



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107394856 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 30

(21) 申请号 201710770527.6

(22) 申请日 2017.08.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107394856 A

(43) 申请公布日 2017.11.24

(73) 专利权人 旋智电子科技(上海)有限公司
地址 201203 上海市浦东新区中国(上海)
自由贸易试验区纳贤路800号1幢506
室

(72) 发明人 肖川

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通
合伙) 31219
专利代理师 余明伟

(51) Int. Cl.
H02J 7/00 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 204190424 U, 2015.03.04
- CN 102969765 A, 2013.03.13
- CN 103532191 A, 2014.01.22
- CN 104065119 A, 2014.09.24
- CN 104218646 A, 2014.12.17
- CN 104218648 A, 2014.12.17
- CN 105244970 A, 2016.01.13
- CN 105610319 A, 2016.05.25
- CN 106451597 A, 2017.02.22
- CN 1866664 A, 2006.11.22
- CN 1960111 A, 2007.05.09
- CN 203933123 U, 2014.11.05
- CN 204835631 U, 2015.12.02
- CN 207442474 U, 2018.06.01
- GB 201218930 D0, 2012.12.05
- TW 200419871 A, 2004.10.01
- US 6498461 B1, 2002.12.24

审查员 隗仁然

权利要求书3页 说明书11页 附图7页

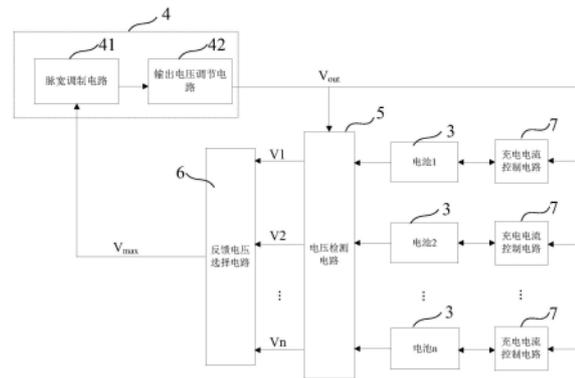
(54) 发明名称

一种并行电池充电电路及其充电方法

(57) 摘要

本发明提供一种并行电池充电电路及其充电方法,所述充电电路包括:一电压转换电路、电压检测电路、一反馈电压选择电路及N个充电电流控制电路,通过将电压转换电路、电压检测电路及反馈电压选择电路组成一差值反馈回路,根据最大误差结果调节输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,实现从电压最低的电池开始充电;同时通过为每一节并行电池配置一充电电流控制电路,控制充电电池的充电电流,使充电电流等于设定电流值,实现恒流充电,以精确控制每节充电电池的充电电流。通过本发明提供的并行电池充电电路及其充电方法,解决了现有电路存在电池发热严重、充电效率低、占用空间大及成本高的问题。

CN 107394856 B



1. 一种并行电池充电电路,其特征在于,所述充电电路包括:

一电压转换电路,包括脉宽调制电路及输出电压调节电路,其中,所述脉宽调制电路用于根据反馈电压选择电路输出的最大误差结果,调整所述脉宽调制电路的输出信号的占空比;所述输出电压调节电路与所述脉宽调制电路连接,用于根据所述脉宽调制电路的输出信号调节输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,进而实现从电压最低的电池开始充电;

一电压检测电路,分别与所述电压转换电路的输出端及N节电池的正极连接,用于采样N节电池的电池电压,并根据所述设定压差值,对所述输出电压和N个电池电压分别进行误差检测,产生N个误差结果并输出;

一反馈电压选择电路,其输入端分别与所述电压检测电路连接,其输出端与所述电压转换电路连接,用于将所述电压检测电路输出的N个所述误差结果进行比较,并将最大误差结果进行输出;

N个充电电流控制电路,每一充电电流控制电路均与所述电压转换电路的输出端及一电池的正极连接,用于对充电电池的电池电压或电池电流进行采样,并将所述电池电压或电池电流与设定压差值或设定电流值进行误差检测,进而调节所述充电电池的充电电流,使所述充电电流等于设定电流值,实现恒流充电;

其中,N为大于等于2的整数。

2. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述脉宽调制电路包括:第一误差放大器,所述第一误差放大器的第一输入端与参考电压连接,所述第一误差放大器的第二输入端与所述反馈电压选择电路的输出端连接,所述第一误差放大器的输出端与第一比较器的第一输入端连接,所述第一比较器的第二输入端与斜波发生器连接,所述第一比较器的输出端与脉宽调制器的输入端连接,所述脉宽调制器的输出端作为所述脉宽调制电路的输出端。

3. 根据权利要求2所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述输出电压调节电路包括:驱动电路,所述驱动电路的输入端与所述脉宽调制器的输出端连接,所述驱动电路的输出端分别与反相器的输入端及第一MOS管的栅极连接,所述反相器的输出端与第二MOS管的栅极连接,所述第二MOS管的第一连接端与电压 V_{dd} 连接,所述第二MOS管的第二连接端与所述第一MOS管的第一连接端连接,同时与第一电感的第二连接端连接,所述第一MOS管的第二连接端与参考地连接,所述第一电感的第二连接端与第一电容的第一连接端连接,同时作为所述输出电压调节电路的输出端,所述第一电容的第二连接端与参考地连接。

4. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述脉宽调制电路采用微处理器实现。

5. 根据权利要求4所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述输出电压调节电路包括:第三MOS管,所述第三MOS管的栅极与所述微处理器连接,所述第三MOS管的第一连接端与电压 V_{dd} 连接,所述第三MOS管的第二连接端与第四MOS管的第一连接端连接,同时与第二电感的第二连接端连接,所述第四MOS管的栅极与所述微处理器连接,所述第四MOS管的第二连接端与参考地连接,所述第二电感的第二连接端与第二电容的第一连接端连接,同时作为所述输出电压调节电路的输出端,所述第二电容的第二连接端与参考地连接。

6. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述电压检测电路包括N个

电路结构相同的电压检测单元,每一电压检测单元均与所述电压转换电路的输出端及一电池连接;其中,所述电压检测单元包括:第一电压源,所述第一电压源的正极与所述电压转换电路的输出端连接,所述第一电压源的负极与第二误差放大器的第一输入端连接,所述第二误差放大器的第二输入端与一电池正极连接,所述第二误差放大器的输出端作为所述电压检测单元的输出端,其中,所述第一电压源的电压为设定压差值。

7. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述电压检测电路包括:N个第三误差放大器,N个所述第三误差放大器的第一输入端均与所述电压转换电路的输出端连接,N个所述第三误差放大器的第二输入端分别与N个并行电池的正极连接,N个所述第三误差放大器的输出端分别与第一模数转换电路的输入端连接,N个所述第一模数转换电路的输出端均与第一微处理器连接,其中,所述第一微处理器用于将所述第一模数转换电路输出的N个输出信号分别与设定压差值进行比较,并产生N个误差结果。

8. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述电压检测电路包括:N个第四误差放大器,N个所述第四误差放大器的第一输入端均与所述电压转换电路的输出端连接,N个所述第四误差放大器的第二输入端分别与N个并行电池的正极连接,N个所述第四误差放大器的输出端分别与一选通开关的选通端连接,所述选通开关的连接端与第二模数转换电路的输入端连接,所述第二模数转换电路的输出端与第二微处理器连接,所述第二微处理器还与所述选通开关的控制端连接,其中,所述第二微处理器用于将第二模数转换电路输出的N个输出信号分别与设定压差值进行比较,并产生N个误差结果。

9. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述反馈电压选择电路包括:第二比较器及N个开关,其中,所述第二比较器包括N个输入端和N个输出端,所述第二比较器的N个输入端分别与所述电压检测电路的N个输出端一一对应连接,同时分别与N个开关的第一连接端一一对应连接,所述第二比较器的N个输出端分别与N个开关的控制端连接,N个开关的第二连接端彼此相连,作为所述反馈电压选择电路的输出端。

10. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述反馈电压选择电路采用微处理器实现。

11. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述反馈电压选择电路包括:N个二极管,其中,N个二极管的正极分别与所述电压检测电路的N个输出端一一对应连接,N个二极管的负极彼此相连,作为所述反馈电压选择电路的输出端。

12. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述充电电流控制电路包括:第五MOS管、第六MOS管、第五误差放大器及第一电阻,其中,所述第五MOS管的第一连接端与所述第六MOS管的第一连接端连接,同时与所述电压转换电路的输出端连接,所述第五MOS管的第二连接端与一电池正极连接,所述第六MOS管的第二连接端分别与所述第五误差放大器的第一输入端及第一电阻的第一连接端连接,所述第一电阻的第二连接端与参考地连接,所述第五误差放大器的第二输入端接设定电流值,所述第五MOS管的栅极与所述第六MOS管的栅极连接,且与所述第五误差放大器的输出端连接。

13. 根据权利要求1所述的并行电池充电电路,其特征在于,所述充电电流控制电路包括:第七MOS管,所述第七MOS管的第一连接端与所述电压转换电路的输出端连接,所述第七MOS管的第二连接端分别与第二电压源的正极及第二电阻的第一连接端连接,所述第二电压源的负极与第六误差放大器的第一输入端连接,所述第二电阻的第二连接端分别与一电

池正极及第六误差放大器的第二输入端连接,所述第六误差放大器的输出端与所述第七MOS管的栅极连接,其中,所述第二电压源的电压为设定压差值。

14. 一种如权利要求1-13任意一项所述的并行电池充电电路的充电方法,其特征在于,所述充电方法包括:

采样N节并行电池的电池电压,并根据设定压差值,分别对输出电压和电池电压进行误差检测,进而产生N个误差结果;

对N个所述误差结果进行比较,并根据最大误差结果,调节所述输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,以实现从电压最低的电池开始充电;

同时,采样充电电池的电池电压或电池电流,并将所述电池电压或电池电流与设定压差值或设定电流值进行误差检测,进而调节所述充电电池的充电电流,使所述充电电流等于设定电流值,实现恒流充电,其中,N为大于等于2的整数。

15. 根据权利要求14所述的并行电池充电电路的充电方法,其特征在于,所述充电方法还包括:恒压充电模式,在恒压充电模式下,所述电池电压不断增加至电池满充电电压,所述充电电流逐渐减小;当所述充电电流减小至设定的充电截止电流时,电池完成充电。

一种并行电池充电电路及其充电方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池充电技术,特别是涉及一种并行电池充电电路及其充电方法。

背景技术

[0002] 随着手机等便携式充电设备的功能越来越强大,便携式设备的功耗也越来越大,而客户体验式消费也就决定了便携式设备的电池容量越来越大;但由于电池材料性能提升很难立竿见影地满足大容量电池的要求,因此,如何实现大电池容量和高充电速度是现在便携式设备在消费市场中占有有利地位的关键。

[0003] 图1为现有的第一种充电方式,电压转换前端1稳压输出后,连接一充电管理电路2,实现对多个并行电池3进行充电。此种充电方式存在的弊端在于:即使在出厂时选择非常近似的电压和内阻的电池进行并联,但经过数十乃至数百次循环充放电后,并联的多个电池的内阻不再保持一致,而且由于电池内阻增加的具体数值也难以预测,如出厂时电池内阻50毫欧,在两年后经数百次充放电/发热遇冷等正常循环后,尤其电池老化后,有的电池内阻上升到近200毫欧或更大,有些电池则上升不明显,仅到60毫欧,但使用者完全无法察觉。

[0004] 此时若对多个并行的电池进行充电,充电的电流分配将与出厂时产生很大偏差。出厂时,由于多个并行电池的内阻相近,充电电流往往在多个电池间作均分(如现时流行的快充5A,出厂时两节各2500毫安时电池简单并联充电,电池并联后容量达到5000毫安时,充电电流各2.5A,进行1C充电,其在出厂时选择1C的电芯做电池是没有问题)。但当电池的内阻发生变化后,每个电池的充电电流将不再作均分,对于内阻小的电池,在直接并行充电中分配较大电流;若内阻变得差异较大,则会导致绝大部分充电电流都流向内阻小的电池,导致该电池发热异常,使得充电存在安全隐患(如电池的内阻原来出厂时都为50毫欧,经反复使用老化后,电池的内阻分别变为60毫欧和200毫欧,电池的充电电流在两个电池间将变为 $5A \times 200 / (200 + 60) = 3.85A$ 和 $5A \times 60 / (200 + 60) = 1.15A$,电池的充电电流与出厂时(都为2.5A对比)对比,变化非常大(分别变为3.85A和1.15A);对于1C的2500毫安时电芯来说,充电3.85A,充电电流远大于正常值(是正常值的1.5倍),已超出电池的额定安全充电电流范围。

[0005] 图2为现有的第二种充电方式,使用同一电压转换前端1,但每个电池3都有自己独立的充电管理电路2,电压转换前端稳压输出后,经过一个独立的充电管理电路给每个电池进行独立充电。但由于充电管理电路与电压转换前端之间没有任何的反馈,电压转换前端的输出电压与各电池电压的压差较大,导致电池充电效率很低,不适合大电流充电,否则会发热严重。

[0006] 图3为现有的第三种充电方式,为解决第二种充电方式存在的发热和低效率的问题,将每个电池3都设置一独立的电压转换前端1和一充电管理电路2,以实现对该电池进行充电。虽然此种充电方式能解决第一、第二种方式存在的问题,但由于每个电池都有独立的电压转换前端,因此也就需要多个独立的电压转换前端电路及相应的元器件,进而导致占用空间大的问题,对于已经非常紧张的手机内部空间来说,这无疑是牺牲了电池空间或手

机尺寸,同时也相应地增加了成本。

[0007] 鉴于此,有必要设计一种新的并行电池充电电路及其充电方法用以解决上述技术问题。

发明内容

[0008] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种并行电池充电电路及其充电方法,用于解决现有充电电路存在电池发热严重、充电效率低、占用空间大及成本高的问题。

[0009] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种并行电池充电电路,所述充电电路包括:

[0010] 一电压转换电路,用于根据反馈电压选择电路输出的最大误差结果,调节输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,进而实现从电压最低的电池开始充电;

[0011] 一电压检测电路,分别与所述电压转换电路的输出端及N节电池的正极连接,用于采样N节电池的电池电压,并根据所述设定压差值,对所述输出电压和N个电池电压分别进行误差检测,产生N个误差结果并输出;

[0012] 一反馈电压选择电路,其输入端分别与所述电压检测电路连接,其输出端与所述电压转换电路连接,用于将所述电压检测电路输出的N个所述误差结果进行比较,并将最大误差结果进行输出;

[0013] N个充电电流控制电路,每一充电电流控制电路均与所述电压转换电路的输出端及一电池的正极连接,用于对充电电池的电池电压或电池电流进行采样,并将所述电池电压或电池电流与设定压差值或设定电流值进行误差检测,进而调节所述充电电池的充电电流,使所述充电电流等于设定电流值,实现恒流充电;

[0014] 其中,N为大于等于2的整数。

[0015] 优选地,所述电压转换电路包括:

[0016] 脉宽调制电路,与所述反馈电压选择电路连接,用于根据所述反馈电压选择电路输出的最大误差结果,调整所述脉宽调制电路的输出信号的占空比;以及

[0017] 输出电压调节电路,与所述脉宽调制电路连接,用于根据所述脉宽调制电路的输出信号调节所述输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值。

[0018] 优选地,所述脉宽调制电路包括:第一误差放大器,所述第一误差放大器的第一输入端与参考电压连接,所述第一误差放大器的第二输入端与所述反馈电压选择电路的输出端连接,所述第一误差放大器的输出端与第一比较器的第一输入端连接,所述第一比较器的第二输入端与斜坡发生器连接,所述第一比较器的输出端与脉宽调制器的输入端连接,所述脉宽调制器的输出端作为所述脉宽调制电路的输出端。

[0019] 优选地,所述输出电压调节电路包括:驱动电路,所述驱动电路的输入端与所述脉宽调制器的输出端连接,所述驱动电路的输出端分别与反相器的输入端及第一MOS管的栅极连接,所述反相器的输出端与第二MOS管的栅极连接,所述第二MOS管的第一连接端与电压 V_{dd} 连接,所述第二MOS管的第二连接端与所述第一MOS管的第一连接端连接,同时与第一

电感的第一连接端连接,所述第一MOS管的第二连接端与参考地连接,所述第一电感的第二连接端与第一电容的第一连接端连接,同时作为所述输出电压调节电路的输出端,所述第一电容的第二连接端与参考地连接。

[0020] 优选地,所述脉宽调制电路采用微处理器实现。

[0021] 优选地,所述输出电压调节电路包括:第三MOS管,所述第三MOS管的栅极与所述微处理器连接,所述第三MOS管的第一连接端与电压 V_{dd} 连接,所述第三MOS管的第二连接端与第四MOS管的第一连接端连接,同时与第二电感的第一连接端连接,所述第四MOS管的栅极与所述微处理器连接,所述第四MOS管的第二连接端与参考地连接,所述第二电感的第二连接端与所述第二电容的第一连接端连接,同时作为所述输出电压调节电路的输出端,所述第二电容的第二连接端与参考地连接。

[0022] 优选地,所述电压检测电路包括N个电路结构相同的电压检测单元,每一电压检测单元均与所述电压转换电路的输出端及一电池连接;其中,所述电压检测单元包括:第一电压源,所述第一电压源的正极与所述电压转换电路的输出端连接,所述第一电压源的负极与第二误差放大器的第一输入端连接,所述第二误差放大器的第二输入端与一电池正极连接,所述第二误差放大器的输出端作为所述电压检测单元的输出端,其中,所述第一电压源的电压为设定压差值。

[0023] 优选地,所述电压检测电路包括:N个第三误差放大器,N个所述第三误差放大器的第一输入端均与所述电压转换电路的输出端连接,N个所述第三误差放大器的第二输入端分别与N个并行电池的正极连接,N个所述第三误差放大器的输出端分别与第一模数转换电路的输入端连接,N个所述第一模数转换电路的输出端均与第一微处理器连接,其中,所述第一微处理器用于将所述第一模数转换电路输出的N个输出信号分别与设定压差值进行比较,并产生N个误差结果。

[0024] 优选地,所述电压检测电路包括:N个第四误差放大器,N个所述第四误差放大器的第一输入端均与所述电压转换电路的输出端连接,N个所述第四误差放大器的第二输入端分别与N个并行电池的正极连接,N个所述第四误差放大器的输出端分别与一选通开关的选通端连接,所述选通开关的连接端与第二模数转换电路的输入端连接,所述第二模数转换电路的输出端与第二微处理器连接,所述第二微处理器还与所述选通开关的控制端连接,其中,所述第二微处理器用于将第二模数转换电路输出的N个输出信号分别与设定压差值进行比较,并产生N个误差结果。

[0025] 优选地,所述反馈电压选择电路包括:第二比较器及N个开关,其中,所述第二比较器包括N个输入端和N个输出端,所述第二比较器的N个输入端分别与所述电压检测电路的N个输出端一一对应连接,同时分别与N个开关的第一连接端一一对应连接,所述第二比较器的N个输出端分别与N个开关的控制端连接,N个开关的第二连接端彼此相连,作为所述反馈电压选择电路的输出端。

[0026] 优选地,所述反馈电压选择电路采用微处理器实现。

[0027] 优选地,所述反馈电压选择电路包括:N个二极管,其中,N个二极管的正极分别与所述电压检测电路的N个输出端一一对应连接,N个二极管的负极彼此相连,作为所述反馈电压选择电路的输出端。

[0028] 优选地,所述充电电流控制电路包括:第五MOS管、第六MOS管、第五误差放大器及

第一电阻,其中,所述第五MOS管的第一连接端与所述第六MOS管的第一连接端连接,同时与所述电压转换电路的输出端连接,所述第五MOS管的第二连接端与一电池正极连接,所述第六MOS管的第二连接端分别与所述第五误差放大器的第一输入端及第一电阻的第一连接端连接,所述第一电阻的第二连接端与参考地连接,所述第五误差放大器的第二输入端接设定电流值,所述第五MOS管的栅极与所述第六MOS管的栅极连接,且与所述第五误差放大器的输出端连接。

[0029] 优选地,所述充电电流控制电路包括:第七MOS管,所述第七MOS管的第一连接端与所述电压转换电路的输出端连接,所述第七MOS管的第二连接端分别与所述第二电压源的正极及第二电阻的第一连接端连接,所述第二电压源的负极与第六误差放大器的第一输入端连接,所述第二电阻的第二连接端分别与一电池正极及第六误差放大器的第二输入端连接,所述第六误差放大器的输出端与所述第七MOS管的栅极连接,其中,所述第二电压源的电压为设定压差值。

[0030] 本发明还提供一种所述并行电池的充电方法,所述充电方法包括:

[0031] 采样N节并行电池的电池电压,并根据设定压差值,分别对输出电压和电池电压进行误差检测,进而产生N个误差结果;

[0032] 对N个所述误差结果进行比较,并根据最大误差结果,调节所述输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,以实现从电压最低的电池开始充电;

[0033] 同时,采样充电电池的电池电压或电池电流,并将所述电池电压或电池电流与设定压差值或设定电流值进行误差检测,进而调节所述充电电池的充电电流,使所述充电电流等于设定电流值,实现恒流充电,其中,N为大于等于2的整数。

[0034] 优选地,所述充电方法还包括:恒压充电模式,在恒压充电模式下,所述电池电压不断增加至电池满充电电压,所述充电电流逐渐减小;当所述充电电流减小至设定的充电截止电流时,电池完成充电。

[0035] 如上所述,本发明的一种并行电池充电电路及其充电方法,具有以下有益效果:

[0036] 1、通过本发明所述充电电路的设计,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,实现从电压最低的电池开始充电,同时,由于所述设定压差值较小,即使得充电电压与电池电压之间的压差值尽可能地小,从而保证电池的快速高效充电,及较少发热。

[0037] 2、本发明通过为每节电池设置一充电电流控制电路,使每节电池的充电电流实现精准控制,避免电池老化后因内阻变化而使某节电池的充电电流过大,进而导致电池发热严重,甚至出现安全隐患的问题。

[0038] 3、本发明所述电路仅包括唯一一个电压转换电路,电路集成度更高,并且芯片外围器件更少,大大节约了空间和成本。

附图说明

[0039] 图1显示为现有第一种充电方式的电路框图。

[0040] 图2显示为现有第二种充电方式的电路框图。

[0041] 图3显示为现有第三种充电方式的电路框图。

- [0042] 图4显示为本发明所述充电电路的电路框图。
- [0043] 图5显示为本发明所述电压转换电路的一种电路实现方式。
- [0044] 图6显示为本发明所述电压转换电路的另一种电路实现方式。
- [0045] 图7显示为本发明所述电压检测电路的一种电路实现方式。
- [0046] 图8显示为本发明所述电压检测电路的另一种电路实现方式。
- [0047] 图9显示为本发明所述电压检测电路的另一种电路实现方式。
- [0048] 图10显示为本发明所述反馈电压选择电路的一种电路实现方式。
- [0049] 图11显示为本发明所述反馈电压选择电路的另一种电路实现方式。
- [0050] 图12显示为本发明所述充电电流控制电路的一种电路实现方式。
- [0051] 图13显示为本发明所述充电电流控制电路的另一种电路实现方式。
- [0052] 元件标号说明
- | | | |
|--------|-----|----------|
| [0053] | 1 | 电压转换前端 |
| [0054] | 2 | 充电管理电路 |
| [0055] | 3 | 电池 |
| [0056] | 4 | 电压转换电路 |
| [0057] | 41 | 脉宽调制电路 |
| [0058] | 411 | 第一误差放大器 |
| [0059] | 412 | 第一比较器 |
| [0060] | 413 | 斜坡发生器 |
| [0061] | 414 | 脉宽调制器 |
| [0062] | 42 | 输出电压调节电路 |
| [0063] | 421 | 驱动电路 |
| [0064] | 422 | 反相器 |
| [0065] | 5 | 电压检测电路 |
| [0066] | 51 | 电压检测单元 |
| [0067] | 511 | 第一电压源 |
| [0068] | 512 | 第二误差放大器 |
| [0069] | 52 | 第三误差放大器 |
| [0070] | 53 | 第一模数转换电路 |
| [0071] | 54 | 第一微处理器 |
| [0072] | 55 | 第四误差放大器 |
| [0073] | 56 | 第二模数转换器 |
| [0074] | 57 | 第二微处理器 |
| [0075] | 6 | 反馈电压选择电路 |
| [0076] | 61 | 第二比较器 |
| [0077] | 7 | 充电电流控制电路 |
| [0078] | 71 | 第五误差放大器 |
| [0079] | 72 | 第二电压源 |
| [0080] | 73 | 第六误差放大器 |

[0081]	M1	第一MOS管
[0082]	M2	第二MOS管
[0083]	M3	第三MOS管
[0084]	M4	第四MOS管
[0085]	M5	第五MOS管
[0086]	M6	第六MOS管
[0087]	M7	第七MOS管
[0088]	L1	第一电感
[0089]	L2	第二电感
[0090]	C1	第一电容
[0091]	C2	第二电容
[0092]	R1	第一电阻
[0093]	R2	第二电阻
[0094]	K1	选通开关
[0095]	S1 ~ Sn	第一 ~ 第n开关
[0096]	D1 ~ Dn	第一 ~ 第n二极管

具体实施方式

[0097] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0098] 请参阅图4至图13。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0099] 实施例一

[0100] 如图4所示,本实施例提供一种并行电池充电电路,所述充电电路包括:

[0101] 一电压转换电路4,用于根据反馈电压选择电路输出的最大误差结果,调节输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,进而实现从电压最低的电池开始充电;

[0102] 一电压检测电路5,分别与所述电压转换电路4的输出端及N节电池的正极连接,用于采样N节电池的电池电压,并根据所述设定压差值,对所述输出电压和N个电池电压分别进行误差检测,产生N个误差结果并输出;

[0103] 一反馈电压选择电路6,其输入端分别与所述电压检测电路5连接,其输出端与所述电压转换电路4连接,用于将所述电压检测电路输出的N个所述误差结果进行比较,并将最大误差结果进行输出;

[0104] N个充电电流控制电路7,每一充电电流控制电路7均与所述电压转换电路4的输出端及一电池的正极连接,用于对充电电池的电池电压或电池电流进行采样,并将所述电池

电压或电池电流与设定压差值或设定电流值进行误差检测,进而调节所述充电电池的充电电流,使所述充电电流等于设定电流值,实现恒流充电;

[0105] 其中,N为大于等于2的整数。

[0106] 作为示例,如图4所示,所述电压转换电路4包括:

[0107] 脉宽调制电路41,与所述反馈电压选择电路6连接,用于根据所述反馈电压选择电路输出的最大误差结果,调整所述脉宽调制电路的输出信号的占空比;以及

[0108] 输出电压调节电路42,与所述脉宽调制电路41连接,用于根据所述脉宽调制电路的输出信号调节所述输出电压,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值。

[0109] 作为示例,如图5所示,所述脉宽调制电路41包括:第一误差放大器411,所述第一误差放大器411的第一输入端与参考电压连接,所述第一误差放大器411的第二输入端与所述反馈电压选择电路6的输出端连接,所述第一误差放大器411的输出端与第一比较器412的第一输入端连接,所述第一比较器412的第二输入端与斜坡发生器413连接,所述第一比较器412的输出端与脉宽调制器414的输入端连接,所述脉宽调制器414的输出端作为所述脉宽调制电路41的输出端。

[0110] 作为示例,如图5所示,所述输出电压调节电路42包括:驱动电路421,所述驱动电路421的输入端与所述脉宽调制器414的输出端连接,所述驱动电路421的输出端分别与反相器422的输入端及第一MOS管M1的栅极连接,所述反相器422的输出端与第二MOS管M2的栅极连接,所述第二MOS管M2的第一连接端与电压 V_{dd} 连接,所述第二MOS管M2的第二连接端与所述第一MOS管M1的第一连接端连接,同时与第一电感L1的第一连接端连接,所述第一MOS管M1的第二连接端与参考地连接,所述第一电感L1的第二连接端与第一电容C1的第一连接端连接,同时作为所述输出电压调节电路42的输出端,所述第一电容C1的第二连接端与参考地连接。

[0111] 如图5所示,所述脉宽调制电路通过所述第一误差放大器进行误差放大后输出一与最大误差结果 V_{max} 相关的动态误差,然后将输出的动态误差与斜坡发生器产生的斜坡进行比较并经过PWM调制后输出一方波信号,其中,该方波信号的占空比与最大误差结果 V_{max} 相关;通过所述方波信号控制所述第二MOS管道的导通时间,进而控制第一电感的充电时间,实现输出电压的调节,使输出电压与电池电压的差值恒为设定压差值 V_s 。

[0112] 需要说明的是,所述参考电压 V_{ref} 为一恒定电压值,用于与所述反馈电压选择电路输出的最大误差结果 V_{max} 进行误差放大,进而得到系统的动态误差。

[0113] 作为另一示例,如图6所示,所述脉宽调制电路41采用微处理器实现。

[0114] 作为另一示例,如图6所示,所述输出电压调节电路42包括:第三MOS管M3,所述第三MOS管M3的栅极与所述微处理器连接,所述第三MOS管M3的第一连接端与电压 V_{dd} 连接,所述第三MOS管M3的第二连接端与第四MOS管M4的第一连接端连接,同时与第二电感L2的第一连接端连接,所述第四MOS管M4的栅极与所述微处理器连接,所述第四MOS管M4的第二连接端与参考地连接,所述第二电感L2的第二连接端与所述第二电容C2的第一连接端连接,同时作为所述输出电压调节电路42的输出端,所述第二电容C2的第二连接端与参考地连接。

[0115] 如图6所示,所述脉宽调制电路通过微处理器进行相关运算调整其输出信号的占空比,通过控制第三MOS管的导通时间,进而控制第二电感L2的充电时间,实现输出电压 V_{out}

的调节,使输出电压与电池电压的差值恒为设定压差值 V_s 。

[0116] 作为示例,如图7所示,所述电压检测电路5包括N个电路结构相同的电压检测单元51,每一电压检测单元均与所述电压转换电路4的输出端及一电池连接;其中,所述电压检测单元51包括:第一电压源511,所述第一电压源511的正极与所述电压转换电路4的输出端连接,所述第一电压源511的负极与第二误差放大器512的第一输入端连接,所述第二误差放大器512的第二输入端与一电池正极连接,所述第二误差放大器512的输出端作为所述电压检测单元51的输出端,其中,所述第一电压源511的电压为设定压差值。

[0117] 如图7所示,所述电压检测单元通过将所述输出电压 V_{out} 与设定压差值 V_s 相减后的差值与电池电压进行误差放大,进而得到与之对应的误差结果。

[0118] 作为另一示例,如图8所示,所述电压检测电路5包括:N个第三误差放大器52,N个所述第三误差放大器52的第一输入端均与所述电压转换电路4的输出端连接,N个所述第三误差放大器52的第二输入端分别与N个并行电池的正极连接,N个所述第三误差放大器52的输出端分别与第一模数转换电路53的输入端连接,N个所述第一模数转换电路53的输出端均与第一微处理器54连接,其中,所述第一微处理器54用于将所述第一模数转换电路53输出的N个输出信号分别与设定压差值进行比较,并产生N个误差结果。

[0119] 如图8所示,所述电压检测电路通过第三误差放大器对所述输出电压 V_{out} 与电池电压进行误差放大,然后通过第一模数转换电路将所述第三误差放大器的输出信号转换为数字信号,并将N个数字信号输入到第一微处理器中,所述第一微处理器将N个数字信号分别与设定压差值进行比较,进而产生N个误差结果。

[0120] 优选地,所述设定压差值的数值范围包括1mV~900mV;进一步优选地,在本实施例中,所述设定压差值为50mV。

[0121] 作为另一示例,如图9所示,所述电压检测电路5包括:N个第四误差放大器55,N个所述第四误差放大器55的第一输入端均与所述电压转换电路4的输出端连接,N个所述第四误差放大器55的第二输入端分别与N个并行电池的正极连接,N个所述第四误差放大器55的输出端分别与一选通开关K1的选通端连接,所述选通开关K1的连接端与第二模数转换电路56的输入端连接,所述第二模数转换电路56的输出端与第二微处理器57连接,所述第二微处理器57还与所述选通开关K1的控制端连接,其中,所述第二微处理器57用于将第二模数转换电路56输出的N个输出信号分别与设定压差值进行比较,并产生N个误差结果。

[0122] 如图9所示,所述电压检测电路通过第四误差放大器对所述输出电压 V_{out} 与电池电压进行误差放大,然后通过选通开关分时地将N个第四误差放大器的输出信号分别进行输出,并通过第二模数转换电路转换为数字信号,并输入到第二微处理器,所述第二微处理器将N个数字信号分别与设定压差值进行比较,进而产生N个误差结果。

[0123] 作为示例,如图10所示,所述反馈电压选择电路6包括:第二比较器61及N个开关S1~Sn,其中,所述第二比较器61包括N个输入端和N个输出端,所述第二比较器61的N个输入端分别与所述电压检测电路5的N个输出端一一对应连接,同时分别与N个开关S1~Sn的第一连接端一一对应连接,所述第二比较器61的N个输出端分别与N个开关S1~Sn的控制端连接,N个开关S1~Sn的第二连接端彼此相连,作为所述反馈电压选择电路6的输出端。

[0124] 如图10所示,所述第二比较器将N个误差结果进行比较后,最大误差结果产生一控制信号,控制其所在输出端对应的开关闭合,实现最大误差结果 V_{max} 的输出。

[0125] 作为另一示例,所述反馈电压选择电路6采用微处理器实现。

[0126] 需要说明的是,通过将N个所述误差结果输入到微处理器,并通过微处理器对N个所述误差结果进行比较,以实现最大误差结果 V_{\max} 的输出。

[0127] 需要说明的是,若所述电压转换电路、电压检测电路及反馈电压选择电路均采用微处理器实现时,所述电压转换电路、电压检测电路及反馈电压选择电路可共用一微处理器。

[0128] 作为另一示例,如图11所示,所述反馈电压选择电路6包括:N个二极管D1~Dn,其中,N个二极管D1~Dn的正极分别与所述电压检测电路5的N个输出端一一对应连接,N个二极管D1~Dn的负极彼此相连,作为所述反馈电压选择电路6的输出端。

[0129] 如图11所示,当所述多个电压同时作用于二极管的正极时,最大误差结果所在支路二极管导通,进而实现最大误差结果的输出。

[0130] 作为示例,如图12所示,所述充电电流控制电路7包括:第五MOS管M5、第六MOS管M6、第五误差放大器71及第一电阻R1,其中,所述第五MOS管M5的第一连接端与第六MOS管M6的第一连接端连接,同时与电压转换电路4的输出端连接,所述第五MOS管M5的第二连接端与一电池正极连接,所述第六MOS管M6的第二连接端分别与第五误差放大器71的第一输入端及第一电阻R1的第一连接端连接,所述第一电阻R1的第二连接端与参考地连接,所述第五误差放大器71的第二输入端接设定电流值,所述第五MOS管M5的栅极与第六MOS管M6的栅极连接,且与第五误差放大器71的输出端连接。

[0131] 如图12所示,所述充电电流控制电路通过第五MOS管M5和第六MOS管M6采样充电电池的充电电流,并将所述充电电流输入到第五误差放大器,所述第五误差放大器通过将所述充电电流与设定电流值 I_s 进行误差放大,实现所述电池以设定电流值 I_s 进行恒流充电。

[0132] 作为另一示例,如图13所示,所述充电电流控制电路7包括:第七MOS管M7,所述第七MOS管M7的第一连接端与电压转换电路4的输出端连接,所述第七MOS管M7的第二连接端分别与第二电压源72的正极及第二电阻R2的第一连接端连接,所述第二电压源72的负极与第六误差放大器73的第一输入端连接,所述第二电阻R2的第二连接端分别与一电池正极及第六误差放大器73的第二输入端连接,所述第六误差放大器73的输出端与第七MOS管M7的栅极连接,其中,所述第二电压源72的电压为设定压差值。

[0133] 作为示例,所述设定压差值 V_s 等于所述设定电流值 I_s 与第二电阻R2的乘积。

[0134] 如图13所示,所述第六误差放大器对所述电池电压和设定压差值 V_s 进行误差放大,并根据其误差放大结果,控制所述第七MOS管M7的导通电阻,进而实现所述电池以设定电流值 I_s 进行恒流充电。

[0135] 实施例二

[0136] 本实施例提供一种所述并行电池充电电路的充电方法,所述充电方法包括:

[0137] 采样N节并行电池的电池电压,并根据设定压差值,分别对输出电压和电池电压进行误差检测,进而产生N个误差结果;

[0138] 对N个所述误差结果进行比较,并根据最大误差结果,调节所述输出电压,使得所述输出电压与最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,以实现从电压最低的电池开始充电;

[0139] 同时,采样充电电池的电池电压或电池电流,并将所述电池电压或电池电流与设定压差值或设定电流值进行误差检测,进而调节所述充电电池的充电电流,使所述充电电流等于设定电流值,实现恒流充电,其中,N为大于等于2的整数。

[0140] 作为示例,在恒流充电模式下(即当电池电压小于电池满充电压时),所述电压检测电路根据设定压差值 V_s ,分别将输出电压 V_{out} 与N个并行电池的电池电压进行误差检测,并产生N个误差结果 $V_1 \sim V_n$;所述反馈电压选择电路通过对N个误差结果 $V_1 \sim V_n$ 进行比较,得到最大误差结果 V_{max} ;所述电压转换电路根据最大误差结果 V_{max} ,调整输出电压 V_{out} ,使输出电压 V_{out} 与最大误差结果对应的电池电压(即最低的电池电压)之间的差值恒为设定压差值 V_s ,实现从电压最低的电池开始充电。同时,所述充电电流控制电路通过调节充电电流,使充电电流等于设定电流值 I_s ,实现恒流充电。

[0141] 具体为当最低电压的电池充入电流后,该电池电压上升,并在由电压检测电路、反馈电压选择电路及电压转换电路形成的电压调节环路的作用下,调节电压转换电路输出的电压,使其随着升高;当电压转换电路输出的输出电压 V_{out} 上升到高于第二低电压的电池时,开始对第二低电压的电池充电,此时,最低电压的电池和第二低电压的电池同时充电;随着电池的继续充电,最低电压电池和第二低电压电池的电压上升,电压转换电路输出的输出电压 V_{out} 跟随上升,当输出电压上升到高于第三低电压的电池时,开始对第三低电压的电池充电,此时,最低电压电池、第二低电压电池和第三低电压电池同时充电;以此类推,随着充电的进行,电压转换电路的输出电压跟随上升,当所述输出电压高于所有电池电压时,将对N节并行电池同时进行快速充电。

[0142] 需要说明的是,通过优先对电压最低的电池开始充电,保证了该唯一电压转换电路输出电压与被充电电池的电池电压之间的压差值最大不超过设定压差值,即小于或等于设定压差值,从而减小了充电的损耗,降低了充电过程中电池的发热,进而提高了充电效率。

[0143] 作为示例,所述充电方法还包括:恒压充电模式,在恒压充电模式下,所述电池电压不断增加至电池满充电压,所述充电电流逐渐减小;当所述充电电流减小至设定的充电截止电流时,电池完成充电。

[0144] 需要说明的是,随着电池电流的充入,电池电压升高,电池充电由恒流充电进入恒压充电模式(即电池电压接近电池满充电压时),所述电压检测电路所输出的误差结果不再作为反馈环路中的反馈量,此时环路反馈量已变为电池电压,而随着电池电压不断接近电池满充电压,所述输出电压与电池电压之间的差值不断减小,导致各电池的充电电流也逐渐减小,当各电池的充电电流减小至设定的充电截止电流时,各电池充电结束。

[0145] 下面对电压转换电路、充电电流控制电路及反馈电压选择电路组成的差值反馈回路进行稳定性和可行性分析,具体分析如下:

[0146] 输出到所述反馈电压选择电路的电压差值(ΔV) = 输出电压(V_{out}) - 电池电压(V_{BAT})

[0147] 即 $\Delta V = V_{out} - V_{BAT}$ (1)

[0148] 形成反馈的目的是得到和维持电压差值为一更小的直流恒定值 ΔV ,从而提升电池的充电效率和减小发热。即 ΔV 为直流恒定值,如50毫伏。此条件下,等式(1)可演变为:

[0149] $V_{out} = V_{BAT} + \Delta V$ (2)

[0150] 其中, ΔV 为一直流恒定值,对等式两边进行动态小信号分析,等式(2)两边同时进行微分运算,其中直流恒定值 ΔV 的微分值为零。等式(2)的微分运算结果为:

$$[0151] \quad \Delta v_{\text{out}} = \Delta v_{\text{BAT}} \quad (3)$$

[0152] 从上述等式(3)可以清楚地知道,差值反馈回路与电池电压 V_{BAT} 反馈回路相类似,即所述电压转换电路的输出电压 V_{out} 与电池电压 V_{BAT} 之间的电压差值反馈至回路中并不影响整个充电系统的环路稳定性,可见,本发明所述差值反馈回路是稳定、可行的,且是易于实现的。

[0153] 综上所述,本发明的一种并行电池充电电路及其充电方法,具有以下有益效果:

[0154] 1、通过本发明所述充电电路的设计,使得所述输出电压与所述最大误差结果对应的电池电压之间的压差为设定压差值,实现从电压最低的电池开始充电,同时,由于所述设定压差值较小,即使得充电电压与电池电压之间的压差值尽可能地小,从而保证电池的快速高效充电,及较少发热。

[0155] 2、本发明通过为每节电池设置一充电电流控制电路,使每节电池的充电电流实现精准控制,避免电池老化后因内阻变化而使某节电池的充电电流过大,进而导致电池发热严重,甚至出现安全隐患的问题。

[0156] 3、本发明所述电路仅包括唯一一个电压转换电路,电路集成度更高,并且芯片外围器件更少,大大节约了空间和成本。

[0157] 所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0158] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

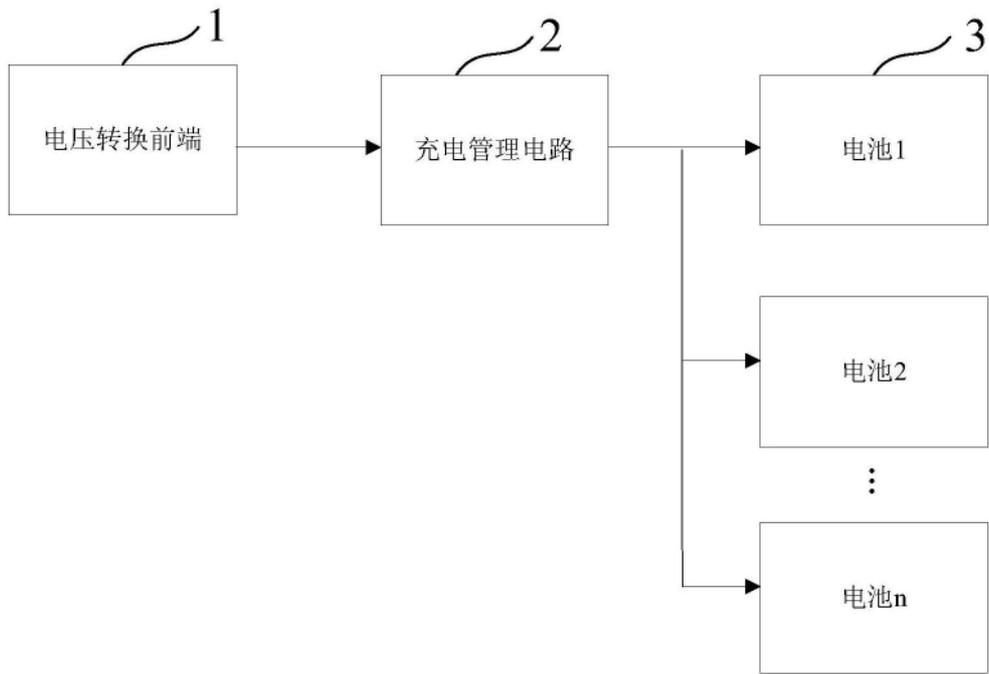


图1

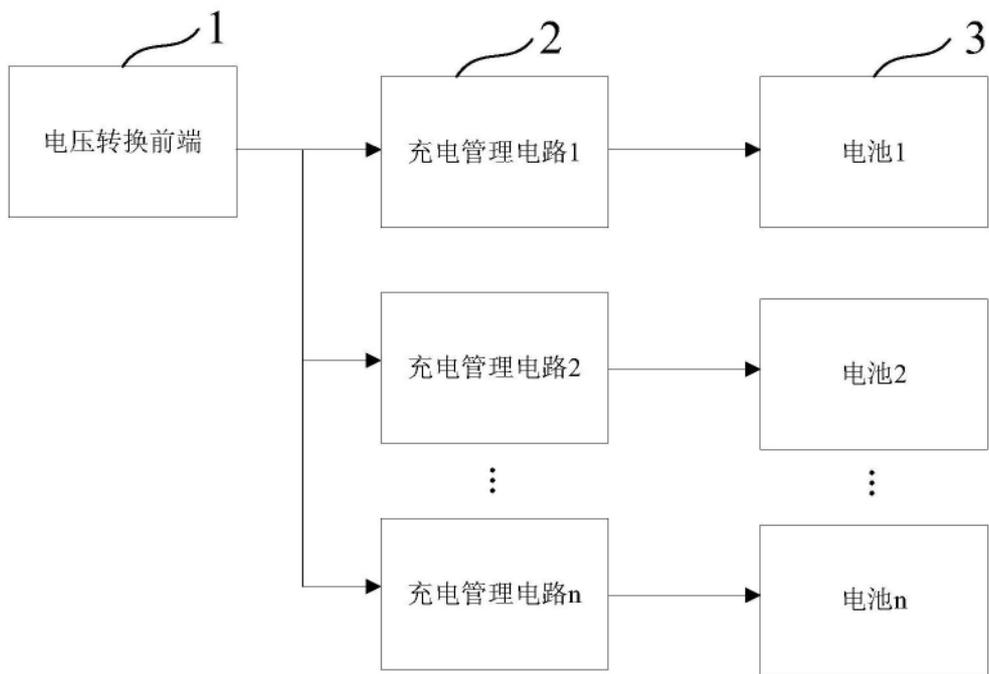


图2

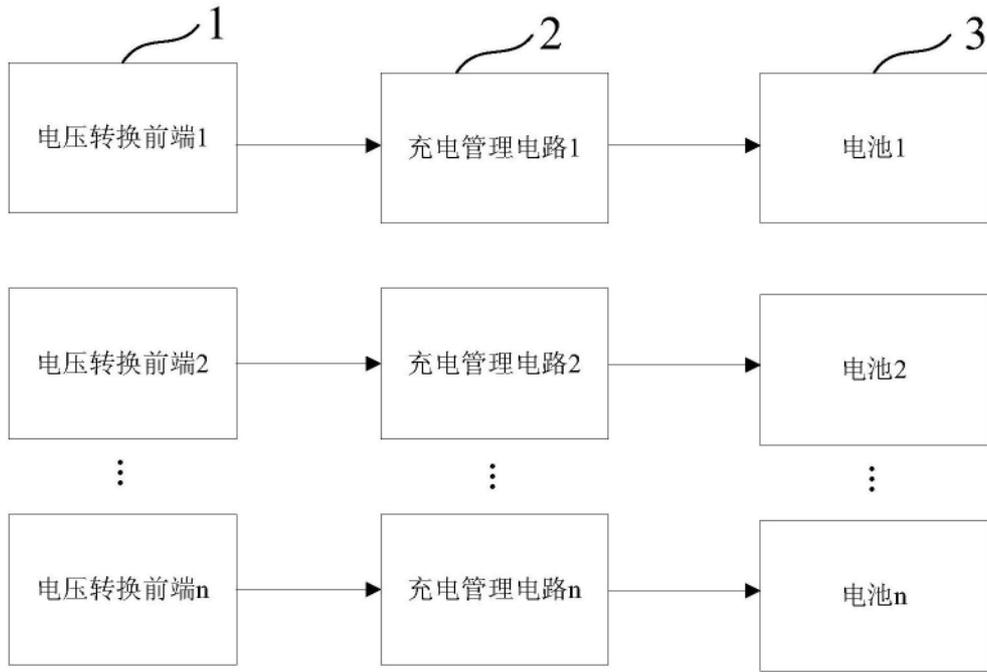


图3

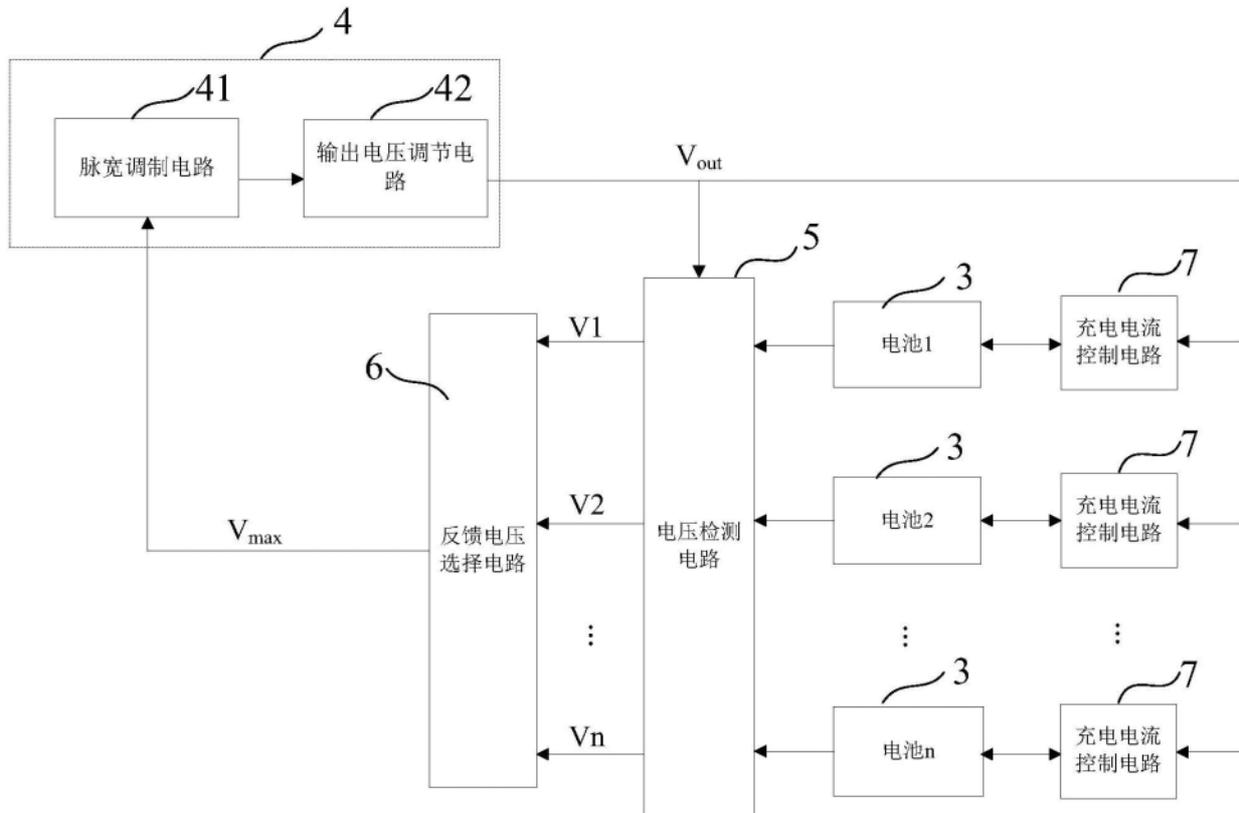


图4

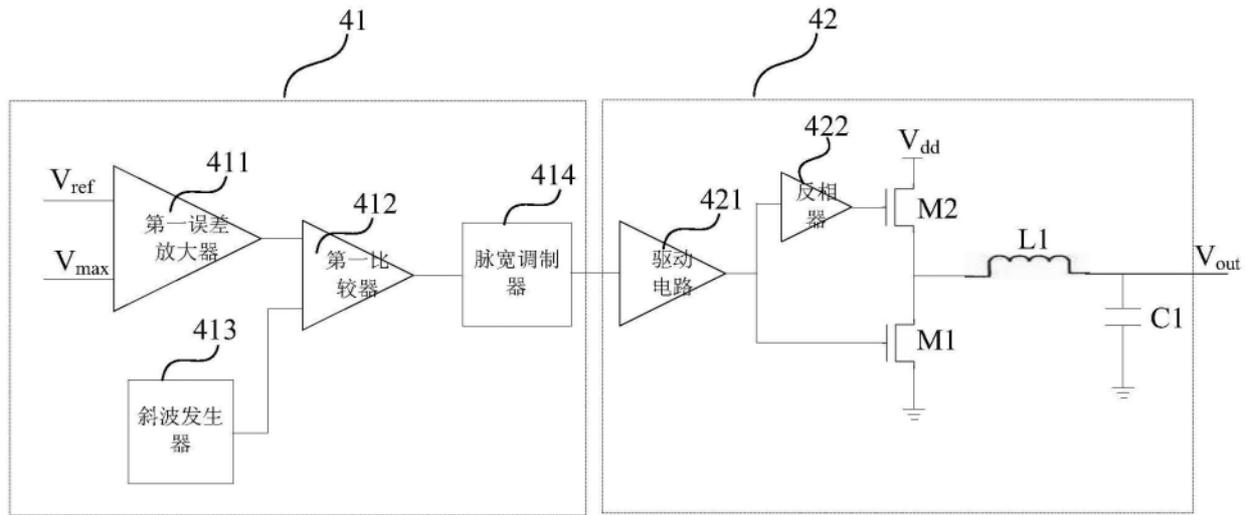


图5

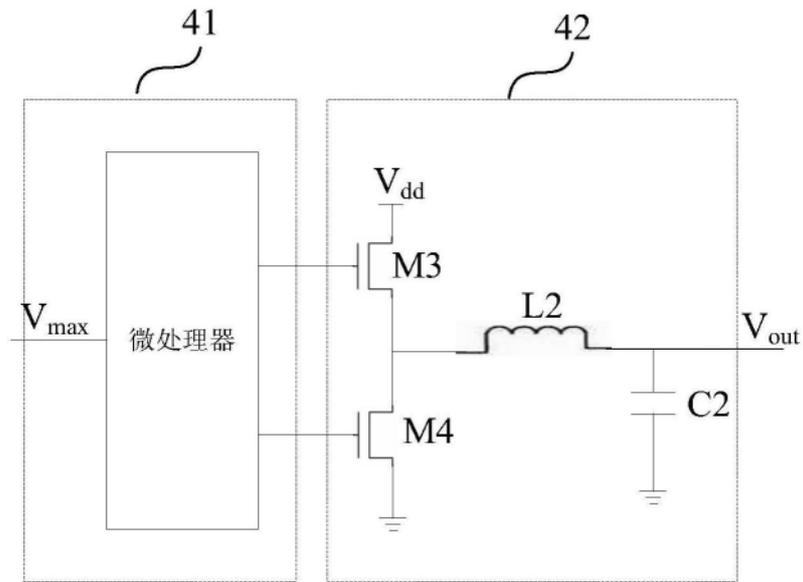


图6

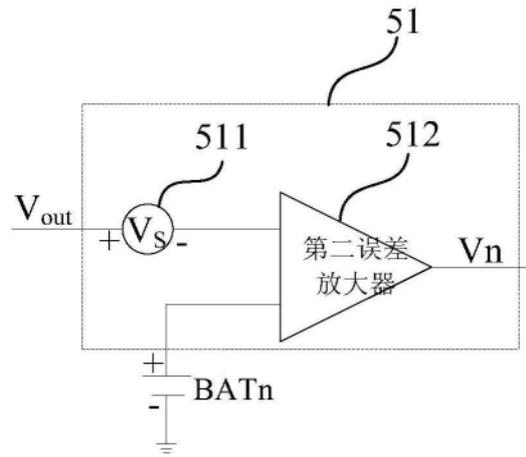


图7

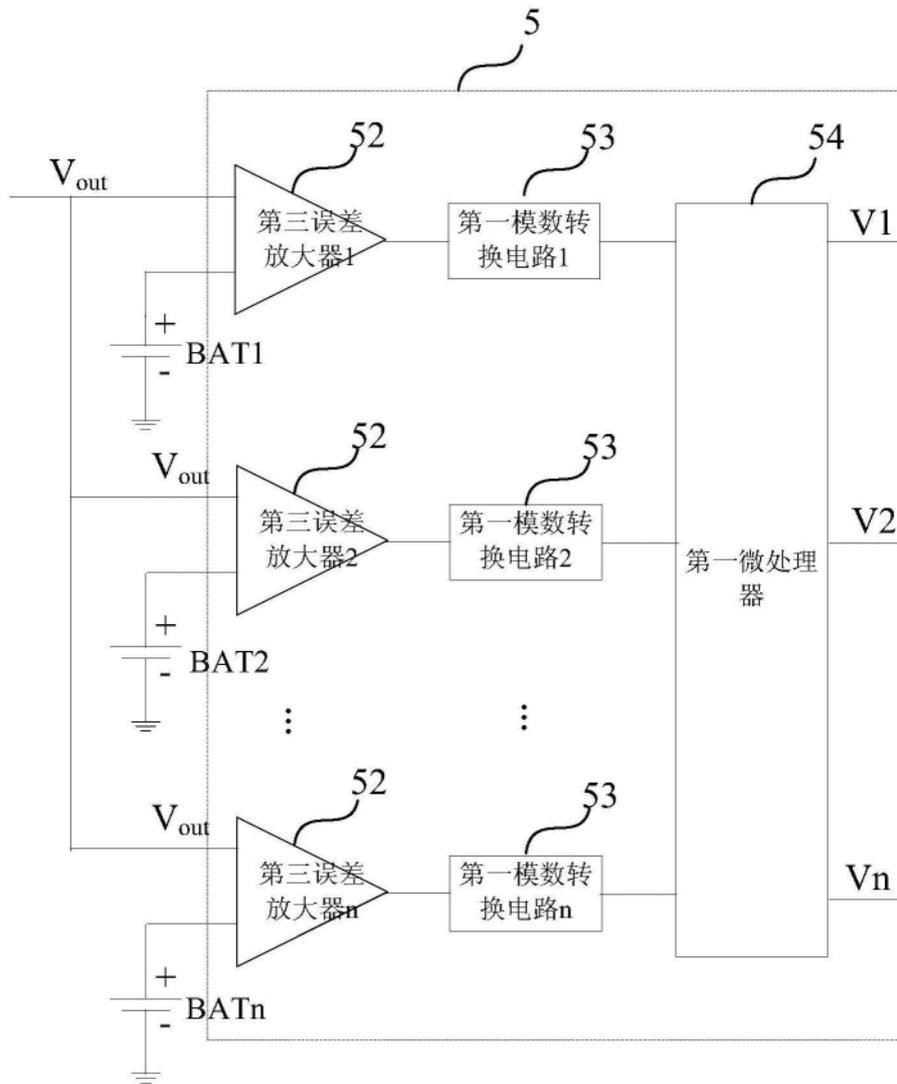


图8

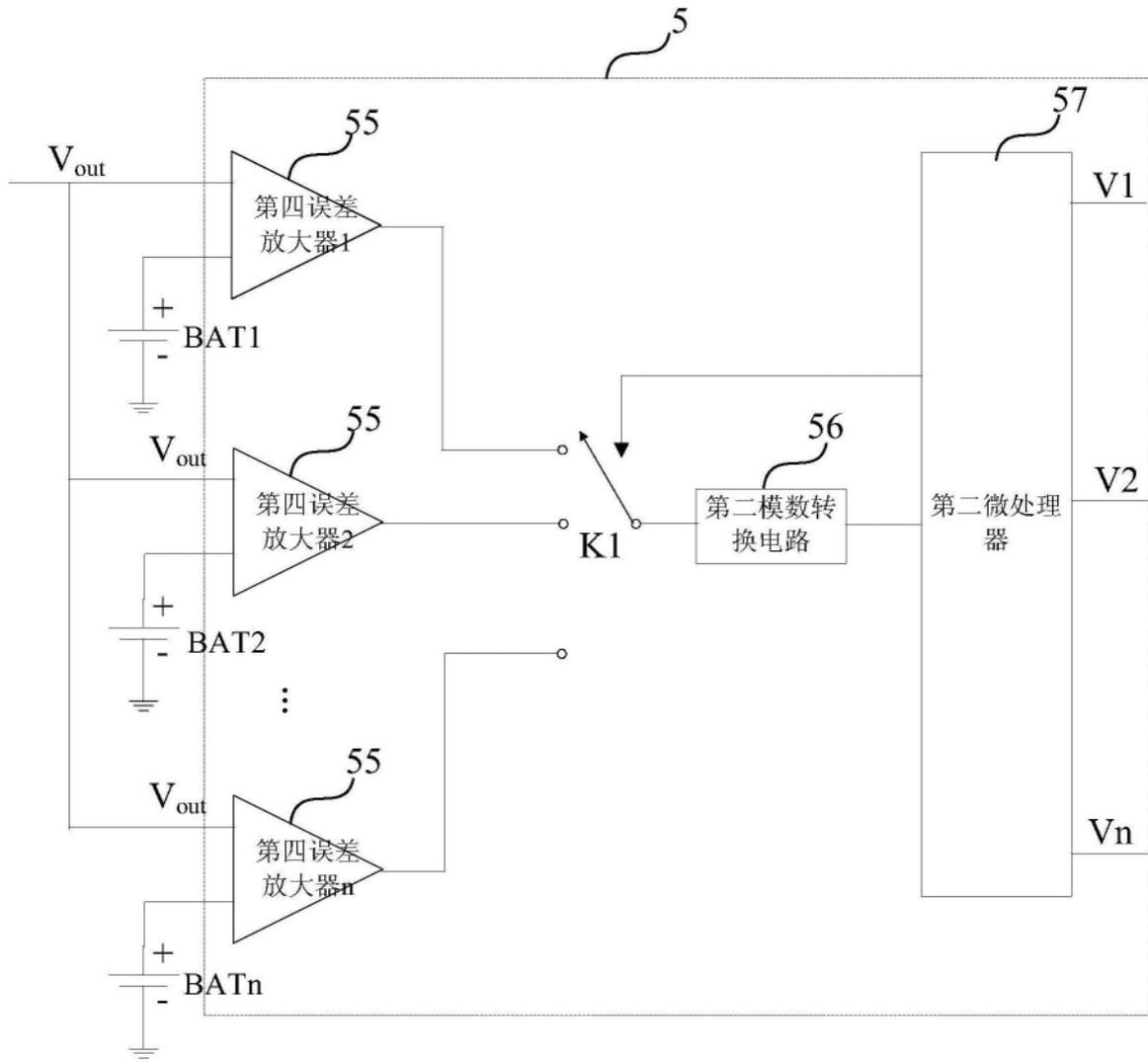


图9

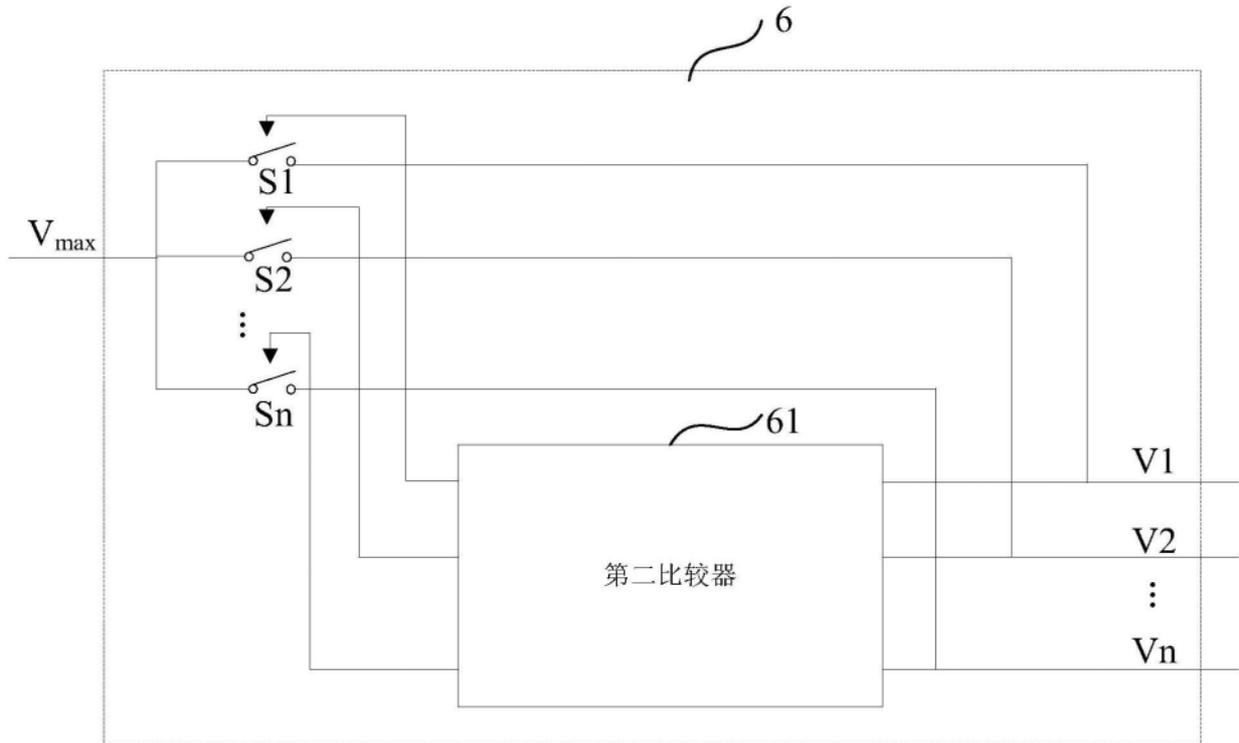


图10

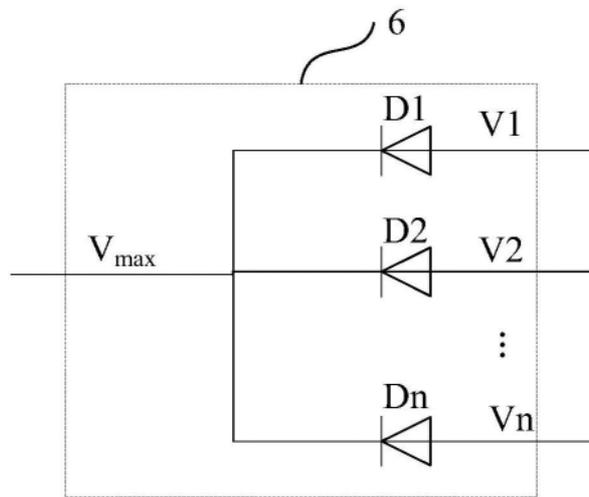


图11

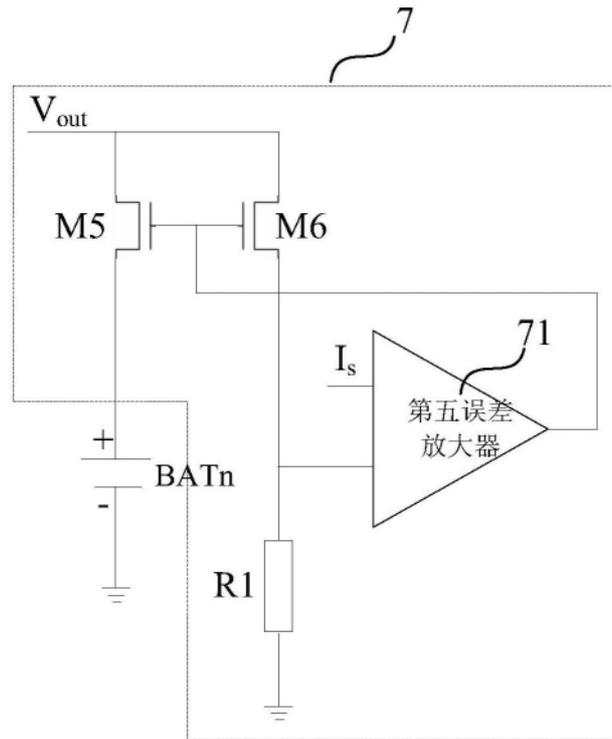


图12

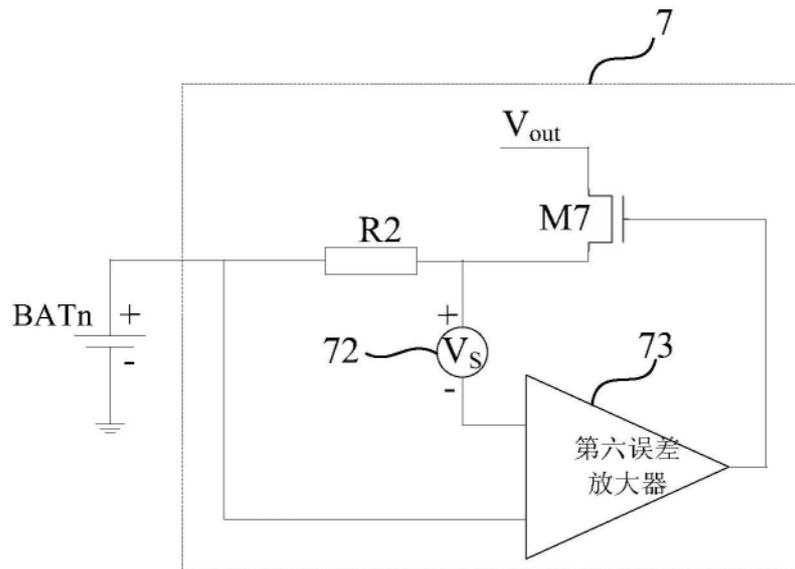


图13