



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102782979 B

(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201080064914.4

(22)申请日 2010.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102782979 A

(43)申请公布日 2012.11.14

(30)优先权数据

12/661,005 2010.03.09 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2012.08.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/061532 2010.12.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02011/112228 EN 2011.09.15

(73)专利权人 德州仪器公司

地址 美国得克萨斯州

(72)发明人 瓦迪姆·V·伊万诺夫

克里斯蒂安·林克

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 章蕾

(51)Int.Cl.

H02J 7/10(2006.01)

H02M 3/155(2006.01)

G05F 1/66(2006.01)

(56)对比文件

US 4695785 A, 1987.09.22, 说明书3、4、6、7
栏及附图1-3.

US 4695785 A, 1987.09.22, 说明书3、4、6、7
栏及附图1-3.

US 2008/0246463 A1, 2008.10.09, 说明书
第43-61段及附图10.

US 5604430 A, 1997.02.18, 全文.

US 2009/0206666 A1, 2009.08.20, 全文.

审查员 闫朝

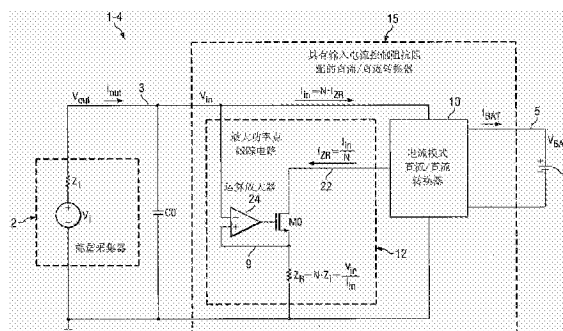
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

能量采集器电池充电器电路及方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于将能量从具有输出阻抗(Z_i)的能量采集器(2)传输到DC/DC转换器(10)的能量采集系统,其包括最大功率点跟踪MPPT电路(12),所述最大功率点跟踪MPPT电路(12)包括复制阻抗(Z_R),所述复制阻抗(Z_R)为所述输出阻抗的倍数(N)。所述MPPT电路跨越所述复制阻抗施加等于所述采集器的输出电压(V_{in})的电压以产生等于从所述采集器接收的输入电流(I_{in})除以所述倍数(N)的反馈电流(I_{ZR}),以在所述采集器与所述转换器之间提供最大功率点跟踪。



1. 一种能量采集系统,其包含:

(a)能量采集器,其具有输出阻抗;

(b)第一DC/DC转换器,其用于将从所述能量采集器的输出导体接收的输入电压转换为输出信号,所述第一DC/DC转换器具有等于 $V_{in} \div I_{in}$ 的有效输入阻抗,所述有效输入阻抗由所述输入电压控制以匹配所述输出阻抗,以便在所述能量采集器与所述第一DC/DC转换器之间提供最大功率点跟踪MPPT,其中MPPT电路包括耦合在所述能量采集器的所述输出导体与参考电压之间的复制阻抗,所述复制阻抗具有为所述能量采集器输出阻抗的预定倍数的值,所述复制阻抗由 $Z_r = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 确定,其中 Z_r 是所述复制阻抗, N 是预定倍数, Z_i 是所述能量采集器的输出阻抗, V_{in} 是所述能量采集器的输出电压而 I_{in} 是所述能量采集器的输出电流, $V_{in} \div I_{in}$ 是所述第一DC/DC转换器的有效输入阻抗,其中 $I_{in} \div N$ 的反馈电流流经所述复制阻抗,且所述MPPT电路包括耦合在第一导体与所述复制阻抗之间的晶体管,所述反馈电流流经所述第一导体,且其中所述MPPT电路还包括放大器,所述放大器具有耦合到所述能量采集器的所述输出导体的第一输入端、耦合到所述晶体管的控制电极的输出端及耦合到所述晶体管与所述复制阻抗之间的结的第二输入端;及

(c)输出端,可耦合至接收装置以接收所述输出信号。

2. 根据权利要求1所述的能量采集系统,其中所述接收装置包括电池。

3. 根据权利要求2所述的能量采集系统,其中所述第一DC/DC转换器包括第二DC/DC转换器,所述第二DC/DC转换器具有耦合到所述能量采集器的所述输出导体的第一输入端及耦合到所述参考电压的第二输入端,且其中所述第一DC/DC转换器还包括耦合在所述能量采集器的所述输出导体与所述参考电压之间的MPPT(最大功率点跟踪)电路。

4. 根据权利要求1所述的能量采集系统,其中所述预定倍数为4000。

5. 根据权利要求3所述的能量采集系统,其中所述第二DC/DC转换器包括电感器,所述电感器具有耦合到所述能量采集器的所述输出导体的第一端子及耦合到开关的第一端子且耦合到整流器的阳极端子的第二端子,所述开关的第二端子耦合到所述参考电压。

6. 根据权利要求5所述的能量采集系统,其中所述第二DC/DC转换器包括PWM(脉冲宽度调制器)电路,所述PWM(脉冲宽度调制器)电路具有耦合到所述开关的控制端子的输出端及耦合到所述第一导体的输入端。

7. 根据权利要求6所述的能量采集系统,其中所述MPPT电路包括电流传感器,所述电流传感器具有连接到所述能量采集器的输出端子的第一导电端子、连接到所述电感器的所述第一端子的第二导电端子及耦合到所述第一导体的输出端。

8. 根据权利要求7所述的能量采集系统,其中所述反馈电流与由所述电流传感器感测到的电感器电流进行比较,且其中所述PWM电路相应地控制所述开关的工作周期以便维持所述反馈电流等于所述输出电流除以所述预定倍数。

9. 根据权利要求1所述的能量采集系统,其中所述放大器操作以维持跨越所述复制阻抗的电压等于所述能量采集器的所述输出导体上的所述电压。

10. 根据权利要求1所述的能量采集系统,其包括处理器,所述处理器耦合到所述复制阻抗以在预定时间分别提供对所述复制阻抗的值的预定调整。

11. 根据权利要求1所述的能量采集系统,其中所述能量采集器为从包括振荡能量采集器、光伏太阳能电池能量采集器及热能量采集器的群组选择的能量采集器。

12. 一种用于优化将能量传输到DC/DC转换器的效率的方法,所述方法包含:

(a)将由具有输出阻抗 Z_i 的能量采集器产生的输出电流作为输入电流 I_{in} 施加到所述DC/DC转换器;

(b)提供复制阻抗 Z_r ,其为等于所述输出阻抗 Z_i 乘以预定倍数的所述输出阻抗的经缩放复制,其中 Z_r 由 $Z_r = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 确定,其中 N 是预定倍数, V_{in} 是所述能量采集器的输出电压, $V_{in} \div I_{in}$ 是所述DC/DC转换器的有效输入阻抗;

(c)跨越所述复制阻抗施加从所述能量采集器的输出导体接收的输出电压,以产生表示由所述能量采集器供应到所述DC/DC转换器的所述输入电流的反馈电流 $I_{in} \div N$,流到所述复制阻抗的所述反馈电流是从所述输入电流导出以在所述能量采集器与所述DC/DC转换器之间提供最大功率点跟踪MPPT,其中跨越所述复制阻抗施加从所述能量采集器的输出导体接收的输出电压包括使用运算放大器,所述运算放大器具有耦合到所述能量采集器的所述输出导体的第一输入端、耦合到耦合在所述能量采集器的所述输出导体之间的晶体管的控制电极的输出端及耦合到所述晶体管与所述复制阻抗之间的结的所述运算放大器的第二输入端;及

(d)将由所述DC/DC转换器产生的输出信号施加到所述DC/DC转换器的可耦合至接收装置的输出。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中步骤(b)包括提供具有是所述输出阻抗的值4000倍的值的所述复制阻抗。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中所述DC/DC转换器包括电感器,所述电感器具有耦合到所述能量采集器的所述输出导体的第一端子及耦合到开关的第一端子且耦合到整流器的阳极端子的第二端子,所述开关的第二端子耦合到参考电压,所述方法包括将所述第一导体耦合到脉冲宽度调制PWM电路的输入端且将所述PWM电路的输出端耦合到所述开关的控制端子。

15. 根据权利要求14所述的方法,其包括将所述反馈电流与所述电感器中的电流进行比较且操作所述PWM电路以控制所述开关的工作周期,以便维持所述反馈电流等于所述输入电流除以所述预定倍数。

16. 一种用于优化将能量传输到DC/DC转换器的效率的能量采集系统,其包含:

(a)用于将由具有输出阻抗 Z_i 的能量采集器产生的输出电流作为输入电流施加到所述DC/DC转换器的构件;

(b)用于提供复制阻抗 Z_r 的构件,所述复制阻抗为所述输出阻抗的经缩放表示,其中 Z_r 由 $Z_r = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 确定,其中 N 是预定倍数, V_{in} 是所述能量采集器的输出电压, $V_{in} \div I_{in}$ 是所述DC/DC转换器的有效输入阻抗;

(c)用于跨越所述复制阻抗施加从所述能量采集器的输出导体接收的输出电压以产生表示由所述能量采集器供应到所述DC/DC转换器的所述输入电流的反馈电流 $I_{in} \div N$ 的构件,流到所述复制阻抗的所述反馈电流是从所述输入电流导出以在所述能量采集器与所述DC/DC转换器之间提供最大功率点跟踪MPPT,以及包含运算放大器的构件,所述运算放大器具有耦合到所述能量采集器的所述输出导体的第一输入端、耦合到耦合在所述能量采集器的所述输出导体之间的晶体管的控制电极的输出端及耦合到所述晶体管与所述复制阻抗之间的结的所述运算放大器的第二输入端;及

(d)用于将由所述DC/DC转换器产生的输出信号施加到所述DC/DC转换器的可耦合至接收装置的输出的构件。

能量采集器电池充电器电路及方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及能量采集,且更特定来说,涉及用于改善将能量从能量采集装置传输到能量存储装置及/或负载装置的效率的电路及方法。

背景技术

[0002] 近来,已开发出需要极低量的操作电流的各种非常低功率的集成电路(通常称为“纳米功率”集成电路),其可由通过微能量采集装置从环境太阳能能源、振动能源、热能源及/或生物能源搜集或采集的非常小量的功率供电。所采集的功率接着通常存储在电池或超级电容器中。(如本文中所使用的术语“纳米功率”意在涵盖汲取小于约1微安培的DC电流的电路及/或电路组件。)

[0003] 图1展示能量采集系统1-1,其中温差电堆能量采集器2-1的输出端通过DC/DC转换器(即,电池充电器)10耦合到电池或超级电容器6(下文简单地称为电池6)。可将温差电堆能量采集器2-1建模为耦合在接地与电阻器 R_i 的一个端子3A之间的电压源 V_T 。电阻器 R_i 表示内部温差电堆电阻。内部电容 C_T 耦合在导体3A与接地之间。(典型的市售温差电堆采集器的内部电阻可为约300欧姆到1千欧姆。)温差电堆能量采集器2-1的输出端经由导体3将输出电压 V_{out} 施加到DC/DC转换器10的输入端,从而将输出电流 I_{out} 供应到DC/DC转换器10中,所述DC/DC转换器10为电池6充电。

[0004] 可容易地展示的是,如果温差电堆采集器输出电阻等于DC/DC转换器10的等效输入电阻 V_{in}/I_{in} ,那么从温差电堆能量采集器2-1的功率传输得到优化。典型的升压转换器、降压转换器或降压/升压转换器或电池充电器10的输入阻抗 V_{in}/I_{in} 通常不具有固定值,因为DC/DC转换器10操作以从其输入端汲取电池6可接受的尽可能多的输入电流 I_{in} 。

[0005] 图2展示另一能量采集系统1-2,其中感应采集器2-2的输出端通过DC/DC转换器10耦合到电池6。可将感应采集器2-2建模为与电感 L_{FB} 及 L_{coil} 及线圈电阻 R_{coil} 串联耦合的EMF(电动势)电压源 ϵ_L 。(典型的市售感应采集器的内部电阻 R_{coil} 可为约1欧姆到10千欧姆。)对于最优功率传输来说,有必要使DC/DC转换器10的输入阻抗与感应采集器2-2的输出阻抗匹配。

[0006] 图3展示又一能量采集系统1-3,其中光伏太阳能电池2-3的输出端通过DC/DC转换器10耦合到电池6。可将太阳能电池采集器2-3建模为与二极管D及泄漏电阻 R_P 并联耦合在导体3A与接地之间的电流源 I_{PH} 。串联电阻 R_S (其通常可为约0.1欧姆到100欧姆)连接在导体3A与采集器输出导体3之间。对于最优功率传输来说,有必要使DC/DC转换器的输入阻抗与太阳能电池采集器2-3的等效输出阻抗匹配。

[0007] 图3中的 I_{out}/P_{out} 对 V_{out} 曲线指示,如果 V_{out} 保持高于二极管D的导通阈值电压,那么由太阳能采集器2-3产生的所有电流 I_{out} 会流经二极管D到接地。因此,如果 V_{out} 的值太高,那么由太阳能采集器2-3产生的电流被浪费。起初, P_{out} 相对于 V_{out} 线性增加,因为由图3中的电流源 I_{PH} 产生的电流 I_{out} 是恒定的。随着所产生的电流开始流经二极管D,最大值或峰值出现在 P_{out} 曲线中。因此,如果 V_{out} 的值太低,那么可用的经采集功率($V_{out} \times I_{out}$)的总量在太阳能

电池采集器2-3的输出端处变得不可用,并且如果 V_{out} 的值足够高使得一些或所有所产生的电流 I_{PH} 正流经二极管D到接地,那么对应的功率被浪费且不能被转换成合适的输出电压及输出电流以用于为电池6充电。

[0008] 从图1到3的采集器可用的功率的量通常是小的且不可预测,所以在这些应用中通常需要中间能量存储器(例如,锂电池或超级电容器),以在来自采集器的能量不可用或不充足时提供系统功率需要。重要的是,“管理”来自纳米功率采集装置的可用的少量功率,以便在功率损失最小的情况下,尽可能有效地传输经采集能量以为电池充电或为应用装置供应能量。

[0009] 用以优化从第一电路的输出端到第二电路的输入端的功率传输的众所周知的阻抗匹配技术涉及使所述第一电路的输出阻抗与所述第二电路的输入阻抗匹配。

[0010] 一种用于优化从大P-V(光伏)太阳能电池(其产生大量功率)采集功率的效率的常用技术称为“最大功率点跟踪”(MPPT),所述大P-V(光伏)太阳能电池经管理以为电池充电及/或为应用装置供应能量。此MPPT优化使用数字处理器以通过执行各种已知的复杂MPPT算法来调整DC/DC转换器10的电压值及电流值以便获得“最大功率点”而控制正被采集的功率的量。通常,通过使用数字算法来调整从采集器传送到DC/DC转换器的输入端的输入电流 I_{in} 及确定或测量被传送到DC/DC转换器的输入端的功率的量而执行MPPT跟踪。

[0011] 举例来说,MPPT算法可能减小电流 I_{in} 的量,这可能致使被传输的功率的量减小。或者,MPPT算法可能重复地增大电流 I_{in} 的量,这可能致使被传输的功率的量重复地增大,直到在某点处被传输的功率的量开始减小而不是增大为止。这将意味着最大效率功率传输的点(即,最大功率点)在当前情形下已被确定。MPPT算法通常将操作以便维持被传送到DC/DC转换器的输入端的输入电流 I_{in} 与DC/DC转换器的所得输入电压 V_{in} 之间的最优效率平衡。

[0012] 遗憾的是,此现有复杂数字MPPT功率优化算法消耗过多将可在纳米功率采集应用中应用的能量。各种专利(包括第7,564,013号及第7,394,237号美国专利)揭示已知的MPPT功率优化技术。

发明内容

[0013] 根据实例实施例,本发明提供一种用于将能量从具有输出阻抗(Z_i)的能量采集器(2)传输到DC/DC转换器(10)的能量采集系统。最大功率点跟踪(MPPT)电路(12)包括复制阻抗(Z_R),其为采集器输出阻抗的倍数(N)。MPPT电路(12)跨越复制阻抗(Z_R)施加等于采集器的输出电压(V_{in})的电压以产生反馈电流(I_{ZR}),其等于从采集器(2)接收的输入电流(I_{in})除以倍数(N),以在采集器(2)与DC/DC转换器(10)之间提供最大功率点跟踪。

[0014] 在实例实施例中,本发明提供一种能量采集系统(1-4、5、6),其包括:能量采集器(2),其具有输出阻抗(Z_i);及第一DC/DC转换器(15),其用于将从能量采集器(2)的输出导体(3)接收的输入电压(V_{in})转换为输出信号(I_{BAT} 、 V_{BAT})。第一DC/DC转换器(15)具有输入阻抗($V_{in} \div I_{in}$),其由输入电压(V_{in})控制以匹配输出阻抗(Z_i),以便在能量采集器(2)与第一DC/DC转换器(15)之间提供最大功率点跟踪(MPPT)。接收装置(6)经耦合以接收输出信号(I_{BAT} 、 V_{BAT})。在所描述的实施例中,第一DC/DC转换器(15)包括第二DC/DC转换器(10),所述第二DC/DC转换器(10)具有耦合到能量采集器(2)的输出导体(3)的第一输入端及耦合到参考电压(GND)的第二输入端。第一DC/DC转换器(15)还包括耦合在能量采集器(2)的输出导

体(3)与参考电压(GND)之间的MPPT(最大功率点跟踪)电路(12)。

[0015] 在实例实施例中,MPPT电路(12)包括耦合在能量采集器(2)的输出导体(3)与参考电压(GND)之间的复制阻抗(Z_R)。复制阻抗(Z_R)具有为采集器输出阻抗(Z_i)的预定倍数(N)的值,其中反馈或复制电流(I_{ZR})流经复制阻抗(Z_R)。复制电流(I_{ZR})等于输入电流(I_{in})除以预定倍数(N)。在所描述的实施例中,所述预定倍数(N)为约4000。

[0016] 在实例实施例中,MPPT电路(12)包括耦合在导体(28)与复制阻抗(Z_R)之间的晶体管(M0)。复制电流(I_{ZR})流经导体(28)。MPPT电路(12)还包括放大器(24),其具有耦合到能量采集器(2)的输出导体(3)的第一输入端(-)、耦合到晶体管(M0)的控制电极的输出端及耦合到晶体管(M0)与复制阻抗(Z_R)之间的结(9)的第二输入端(+)

[0017] 在实例实施例中,第二DC/DC转换器(10)包括电感器(L0),其具有耦合到能量采集器(2)的输出导体(3)的第一端子(3-1)及耦合到开关(S0)的第一端子且耦合到整流器(D0)的阳极端子的第二端子(4)。开关(S0)的第二端子耦合到参考电压(GND)。

[0018] 在实例实施例中,第二DC/DC转换器(10)包括PWM(脉冲宽度调制器)电路(20),其具有耦合到开关(S0)的控制端子的输出端及耦合到导体(28)的输入端(27),且MPPT电路(12)包括电流传感器(13),其具有连接到能量采集器(2)的输出端子(3)的第一导电端子、连接到电感器(L0)的第一端子(3-1)的第二导电端子及通过电流求和电路(23)耦合到导体(28)的输出端。将复制电流(I_{ZR})与由电流传感器(13)感测到的电感器电流进行比较,且其中PWM电路(20)相应地控制开关(S0)的工作周期,以便维持复制电流(I_{ZR})等于输入电流(I_{in})除以预定倍数(N)。放大器(24)操作以维持跨越复制阻抗(Z_R)的电压等于能量采集器(2)的输出导体(3)上的电压(V_{in})。

[0019] 在实例实施例中,处理器(30)耦合到复制阻抗(Z_R)以在预定时间处分别提供对复制阻抗(Z_R)的值的预定调整。

[0020] 在实例实施例中,本发明提供一种用于优化将能量传输到第二DC/DC转换器(10)的效率的方法,其包括:将由具有输出阻抗(Z_i)的能量采集器(2)产生的输出电流(I_{out})作为输入电流(I_{in})施加到第二DC/DC转换器(10);提供复制阻抗(Z_R),其为等于输出阻抗(Z_i)乘以预定倍数(N)的输出阻抗(Z_i)的经缩放复制;跨越复制阻抗(Z_R)施加从能量采集器(2)的输出导体(3)接收的输出电压(V_{in}),以产生表示由能量采集器(2)供应到第二DC/DC转换器的输入电流(I_{in})的反馈电流(I_{ZR}),其中从输入电流(I_{in})导出流到复制阻抗(Z_R)的反馈电流(I_{ZR})以在能量采集器(2)与第二DC/DC转换器(10)之间提供最大功率点跟踪(MPPT);及将由第二DC/DC转换器(10)产生的输出信号(V_{BAT})施加到接收装置(6)。

[0021] 在实例实施例中,所述方法包括通过运算放大器(24)跨越复制阻抗(Z_R)施加从能量采集器(2)的输出导体(3)接收的输出电压(V_{in}),所述运算放大器(24)具有耦合到能量采集器(2)的输出导体(3)的第一输入端(-)、耦合到耦合在能量采集器(2)的输出导体(3)之间的晶体管(M0)的控制电极的输出端及耦合到晶体管(M0)与复制阻抗(Z_R)之间的结(9)的第二输入端(+)。在一个实施例中,第二DC/DC转换器(10)包括电感器(L0),其具有耦合到能量采集器(2)的输出导体(3)的第一端子(3-1)及耦合到开关(S0)的第一端子且耦合到整流器(D0)的阳极端子的第二端子(4),开关(S0)的第二端子耦合到参考电压(GND),所述方法包括将PWM电路(20)的输入端耦合到导体(28),且将从PWM电路(20)去耦合的输出端耦合到开关(S0)的控制端子。

[0022] 在实例实施例中,所述方法包括将反馈电流(I_{ZR})与电感器(L0)中的电流进行比较,且操作PWM电路(20)以控制开关(S0)的工作周期,以便维持反馈电流(I_{ZR})等于输入电流(I_{in})除以预定倍数(N)。

[0023] 在实例实施例中,所述方法包括提供具有比输出阻抗(Z_i)的值大约4000倍的值的复制电阻(Z_R)。

[0024] 在实例实施例中,本发明提供一种用于优化将能量传输到DC/DC转换器(10)的效率的能量采集系统,其包括:构件(3、13),其用于将由具有输出阻抗(Z_i)的能量采集器(2)产生的输出电流(I_{out})作为输入电流(I_{in})施加到DC/DC转换器(10);复制阻抗构件(Z_R),其用于提供复制阻抗(Z_R),所述复制阻抗(Z_R)为输出阻抗(Z_i)的经缩放表示;构件(24、M0),其用于跨越复制阻抗(Z_R)施加从能量采集器(2)的输出导体(3)接收的输出电压(V_{in}),以产生表示由能量采集器(2)供应到DC/DC转换器的输入电流(I_{in})的反馈电流(I_{ZR}),其中从能量采集器(2)的输出导体(3)导出流到阻抗(Z_R)的复制反馈电流(I_{ZR})以在能量采集器(2)与DC/DC转换器(10)之间提供最大功率点跟踪(MPPT);及构件(5),其用于将由DC/DC转换器(10)产生的输出信号(V_{BAT})施加到接收装置(6)。

附图说明

[0025] 参考附图描述实例实施例,其中:

[0026] 图1为通过功率管理电路耦合到电池的温差电堆能量采集器的等效电路的示意图。

[0027] 图2为通过功率管理电路耦合到电池的感应采集器等效电路的示意图。

[0028] 图3为通过功率管理电路耦合到电池的太阳能电池采集器等效电路的示意图。

[0029] 图4为耦合到与耦合在能量与电池之间的DC/DC转换器相关联的最大功率点跟踪电路的能量采集器的框图。

[0030] 图5为图4中展示的电路的更详细实施方案的示意图。

[0031] 图6为说明使用处理器来周期性地调整图4及5中的复制阻抗 Z_R 的框图。

具体实施方式

[0032] 图4展示能量采集系统1-4,其中能量采集器2的输出端通过DC/DC转换器或电池充电器15耦合到电池6。DC/DC转换器15经由导体52将电流 I_{BAT} 及对应的电压 V_{BAT} 传送到电池6。能量采集器2被建模为耦合在接地与能量采集器2的内部阻抗 Z_i 的一个端子之间的电压源 V_i 。内部阻抗 Z_i 的另一端子通过导体3连接到采集器2的输出端,在采集器2的输出端上产生采集器输出电压 V_{out} 。采集器输出电流 I_{out} 流经导体3。能量采集器2的输出端3连接到DC/DC转换器15的输入端,且经由导体3将输出电压 V_{in} 施加到DC/DC转换器15的输入端,且还将输入电流 I_{in} 供应到DC/DC转换器15。因此,由采集器2产生的输出电压 V_{out} 及输出电流 I_{out} 分别等于DC/DC转换器15的输入电压 V_{in} 及输入电流 I_{in} 。DC/DC转换器15经由输出导体5为电池6充电。

[0033] 图4中的DC/DC转换器15为具有等于 $V_{in} \div I_{in}$ 的受控输入阻抗的DC/DC转换器。DC/DC转换器15包括常规DC/DC控制器10及MPPT(最大功率点跟踪)电路12。DC/DC转换器10的两个输入端分别连接到导体3及接地。DC/DC转换器10提供“复制”反馈电流 I_{ZR} ,其控制DC/DC转

换器10中的输入电流 I_{in} (例如,图5的电感器L0中的电感器电流),以便使 I_{in} 与反馈电流 I_{ZR} 成比例。

[0034] DC/DC转换器15的MPPT电路12包括运算放大器24,其使其(-)输入端连接到导体3且使其输出端连接到N沟道晶体管M0的栅极。晶体管M0的漏极通过导体22连接到DC/DC转换器10的反馈端子,且将反馈电流 I_{ZR} 传导到晶体管M0的漏极中。晶体管M0的源极通过导体9连接到“复制”阻抗 Z_R 的一个端子且连接到放大器24的(+)输入端。复制阻抗 Z_R 的另一端子连接到接地。复制阻抗 Z_R 为能量采集器2的输出阻抗 Z_i 的经缩放(通过因子N)复制。

[0035] 反馈环路(其包括导体22、晶体管M0、放大器24及复制阻抗 Z_R)操作以保持跨越复制阻抗 Z_R 的电压等于输入电压 V_{in} 。 V_{in} 根据目前多少功率或输入电流 I_{in} 正由采集器2产生而变化。反馈电流 I_{ZR} 的值由复制阻抗 $Z_R = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 的值确定。DC/DC转换器15的操作使得复制阻抗 Z_R 等于 $V_{in} \div I_{in}$,其为DC/DC转换器15的有效输入阻抗。因此,复制电流 I_{ZR} (其通过反馈阻抗 $Z_R = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 流到接地)等于 I_{in}/N 。倍数N可具有相对高的值(例如,4000)。DC/DC转换器15向能量采集器2呈现为复制阻抗 $Z_R = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$,且因此被认为与采集器输出阻抗 Z_i 匹配。(因为电流 I_{in} 流经能量采集器2的输出阻抗 Z_i ,且因为复制电流 $I_{ZR} = I_{in}/N$ 流经复制阻抗 $Z_R = N \times Z_i$,跨越采集器输出阻抗 Z_i 的所得电压降等于跨越复制阻抗 $Z_R = N \times Z_i$ 的所得电压降,所以采集器输出阻抗 Z_i 与输入阻抗 $Z_R = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 匹配。)

[0036] 反馈电流 I_{ZR} 跟踪输入电压 V_{in} 的变化,且这保持复制阻抗 Z_R 及输入阻抗 V_{in}/I_{in} 约与采集器输出阻抗 Z_i 匹配。作为实例,如果复制阻抗 Z_R 等于1兆欧姆且倍数或缩放因数N等于4000,那么DC/DC转换器15将向采集器2呈现为250欧姆的电阻器。

[0037] 因此,图4中的能量采集器系统1-4提供一种通过致使有效输入阻抗 $V_{in} \div I_{in}$ 匹配能量采集器2的输出阻抗来控制DC/DC转换器15的有效输入阻抗 $V_{in} \div I_{in}$ 的方式。这通过使用DC/DC转换器15的输入电压 V_{in} 来产生(举例来说,通过复制阻抗 Z_R)反馈电流 I_{ZR} 而实现。可通过合适的电阻器或二极管或与特定能量采集器2的输出阻抗大体上匹配的其它组件来提供复制阻抗 Z_R 。DC/DC转换器10以如下方式配置以使得其提供反馈电流 I_{ZR} 以便确定DC/DC转换器15的输入电流 I_{in} ,使得有效输入阻抗 $Z_R = N \times Z_i = V_{in} \div I_{in}$ 向采集器2的输出端呈现为匹配的复制阻抗 Z_R 。

[0038] 图5的能量采集系统1-5包括DC/DC转换器15的更详细实施方案。图5中的DC/DC转换器10包括电感器L0,其一个端子连接到电流传感器电路13的一个导电端子3-1。(可被实施的单向电流传感器电路13在2002年4月23日颁给伊万诺夫(Ivanov)的标题为“用于MOS切换调节器中的电感器电流测量的方法及电路(Method and Circuits for Inductor Current Measurement in MOS Switching Regulators)”的第6,377,034号共同转让的美国专利的图1中指示,所述专利以引用的方式并入本文中。)电感器L0的另一端子通过导体4连接到开关S0的一个端子且连接到同步整流器电路或二极管D0的“阳极”端子。二极管D0的阴极通过导体5连接到电池6的(+)端子。DC/DC转换器15经由导体52将电流 I_{BAT} 及对应的电压 V_{BAT} 传送到电池6。

[0039] 开关S0的另一端子连接到接地。开关S0的控制端子连接到常规脉冲宽度调制器(PWM)电路20的输出端29。PWM电路20的输入端通过导体27连接到常规电流求和电路23的输出端。电流求和电路23的输入端通过导体22连接到电流传感器电路13的输出端。电流求和电路23的另一输出端通过导体28连接到晶体管M0的漏极。电流传感器13的另一导电端子连

接到导体3。

[0040] 运算放大器24维持跨越复制电阻器或阻抗 Z_R 的电压等于 V_{in} (如图4中)。电流传感器电路13的输出为反馈电流 I_{ZR} ,其流经晶体管M0及复制阻抗 Z_R 。反馈电流 I_{ZR} 控制DC/DC转换器15的输入电流 I_{in} 。如在图4中,图5中的DC/DC转换器15的等效输入阻抗 $V_{in} \div I_{in}$ 等于 Z_R 乘以电流传感器比率 N ,其等于 I_{in}/I_{ZR} 。将反馈电流 I_{ZR} 与感测到的电感器电流 I_{in} 进行比较。通过致使 I_{in} 及 I_{ZR} 在相反方向上流到由阻抗(例如滤波电容或电阻)加载的连接点来实现此 I_{ZR} 与感测到的电感器电流 I_{in} 的比较。两个电流之间的差异产生跨越阻抗的对应差异电压,且所述差异电压被施加到PWM电路20的输入端。PWM电路20相应地控制开关S0的工作周期以便维持 I_{ZR} 等于 I_{in}/N 。(PWM电路20通常可包括振荡器及若干其它电路元件,但其可仅为自振荡环路中的滞后比较器。)在任何情形下,反馈电流 $I_{FB} = I_{ZR}$ 的所得限制有效地限制了通过电感器L0的电流 I_{in} 。

[0041] 应了解,以上描述的MPPT电路12对于微功率应用(例如,便携式能量采集器)是有用的。然而,MPPT电路12具有固定复制阻抗 $Z_R = N \times Z_i$,但使用复制阻抗 Z_R 的固定值对于某些能量采集器(其中内部采集器阻抗(即,采集器输出阻抗) Z_i 可随温度、时间及/或操作条件显著变化)可能为不合适的。举例来说,在某些应用(例如,大规模太阳能功率采集系统或附接到高温引擎或排气管的自动热采集器装置,其中产生相对大量的所采集功率)中,可通过使复制阻抗 Z_R 可不定期地调整或定期地调整而进一步优化以上描述的MPPT技术。

[0042] 如图6中所展示,这可通过使用系统处理器30根据各种已知MPPT算法基于正被产生的功率的量来调整 Z_R 的值而实现。举例来说,可通过计时装置或显著的环境改变来相对不频繁地执行、触发此些 Z_R 调整。此技术可节约计算系统资源且可显著减少由MPPT过程消耗的功率量。

[0043] 所描述的MPPT系统根据由采集器2施加到DC/DC转换器15的输入端的输入电压 V_{in} 而控制电感器L0中的转换器输入电流 I_{in} ,且通过提供采集器输出阻抗 Z_i 的复制且用采集器2的输出电压使其偏置以确定转换器15的输入阻抗 $V_{in} \div I_{in}$ 来提供采集器输出阻抗 Z_i 与DC/DC转换器15的输入阻抗 V_{in}/I_{in} 的有效匹配。这有效地优化从采集器2到DC/DC转换器15的功率传输,且产生用于纳米功率能量采集应用的简单、经济的MPPT电路及技术。

[0044] 本文希望涵盖具有在实例实施例的上下文中描述的特征或步骤中的一者或一者以上的不同组合的实施例,所述实例实施例具有所有此类特征或步骤或仅具有一些此类特征或步骤。所属领域的技术人员将了解,许多其它实施例及变型在所主张的发明的范围内也是可能的。

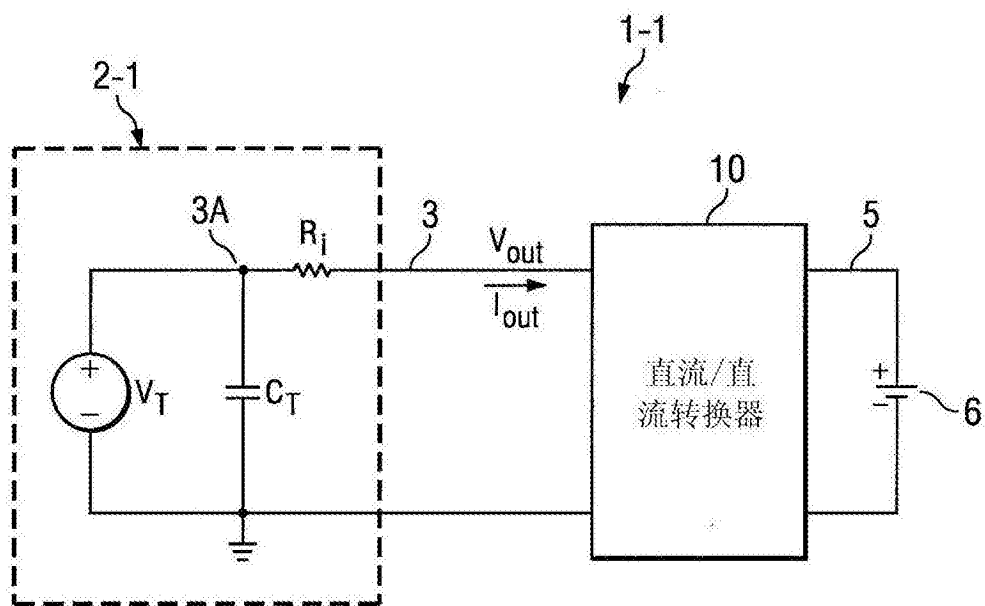


图1(现有技术)

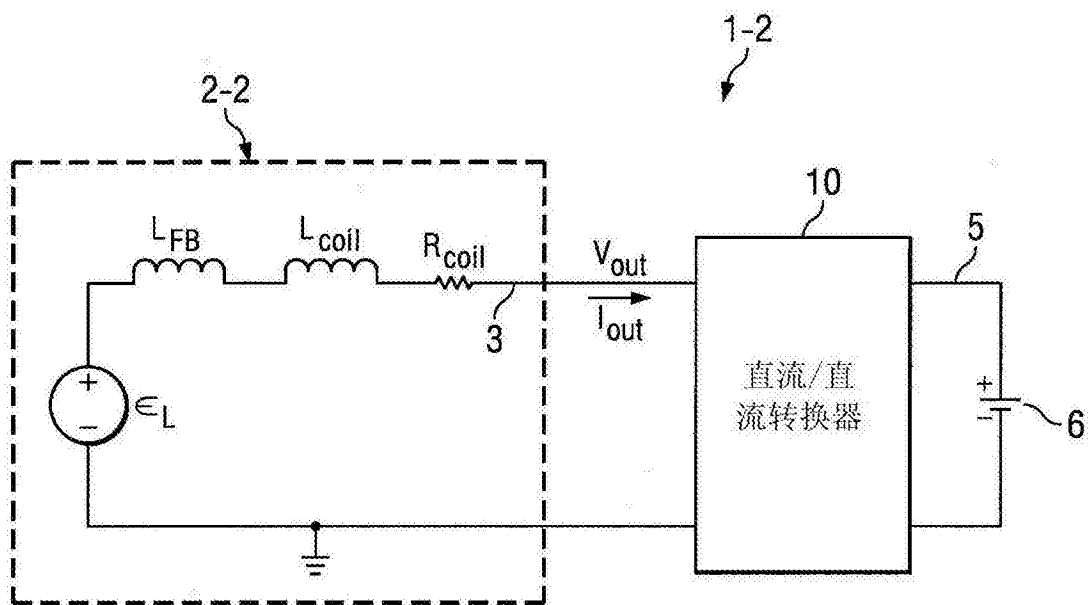


图2(现有技术)

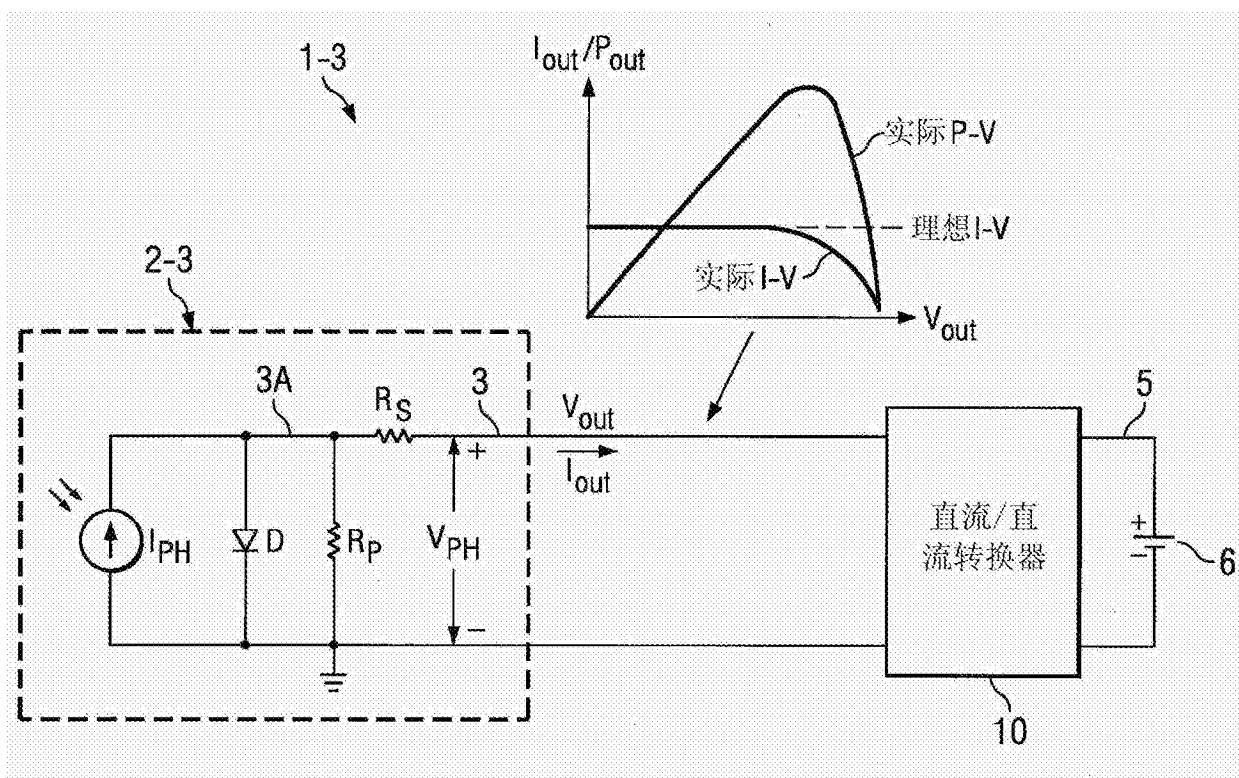


图3(现有技术)

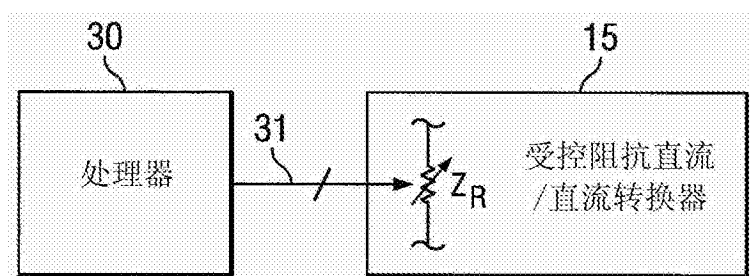


图6

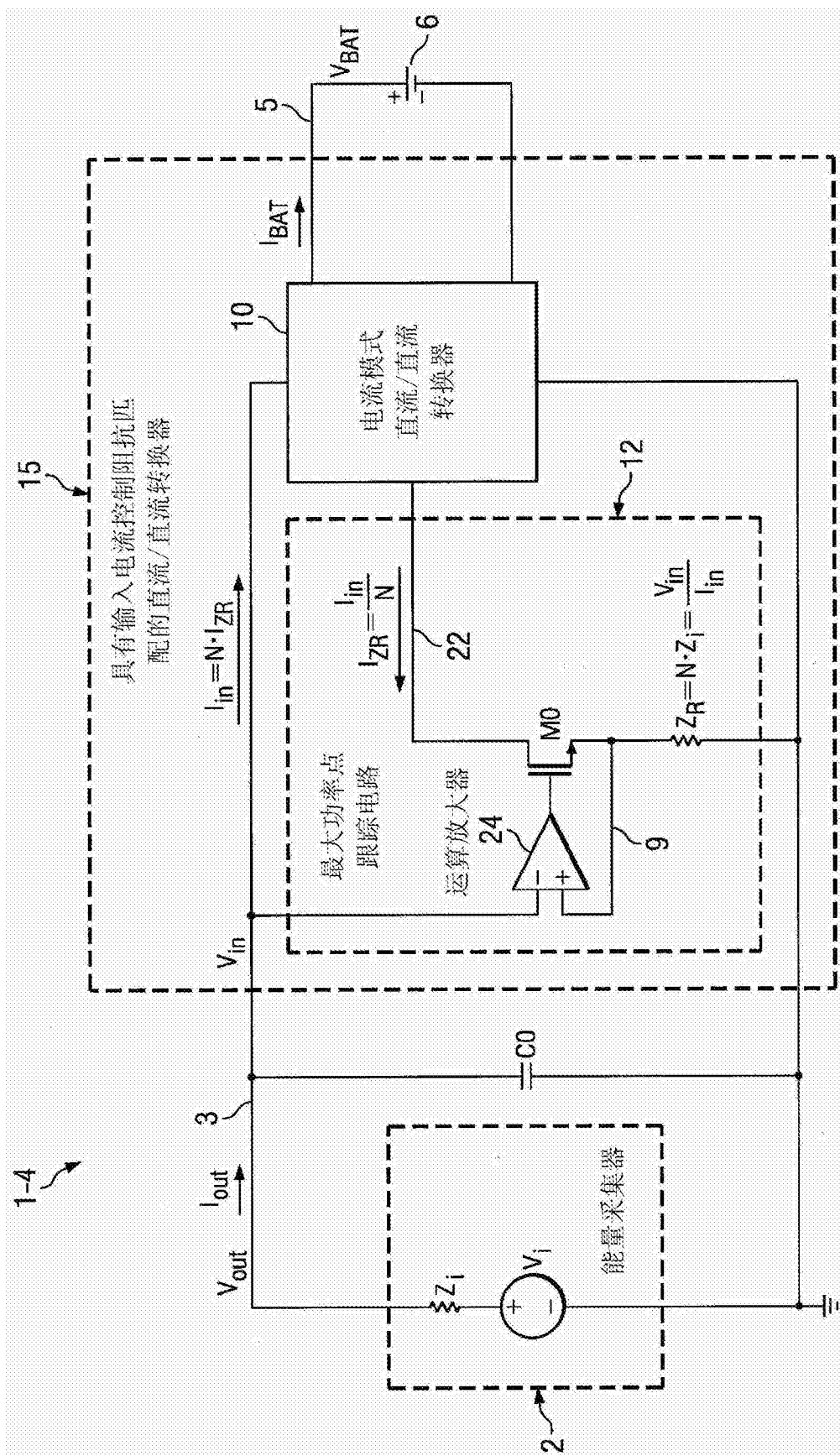


图4

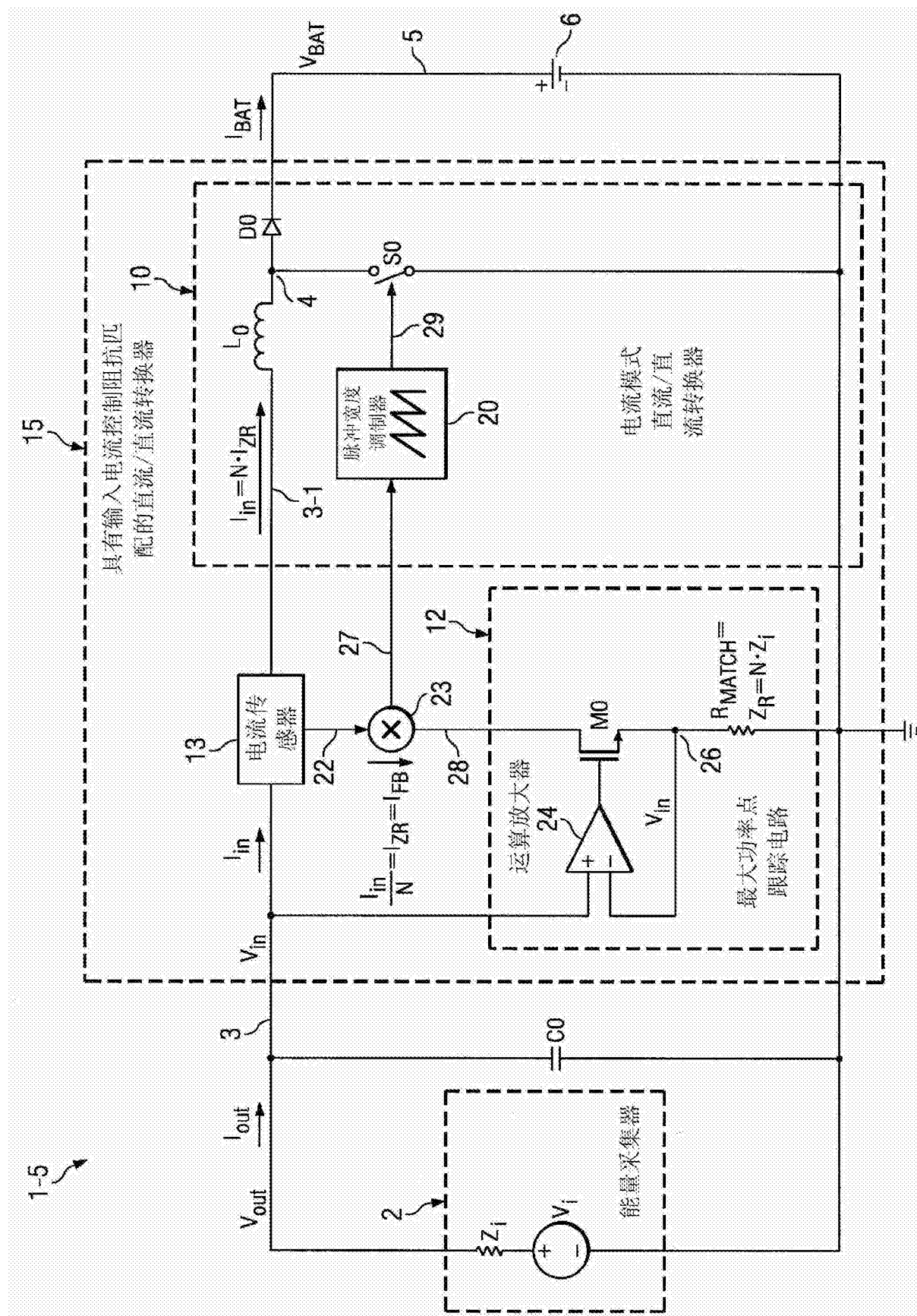


图5