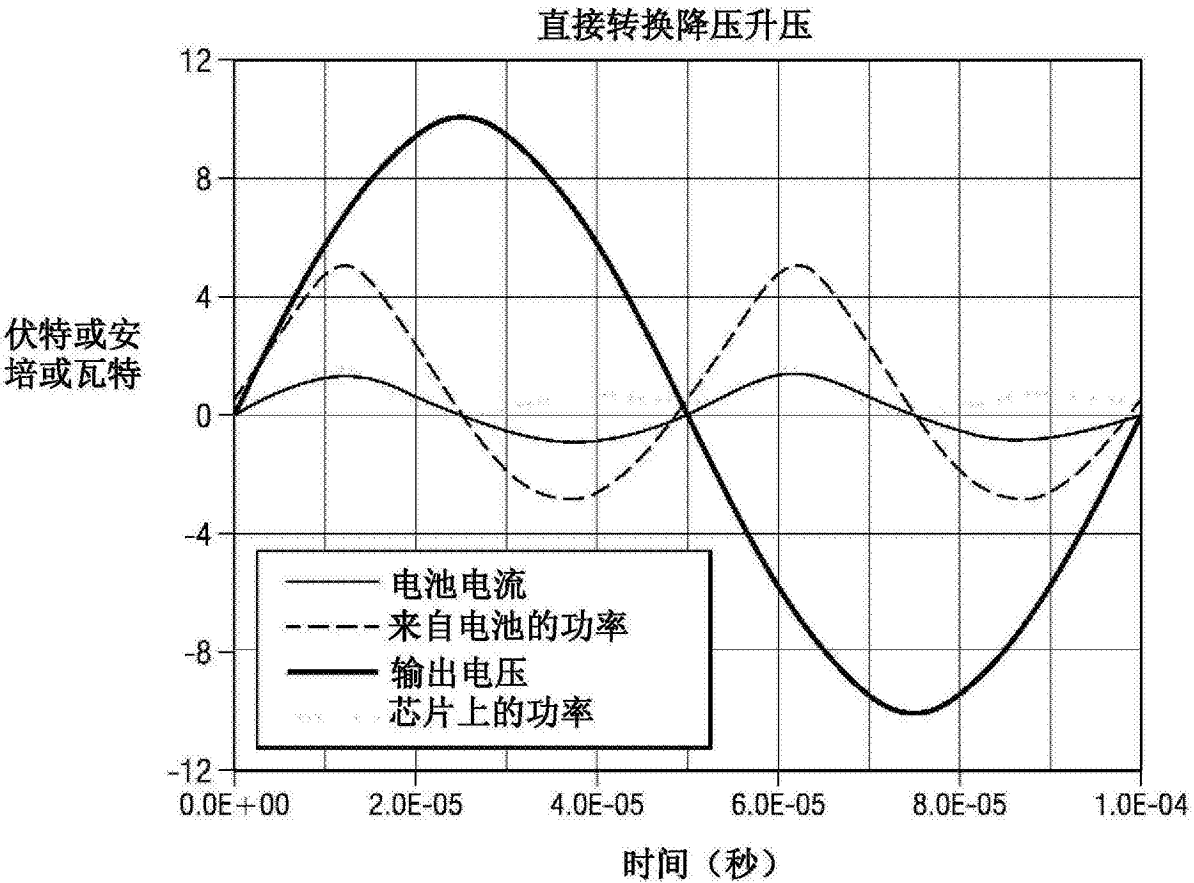


图12