



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111404220 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010192571.5

(22)申请日 2020.03.18

(71)申请人 珠海迈巨微电子有限责任公司  
地址 519000 广东省珠海市高新区唐家湾镇金唐路1号港湾1号科创园24栋C区1层147室

(72)发明人 周号

(74)专利代理机构 北京庚致知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11807  
代理人 李伟波 韩德凯

(51)Int.Cl.  
H02J 7/00(2006.01)

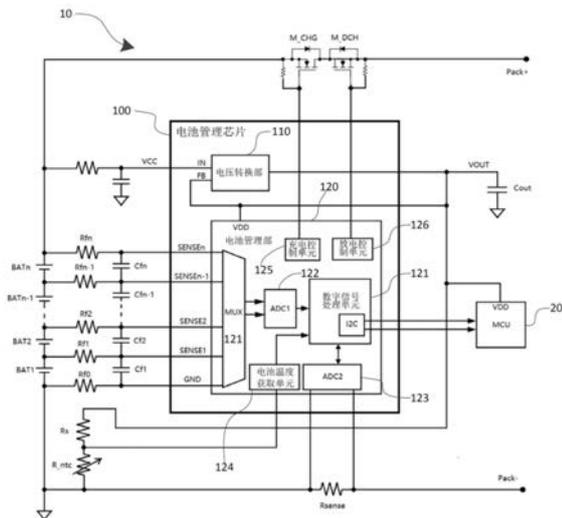
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

电池管理芯片、电池管理系统、电子设备及供电方法

(57)摘要

本公开提供了一种电池管理芯片,包括:电压转换部,电压转换部包括降压型DC-DC开关转换器,电压转换部的输入端连接电池输出电压,降压型DC-DC开关转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压,并且通过电压转换部的输出端进行输出;以及电池管理部,电池管理部对电池进行检测和/或控制,电池管理部的供电端与电压转换部的输出端连接,以便通过电压转换部输出电压为电池管理部供电。本公开还提供了一种电池管理系统、电子设备及供电方法。



1. 一种电池管理芯片,其特征在于,所述电池管理芯片包括:

电压转换部,所述电压转换部包括降压型DC-DC开关转换器,所述电压转换部的输入端连接电池输出电压,所述降压型DC-DC开关转换器将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压,并且通过所述电压转换部的输出端进行输出;以及

电池管理部,所述电池管理部对电池进行检测和/或控制,所述电池管理部的供电端与电压转换部的输出端连接,以便通过所述电压转换部输出电压为所述电池管理部供电。

2. 如权利要求1所述的电池管理芯片,其特征在于,所述电池管理部包括接口电路,所述接口电路与电池管理芯片外部的MCU通信,通过所述接口电路,所述电池管理部与所述外部控制进行信息的发送与接收,以便所述电池管理部对电池进行检测和/或管理控制,

其中,所述MCU的供电端与所述电压转换部的输出端连接,以便通过所述电压转换部输出电压为所述MCU供电。

3. 如权利要求1或2所述的电池管理芯片,其特征在于,所述电压转换部还包括LDO电压转换器,所述LDO电压转换器将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压,

其中,所述电压转换部被控制为:通过降压型DC-DC开关转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压,或者通过LDO电压转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压,或者通过降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压。

4. 如权利要求3所述的电池管理芯片,其特征在于,所述LDO电压转换器包括基于放大器的LDO电压转换器和基于比较器的LDO电压转换器,所述LDO电压转换器可被切换为基于放大器的LDO电压转换器或基于比较器的LDO电压转换器,以便将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压。

5. 如权利要求3或4所述的电池管理芯片,其特征在于,当所述电池管理芯片处于采集电池信息的状态下,所述电压转换部通过LDO电压转换器、或者通过降压型DC-DC开关转换器与LDO电压转换器的串联方式来提供输出电压,当所述电池管理芯片不处于采集电池信息的状态下,所述电压转换部通过降压型DC-DC开关转换器来提供输出电压。

6. 一种电池管理系统,其特征在于,包括:

如权利要求1至5中任一项所述的电池管理芯片;以及

MCU,所述MCU通过所述电池管理部的接口电路与所述电池管理芯片通信,并且所述MCU通过所述电压转换部的输出电压供电。

7. 如权利要求6所述的电池管理系统,其特征在于,还包括充电控制开关和放电控制开关,通过来自所述电池管理芯片的充电驱动单元和放电驱动单元的控制信号,所述充电控制开关和放电控制开关用于控制所述电池的充电和放电。

8. 一种电子设备,其特征在于,包括:

电池或电池组,所述电池或电池组为所述电子设备的其它部件供电;以及

如权利要求6或7所述的电池管理系统,所述电池管理系统用于控制所述电池或电池组的充电或放电。

9. 一种通过电池管理芯片对电池管理系统进行供电的方法,其特征在于,包括:

接收电池或电池组的电池输出电压;

通过所述电池管理芯片内部的降压型DC-DC开关转换器将所述电池输出电压进行降压

处理;以及

将降压处理后的电压提供至电池管理部以作为所述电池管理部的供电电压,其中所述电池管理部集成在所述电池管理芯片中并且用于对所述电池或电池组进行检测和/或控制。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,降压处理后的电压还被提供至所述电池管理芯片外部的MCU,其中所述MCU与所述电池管理部进行相互通信,以便对所述电池进行检测和/或管理控制。

## 电池管理芯片、电池管理系统、电子设备及供电方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及电池管理技术领域,尤其涉及一种电池管理芯片、电池管理系统、电子设备及供电方法。

### 背景技术

[0002] BMS系统(Battery Management System)是指对电池进行管理和控制的系统。其中被管理和控制的电池可以包括锂电池,也可以包括其它类型的电池。BMS系统的主要功能包括:实时监测电池的状态,通过检测电池的外特性参数(如电压、电流、温度等),采用合适的算法,实现电池内部状态的管理和控制。BMS系统一般由电池或电池组的最高电压进行供电。而BMS系统中的模块需要采用低压供电,比如5V、3.3V或1.8V等。因此,传统的BMS系统还需要电源管理系统来为它提供低压供电电源。也就是说,BMS系统需要配合电源管理系统才能正常工作,这使得整个系统变得复杂、元器件众多、体积庞大且成本较高,这些缺点不利于产品的小型化和集成化的发展趋势。

[0003] 此外,在公开号为CN108964162A的中国专利申请中,电池管理系统采用DC/DC变换器的电源管理系统来供电,除了上述缺点之外,DC/DC变换器中的DC/DC功率单元的控制芯片由电池直接供电,也就是说控制芯片使用高压电能作为工作电源,因此该控制芯片必须是耐高压的芯片。在该专利申请中,除了通过外部管理电源系统供电之外,还需要采用高压芯片,这样将会导致其功耗较高等问题。

[0004] 以锂电池为例,电池安全运行区域由电池的电流、温度和电压等决定。若超过电压阈值过充,那么电池将会迅速被损毁,严重时会发生爆炸,在低于电压阈值时继续放电也将会损毁电池。锂电池在某个特定温度范围之外放电会使电池的寿命受到损害,长期工作于允许温度范围外的锂电池容易产生热失控和自燃现象,即使是不产生热失控现象,其有机电解质也会助燃。锂离子电池的寿命会因为大电流放电或快速充电而受损。以上这些限值也会随着单体电池自身化学成分不同而产生变化。BMS系统的作用就是要保证被管理的电池内部的单体电池均工作在自身的安全工作区域之内。特别是由大量的单体电池串联组成的大规模电池组更易因为内部单体电池电压不均衡导致过充或过放。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题中的至少一个及其它,本公开提供了一种电池管理芯片、电池管理系统、电子设备及供电方法。

[0006] 根据本公开的一个方面,一种电池管理芯片,包括:

[0007] 电压转换部,所述电压转换部包括降压型DC-DC开关转换器,所述电压转换部的输入端连接电池输出电压,所述降压型DC-DC开关转换器将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压,并且通过所述电压转换部的输出端进行输出;以及

[0008] 电池管理部,所述电池管理部对电池进行检测和/或控制,所述电池管理部的供电端与电压转换部的输出端连接,以便通过所述电压转换部输出电压为所述电池管理部供

电。

[0009] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括接口电路,所述接口电路与电池管理芯片外部的MCU通信,通过所述接口电路,所述电池管理部与所述外部控制进行信息的发送与接收,以便所述电池管理部对电池进行检测和/或管理控制,

[0010] 其中,所述MCU的供电端与所述电压转换部的输出端连接,以便通过所述电压转换部输出电压为所述MCU供电。

[0011] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括信号处理单元,所述信号处理单元用于处理电池的检测信号和/或电池的管理控制信号。

[0012] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括检测电压输入端,所述检测电压输入端接收由N个电池串联形成的电池组中的每个电池的电压,其中N为大于2的整数。

[0013] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括选择电路,所述选择电路在一个时间选择电池组中的一个电池的电池电压,或者所述选择电路在一个时间选择电池组中的M个电池的各个电池电压,从而得到所述选择电路所选择的电池电压,其中 $2 \leq M \leq N$ 。

[0014] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括第一模数转换器,

[0015] 在所述选择电路在一个时间选择电池组中的一个电池的电压的情况下,所述第一模数转换器的数量为一个,以便通过一个所述第一模数转换器将所选择的一个电池的电池电压转换为数字信号,并且提供至所述信号处理单元,以及

[0016] 在所述选择电路在一个时间选择电池组中的M个电池的各个电池电压的情况下,所述第一模数转换器的数量为M个,以便通过M个所述第一模数转换器分别将所选择的M个电池的各个电池电压转换为数字信号,并且提供至所述信号处理单元。

[0017] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括检测电流输入端,所述检测电流输入端接收电池充电或放电时的电流信息。

[0018] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括第二模数转换器,所述第二模数转换器将所述电流信息转换为数字信号,并提供至所述信号处理单元。

[0019] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括电池温度获取单元,通过所述电池温度获取单元得到电池的温度值,并且所述温度值提供至所述信号处理单元。

[0020] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电池管理部包括充电驱动单元及放电驱动单元,所述信号处理单元根据电池的检测信号和/或来自MCU的控制信号来控制所述充电驱动单元及放电驱动单元,以便停止或开始所述电池的充电或放电。

[0021] 根据本公开的至少一个实施方式,所述电压转换部还包括LDO电压转换器,所述LDO电压转换器将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压,

[0022] 其中,所述电压转换部被控制为:通过降压型DC-DC开关转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压,或者通过LDO电压转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压,或者通过降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压。

[0023] 根据本公开的至少一个实施方式,所述LDO电压转换器包括基于放大器的LDO电压转换器和基于比较器的LDO电压转换器,所述LDO电压转换器可被切换为基于放大器的LDO电压转换器或基于比较器的LDO电压转换器,以便将所述电池输出电压转换为电压转换部

输出电压。

[0024] 根据本公开的至少一个实施方式,当所述电池管理芯片处于采集电池信息的状态下,所述电压转换部通过LDO电压转换器、或者通过降压型DC-DC开关转换器与LDO电压转换器的串联方式来提供输出电压,当所述电池管理芯片不处于采集电池信息的状态下,所述电压转换部通过降压型DC-DC开关转换器来提供输出电压。

[0025] 根据本公开的至少一个实施方式,通过所述电池管理芯片内部的信号处理单元和/或所述电池管理芯片外部的MCU来控制所述电压转换部,以便通过LDO电压转换器、或者通过降压型DC-DC开关转换器与LDO电压转换器的串联方式、或者通过降压型DC-DC开关转换器来提供输出电压。

[0026] 根据本公开的另一方面,一种电池管理系统,包括:如上所述的电池管理芯片;以及MCU,所述MCU通过所述电池管理部的接口电路与所述电池管理芯片通信,并且所述MCU通过所述电压转换部的输出电压供电。

[0027] 根据本公开的至少一个实施方式,还包括充电控制开关和放电控制开关,通过来自所述电池管理芯片的充电驱动单元和放电驱动单元的控制信号,所述充电控制开关和放电控制开关用于控制所述电池的充电和放电。

[0028] 根据本公开的又一方面,一种电子设备,包括:电池或电池组,所述电池或电池组为所述电子设备的其它部件供电;以及如上所述的电池管理系统,所述电池管理系统用于控制所述电池或电池组的充电或放电。

[0029] 根据本公开的再一方面,一种通过电池管理芯片对电池管理系统进行供电的方法,包括:接收电池或电池组的电池输出电压;通过所述电池管理芯片内部的降压型DC-DC开关转换器将所述电池输出电压进行降压处理;以及将降压处理后的电压提供至电池管理部以作为所述电池管理部的供电电压,其中所述电池管理部集成在所述电池管理芯片中并且用于对所述电池或电池组进行检测和/或控制。

[0030] 根据本公开的至少一个实施方式,降压处理后的电压还被提供至所述电池管理芯片外部的MCU,其中所述MCU与所述电池管理部进行相互通信,以便对所述电池进行检测和/或管理控制。

[0031] 根据本公开的至少一个实施方式,通过降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器的配合来对所述电池输出电压进行降压处理,其中,所述降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器被控制为:通过降压型DC-DC开关转换器将电池输出电压转换为降压后的电压,或者通过LDO电压转换器将电池输出电压转换为降压后的电压,或者通过降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器将电池输出电压转换为降压后的电压。

[0032] 根据本公开的至少一个实施方式,所述LDO电压转换器包括基于放大器的LDO电压转换器和基于比较器的LDO电压转换器,所述LDO电压转换器可被切换为基于放大器的LDO电压转换器或基于比较器的LDO电压转换器,以便将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压。

## 附图说明

[0033] 附图示出了本公开的示例性实施方式,并与其说明一起用于解释本公开的原理,其中包括了这些附图以提供对本公开的进一步理解,并且附图包括在本说明书中并构成本

说明书的一部分。

[0034] 图1是根据本公开的一个实施方式的电池管理系统的示意图。

[0035] 图2是根据本公开的一个实施方式的电池管理芯片的示意图。

[0036] 图3是根据本公开的一个实施方式的电池管理芯片的示意图。

[0037] 图4是根据本公开的一个实施方式的电压转换部的示意图。

[0038] 图5是根据本公开的一个实施方式的电池管理芯片的示意图。

[0039] 图6是根据本公开的一个实施方式的电压转换部的示意图。

[0040] 图7是根据本公开的一个实施方式的电压转换部的示意图。

[0041] 图8是根据本公开的一个实施方式的电压转换部的示意图。

[0042] 图9是根据本公开的一个实施方式的电压转换部的示意图。

[0043] 图10是根据本公开的一个实施方式的电压转换部的示意图。

[0044] 图11是根据本公开的一个实施方式的切换电路的示意图。

### 具体实施方式

[0045] 下面结合附图和实施方式对本公开作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于解释相关内容,而非对本公开的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本公开相关的部分。

[0046] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本公开中的实施方式及实施方式中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施方式来详细说明本公开的技术方案。

[0047] 除非另有说明,否则示出的示例性实施方式/实施例将被理解为提供可以在实践中实施本公开的技术构思的一些方式的各种细节的示例性特征。因此,除非另有说明,否则在不脱离本公开的技术构思的情况下,各种实施方式/实施例的特征可以另外地组合、分离、互换和/或重新布置。

[0048] 在附图中使用交叉影线和/或阴影通常用于使相邻部件之间的边界变得清晰。如此,除非说明,否则交叉影线或阴影的存在与否均不传达或表示对部件的具体材料、材料性质、尺寸、比例、示出的部件之间的共性和/或部件的任何其它特性、属性、性质等的任何偏好或者要求。此外,在附图中,为了清楚和/或描述性的目的,可以夸大部件的尺寸和相对尺寸。当可以不同地实施示例性实施例时,可以以不同于所描述的顺序来执行具体的工艺顺序。例如,可以基本同时执行或者以与所描述的顺序相反的顺序执行两个连续描述的工艺。此外,同样的附图标记表示同样的部件。

[0049] 当一个部件被称作“在”另一部件“上”或“之上”、“连接到”或“结合到”另一部件时,该部件可以直接在所述另一部件上、直接连接到或直接结合到所述另一部件,或者可以存在中间部件。然而,当部件被称作“直接在”另一部件“上”、“直接连接到”或“直接结合到”另一部件时,不存在中间部件。为此,术语“连接”可以指物理连接、电气连接等,并且具有或不具有中间部件。

[0050] 为了描述性目的,本公开可使用诸如“在……之下”、“在……下方”、“在……下”、“下”、“在……上方”、“上”、“在……之上”、“较高的”和“侧(例如,如在“侧壁”中)”等的空间相对术语,从而来描述如附图中示出的一个部件与另一(其它)部件的关系。除了附图中描绘的方位之外,空间相对术语还意图包含设备在使用、操作和/或制造中的不同方位。例如,

如果附图中的设备被翻转,则被描述为“在”其它部件或特征“下方”或“之下”的部件将随后被定位为“在”所述其它部件或特征“上方”。因此,示例性术语“在……下方”可以包含“上方”和“下方”两种方位。此外,设备可被另外定位(例如,旋转90度或者在其它方位处),如此,相应地解释这里使用的空间相对描述语。

[0051] 根据本公开的一个实施方式,提供了一种电池管理芯片及电池管理系统。

[0052] 图1示出了根据本公开的实施方式的包括电池管理芯片的电池管理系统。下面将以锂电池组为例进行说明,但是本领域的技术人员应当理解,电池可以为单个电池、也可以为其它类型电池的电池组。例如图1所示,电池组由BAT1,BAT2……BATn-1,BATn等多节串联电池而成。

[0053] 如图1所示,电池管理系统10可以包括电池管理芯片100和MCU (Microcontroller Unit,微控制单元) 200。其中该电池管理芯片100至少可以用于电池的数据采集及保护等。

[0054] 下面,首先对本公开的电池管理芯片100进行说明。电池管理芯片100可以包括电压转换部110和电池管理部120。其中,需要说明的是,电压转换部110和电池管理部120被集成在一个芯片中,这样可以通过芯片内部的电压转换部110为电池管理部120进行供电,而不需要芯片外部的电源管理系统来提供低压电源。

[0055] 电压转换部110可以包括降压型DC-DC开关转换器,电压转换部110的输入端IN可以连接电池的输出电压,其中当电池组形式时,该输出电压可以是电池组的总电压,也可以为电池组的部分电压等。并且电池的输出电压可以经过RC滤波电路滤波后电压VCC。降压型DC-DC开关转换器将电池输出电压转换为电压转换部输出电压,并且通过电压转换部110的输出端进行输出。

[0056] 对于电压转换器110的具体形式将在下面具体的描述。

[0057] 电池管理部120可以包括数字信号处理单元121、选择电路121、第一模数转换器122、第二模数转换器123、电池温度获取单元124、充电控制单元125、和放电控制单元126。

[0058] 电池管理芯片100可以用于检测电池组的电压信息。电池管理部120可以包括检测电压输入端SENSE1、SENSE2、……、SENSEn,检测电压输入端接收由N个电池串联形成的电池组中的每个电池的电压,其中N为大于2的整数。

[0059] 电池组的每个电池的电压可以首先通过由Rf1与Cf1、Rf2与Cf2、……、Rfn与Cfn组成的滤波电路降低噪声和干扰,然后连接至电池管理芯片100的输入端SENSE1、SENSE2、……、SENSEn。

[0060] 选择电路121可以接收每个电池的电压信号并且进行选择。例如在同一时刻选择其中一个电池的正端和负端电压,发送至第一模数转换器(ADC1) 122进行采样量化,转化为数字信号;也可以在同一时刻选择其中两个以上的电池的正端和负端电压,发送至第一模数转换器(ADC1) 122进行采样量化,转化为数字信号。转换后的数字信号发送至数字信号处理单元121。

[0061] 电池管理芯片100可以用于检测电池组的电流信息。在电池组进行充电或放电时,电池的充电电流或放电电流经过电流回路中串联的采样电阻Rsense产生压降,第二模数转换器(ADC2) 123采集采样电阻Rsense所产生的压降信息,这样得到电池组的充电或放电的电流信息,并且将电流信息发送至数字信号处理单元121。从而基于电流信息,保护电路被控制,保护电路可以包括充电控制单元125和放电控制单元126。充电控制单元125和放电控

制单元126分别控制电池的电流回路中的充电控制功率器件M\_CHG和放电控制功率器件M\_DCH,以便在电压异常时,控制电池组的充电和放电。此外,电池组的电流信号还可以用于计算电池组的电量,这时可以通过库仑计来实现。

[0062] 电池管理芯片100可以用于检测电池组的温度信息。温度的检测可以通过恒温电阻Rs和热敏电阻R\_ntc组成串联电路来实现,其中,串联的电路的一端可以连接电压转换部110的电压输出端,而另一端可以接地,并且检测端可以为恒温电阻Rs和热敏电阻R\_ntc的连接节点。R\_ntc放置在靠近电池组的位置处,以保证其温度与电池的温度相接近。热敏电阻可以为负温度系数(NTC,Negative Temperature Coefficient)的热敏电阻,即热敏电阻的阻值随温度的升高而降低。Rs和R\_ntc的连接节点的电压送到电池管理芯片100的电池温度获取单元124,通过获取的电压值与电压转换部110的输出电压值以及结合R\_ntc电阻的特性(温度系数),来获得电池的温度信息。并且电池的温度信息传送至数字信号处理单元121。这样在温度异常时,可以通过控制充电控制功率器件M\_CHG和放电控制功率器件M\_DCH来控制电池组的充电和放电。

[0063] 数字信号处理单元121根据得到的电池信息,包括以上的电池组的电压、电流和温度等信息,通过模型算法,来估算出电池的当前状态,例如电池的容量、电池的荷电状态(当前电池的电量)等等。例如,当出现异常时,数字信号处理单元121可以进行控制,例如系统的初始化、参数配置、检测功能的执行、保护功能执行等,保证每一个电池单元都工作在安全区域。如果电池处于充电状态,当检测到某一个电池单元的电压超过设定的充电保护的阈值电压,数字信号处理单元121会控制充电控制单元125关闭其外部的充电控制功率器件M\_CHG,停止充电功能来保护电池。其中这部分的功能可以由数字信号处理单元121完成,也可以由MCU200完成,也可以由数字信号处理单元121和MCU200协同完成。此外,数字信号处理单元121可以通过接口电路I<sup>2</sup>C完成与MCU200之间的通信,数字信号处理单元121也可以通过MCU200的控制信号来进行上述处理。

[0064] 根据本公开的实施例,MCU200的供电端与电压转换部110的电压输出端连接,通过电压转换部110的输出电压直接为MCU200供电进行供电。这样可以有效地降低功耗以及对MCU200的本身要求等。

[0065] 电压转换部110可以包括降压型DC-DC开关转换器,例如该降压型DC-DC开关转换器可以是Buck电源转换器或开关电容器电压转换器。电压转换部110可以包括降压型DC-DC开关转换器及LDO电压转换器组合电路,例如该降压型DC-DC开关转换器可以是Buck电源转换器或开关电容器电压转换器。

[0066] 作为一个示例,图2示出了电压转换部110为Buck电源转换器的情况。在采用Buck电源转换器的情况下,可通过高频的开关控制以及电感和电容的滤波,来实现降压的功能,并且由于Buck电源转换器的效率通常能达到90%甚至更高,因此该锂电池组的电池管理芯片的电源转换效率将远远大于传统的锂电池组的电池管理芯片,此外,采用Buck电源转换器的锂电池组的电池管理芯片的发热将远远小于传统构架的锂电池组的电池管理芯片,因而该锂电池组的电池管理芯片会有更低的温度、更长的寿命和更高的可靠性。

[0067] 如图2所示,Buck电源转换器的输入端可以连接电池组的电压(如图1的方式)作为输入电压,并且其输出端经过串联的电感及电容的连接点输出电压VOUT,而输出电压可以作为反馈电压。同时,输出电压VOUT作为芯片内部的电池管理部的供电电压,并且也作为芯

片外部的MCU的供电电压。

[0068] 作为一个示例,图3示出了电压转换部110为开关电容器电压转换器的情况。如图3所示,所述开关电容器电压转换器包括开关电容器电压转换器的控制模块和 $m$ 个外接电容, $m$ 为正整数且大于等于1, $C_1$ 、 $\dots$ 、 $C_{m-1}$ 、 $C_m$ 。通过开关电容器电压转换器的控制模块中的开关控制来对电容选择进行控制,从而实现电压转换。

[0069] 采用开关电容器电压转换器时,在使用为降压转换时,通过在一定时间段把输入电压加在串联的电容上面,在另一个时间段把电容并联到输出上,实现电源的降压转换,并同时提供比输入电流更大的输出电流来提高效率。

[0070] 如图3所示,开关电容器电压转换器的控制模块的输入端连接电池组的电压(如图1的方式)作为输入电压,并且其输出端的输出电压 $V_{OUT}$ 可以作为反馈电压。同时,输出电压 $V_{OUT}$ 作为芯片内部的电池管理部的供电电压,而且也作为芯片外部的MCU的供电电压。

[0071] 图4示出了开关电容器电压转换器的一个具体示例。在该示例中,开关电容器电压转换器的电容数量为3个,开关电容器电压转换器的控制模块可以包括十个开关,第一开关 $K_1$ 的一端作为开关电容器电压转换器的控制模块的输入端,第一开关 $K_1$ 的另一端与第二开关 $K_2$ 的一端及第一电容 $C_1$ 的一端连接,第二开关 $K_2$ 的另一端与第四开关 $K_4$ 的一端、第六开关 $K_6$ 的一端和第十开关 $K_{10}$ 的一端连接,且作为开关电容器电压转换器的控制模块的输出端和反馈端。

[0072] 第三开关 $K_3$ 的一端与第五开关 $K_5$ 的一端、第十开关 $K_{10}$ 的一端及接地端相连,第三开关 $K_3$ 的另一端与第一电容 $C_1$ 的另一端及第七开关 $K_7$ 的一端相连。

[0073] 第四开关 $K_4$ 的另一端与第七开关 $K_7$ 的另一端及第二电容 $C_2$ 的一端连接,第五开关 $K_5$ 的另一端与第八开关 $K_8$ 的一端及第二电容 $C_2$ 的另一端连接,第六开关 $K_6$ 的另一端与第八开关 $K_8$ 的另一端及第三电容 $C_3$ 的一端连接,第九开关 $K_9$ 的另一端与第十开关 $K_{10}$ 的另一端及第三电容 $C_3$ 的另一端连接。

[0074] 所述开关电容器电源转换器,由电容 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_{out}$ 和两组开关(第一组开关为 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$ 、 $K_9$ ,第二组开关为 $K_1$ 、 $K_7$ 、 $K_8$ 、 $K_{10}$ )。当第一组开关断开,第二组开关合上时,输入电压加在由 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 和 $C_{out}$ 串联电容上;当第一组开关合上,第二组开关断开时, $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 向 $C_{out}$ 放电。通过交替控制这两组开关,可以把输入电源转换为不高于输入电压 $1/4$ 倍的输出电压,同时,输出电流为输入电流的4倍,实现从输入端 $IN$ 到输出端 $V_{OUT}$ 的电压转换。

[0075] 作为一个示例,图5示出了电压转换部110包括Buck电源转换器及LD0电压转换器组合电路的情况。

[0076] 在图5中, $V_{CC}$ 为电池组电压或经滤波后的电池组电压(如图1所示),在该情况下,通过控制切换开关 $S_1 \sim S_5$ ,来使得电压转换部110为Buck电源转换器、LD0电压转换器、或者Buck电源转换器与LD0电压转换器的组合电路。

[0077] 例如,在 $S_3$ 、 $S_5$ 和 $S_2$ 关闭而 $S_1$ 、 $S_4$ 打开的情况下,电压转换部110为Buck电源转换器。而在在 $S_3$ 、 $S_5$ 和 $S_2$ 打开而 $S_1$ 、 $S_4$ 关闭的情况下,电压转换部110为LD0电压转换器。在 $S_3$ 、 $S_5$ 关闭而 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_4$ 打开的情况下,电压转换部110为Buck电源转换器与LD0电压转换器的组合电路。

[0078] Buck电源转换器与LD0电压转换器的比较如下。

[0079] 与LDO电压转换器通过调节串联在输入与输出之间的功率器件的电流或电阻,实现对输出电压的控制功能。它的优点是结构简单、纹波小、成本低、体积小等,但是其缺点是效率不高,特别是在电池电压(电池系统的总电压)远高于电池管理系统电源所需要的电压时。比如对于一个4节锂电池串联的电池系统,如果其电池管理系统的供电电压为3.3V。采用LDO电压转换器,将4节锂电池的电压 $3.6 \times 4 = 14.4\text{V}$ 转换为3.3V,其效率将不超过 $3.3\text{V} / 14.4\text{V} = 23\%$ 。由于该电压转换器是给锂电池组的管理芯片中的各个模块以及外接的元件供电,因此整个系统的电源效率不超过23%。该电源效率是受工作条件决定的,不能通过设计来改进,减小导线上的电阻、增大功率管等改进方式只能使效率接近23%,而不可能突破23%。如果电池管理系统的工作电流为10mA,则功率损耗为 $10\text{mA} \times 14.4\text{V} \times (1 - 23\%) = 111\text{mW}$ ,这些功率损耗将转化为热量,使电池管理系统的温度升高。比如通常QFN封装热阻在 $150^\circ\text{C}/\text{W}$ ,那锂电池组的管理芯片的温度将升高 $111\text{mW} \times 150^\circ\text{C}/\text{W} = 16.7^\circ\text{C}$ 。对于锂电池节数比较多的系统,功率损耗将更加明显。例如对于16节锂电池的系统来说,其电源效率将不高于 $3.3\text{V} / (3.6\text{V} \times 16) = 5.73\%$ ,功率损耗将是 $10\text{mA} \times (3.6\text{V} \times 16 - 3.3\text{V}) = 543\text{mW}$ ,这可能会带来 $543\text{mW} \times 150^\circ\text{C}/\text{W} = 81^\circ\text{C}$ 的温度升高,这通常很难被接受。因此,LDO电压转换器的锂电池组的电池管理芯片虽然解决了传统锂电池组的电池管理芯片需要外部电源管理系统带来的缺点,但是却带来了新的缺点,即效率低、发热量大、这会导致系统工作温度升高,可靠性和寿命下降。

[0080] 采用诸如Buck电源转换器的开关型DC-DC电压转换器作为电压转换器,显著提高电源转换的效率,从而使锂电池组的电池管理芯片的效率更高,使用更灵活,因而该锂电池组的电池管理芯片会有更低的温度、更长的寿命和更高的可靠性,使得使用该锂电池组的电池管理芯片的电池管理系统的电源转换效率也会大大提升,且亦具有更低的温度、更长的寿命和更高的可靠性。

[0081] Buck电源转换器中可通过高频的开关控制以及电感和电容的滤波,实现降压的功能,并且由于Buck电源转换器的效率通常能达到90%甚至更高,因此该锂电池组的电池管理芯片的电源转换效率将远远大于LDO电压转换器的锂电池组的电池管理芯片,此外,采用Buck电源转换器的锂电池组的电池的发热将远远小于LDO电压转换器的锂电池组的电池管理芯片,因而该锂电池组的数据采集和保护芯片会有更低的温度、更长的寿命和更高的可靠性。

[0082] 对于Buck电源转换器来说,功率管上的压降由 $I \times R_{\text{dson}}$ 决定。在输入电压远大于输出电压的应用条件下,该压降可以远小于同样应用条件下LDO电压转换器的功率管上的压降( $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$ ),因此Buck电源转换器在同等条件下的功率管导通损耗要远小于LDO电压转换器。即使再加上Buck额外的损耗,比如开关损耗,外接的电感的功率损耗,其效率仍然会远高于LDO。

[0083] 假设锂电池组的电池管理芯片及外接负载的正常工作电流为20mA。含有LDO电压转换器的电池管理系统的功率损耗为 $(14.4\text{V} - 3.3\text{V}) \times 20\text{mA} = 222\text{mW}$ 。而含有Buck电源转换器的电池管理系统的功率损耗为 $3.3\text{V} \times 20\text{mA} \times (1 - 90\%) / 90\% = 7.3\text{mW}$ 。因此Buck电源转换器的情况远低于LDO电压转换器的情况。

[0084] 在电池管理系统中的功率损耗一般会通过锂电池组的电池管理芯片发热的形式消耗,这就会造成采用不同构架的电池管理系统有不同的发热。芯片的发热会通过封装往

周围环境散发,同时芯片温度会升高。对于同样的封装,芯片发热越大,则正常工作时芯片的温度会越高,而芯片温度越高,芯片则老化越快、寿命越短及可靠性越低。

[0085] 对于电池串联数量比较多的电池系统,Buck电源转换器的优点会更加明显。如果电池节数在16节,则系统的输入电源电压VCC将高达 $3.6V \times 16 = 57.6V$ ,假设锂电池组的电池管理芯片及外接部件的供电电压为3.3V且工作电流为20mA。LDO电压转换器的锂电池组的电池管理芯片的用电效率最高为 $3.3V/57.6V = 5.7\%$ ,功率损耗为 $(57.6V - 3.3V) \times 20mA = 1086mW$ ,而含Buck电源转换器的锂电池组的电池管理芯片的用电效率可达80% (主要是功率器件的导通损耗以及开关损耗),功率损耗为 $3.3V \times 20mA / 80\% \times (1 - 80\%) = 16.5mW$ 。因此Buck方案可提高超过14倍,功率损耗可降低至传统方案的1.5%,也即发热仅为LDO方案的1.5%。

[0086] 相对于LDO电压转换器,Buck电源转换器由于工作特点,会有一定的输出纹波。当输入和负载恒定,电源转换器稳定工作的时候,LDO电源转换器的输出电流和输出电压也是恒定的,但Buck电源转换器工作时,通过控制模块控制功率管高频的切换,设工作频率为 $f_{sw}$ ,工作时把一个周期 $1/f_{sw}$ 分为2个时间段:导通时间和续流时间。在导通时间,Buck电源转换器的控制模块的切换端SW1与输入电源之间的功率管导通,切换端SW1的电压接近输入电压。在续流时间,Buck电源转换器的控制模块的切换端开关与地之间的功率管导通,切换端开关的电压接近地电压。因此电感两端的电压也是一个高频变化的量,电感的电流,Buck电源转换器的输出电压 $V_{out2}$ 也是高频波动的。忽略电容及电感的寄生电阻等效应,Buck的

输出纹波为: 
$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}(1 - V_{OUT}/V_{IN})}{8f_{SW}^2 LC_{OUT}}$$
。以16节电池的系统为例,如果 $L = 330\mu H$ 、 $C_{out} =$

10 $\mu F$ 、工作频率为200kHz,那么工作时输出电压的纹波将会有:  $\Delta V_{OUT} = 3.3mV$ 。

[0087] 因此,所述开关型DC-DC电压转换器采用Buck电源转换器时,可通过高频的开关控制,以及电感和电容的滤波,实现降压的功能,并且由于Buck电源转换器的效率通常能达到90%甚至更高,因此该锂电池组的电池管理芯片的电源转换效率将远远大于含有LDO的锂电池组的电池管理芯片,此外,采用Buck电源转换器的锂电池组的电池管理芯片的发热将远远小于传统构架的锂电池组的电池管理芯片,因而该锂电池组的电池管理芯片会有更低的温度、更长的寿命和更高的可靠性。

[0088] 根据本公开的实施方式,采用创新的可在Buck模式和LDO模式间切换的电压转换器时,它更加灵活地兼顾Buck构架电压转换器和LDO构架电压转换器的优点,适用于电池管理系统。此外,根据不同的应用需求,用户可以任意地将其配置为Buck模式和LDO模式,在处于Buck模式时,具有高效率且具有超低待机功耗的特点,工作于LDO模式时具有低纹波的优点,此创新架构通过巧妙和创新的模式共享的控制逻辑、驱动电路、以及反馈检测模块,以最大程度节约电路成本。

[0089] 综上所述,在本公开的该实施例,可以根据实际情况来对电压转换部110的Buck电源转换器及LDO电压转换器进行切换,例如在高输入电压(例如大于5V)和/或高输入/输出压差时,可以切换为仅采用Buck电源转换器,反之可以切换为仅采用LDO电压转换器。在输出电流较大(例如大于2A)时,可以切换为仅采用Buck电源转换器,反之可以切换为仅采用LDO电压转换器。在系统对于输出纹波和/或稳压性要求较高时,可以为仅采用LDO电压转换器,反之可以切换为仅采用Buck电源转换器。在系统对于切换效率要求较高时,可以切换为

仅采用Buck电源转换器,反之可以切换为仅采用LDO电压转换器。而在输入电压高和/或高输入/输出压差、并且输出电流比较大时,可以采用Buck电源转换器+LDO电压转换器的方案。

[0090] 本领域的技术人员应当理解,虽然未详细说明,但是上面描述的开关电容器电压转换器也可以与LDO电压转换器配合使用,在该情况下,可以将Buck电源转换器更换为开关电容器电压转换器。

[0091] 图6和图7示出了根据本公开的一个实施例,其中在该实施例中可以选择Buck电源转换器或LDO电压转换器作为电压转换部110。其中在图6中示出了采用Buck电源转换器的方式,而在图7中示出了采用LDO电压转换器的方式。

[0092] 在该实施例中,Buck电源转换器和LDO电压转换器共用放大器电路及功率器件等,以最大程度节约电路成本。

[0093] 该实施例中,包括Buck驱动电路、LDO驱动电路、放大器(也可以为放大器及补偿电路)、两个功率器件M1-M2和四个开关S1-S4。

[0094] 放大器的输入端分别与参考电压Vref及作为反馈电压Vfb的输出电压连接,放大器的输出端与Buck驱动电路和LDO驱动电路连接。

[0095] Buck驱动电路的第一输出端通过第一开关S1与第一功率器件M1的栅极连接,Buck驱动电路的第二输出端通过第二开关S2与第二功率器件M2的栅极与第四开关S4的一端连接。

[0096] LDO驱动电路的输出端通过第三开关S3与第一功率器件M1的栅极连接,第一功率器件M1的漏极与电池电压VCC连接,第一功率器件M1的源极与第二功率器件M2的漏极连接,第四开关S4的另一端可以接地。

[0097] 第一功率器件M1与第二功率器件M2的连接节点连接L和Cout串联电路从而得到输出电压VOUT。

[0098] 如图6所示,当第一开关S1和第二开关S2闭合而第三开关S3和第四开关S4打开时,电压转换部110工作于Buck模式。如图7所示,当第一开关S1和第二开关S2打开而第三开关S3和第四开关S4闭合时,电压转换部110工作于LDO模式。

[0099] 在Buck模式下,通过Buck驱动电路来控制第一功率器件M1和第二功率器件M2实现降压变换,在LDO模式下,通过LDO驱动电路来控制第一功率器件M1实现降压变换。

[0100] 另外,图8提供了可以选择Buck电源转换器或LDO电压转换器作为电压转换部110的另一示例,该示例与图6和7所示示例的主要区别在于,将图6和7的示例中的第二功率器件M2替换为ESD(Electro-Static discharge)保护电路,从而相比于图6和7的示例,将有效地节省成本以及减小尺寸等。

[0101] 在图8中,Buck驱动电路的输出端经由开关S1连接至第一功率器件M1的栅极,并且LDO驱动电路的输出端经由开关S2连接至第一功率器件M1的栅极,第一功率器件M1的漏极与ESD保护电路连接,并且ESD保护电路与第一功率器件M1的连接节点连接L和Cout串联电路从而得到输出电压VOUT。

[0102] 图9提供了可以选择Buck电源转换器或LDO电压转换器作为电压转换部110的又一示例,该示例与图6和7所示示例的区别在于,将图6和7中的放大器替换为可切换的放大器及比较器。

[0103] 根据图9所示的示例,电压转换部110可以被切换为Buck电源转换器、基于放大器的LDO电压转换器、和基于比较器的LDO电压转换器。

[0104] 当工作在BUCK电源转换器模式时,具有高效率且低功耗的特点,工作于基于放大器的LDO电压转换器模式时,可以具有输出纹波低的特点,并且工作于基于比较器的LDO电压转换器模式时不仅输出纹波低还具有响应快及功耗低的特点。

[0105] 其中,三种模式的切换通过可切换的放大器及比较器电路、开关S1~S4来实现。之后将通过具体的示例来对可切换的放大器及比较器电路进行详细的说明,其可以被切换为放大器模式,也可以被切换为比较器模式。

[0106] 当S1、S2关闭而S3、S4打开时,电压转换部110工作在Buck电源转换器模式,当S1、S2打开而S3、S4关闭并且可切换的放大器及比较器电路切换为放大器模式时,电压转换部110工作在基于放大器的LDO电压转换器的模式,当S1、S2打开而S3、S4关闭并且可切换的放大器及比较器电路切换为比较器模式时,电压转换部110工作在基于比较器的LDO电压转换器的模式。

[0107] 图10提供了根据本公开的电压转换部的另一示例,根据图10所示的示例,电压转换部110可以被切换为Buck电源转换器、基于放大器的LDO电压转换器、和基于比较器的LDO电压转换器。该示例与图8所示的示例的区别在于,将图8中的放大器替换为可切换的放大器及比较器。

[0108] 当S1关闭而S2打开时,电压转换部110工作在Buck电源转换器模式,当S1打开而S2关闭并且可切换的放大器及比较器电路切换为放大器模式时,电压转换部110工作在基于放大器的LDO电压转换器的模式,当S1打开而S2关闭并且可切换的放大器及比较器电路切换为比较器模式时,电压转换部110工作在基于比较器的LDO电压转换器的模式。

[0109] 作为本公开的一个示例,图11提供了可切换的放大器及比较器电路详细视图。

[0110] 如图11所示,该电路可以包括差分比较电路(或差分放大电路,以下仅以差分比较电路为例)10和切换电路20。其中差分比较电路10对Vref及Vfb进行比较,并且将比较结果输出值切换电路20。

[0111] 切换电路20可以包括功率器件、和开关、电阻及电容串联电路,其中所述功率器件可以为MOS管,所述MOS管的栅极作与所述差分比较电路10的输出连接,并且MOS管的源极作为输出端,该输出端与Buck驱动电路及LDO驱动电路连接,而串联电路的两端分别连接至MOS管的栅极和源极。

[0112] 这样,当串联电路中的开关关闭时,可切换的放大器及比较器电路为放大器模式,而当串联电路中的开关打开时,可切换的放大器及比较器电路为比较器模式。并且相应地可以工作于基于放大器的LDO电压转换器或基于比较器的LDO电压转换器。

[0113] 此外,Buck驱动电路也与可切换的放大器及比较器电路的输出连接,因此Buck驱动电路也可以基于放大器或比较器来进行工作。

[0114] 在图11中,第一电流源I1的输出端与第一MOS管T1和第二MOS管T2的源极连接,第一MOS管T1和第二MOS管T2的栅极分别作为参考电压输入端和反馈电压输入端。第一MOS管T1的漏极与第三MOS管T3的漏极和栅极以及第四MOS管T4的栅极连接。第三MOS管T3、第四MOS管T4和第五MOS管T5的源极均与接地端连接。第四MOS管T4的漏极与第二MOS管T2的漏极、第五MOS管T5的栅极及切换开关SW1的一端连接,切换开关SW1的另一端通过电阻R、电容

C和切换开关SW2与第五MOS管T5的漏极连接,第二电流源I2的输出端与第五MOS管T5的漏极连接,且作为输出端。

[0115] 其中,本领域的技术人员应当理解,其也可以使用一个切换开关,MOS管也可以替换为晶体管等。此外,差分比较器或放大器的形式可以进行变换。

[0116] 在本公开中,可以根据实际情况来对基于放大器的LDO电压转换器或基于比较器的LDO电压转换器进行切换,并且当使用基于比较器的LDO电压转换器时,相较于基于放大器的LDO电压转换器将会减少几倍至十几倍的功率消耗。

[0117] 在本公开的优选实施方式中,当电池管理芯片处于采集电池信息的状态下,电压转换部通过LDO电压转换器、或者通过降压型DC-DC开关转换器与LDO电压转换器的串联方式来提供输出电压,当电池管理芯片不处于采集电池信息的状态下,电压转换部通过降压型DC-DC开关转换器来提供输出电压。

[0118] 另外,可以通过电池管理芯片内部的信号处理单元和/或电池管理芯片外部的MCU来控制电压转换部,以便通过LDO电压转换器、或者通过降压型DC-DC开关转换器与LDO电压转换器的串联方式、或者通过降压型DC-DC开关转换器来提供输出电压。

[0119] 通过状态的不同来采用不同地供电方式,可以有效地提高电压转换部的供电效率并且达到要求的精度等。

[0120] 本公开还提供了一种电池管理系统,包括如上所述的电池管理芯片;以及MCU,所述MCU通过所述电池管理部的接口电路与所述电池管理芯片通信,并且所述MCU通过所述电压转换部的输出电压供电。

[0121] 该电池管理系统还可以还包括充电控制开关和放电控制开关,通过来自所述电池管理芯片的充电驱动单元和放电驱动单元的控制信号,所述充电控制开关和放电控制开关用于控制所述电池的充电和放电。

[0122] 本公开还提供了一种电子设备,包括电池或电池组,所述电池或电池组为所述电子设备的其它部件供电;以及如上所述的电池管理系统,所述电池管理系统用于控制所述电池或电池组的充电或放电。

[0123] 本公开还提供了一种通过电池管理芯片对电池管理系统进行供电的方法,包括:接收电池或电池组的电池输出电压;通过所述电池管理芯片内部的降压型DC-DC开关转换器将所述电池输出电压进行降压处理;以及将降压处理后的电压提供至电池管理部以作为所述电池管理部的供电电压,其中所述电池管理部集成在所述电池管理芯片中并且用于对所述电池或电池组进行检测和/或控制。

[0124] 降压处理后的电压还被提供至所述电池管理芯片外部的MCU,其中所述MCU与所述电池管理部进行相互通信,以便对所述电池进行检测和/或管理控制。

[0125] 通过降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器的配合来对所述电池输出电压进行降压处理,其中,所述降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器被控制为:通过降压型DC-DC开关转换器将电池输出电压转换为降压后的电压,或者通过LDO电压转换器将电池输出电压转换为降压后的电压,或者通过降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器将电池输出电压转换为降压后的电压。

[0126] 所述LDO电压转换器包括基于放大器的LDO电压转换器和基于比较器的LDO电压转换器,所述LDO电压转换器可被切换为基于放大器的LDO电压转换器或基于比较器的LDO电

压转换器,以便将所述电池输出电压转换为电压转换部输出电压。

[0127] 其中,该供电方法中的降压型DC-DC开关转换器和LDO电压转换器的配合方式可以参照之上的电池管理芯片部分的描述,上面的描述的方式及原理适用于该供电方法中,为了简洁起见,在此不再赘述。

[0128] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例/方式”、“一些实施例/方式”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例/方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例/方式或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例/方式或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例/方式或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例/方式或示例以及不同实施例/方式或示例的特征进行结合和组合。

[0129] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0130] 本领域的技术人员应当理解,上述实施方式仅仅是为了清楚地说明本公开,而并非是对本公开的范围进行限定。对于所属领域的技术人员而言,在上述公开的基础上还可以做出其它变化或变型,并且这些变化或变型仍处于本公开的范围之内。

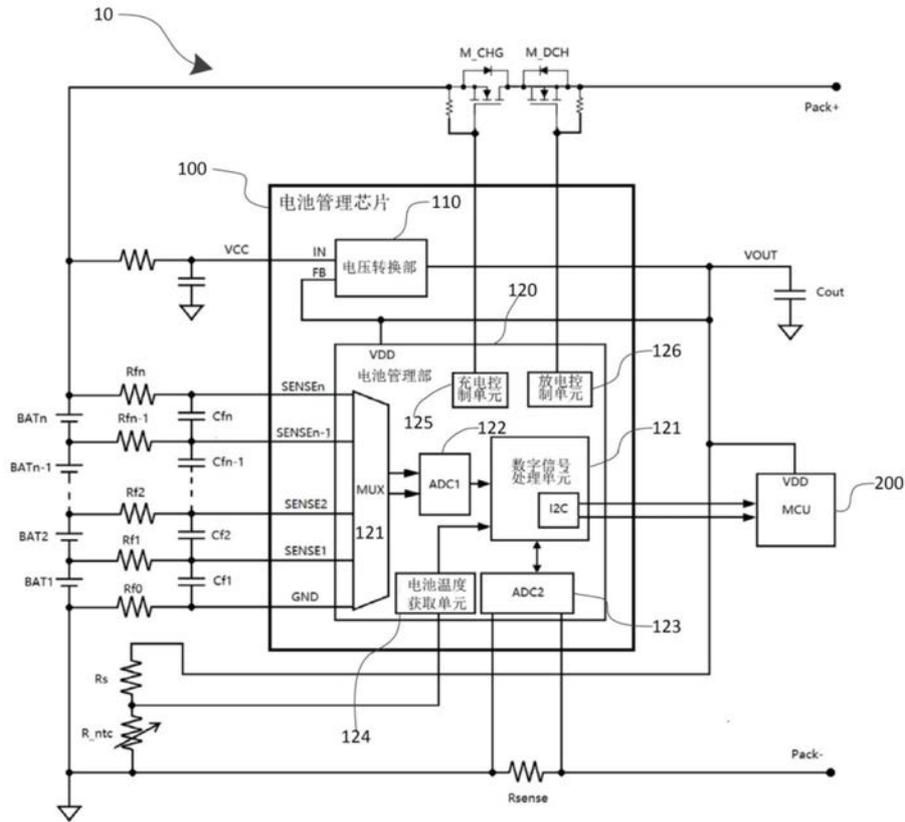


图1

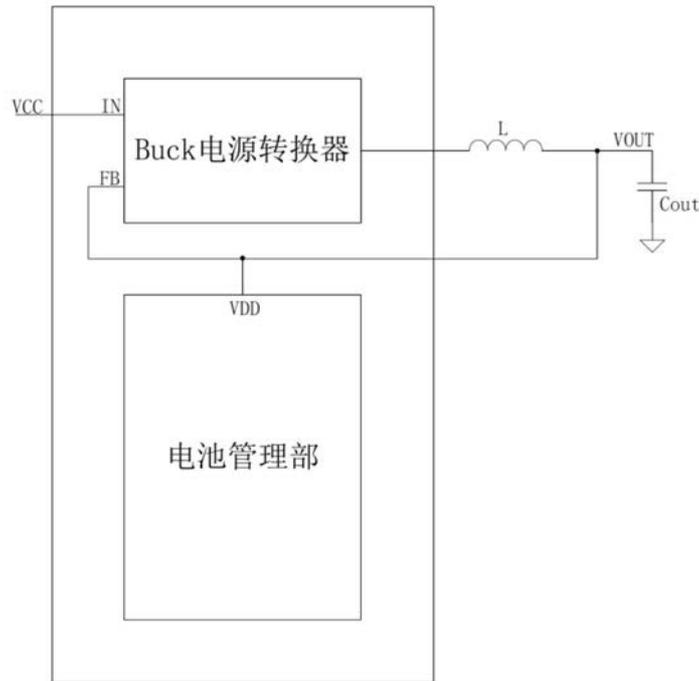


图2

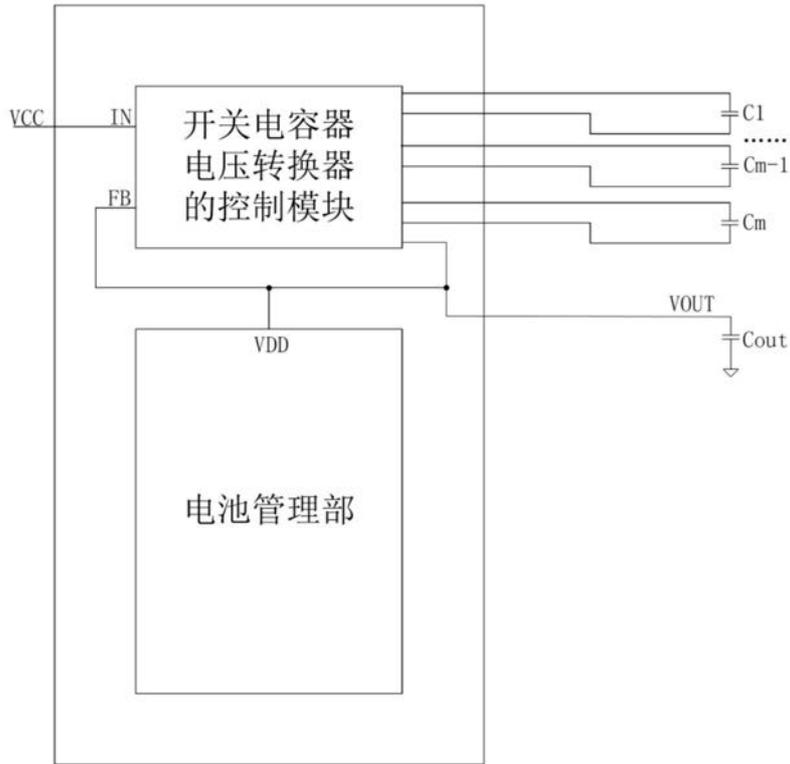


图3

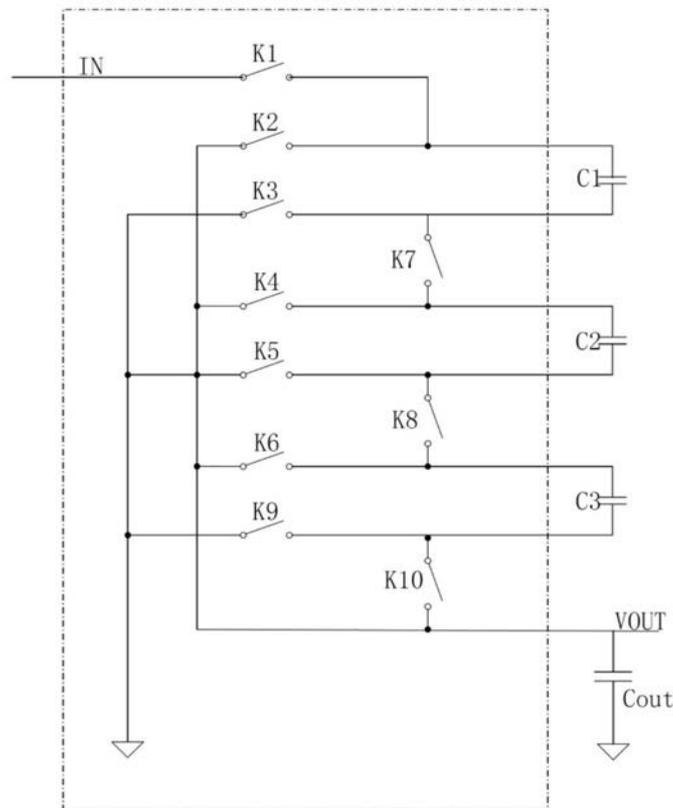


图4

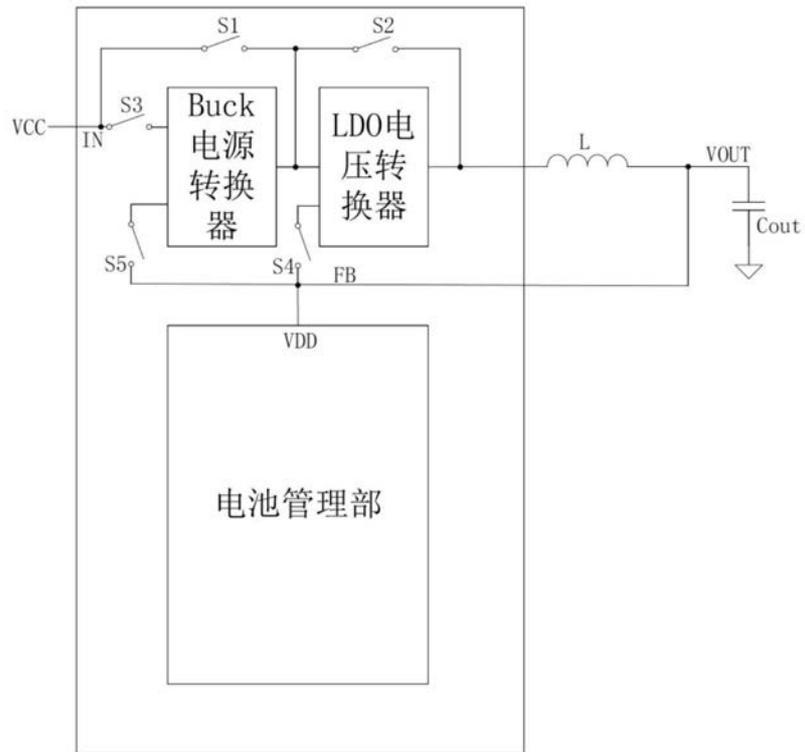


图5

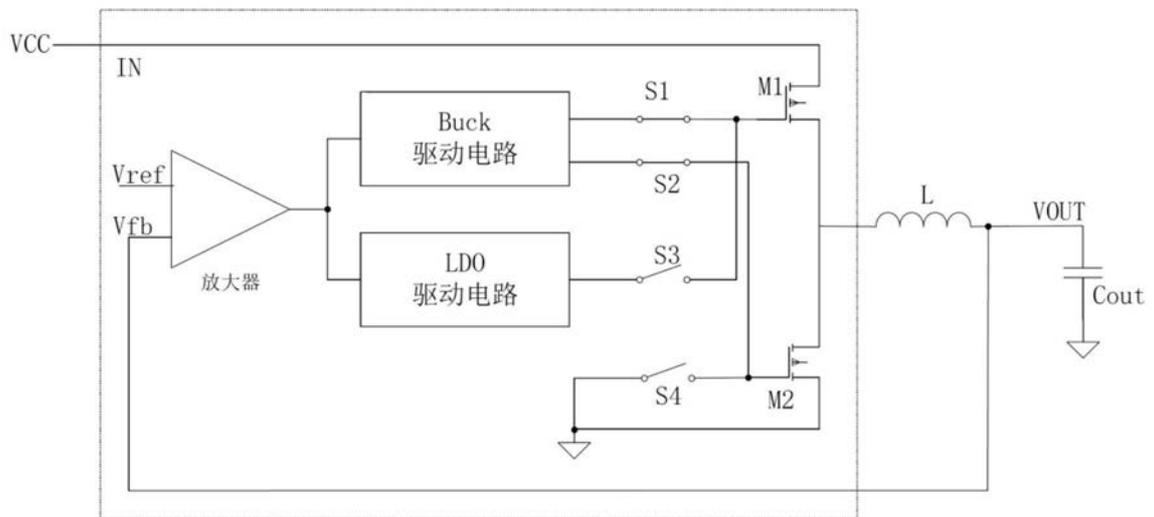


图6

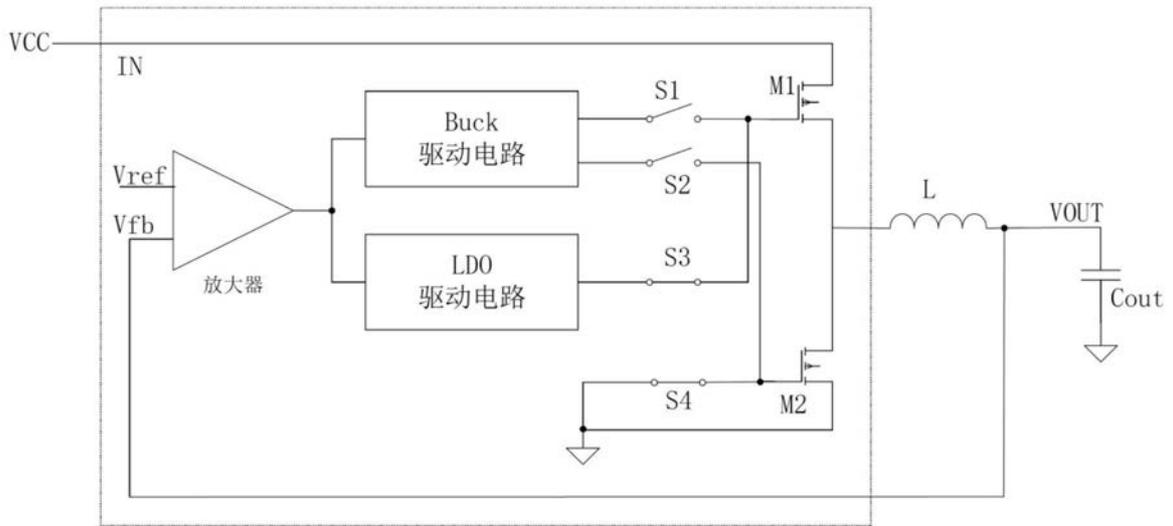


图7

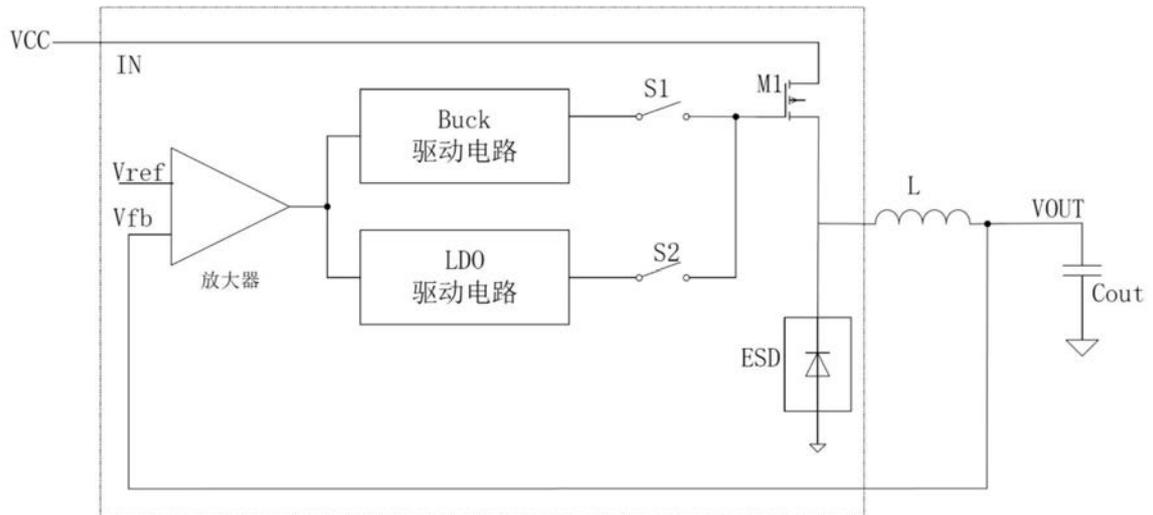


图8

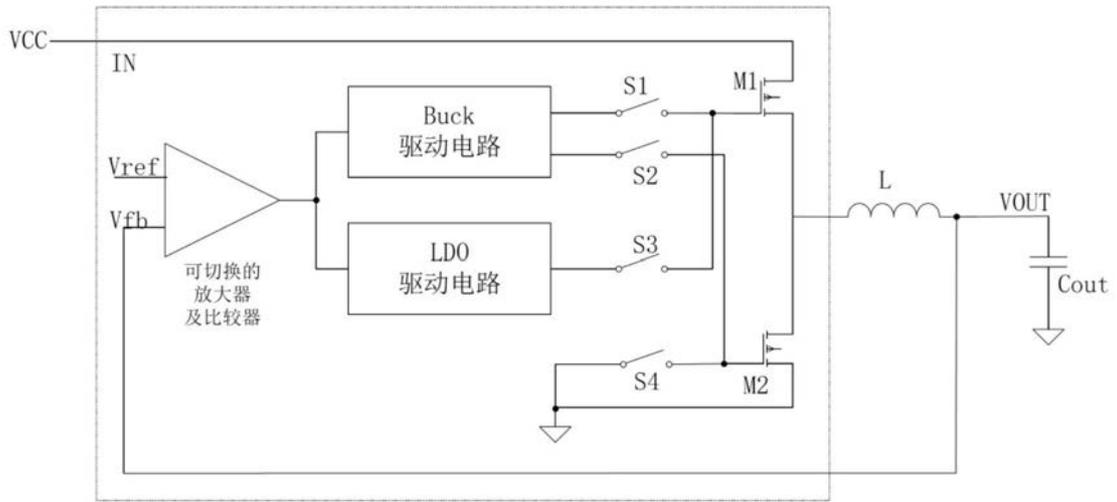


图9

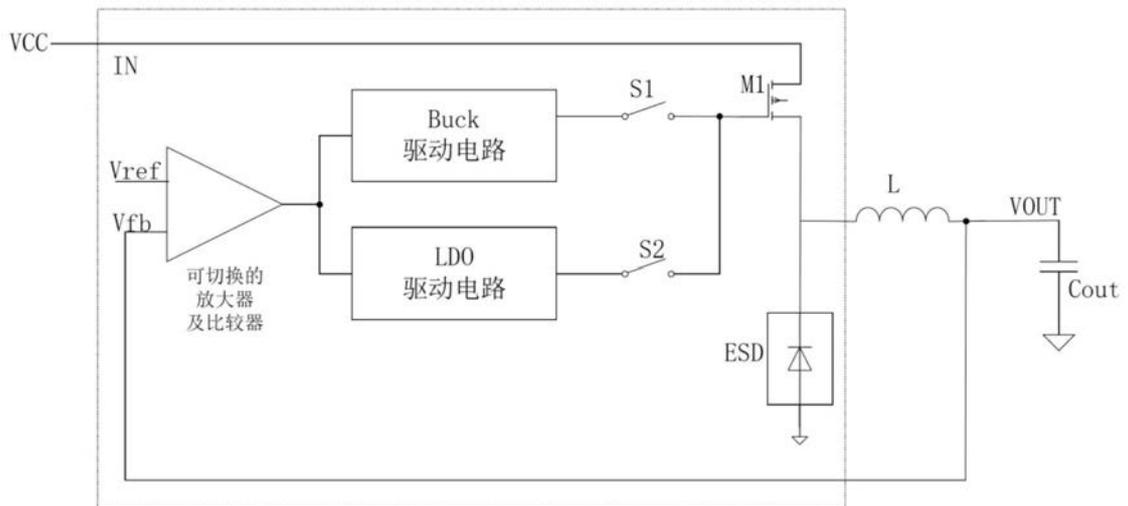


图10

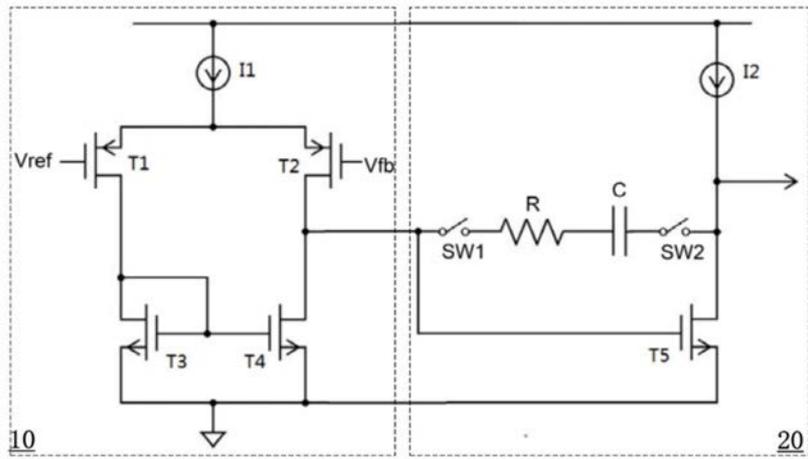


图11