



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204835631 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201520606507. 1

(22) 申请日 2015. 08. 12

(73) 专利权人 苏州汇川技术有限公司

地址 215000 江苏省苏州市吴中区吴中经济开发区旺山工业园友翔路北侧

(72) 发明人 汪超 刘畅

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 陆军

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

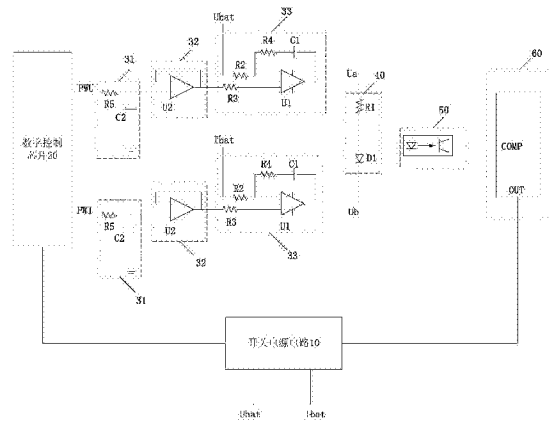
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

数模混合控制蓄电池充电电路

(57) 摘要

一种数模混合控制蓄电池充电电路,包括开关电源电路以及用于实时采样电池电压、电池电流、环境温度并实时设定输出的参考电压或参考电流的数字控制芯片,还包括基于参考电压进行恒压充电控制的电压反馈模拟控制电路、基于参考电流进行恒流充电控制的电流反馈模拟控制电路、恒压恒流切换电路、脉宽调制电路;电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路分别连接在数字控制芯片和恒压恒流切换电路之间,恒压恒流切换电路连接脉宽调制电路,数字控制芯片、电压反馈模拟控制电路、电流反馈模拟控制电路、脉宽调制电路分别与开关电源电路连接。本新型在单芯片有多任务处理需求时可节省芯片资源,且不受数字精度的制约,提高开关电源电路的开关频率。



1. 一种数模混合控制蓄电池充电电路,包括开关电源电路以及用于实时采样电池电压、电池电流、环境温度并实时设定输出的参考电压或参考电流的数字控制芯片,其特征在于,该充电电路还包括基于所述参考电压进行恒压充电控制的电压反馈模拟控制电路、基于所述参考电流进行恒流充电控制的电流反馈模拟控制电路、恒压恒流切换电路、脉宽调制电路;所述电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路分别连接在所述数字控制芯片和恒压恒流切换电路之间,所述恒压恒流切换电路连接所述脉宽调制电路,所述数字控制芯片、电压反馈模拟控制电路、电流反馈模拟控制电路、脉宽调制电路分别与所述开关电源电路连接。

2. 根据权利要求1所述的数模混合控制蓄电池充电电路,其特征在于,所述电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路均包括依次连接的:滤波电路、电压跟随电路和误差放大电路,所述滤波电路连接至所述数字控制芯片,所述误差放大电路连接至所述恒压恒流切换电路。

3. 根据权利要求2所述的数模混合控制蓄电池充电电路,其特征在于,所述误差放大电路包括第一运算放大器、第二电阻、第三电阻、第四电阻、第一电容,所述滤波电路包括滤波电阻和滤波电容,所述电压跟随电路包括第二运算放大器,所述开关电源电路包括充电电压采样电路和充电电流采样电路;

所述第二运算放大器的同相输入端经由所述滤波电阻连接至所述数字控制芯片以及经由所述滤波电容接地,所述第二运算放大器的反相输入端和输出端连接,所述第二运算放大器的输出端经由所述第三电阻连接至所述第一运算放大器的同相输入端,所述第一运算放大器的反相输入端经由所述第二电阻连接至充电电压采样电路/充电电流采样电路,所述第四电阻和第一电容串联在所述第一运算放大器的反相输入端和输出端之间,所述第一运算放大器的输出端连接至所述恒压恒流切换电路。

4. 根据权利要求1所述的数模混合控制蓄电池充电电路,其特征在于,所述恒压恒流切换电路包括一个第一电阻、一个二极管;电压反馈模拟控制电路的输出端经由所述第一电阻连接至二极管的阳极和所述开关电源电路,所述二极管的阴极连接至所述电流反馈模拟控制电路的输出端。

5. 根据权利要求4所述的数模混合控制蓄电池充电电路,其特征在于,所述充电电路还包括一个隔离光耦,所述脉宽调制电路包括单端输出式电流控制型脉宽调制芯片及外围电路,所述隔离光耦的输入端连接至所述二极管的阳极,所述隔离光耦的输出端连接至所述脉宽调制芯片的外部回路补偿引脚。

## 数模混合控制蓄电池充电电路

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及充电领域,更具体地说,涉及一种数模混合控制蓄电池充电电路。

### 背景技术

[0002] 现有的蓄电池充电技术,是将高频开关电源技术与嵌入式微机控制技术有机地结合,运用先进的智能动态调整技术,实现优化充电特性曲线,有效延长蓄电池的使用寿命。参考图 1,现有的蓄电池充电过程一般包括激活充电和三段式充电,下面分别简单介绍这两个充电过程。

[0003] 激活充电(对应图中的 S1):蓄电池长期放置或者过度放电后,需要采用较小的电流进行激活充电。在检测到蓄电池端电压低于欠压阈值  $U_{\text{CUTOFF}}$ ,以预先设定的激活充电电流  $I_{\text{TRICKLE}}$  给蓄电池恒流充电,当蓄电池电压升高至可接受快速充电的电压阈值  $U_{\text{CUTOFF}}$  时,转入三段式充电。

[0004] 三段式充电:是指恒流充电-恒压过充电-恒压浮充电(对应图中的 S2-S3-S4)。简而言之,是先采用恒定电流  $I_{\text{BULK}}$ (预设的最大充电电流)充电,此模式下蓄电池电压上升,当电压上升至过充电压  $U_{\text{OC}}$  时,恒流充电模式结束,此时电池容量只能恢复到 80% 左右,需要进行恒压过充电,此模式下蓄电池电流不断下降,当电流下降至过充电流阈值  $I_{\text{OCT}}$  ( $I_{\text{BULK}}/5$ ) 时,进入恒压浮充模式,恒定电压为  $U_{\text{Fbat}}$ 。

[0005] 其中,在恒压过充电和恒压浮充的模式下,蓄电池电压容易受到温度影响,因为可以根据环境温度变化实时调整恒压充电的参考值,实现温度补偿。因此,蓄电池充电方式具有充电效率高、可靠性高等特点。

[0006] 现有的蓄电池充电控制中,大多数采用纯数字芯片控制开关电源芯片实现上述的充电过程,这种纯数字控制的方式占用了大量的芯片资源;而纯硬件模拟控制的充电方式中,电路结构较为复杂,尤其是在需要实现温度补偿时,极大的增加了电路结构复杂性。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种数模混合控制蓄电池充电电路。

[0008] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种数模混合控制蓄电池充电电路,包括开关电源电路以及用于实时采样电池电压、电池电流、环境温度并实时设定输出的参考电压或参考电流的数字控制芯片,该充电电路还包括基于所述参考电压进行恒压充电控制的电压反馈模拟控制电路、基于所述参考电流进行恒流充电控制的电流反馈模拟控制电路、恒压恒流切换电路、脉宽调制电路;所述电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路分别连接在所述数字控制芯片和恒压恒流切换电路之间,所述恒压恒流切换电路连接所述脉宽调制电路,所述数字控制芯片、电压反馈模拟控制电路、电流反馈模拟控制电路、脉宽调制电路分别与所述开关电源电路连接。

[0009] 在本实用新型所述的数模混合控制蓄电池充电电路中,所述电压反馈模拟控制电

路和电流反馈模拟控制电路均包括依次连接的：滤波电路、电压跟随电路和误差放大电路，所述滤波电路连接至所述数字控制芯片，所述误差放大电路连接至所述恒压恒流切换电路。

[0010] 在本实用新型所述的数模混合控制蓄电池充电电路中，所述误差放大电路包括第一运算放大器、第二电阻、第三电阻、第四电阻、第一电容，所述滤波电路包括滤波电阻和滤波电容，所述电压跟随电路包括第二运算放大器，所述开关电源电路包括充电电压采样电路和充电电流采样电路；

[0011] 所述第二运算放大器的同相输入端经由所述滤波电阻连接至所述数字控制芯片以及经由所述滤波电容接地，所述第二运算放大器的反相输入端和输出端连接，所述第二运算放大器的输出端经由所述第三电阻连接至所述第一运算放大器的同相输入端，所述第一运算放大器的反相输入端经由所述第二电阻连接至充电电压采样电路 / 充电电流采样电路，所述第四电阻和第一电容串联在所述第一运算放大器的反相输入端和输出端之间，所述第一运算放大器的输出端连接至所述恒压恒流切换电路。

[0012] 在本实用新型所述的数模混合控制蓄电池充电电路中，所述恒压恒流切换电路包括一个第一电阻、一个二极管；电压反馈模拟控制电路的输出端经由所述第一电阻连接至二极管的阳极和所述开关电源电路，所述二极管的阴极连接至所述电流反馈模拟控制电路的输出端。

[0013] 在本实用新型所述的数模混合控制蓄电池充电电路中，所述充电电路还包括一个隔离光耦，所述脉宽调制电路包括单端输出式电流控制型脉宽调制芯片及外围电路，所述隔离光耦的输入端连接至所述二极管的阳极，所述隔离光耦的输出端连接至所述脉宽调制芯片的外部回路补偿引脚。

[0014] 实施本实用新型的数模混合控制蓄电池充电电路，具有以下有益效果：本实用新型对于参考电流和参考电压是利用现有的数字控制设定，而对于充电电压 / 充电电流的反馈控制是通过电压反馈模拟控制电路 / 电流反馈模拟控制电路实现，因此数字控制芯片无需参与反馈控制的计算，仅需根据实时采样的电池电压、电池电流、环境温度实时设定输出的参考电压和参考电流，计算量大大减小，在单芯片且有多任务处理需求时，可有效节省芯片资源；而且，由于反馈控制由模拟电路实现，可以不受数字控制精度的制约，进一步提高开关电源电路的开关频率，提高系统的功率密度。

## 附图说明

[0015] 下面将结合附图及实施例对本实用新型作进一步说明，附图中：

[0016] 图 1 是蓄电池充电曲线示意图；

[0017] 图 2 是本实用新型的较佳实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

[0018] 为了对本实用新型的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图详细说明本实用新型的具体实施方式。

[0019] 如图 2 所示，是本实用新型的较佳实施例的结构示意图。

[0020] 上述提到蓄电池的充电是基于开关电源技术实现，开关电源是通过控制开关管

的开通和关断的时间比率,维持稳定输出电压的一种电源,开关电源一般由脉冲宽度调制(PWM)控制 IC 和 MOSFET 构成。在恒压充电或者恒流充电时,都是通过反馈环路控制。例如,采样蓄电池的实时电压/电流,将其与参考电压/电流进行比较,产生误差电压,此误差电压控制脉冲宽度,脉冲宽度通过控制开关管的导通时间控制输出给电池的电压大小。

[0021] 基于此原理,本实用新型即是反馈环路控制部分利用模拟电路实现。如图 2 中,本实用新型的数模混合控制蓄电池充电电路主要包括以下结构:开关电源电路 10、数字控制芯片 20、电压反馈模拟控制电路、电流反馈模拟控制电路、恒压恒流切换电路 40、脉宽调制电路 60。

[0022] 所述电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路分别连接在所述数字控制芯片 20 和恒压恒流切换电路 40 之间,所述恒压恒流切换电路 40 连接所述脉宽调制电路 60,所述数字控制芯片 20、电压反馈模拟控制电路、电流反馈模拟控制电路、脉宽调制电路 60 分别与所述开关电源电路 10 连接。

[0023] 具体的:

[0024] 开关电源电路 10:此部分电路属于现有技术,可以参考纯数字控制技术,一般包括充电电压采样电路、充电电流采样电路、开关管等,充电电压采样电路、充电电流采样电路可以实时反馈蓄电池的电池电压  $U_{bat}$  和电池电流  $I_{bat}$  给数字控制芯片 20、电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路,开关管通过接受 PWM 信号控制输出给蓄电池的充电电压(恒流充电模式本质上也是转换为充电电压的控制)。纯数字控制是直接利用数字控制芯片 20 直接输出该 PWM 信号,所以数字控制芯片 20 的任务量较大,占用的芯片资源多,本实用新型并不是直接利用数字控制芯片 20 输出该 PWM 信号,而是利用两个模拟电路实现环路反馈。

[0025] 数字控制芯片 20:采用 MCU 芯片即可,用于通过 MCU 芯片的 AD 采样口实时采样电池电压  $U_{bat}$ 、电池电流  $I_{bat}$ 、环境温度,根据实时采样的电池电压、电池电流可以判断应该以何种充电模式进行充电(参考背景技术部分提到的激活充电和三段式充电),根据充电模式就可设定参考电压或者参考电流的大小,如果是在恒压过充电或者恒压浮充电模式下,则还可以根据环境温度调整参考电压以进行温度补偿,温度补偿可以参考现有的纯数字控制方案,此处不再赘述。其中,参考电压、参考电流是以输出频率为 20KHz 的脉宽调制波 PWU 和 PWI 的形式输出。

[0026] 电压反馈模拟控制电路:基于所述参考电压进行恒压充电控制,即接收脉宽调制波 PWU 和反馈的电池电压  $U_{bat}$ ,输出一个误差电压  $U_a$ 。

[0027] 电流反馈模拟控制电路:基于所述参考电流进行恒流充电控制,即接收脉宽调制波 PWI 和反馈的电池电压  $I_{bat}$ ,输出一个误差电压  $U_b$ 。

[0028] 恒压恒流切换电路 40:用于选取电压反馈模拟控制电路或者电流反馈模拟控制电路参与充电控制。

[0029] 脉宽调制电路 60:将上述的误差电压  $U_a$  或者误差电压  $U_b$  转换为 PWM 信号输出给开关电源电路 10 的开关管。

[0030] 下面详细介绍本实用新型的较佳实施例:

[0031] 较佳实施例中,所述电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路均包括依次连接的:一个滤波电路 31、一个电压跟随电路 32 和一个误差放大电路 33,所述滤波电路 31

连接至所述数字控制芯片 20, 所述误差放大电路 33 连接至所述恒压恒流切换电路 40。优选的, 为降低电连接导致的干扰, 还包括一个隔离光耦 50。

[0032] 具体的, 所述误差放大电路 33 包括: 第一运算放大器 U1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第四电阻 R4、第一电容 C1, 所述滤波电路 31 包括滤波电阻 R5 和滤波电容 C2, 所述电压跟随电路 32 包括第二运算放大器 U2, 所述恒压恒流切换电路 40 包括一个第一电阻 R1、一个二极管 D1, 所述脉宽调制电路 60 包括单端输出式电流控制型脉宽调制芯片及外围电路。

[0033] 以 UC2842 为例, 脉宽调制芯片的 1 号引脚 (COMP 引脚) 为外部回路补偿引脚, 是脉宽调制芯片内部的误差放大器的输出端, 本实施例中反馈电压 / 电流不是直接输送给脉宽调制芯片的 2 号引脚, 而是利用外部的第一运算放大器 U1 实现, 所以第一运算放大器 U1 输出的信号是直接给到 COMP 引脚, 脉宽调制芯片的 6 号引脚 (OUT 引脚) 为输出 PWM 信号的引脚, 与开关电源电路 10 中的开关管连接。

[0034] 所述第二运算放大器 U2 的同相输入端经由所述滤波电阻 R5 连接至所述数字控制芯片 20 以及经由所述滤波电容 C2 接地, 所述第二运算放大器 U2 的反相输入端和输出端连接, 所述第二运算放大器 U2 的输出端经由所述第三电阻 R3 连接至所述第一运算放大器 U1 的同相输入端, 所述第一运算放大器 U1 的反相输入端经由所述第二电阻 R2 连接至充电电压采样电路 / 充电电流采样电路以获取  $U_{bat}$  或者  $I_{bat}$ , 所述第四电阻 R4 和第一电容 C1 串联在所述第一运算放大器 U1 的反相输入端和输出端之间, 电压反馈模拟控制电路的第一运算放大器 U1 的输出端经由所述第一电阻 R1 连接至二极管 D1 的阳极, 电流反馈模拟控制电路的第一运算放大器 U1 的输出端连接至二极管 D1 的阴极, 二极管 D1 的阳极连接所述隔离光耦 50 的输入端, 所述隔离光耦 50 的输出端连接至所述脉宽调制芯片的外部回路补偿引脚。

[0035] 本实用新型的工作原理如下: 蓄电池的激活充电和三段式充电总的来说分为恒压充电和恒流充电, 只是各个充电模式所对应的参考电压或参考电流的大小不同而已。因此, 下面分别就恒压充电、恒流充电的控制过程进行阐述。

[0036] 恒压充电, 将 MCU 芯片输出的 PWI 设定为较大值, 这样误差电压  $U_b$  远大于误差电压  $U_a$ , 二极管 D1 截止, 因此 PWI 和  $I_{bat}$  不参与反馈控制, PWU 与  $U_{bat}$  参与反馈控制, 此时二极管阳极的电压为  $U_a$  减去第一电阻 R1 上的压降, 脉宽调制芯片将根据二极管阳极的电压的幅值大小控制输出的 PWM 信号的脉宽。

[0037] 恒流控制, 将 MCU 芯片输出的 PWU 设定为一个很大的值, 这样误差电压  $U_a$  远大于误差电压  $U_b$ , 二极管 D1 导通, PWI 参与反馈控制, 由于 PWU 非常大,  $U_{bat}$  的改变相对于 PWU 来说可以忽略不计, 所以即使电压反馈模拟控制电路依然导通, 但是实质上其中的  $U_{bat}$  并不能对反馈控制起作用, 只能通过  $I_{bat}$  实现反馈控制, 此时二极管阳极的电压为  $U_b$  加上二极管 D1 的导通压降, 脉宽调制芯片将根据二极管阳极的电压的幅值大小控制输出的 PWM 信号的脉宽。

[0038] 可见上述的恒压恒流切换电路 40 在恒流充电时并不是控制电压反馈模拟控制电路关断、电流反馈模拟控制电路导通, 而是指在恒流充电时使得电压反馈模拟控制电路的反馈作用忽略不计。

[0039] 需要明确的是, 恒压恒流切换电路 40 还可以利用两个开关管来分别控制电压反馈模拟控制电路和电流反馈模拟控制电路的导通或关断, 例如将第一电阻 R1 和二极管 D1

分别改为一个三极管,三极管的基极分别连接至 MCU 芯片,在需要恒压充电或恒流充电时,控制相应的三极管的导通 / 截止即可。

[0040] 综上所述,本实用新型对于参考电流和参考电压是利用现有的数字控制设定,而对于充电电压 / 充电电流的反馈控制是通过电压反馈模拟控制电路 / 电流反馈模拟控制电路实现,因此数字控制芯片无需参与反馈控制的计算,仅需根据实时采样的电池电压、电池电流、环境温度实时设定输出的参考电压和参考电流,计算量大大减小,对于单芯片且有多任务处理需求时,可有效节省芯片资源;而且,由于反馈控制由模拟电路实现,可以不受数字控制精度的制约,进一步提高开关电源电路的开关频率,提高系统的功率密度。

[0041] 上面结合附图对本实用新型的实施例进行了描述,但是本实用新型并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本实用新型的启示下,在不脱离本实用新型宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本实用新型的保护之内。

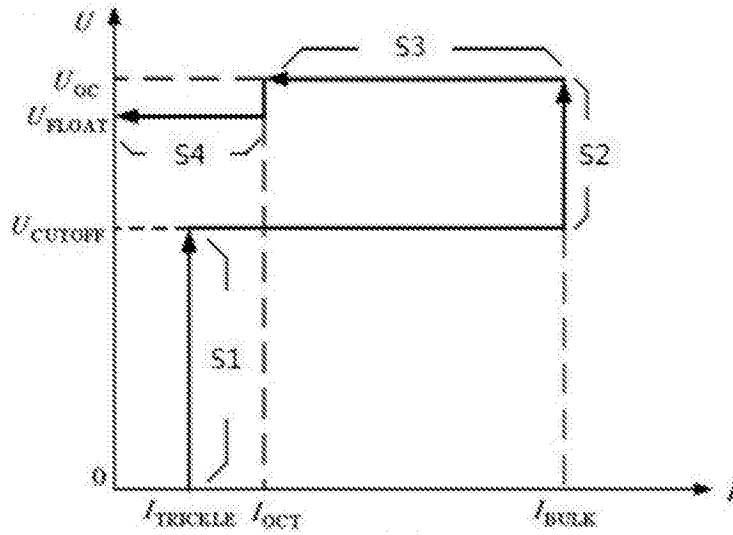


图 1

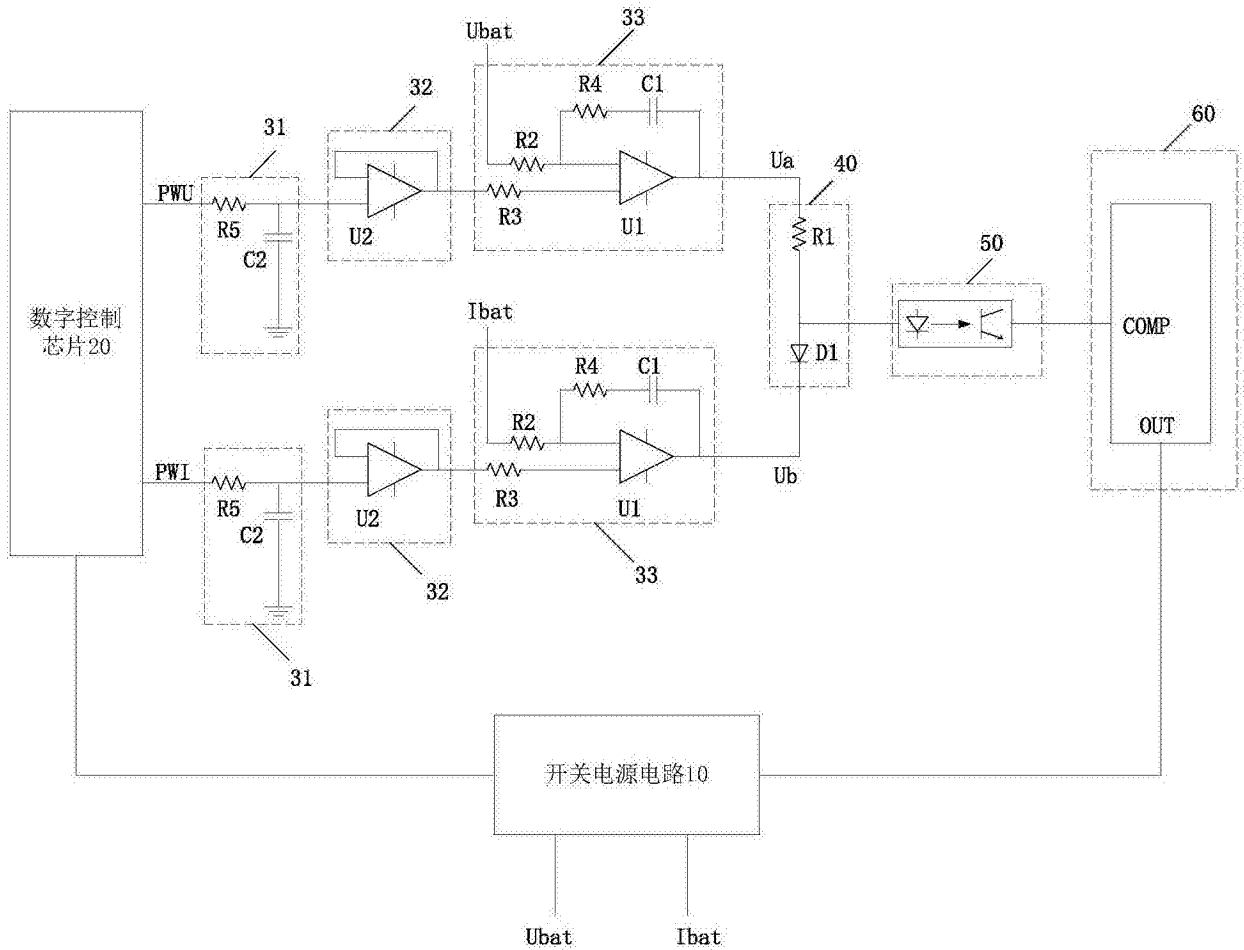


图 2