



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104641531 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201380040424. 4

代理人 谭英强

(22) 申请日 2013. 08. 08

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H02J 7/00(2006. 01)

61/680, 946 2012. 08. 08 US

13/653, 244 2012. 10. 16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 01. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/054165 2013. 08. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/026016 EN 2014. 02. 13

(71) 申请人 N·卡尔普

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 N·卡尔普

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

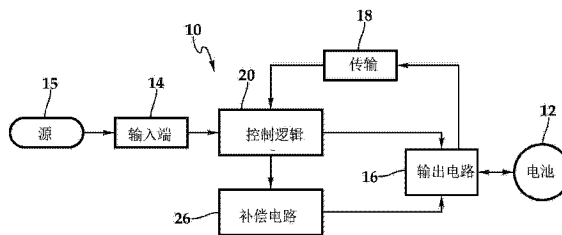
权利要求书2页 说明书5页 附图9页

(54) 发明名称

电池充电器以及系统及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种增加电池电量的电池充电器以及系统及其使用方法。在所述电池充电器(10)的一个实施例中,电力充电电源输入(14)被配置为通过置于其与可充电电池(14)之间的输出电路部分(16)向此可充电电池提供电力充电功率。传输函数电路部分被配置为感测可充电电池(12)的电压,而感测电压的改变与可充电电池(12)的内阻抗成正比。控制逻辑电路部分(20)被配置为可在恒定电流、可变电压运行模式,恒定电流、可缩放电压运行模式以及可变电流、恒定电压运行模式之间进行选择,以向可充电电池(12)提供快速充电。



1. 一种用于增加可充电电池 (12) 电量的电池充电器 (10), 所述电池充电器 (10) 包括:

充电电源的输入端, 被配置为通过置于其与可充电电池 (12) 之间的输出电路部分 (16) 向可充电电池 (12) 提供充电功率, 所述输出电路部分 (16) 带有与其相关的预定的基准电压;

传输函数电路部分, 被配置为感测出可充电电池 (12) 的电压作为感测电压, 其中所述感测电压的变化直接与可充电电池 (12) 的内阻成正比;

控制逻辑电路部分 (20), 被配置为可在恒定电流、可变电电压运行模式, 恒定电流、可缩放电压运行模式, 以及可变电电压、恒定电压运行模式之间进行选择;

所述恒定电流、可变电电压运行模式驱动输出电路部分 (16) 向可充电电池 (12) 提供恒定电流、可变电电压的电力充电功率, 直到感测电压等于预定的基准电压;

所述恒定电流、可缩放电压运行模式驱动输出电路部分 (16), 响应超出预定的基准电压的感测电压, 向可充电电池 (12) 提供恒定电流、可缩放电力充电功率, 可缩放电压随感测电压相应缩放;

所述可变电电压、恒定电压运行模式驱动输出电路部分 (16), 响应超出一比较电压的感测电压, 向可充电电池 (12) 提供可变电电压、恒定电压的电力充电功率; 并且

补偿电路部分, 设置在控制逻辑电路部分 (20) 和输出电路部分 (16) 之间, 所述补偿电路部分 (26) 被配置为在所述恒定电流、可缩放电压运行模式下产生感测电压的变化。

2. 根据权利要求 1 所述的电池充电器 (10), 其中补偿电路部分 (26) 最初被设置为 $0\ \Omega$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的电池充电器 (10), 其中补偿电路部分 (26) 进一步包括可变电阻器。

4. 根据权利要求 1 所述的电池充电器 (10), 其中控制逻辑电路部分 (20) 进一步包括第一和第二放大器电路部分, 分别定义了电流回路电路 (22) 和电压回路电路 (24)。

5. 一种用于增加可充电电池 (12) 电量的电池充电器 (10), 所述电池充电器 (10) 包括:

充电电源的输入端 (14), 被配置为通过置于其与电可充电电池 (12) 之间的输出电路部分 (16) 向可充电电池 (12) 提供充电功率, 所述输出电路部分 (16) 带有与其相关的预设的基准电压;

传输函数电路部分, 被配置为感测出可充电电池 (12) 的电压作为感测电压, 其中所述感测电压的变化直接与可充电电池 (12) 的内阻成正比;

控制逻辑电路部分 (20), 被配置为可在恒定电流、可变电电压运行模式和恒定电流、可缩放电压运行模式之间进行选择;

所述恒定电流、可变电电压运行模式驱动输出电路部分 (16) 向可充电电池 (12) 提供恒定电流、可变电电压的电力充电功率, 直到感测电压等于预定的基准电压;

所述恒定电流、可缩放电压运行模式驱动输出电路部分 (16), 响应超出预定的基准电压的感测电压, 向可充电电池 (12) 提供恒定电流、可缩放电力充电功率, 所述可缩放电压随感测电压相应缩放;

补偿电路部分 (26), 设置在控制逻辑电路部分 (20) 和输出电路部分 (16) 之间, 所述补

偿电路部分 (26) 被配置为在所述恒定电流、可缩放电压运行模式下产生感测电压的变化。

6. 根据权利要求 5 所述的电池充电器 (10), 其中补偿电路部分 (26) 最初被设置为 0Ω 。

7. 根据权利要求 5 所述的电池充电器 (10), 其中补偿电路部分 (26) 进一步包括可变电阻器。

8. 根据权利要求 5 所述的电池充电器 (10), 其中控制逻辑电路部分 (20) 进一步包括第一和第二放大器电路部分, 分别定义了电流回路电路 (22) 和电压回路电路 (24)。

电池充电器以及系统及其使用方法

技术领域

[0001] 一般而言,本发明涉及电池或电芯充电装置,特别地,本发明涉及一种电池充电器以及一种系统及使用所述系统为电池快速充电的方法。

背景技术

[0002] 常用的电池充电方法是采用恒定电流充电,直到电池端电压达到基准电压,然后继续充电,此时电池端电压维持在一个恒定电压上。先前技术如图1和2所示,恒压充电时,充电电流减少到一个最小值,此时充电结束。充电电流减少是由于电池内阻的存在。随着电池内部电压增加,电池内阻上的电压因充电电流减小到一个预设值而不断减小,随后充电结束。因此,由于充电电流较低,恒压模式充电会增加充电时间。因此,业界需要一种能减少电池充电时间的充电技术。

发明内容

[0003] 获得一个使用恒定电流使电池被完全充满从而最小化电池充电时间的电池充电系统是有益的。而且,实现一种通过间接测量内部电池阻抗重点解决此问题的电子化解决方案是理想的。为了更好的解决这些问题,本文特公开一种快速可重复给电池充电的电池充电器和系统以及它们的使用方法。在所述电池充电器的一种实施例中,电力充电电源输入端被配置为通过置于其与电池之间的输出电路部分向可充电电池提供电力的充电能量。

[0004] 传输函数电路部分被配置为感测可充电电池的电压,而感测电压的改变与可充电电池的内阻成正比。控制逻辑电路部分被配置为可在恒定电流、可变电压运行模式,恒定电流、可缩放电压运行模式以及可变电流、恒定电压运行模式之间进行选择,以向可充电电池供给快速的充电。在一个实施例中,控制逻辑电路部分被配置为在一个恒定电流、可变电压运行模式和一个恒定电流、可缩放电压运行模式之间进行选择。本发明的各个方面将通过以下对实施例的阐述变得显而易见。

附图说明

[0005] 为更全面地理解本发明特征和优点,参见下文对本发明的详细描述以及附图,其中不同附图中的标号与相应的部件对应,其中:

[0006] 图1是一种现有技术电池充电器的典型示意图;

[0007] 图2是图1所示现有技术电池充电器的电芯电压(V)对抗时间(小时)的性能示意图;

[0008] 图3是按照本文中提出的方法实现的一种电池充电器的示意框图;

[0009] 图4是采用根据本文教示的电池充电器为可充电电池充电的方法的一个实施例的流程图;

[0010] 图5A是图3所示电池充电器的一个实施例的典型示意图;

[0011] 图5B是图5所示电池充电器的一个实施例的典型示意图,其描述了电流回路电路

的一个操作性实施例；

[0012] 图 5C 是图 5 所示电池充电器的一个实施例的典型示意图,其描述了电压回路电路的一个操作性实施例；

[0013] 图 6 是图 3 所示电池充电器的另外一个实施例的典型示意图；

[0014] 图 7 是图 3 所示电池充电器的进一步实施例的典型示意图；

[0015] 图 8 是图 3 所示电池充电器的更进一步实施例的典型示意图；

[0016] 图 9 是图 3 所示电池充电器的一个附加实施例的典型示意图；

[0017] 图 10 到图 19 是图 3 所示的电池充电器的性能示意图。

具体实施方式

[0018] 虽然下文具体讨论了本发明各种实施例的形成与使用,但应理解本发明提供了许多可应用的创造性概念,可在宽泛的特定背景下实施。在此处讨论的具体实施例只是本发明形成和使用的特定方式的示例性说明,并不限定本发明的范围。

[0019] 现在参照图 3,其描述了一个用于增加可充电电池 12 的电量的电池充电器 10。电力充电电源的输入端 14 被配置为通过一个置于其与可充电电池之间的输出电路部分向可充电电池 12 提供电力充电功率。正如将在下文中进一步详细描述的那样,输出电路部分 16 含有与其相关的预定的基准电压 (V_{REF})。传输函数电路部分 18 被配置为感测可充电电池 12 的电压 (V_B),并将此电压作为感测电压 (V_{SNS}),而感测电压的变化 (ΔV_{SNS}) 与可充电电池 12 的内阻直接成正比。

[0020] 控制逻辑电路部分 20 包括第一和第二放大器电路部分,分别定义了电流回路电路 22 和电压回路电路 24 以及一个比较器。所述控制逻辑电路部分被配置为可在恒定电流、可变电电压运行模式,恒定电流、可缩放电压运行模式,以及可变电流、恒定电压运行模式之间进行选择。在恒定电流、可变电电压运行模式下,输出电路部分 16 受驱动向可充电电池 12 提供恒定电流、可变电电压的电力充电功率,直到感测电压 (V_{SNS}) 等于预定的基准电压 (V_{REF})。应当理解,正如在下文将进一步详细讨论的那样,恒压、可变电流运行模式可被排除在外。

[0021] 在恒定电流、可缩放电压运行模式下,输出电路部分 16 受驱动向所述可充电电池 12 提供恒定电流、可缩放电压的电力充电功率,以响应感测电压 (V_{SNS}) 超出预定基准电压 (V_{REF}) 的情况。其中可缩放电压随感测电压的变化 (ΔV_{SNS}) 而缩放。最后,在可变电流、恒定电压运行模式下,输出电路部分 16 受驱动向可充电电池 12 提供可变电流、恒定电压的电力充电功率,以响应所感测电压超出比较电压 (V_{COMP}) 的情况。

[0022] 补偿电路部分 26 位于控制逻辑电路部分和输出电路部分之间,以在恒定电流、可缩放电压运行模式下产生它们之间的感测电压的变化。所述补偿电路部分可以是一个初值设置为 $0\ \Omega$ 的可变电阻器。

[0023] 参照图 4,在一种可操作的方法中,用电池充电器为可充电电池充电的方法包括,在方块 30 中,向可充电电池提供一个恒定电流以按恒定电流模式开始一个充电周期,其中带有一个已经设置初始值 (可以为 $0\ \Omega$) 的可变电阻器。

[0024] 在方块 32 中,比较器比较感测电压 (V_{SNS}) 和基准电压 (V_{REF}),在方块 34,当感测电压 (V_{SNS}) 大于或等于基准电压 (V_{REF}) 时,流向可充电电池的恒定电流被截止。停止动作

使得感测电压 (VSNS) 与可充电电池的内阻成正比地下降。此停止动作是在充电周期开始后电流的第一个停止。在方块 36 中,所述可变电阻器的值 (RCOMP) 在此停止后相对于感测电压的变化 (Δ VSNS) 以可缩放的方式增加。在方块 38 中,比较器比较比较电压 (VCOMP) 和感测电压 (VSNS)。在方块 40 中,当比较电压 (VCOMP) 小于或等于感测电压 (VSNS) 时,提供恒定电流给可充电电池,从而阻止可变电阻器的值 (RCOMP) 的增加。

[0025] 在一个实施例中,通过比较器对感测电压 (VSNS) 与基准电压 (VREF) 的比较,此方法继续有效。所述感测电压包括可变电阻器两端的第二电压降,并且此第二电压降与可充电电池的内阻抗成正比。在本实施例中,当感测电压 (VSNS) 大于或等于基准电压 (VREF) 时,所述方法最终切换到这个恒压模式。

[0026] 现在参照图 5A 至 5C,其中在图 3 中描述的电池充电器在一个实施例在此得到了更详细的描述。在讨论充电周期开始之前,将概括地讨论电流回路电路 22(例如图 5B 中的运行实施例)和电压回路电路 24(例如在图 5C 中的运行实施例)。为了使电池 12 能完全地再充电,VSNS 电压应与 VREF 电压相等(例如,1.8V)。如果电池 12 在充电周期开始的时候未完全充电,那么 VSNS 电压小于 VREF,并且放大器 A1 的输出较高,引起 M2 截止。为了启动流向电流回路电路 22 中的电流槽路(其在图 5B 中得到描述,其中电压回路电路 22 为解释方便而被移除)的电流,ISUM 将通过 RSUM 将节点 VSUM 的电压拉低,使得放大器 A3 接通晶体管 M3 和 M1。电流将增加,直到 IA 电流等于 ISET。充电电流取决于放大器 A1 增加电流 IA 直到电阻器 RA 两端电压等于电阻器 RS 两端电压,以使如下方程成立:

[0027] 方程 {1} $IS = (IA * RA) / RS$

[0028] 方程 {2} $IA = (IS * RS) / RA$

[0029] 根据方程 {1}, 如果 $ISET = 20 \mu A$, $RA = 1K \Omega$, $RS = 0.01 \Omega$, 那么 $IS = (20 \mu A * 1K \Omega) / (0.01 \Omega) = 2A$ 。

[0030] 关于电压回路 24(图 5C 中描述,电流回路电路 22 为了解释方便而被移除),随着电池电压达到期望的终止电压 (VREF),而且 VSNS 节点的电压等于或稍大于 VREF 时,放大器 A2 将迫使 VSUM 节点电压稍微高于 VREF 电压,从而促使放大器 A3 引起晶体管 M1 减少流向电池 12 的电流。放大器 A2 将在 VB 模式下保持电压等于期望的电池最终电压,同时由晶体管 M1 提供给电池的电流将继续减小。尽管电压在 VB 处是常数,电池 (VBATT) 继续增加,同时充电电流减少,IS*RBATT 电压下降,产生图 1 所示的一个恒压轮廓线,除非应用了本文中提出的方法,即电池阻抗 (RBATT) 由电阻器 RCOMP 补偿以使电池在恒定电流模式充电直到内部电芯电压达到期望的最终电压,从而显著地减少电压模式所需时间,甚或完全消除。

[0031] 回到对充电周期开始的讨论,开关设置为 S1 打开, S1Z 关闭和 S2 打开, S1Z 作为 S1 的补充,如此使得当 S1 关闭时, S1Z 打开。充电周期启动时,所述恒定电流模式下, RCOMP 设定为 0Ω 并保持该模式直到 VSNS 电压等于 VREF。继续充电周期的启动, R1 和 R2 设置如下:

[0032] 方程 {3} $VSNS = (VB * R2) / (R1 + R2)$

[0033] 当 VSNS 稍微大于 VREF 时,比较器 COMP 通知控制逻辑关闭开关 S1 并打开开关 S1Z, 据此开始增加 RCOMP。结果,随着晶体管 M1 和 M2 关闭以及由于没有充电电流, RBATT 上的电压引起 VB 减少。现在, ISET 来自 VREF 并流经 RCOMP, 引起 RCOMP 上的电压降, ISET 一直增加到 VCOMP 等于或小于 VSNS 电压,致使比较器 COMP 的输出走高。此控制逻辑随后引起

RCOMP 停止增加,从而开关 S1 打开,S2 关闭。电池充电器 10 随后返回到一个恒定电流操作模式,电池继续得到充电,直到 VSNS 等于或稍微大于 VCOMP,其引起比较器 COMP 的输出走高。结果,此控制逻辑关闭开关 S2,从而将电池充电器 10 置于恒压模式。

[0034] 导出 RCOMP 值的传输函数为 $K = R2/(R1+R2)$,其时充电器处于电流模式且 $RCOMP = 0 \Omega$ 。

[0035] 方程 {4} $VB = (IS*RBATT)+VBATT$

[0036] 当电压 VB 接近期望的电池电压时,VSNS 处的电压为:

[0037] 方程 {5} $VSNS = K*VB$

[0038] 方程 {6} $VSNS = K(IS*RBATT+VBATT)$

[0039] 现在,如果 $IS = 0$,则根据方程 {4}:

[0040] 方程 {7} $VSNS = K*VBATT$,所以 VSNS 的差值为等式 {7} 减去等式 {6} 或

[0041] $\Delta VSNS = K*VBATT - K(IS*RBATT + VBATT) = -K(IS*RBATT)$

[0042] 所需的 RCOMP 上的 $\Delta VSNS$ 的生成可以用相似方式实现,即通过增加 ISET 流经的 RCOMP 的值,直到 RCOMP 上的电压等于 $\Delta VSNS$ 。一旦确定了 RCOMP 的值,电池充电器即可继续以恒定电流模式给电池充电,而基于方程 {1} 的电压为:

[0043] 方程 {8} $IA = (IB*RS)/RA$

[0044] 最终电池电压 VB 为:

[0045] 方程 {9} $VB = K*VREF$

[0046] 电流 IA 现在流经 RCOMP。比较器 COMP 的输出在满足如下条件时走高:

[0047] 方程 {10} $VSNS = >VCOMP$

[0048] 方程 {11} $VCOMP = VREF+IA*RCOMP$

[0049] 方程 {12} $VSNS = K(IS*RBATT+VB)$

[0050] 综合方程 {11} 和方程 {12} 可得:

[0051] 方程 {13} $VREF+IA*RCOMP = K(IS*RBATT+VB)$,其中在方程 {13} 中, $IS = IA = 0$,因此 $VREF = K*VB$ 。

[0052] 由此可见,所述电池充电器以恒定电流模式将电池充电到期望的最终电压,降低了为电池充电所需的时间。以这种方式,本发明提出一种系统和方法,以创建一定电压,此电压可缩放至 $\Delta VSNS$,而 $\Delta VSNS$ 与 RBATT 成正比。在此示例性实施例中,通过使用电阻器和电流 ISET 驱动电压的方式样建立 $\Delta VSNS$ 。因此,电池阻抗 RBATT 的补偿是以各个电池为基础个别对待实现的。如果电池阻抗在充电周期期间内变化了,则可通过本文讨论的周期性地初始化 RCOMP 设置的方法对其进行补偿。

[0053] 图 6 中描述了电池充电器 10 的一个进一步的实施例。如果 RCOMP 的分辨率不够精细,为了避免 RCOMP 期望值的过调,可利用如图 6 所示的改进型电路。此电路设计减轻了如下关切:如果 $\Delta VSNS$ 被设置过高,则会发生过充或电池损坏的后果。在此电路设计中,当开关 S1 闭合时,电流源 ICOMP 可用于设置 RCOMP 的值。在本实施例中,ICOMP 可比 ISET 大,从而为 RCOMP 提供一个较小的值。VBATT 将被充至比期望值稍微小一些的值,但是当 S2 闭合时,VBATT 将以恒压模式被完全充至终值,从而消除电池过充的可能性。

[0054] 如图 7 所示,电池充电器 10 可在 RCOMP 的分辨率足够以防止电池过充的情况下通过移除 A2、D1 和 S2 进一步简化。此实施例消除了电压回路电路并对控制逻辑进行了适

当修改。但是应当理解的是,进一步的修改也在本文所公开的方法之内。举例来说,在图 8 中,可利用一个数字接口,比如 I2C 或其它通讯协议来与控制逻辑通信以执行各种功能,比如 ICOMP 与 ISET 的比率和 / 或向系统提供一个相对于 RCOMP 值的反馈回路。在此实施例中,由于电池电压接近于期望值,RCOMP 是 RBATT 的一个缩放值,所以 ICOMP 被减小了。再举例来说,在图 9 中,RCOMP 可从一个可变电阻器更换为一个电位计。在此实施例中,将 RCOMP 改为一个电位计而非可变电阻器使得可以将 RCOMP 集成到一个集成电路中。一个可变电阻器在短路时要求切换的“导通电阻”比多个电阻分段的情况下要低得多。一个电位计可以切换电阻器串的抽头点,比如图 9 中的接触刷。开关在尺寸和电流方面要求都很小。

[0055] 图 10 至 19 为电池充电器 10 的性能图示。更具体地说,图 10 至 12 绘制了输出模拟曲线,其中在图 10 中,具有期望的电池 $V_{REF} = 1.8V$,期望的输出电压 $V_{BATT} = 8.4V$,恒定电流模式电流 $I_S = 3A$ 以及 $R_{BATT} = 200m\Omega$ 的 V_B 和 V_{BATT} 得以示出。在图 11 中,充电电流 I_S 分有无 RCOMP 两种情况显示。图 12 图示了 V_B 和没有 RCOMP 的 V_{BATT} 的情况。

[0056] 图 13 和 14 分别示出了两个模拟曲线,其中 ICOMP 分别为等于 ISET 和为 ISET 的 110%。当 ICOMP 等于 ISET 时,电池充电器 10 电流在充电周期末端下降为 0,尽管它被切换到恒压电路运行模式,其中由于电池已被充至期望值,所以并无电流流向电池。ICOMP 设置为 ISET 的 110% 后,电池充电器切换到恒压模式以便为电池“饱和充电”。在许多实例中,ICOMP 可被设置为一个大于 ISET 的值以提供一些安全裕度以确保 RCOMP 不被设置为会导致电池过充的大于 RBATT 的值。此外,得到饱和充电的锂离子电池将比未饱和充电、在阈值电压上快速充电并结束的电池维持更持久的高电压。有了充电器的数字接口,ICOMP 可以设置为期望的任意 ISET 百分值。

[0057] 如图 6 所示,RCOMP 通过流经其上的 ICOMP 来增加其值。图 19 中描述的数字输出结果可用于确定 RBATT 的值,其可以产生有关电池状况的信息。另外可能的状况是当充电周期开始后 V_{BATT} 接近期望值。如果 I_S 以满恒定电流值开始充电,则 RCOMP 的值将比其他情况下的值小,即如果 V_{BAT} 满足下列关系:

[0058] 方程 {14} $K(V_{BATT} + I_S * R_{BATT}) < V_{REF}$

[0059] 这将导致恒压模式下时间增加,从而增加充满电池所需的时间。这个问题可通过使 ISET 从 0A 电流跳变为完全恒定电流来解决。

[0060] ISETRAMP 可以以二元步进方式增加,并且当比较器 COMP 开始 RCOMP 设定周期时, ISET 的值将停止跳变,而 ICOMP 将与 ISET 值相等,然后 RCOMP 将取与 RBATT 成比例的一个值。在设置 RCOMP 后, ISET 将取全恒定电流值,并且恒压模式的时间将会减少。但是应当理解的是,电流跳变的步数和每步的持续时间可能变化。参考图 8, ICOMP 跳变设置的值用于设置 RCOMP 为一个值,其导致 RCOMP 与 RBATT 的值成一定比例关系。在 RCOMP 设置后,电池继续以 ISET 的最大值充电,减少恒压模式的时间。

[0061] 尽管关于本发明的示例性实施例已得到详细地描述,然而本说明书并无限制的意味。以上示例性实施例的各种修改和组合,以及本发明的其它实施例参照本说明书后对本领域的技术人员而言是显而易见的。因此,附加的权利要求书旨在包含任何此类修改或实施例。

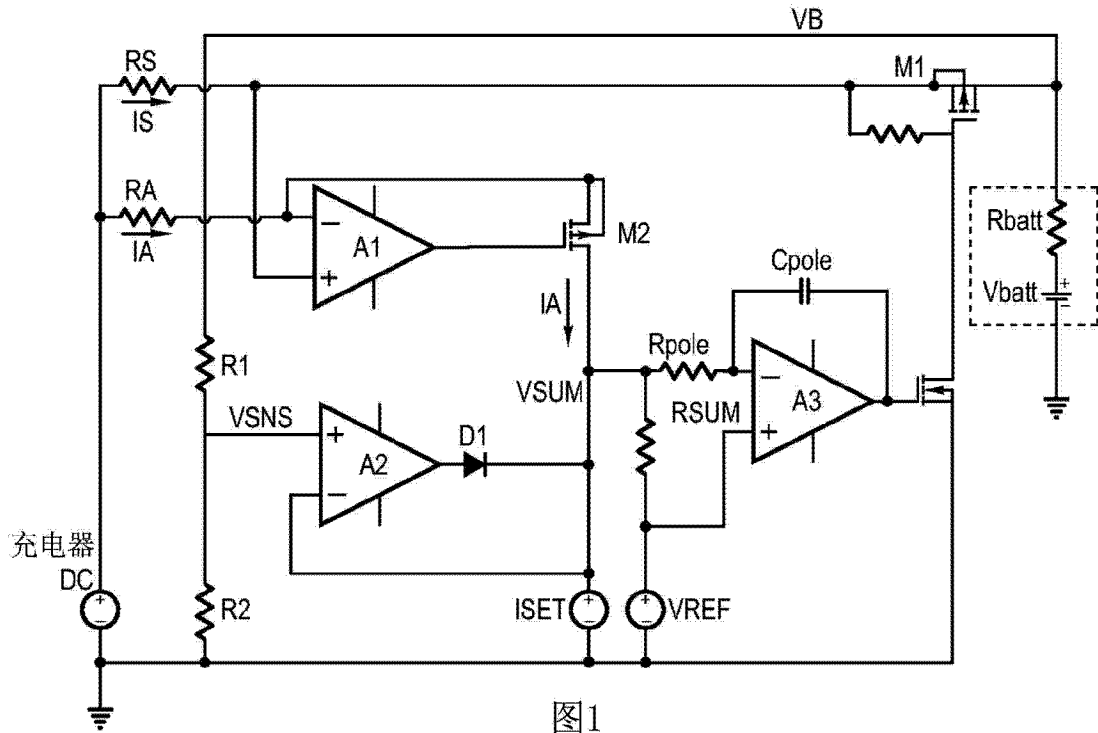


图1
(现有技术)

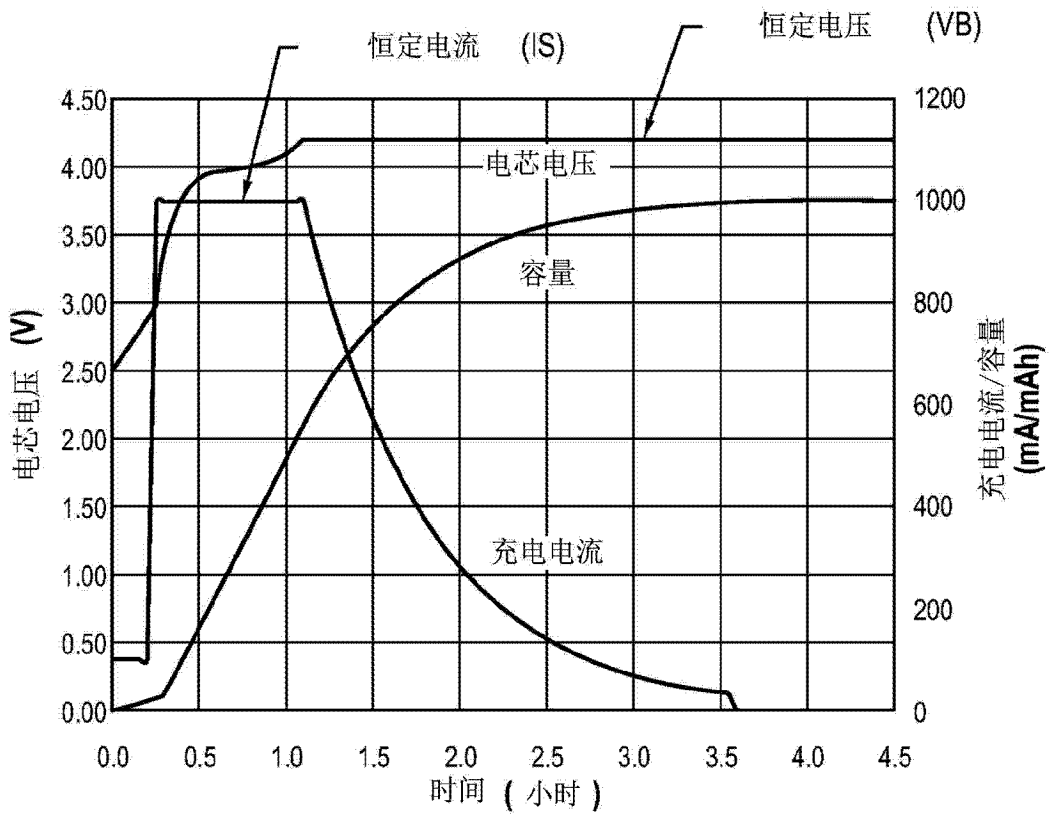


图2
(现有技术)

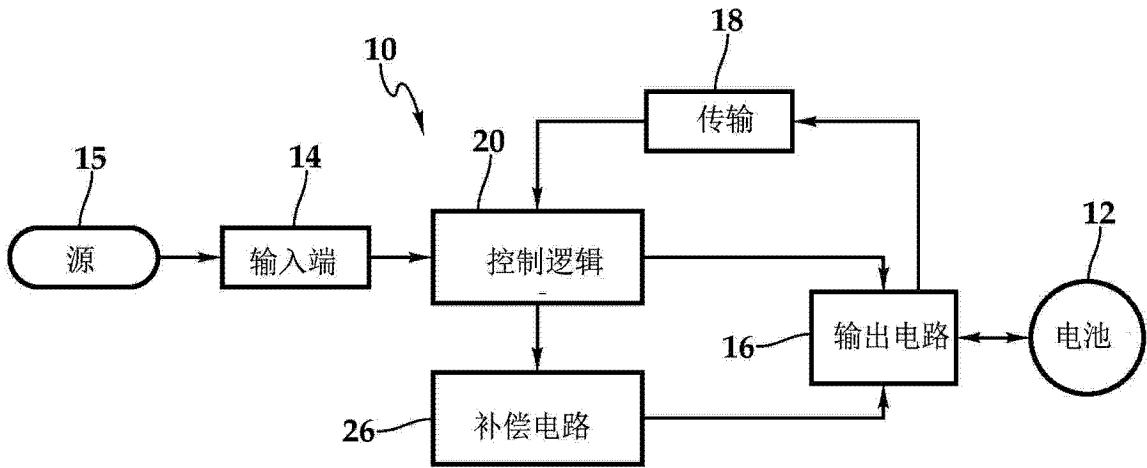


图3

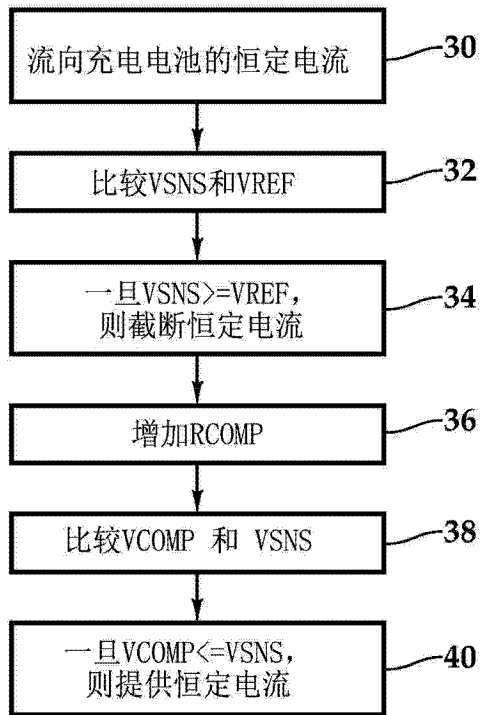


图4

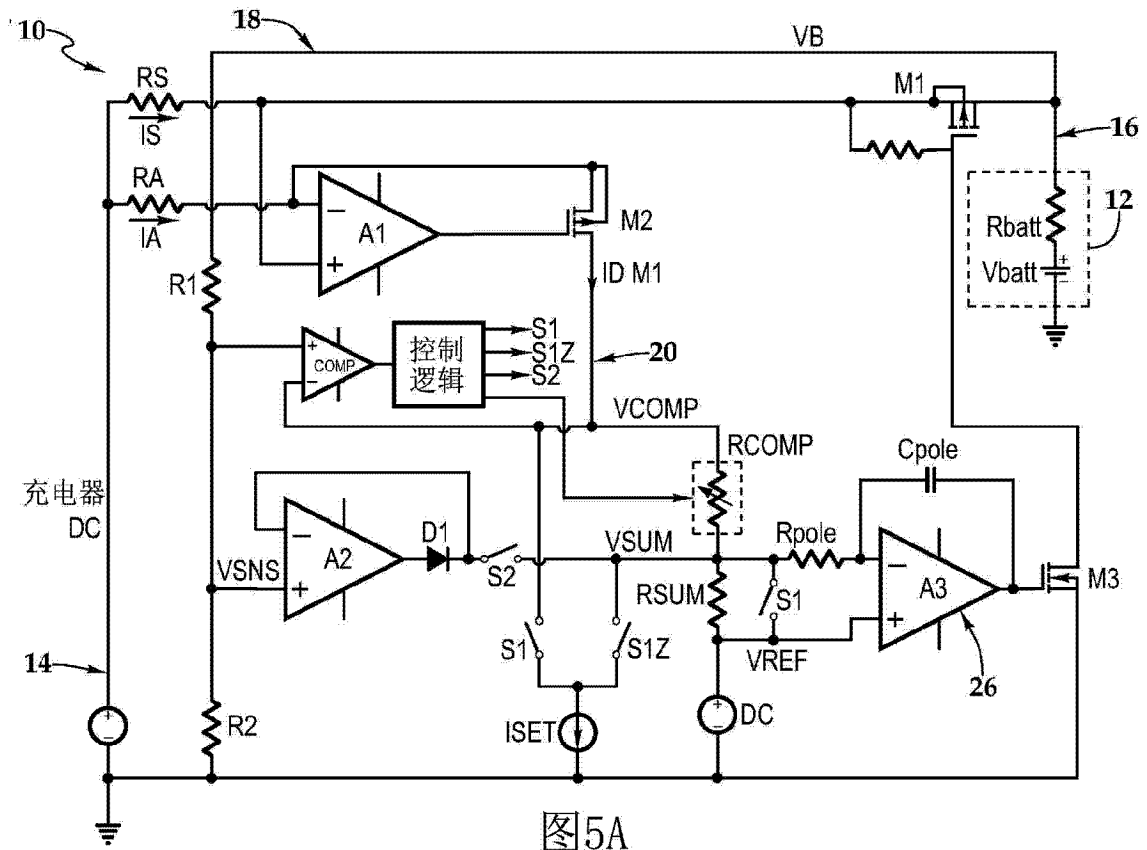


图5A

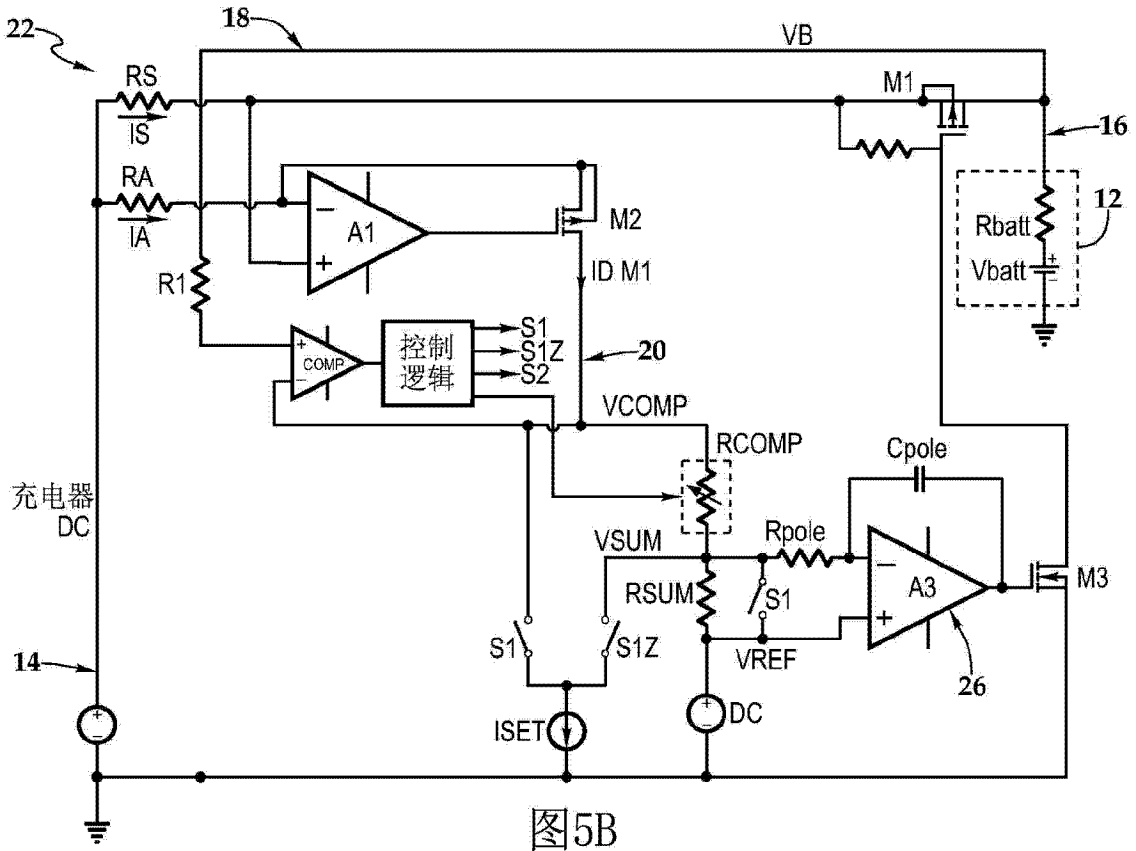
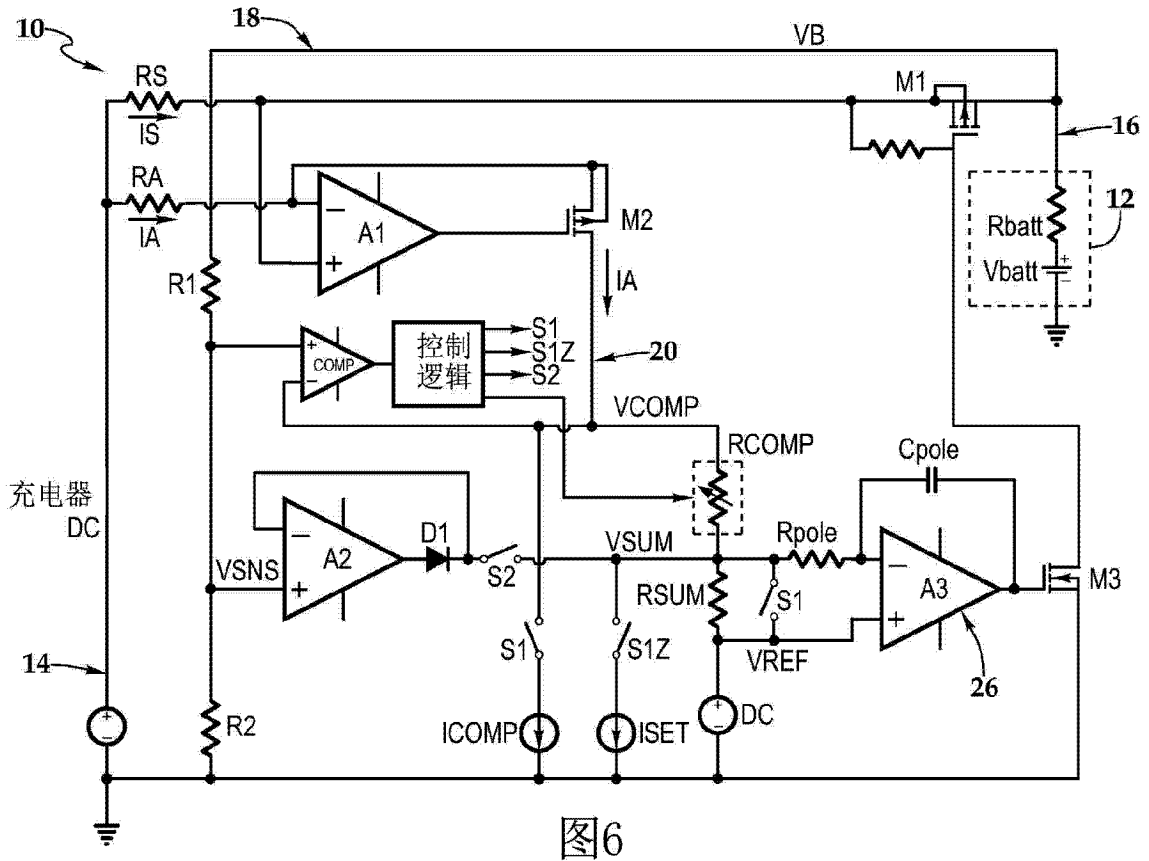
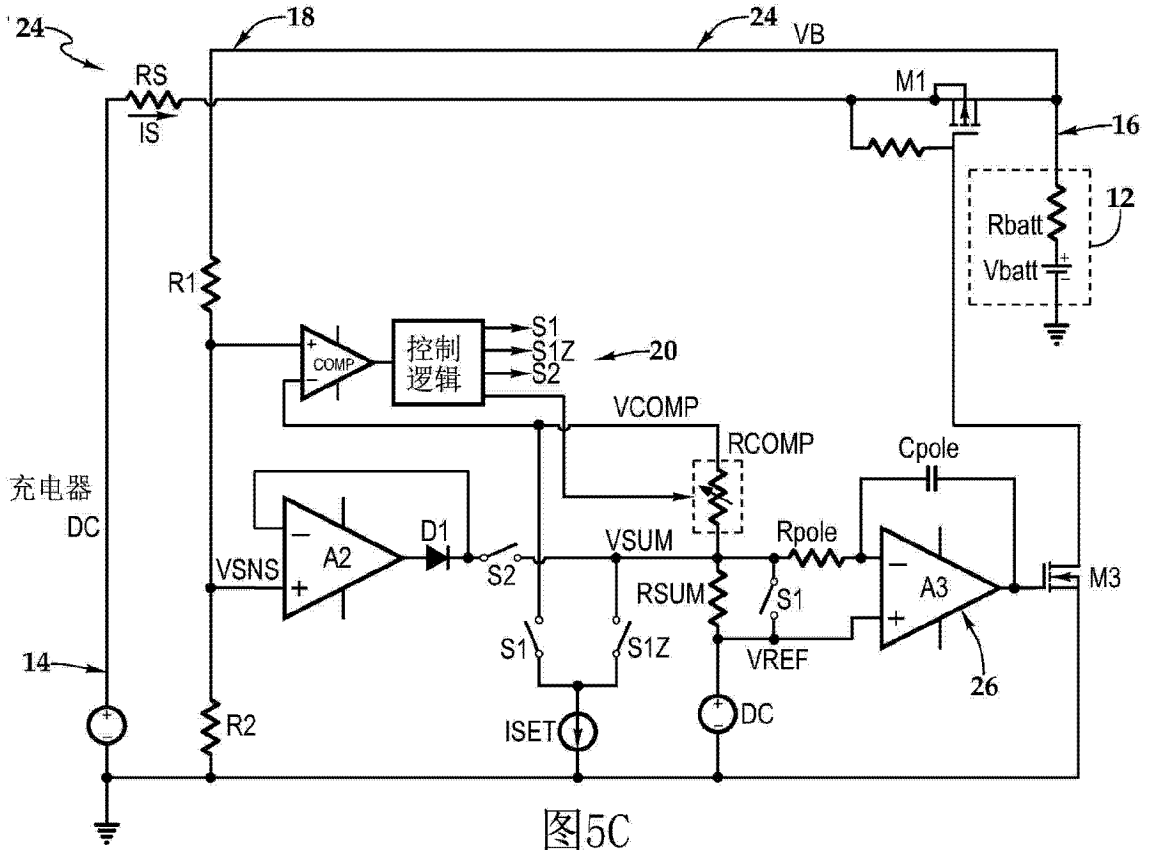


图5B



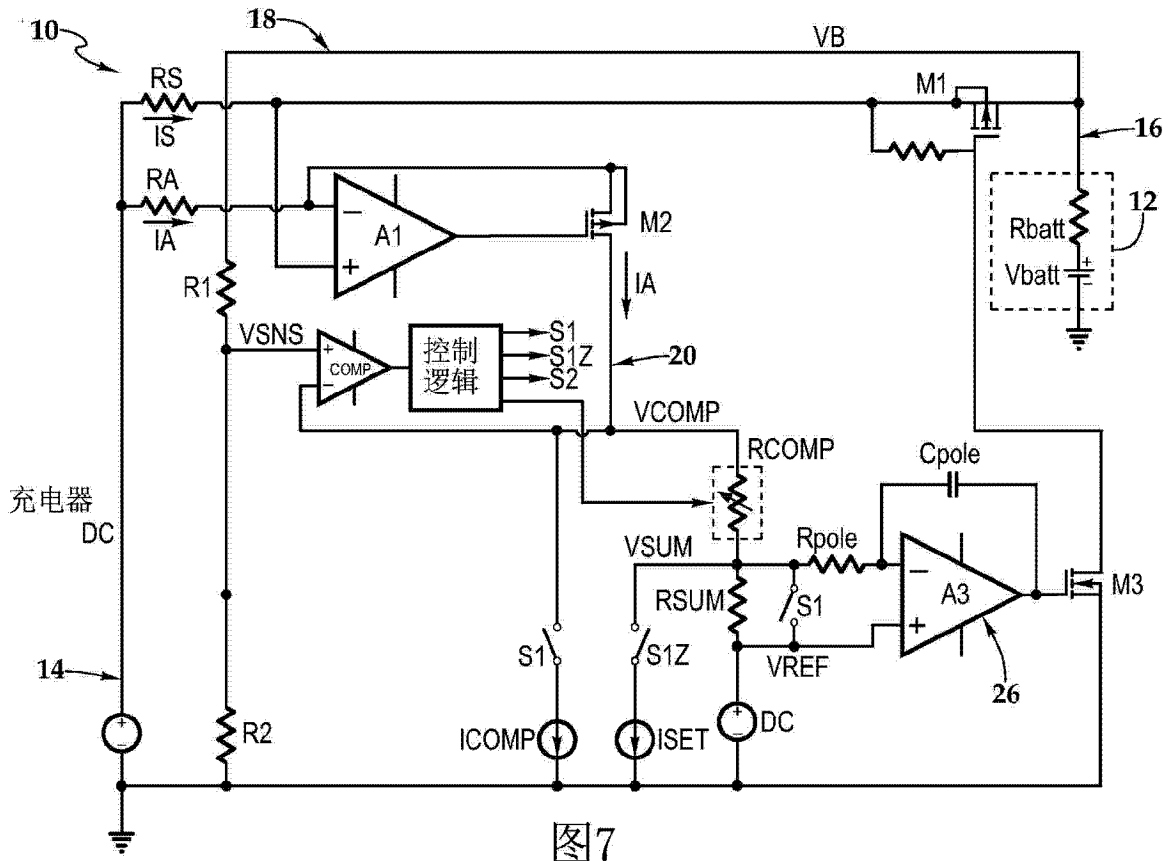


图7

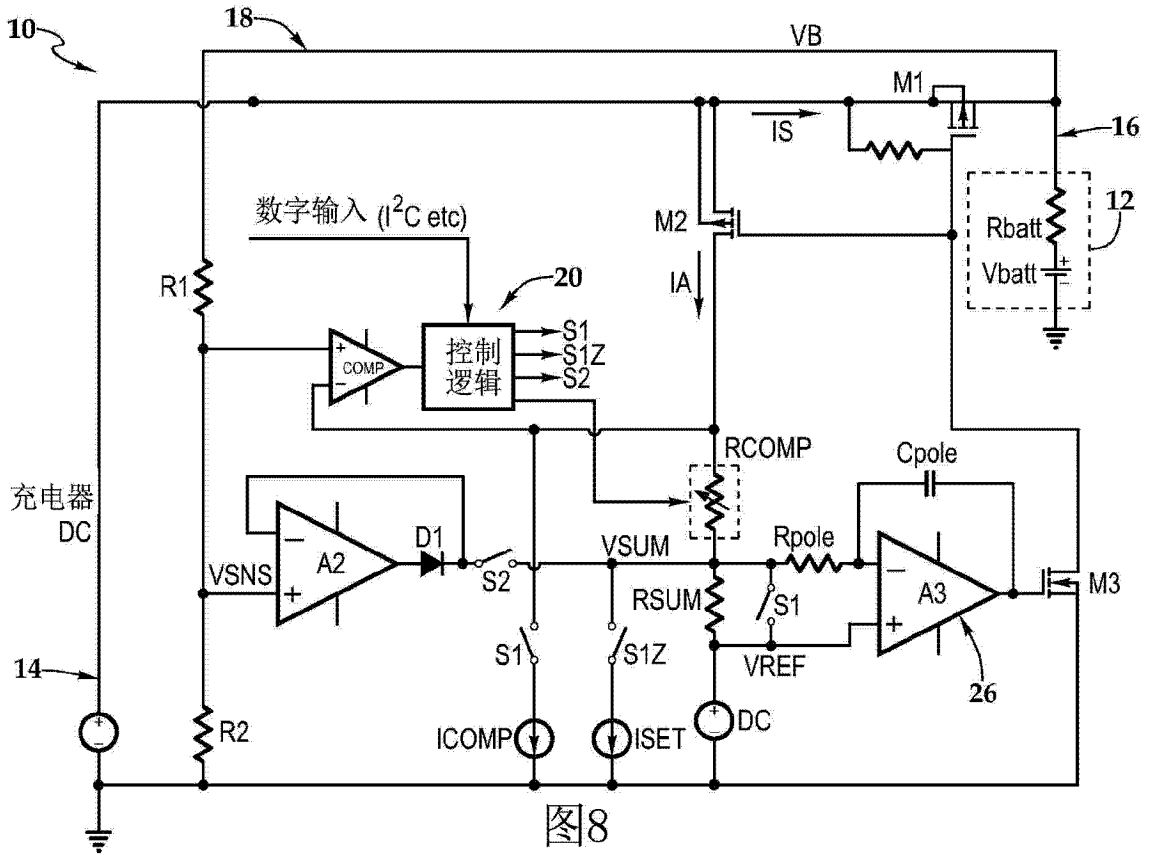


图8

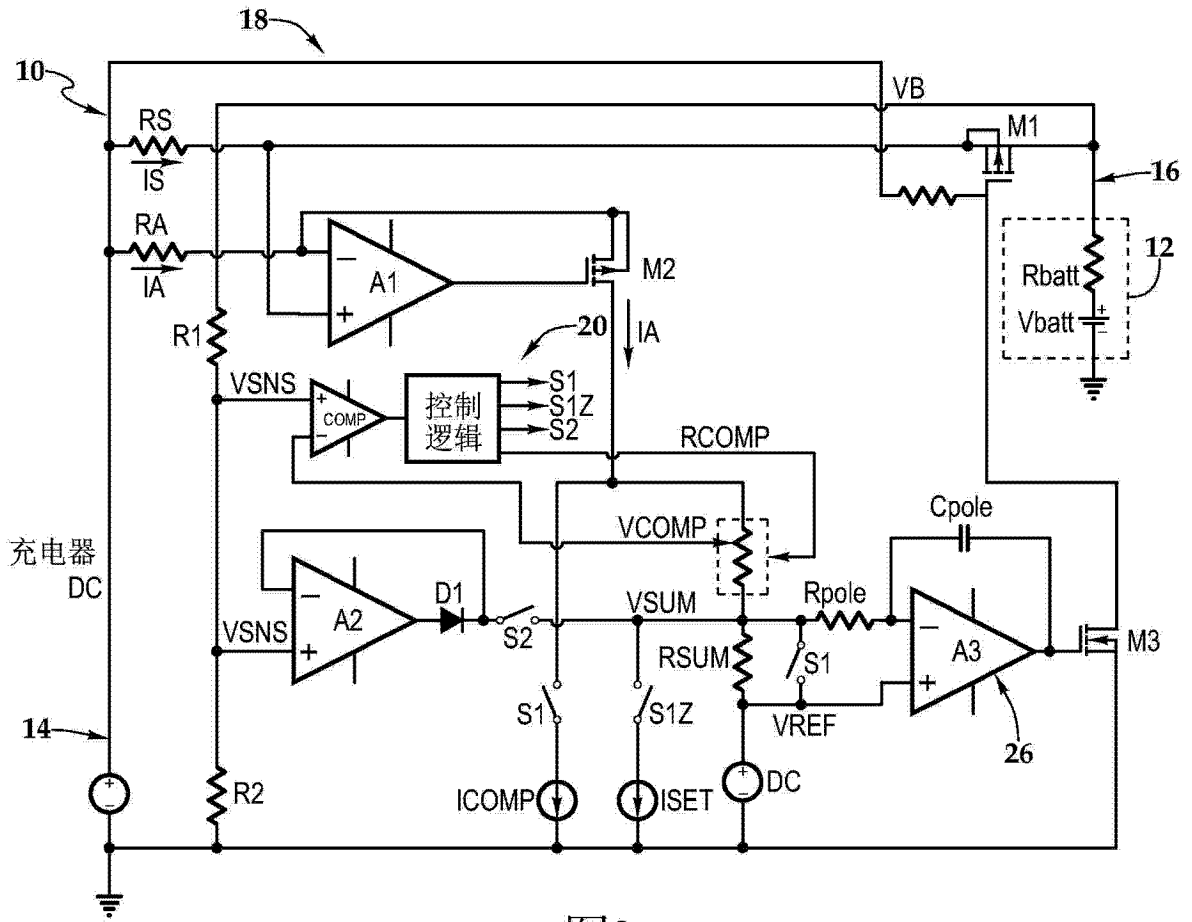


图9

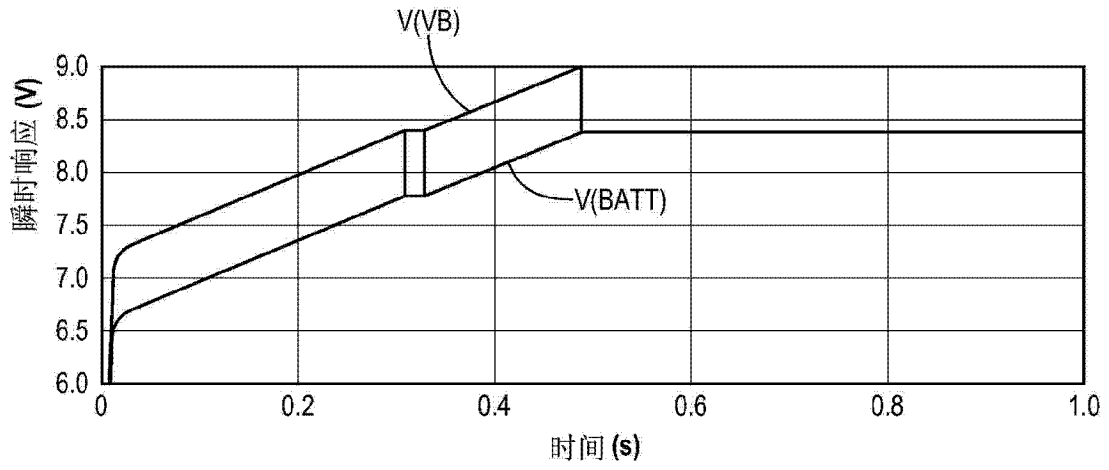


图10

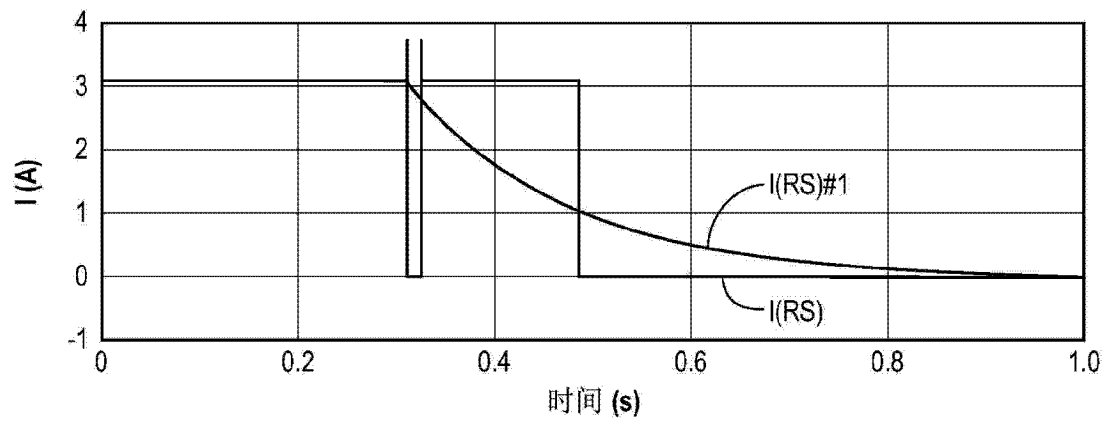


图11

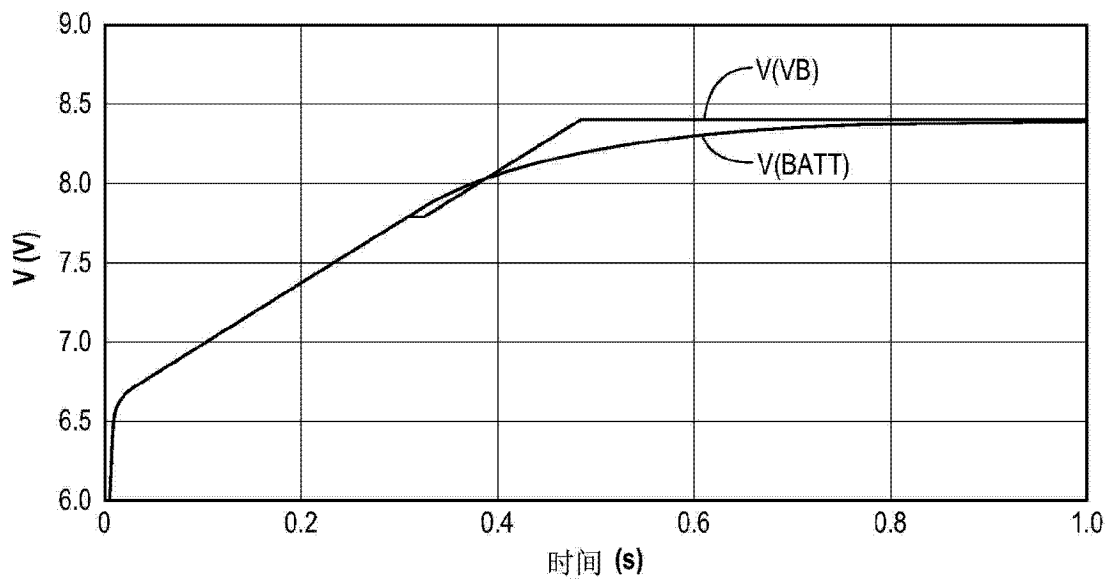


图12

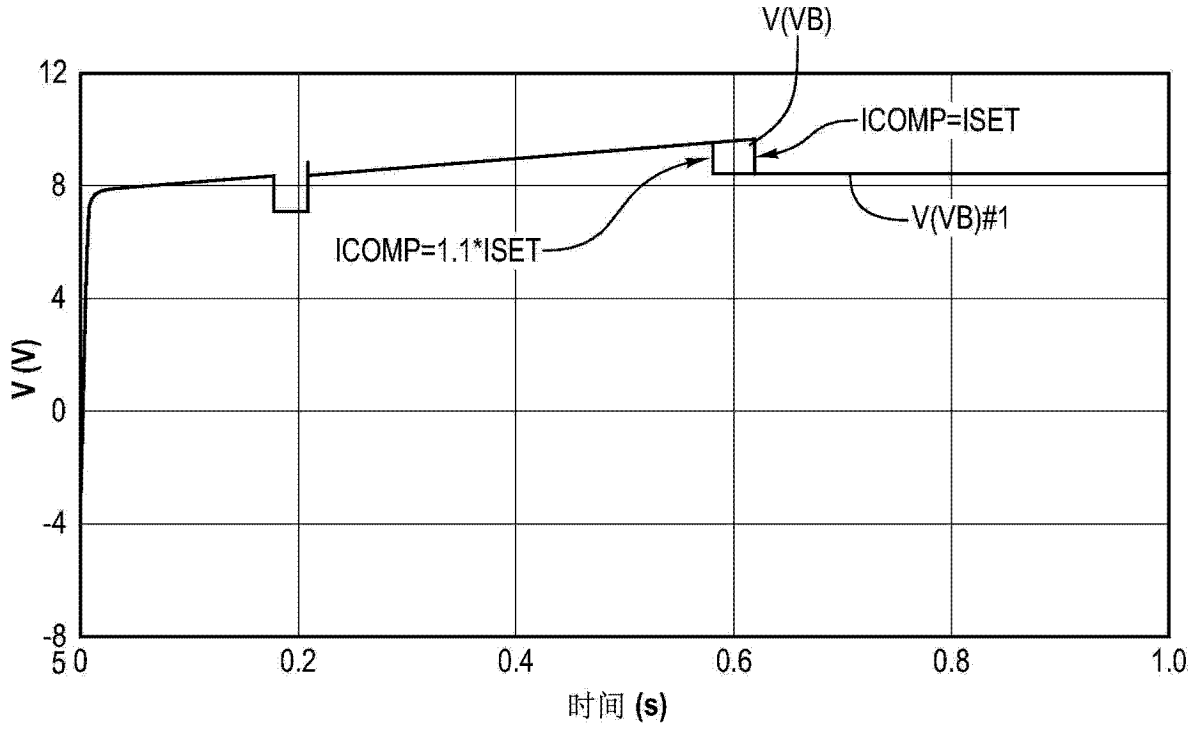


图13

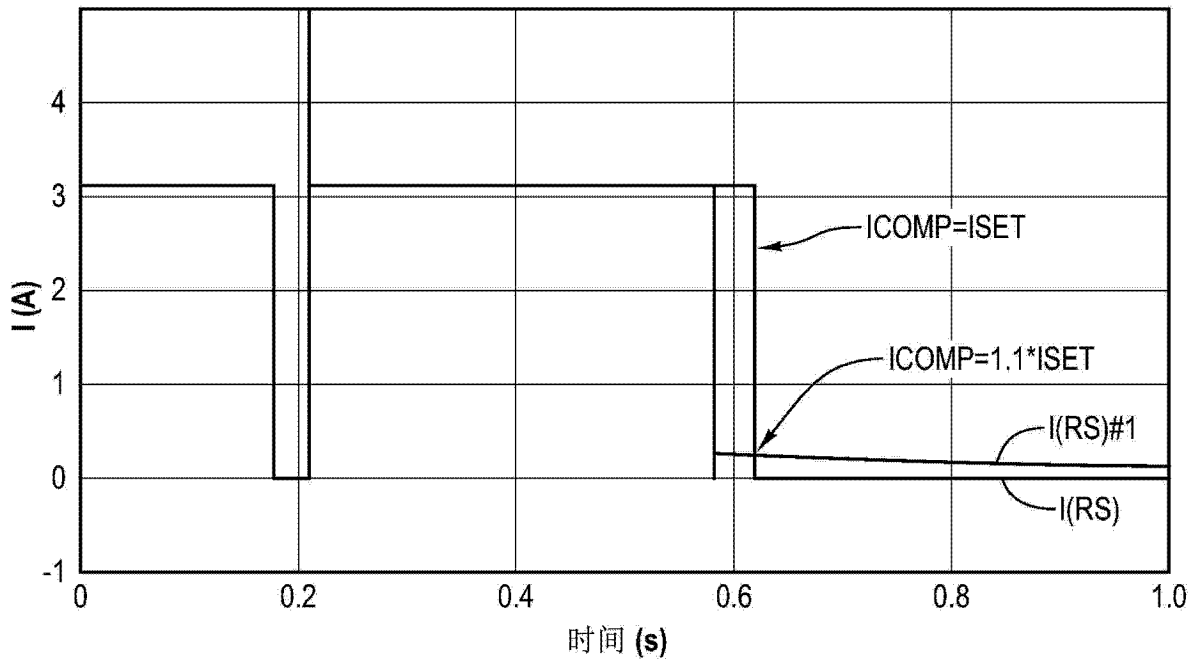


图14

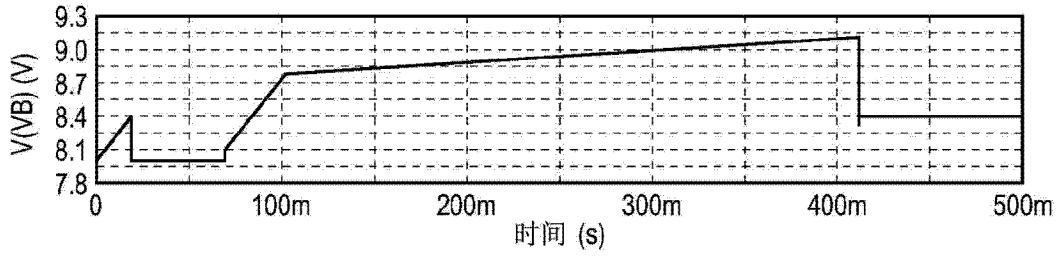


图15

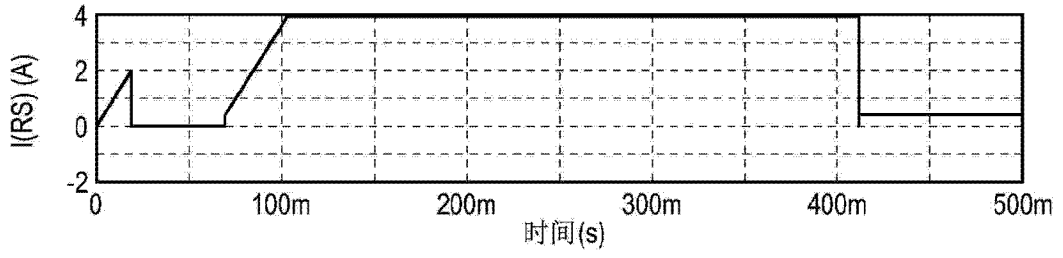


图16

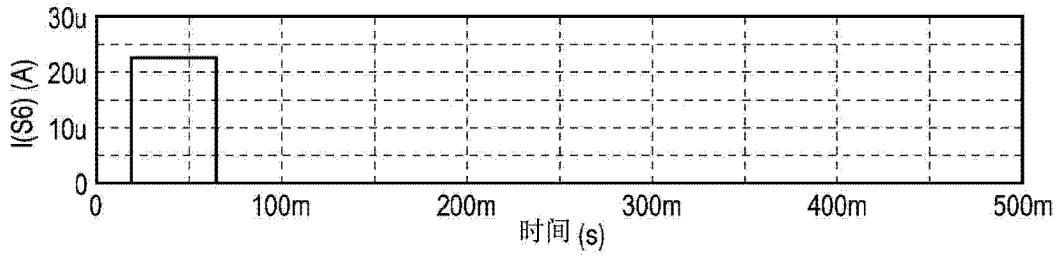


图17

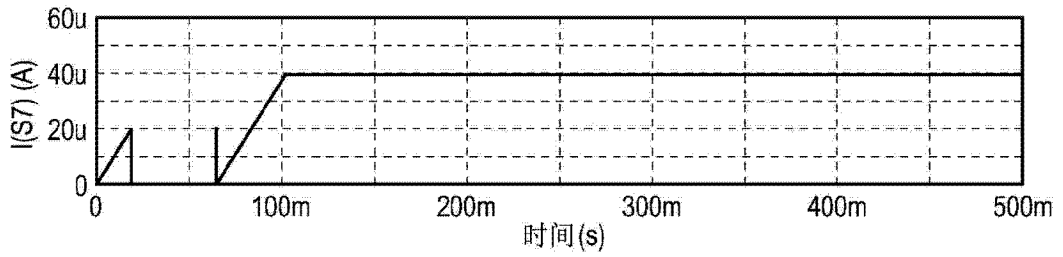


图18

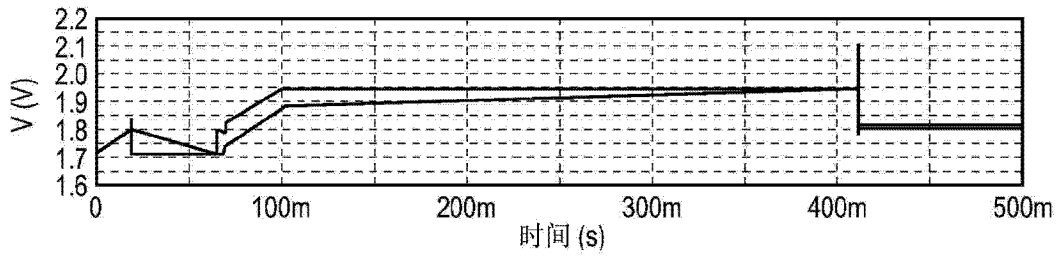


图19