



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112636597 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(21) 申请号 202011414871.X

(22) 申请日 2020.12.03

(71) 申请人 成都芯源系统有限公司

地址 611731 四川省成都市成都高新综合
保税区科新路8号成都芯源系统有限
公司

(72) 发明人 曹海港 易生勇

(51) Int.Cl.

H02M 3/158 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

H02J 7/00 (2006.01)

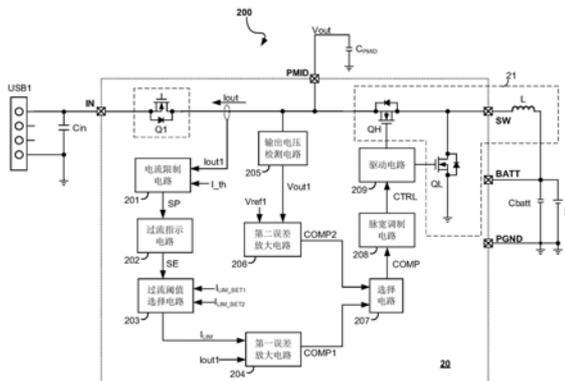
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

电源管理电路和集成电路及其过流保护方法

(57) 摘要

本发明公开了电源管理电路与集成电路及其过流保护方法。该集成电路的控制电路包括电流限制电路、过流指示电路和过流阈值选择电路。电流限制电路将代表电源管理电路输出电流的电流反馈信号和电流阈值信号进行比较，在输出端产生方波信号。基于方波信号，过流指示电路在输出端输出过流指示信号。基于过流指示信号，过流阈值选择电路选择第一过流阈值或第二过流阈值作为过流阈值，其中第一过流阈值大于第二过流阈值。当电流反馈信号达到过流阈值时，采用一恒流控制环路来控制输出电流恒定，当电流反馈信号未达到过流阈值时，采用一恒压控制环路来控制输出电压恒定。



CN 112636597 A

1. 一种集成电路,包括:

第一端,用于连接至外部电源或第一负载;

第二端,耦接至第一电容器,用于提供输出电压;

第三端,耦接至可再充电电池;

第四端,经电感器耦接至第三端;

第五端,耦接至地;

第一开关,耦接在第一端与第二端之间;

第二开关,耦接在第二端和第四端之间;

第三开关,耦接在第三端和第四端之间;

控制电路,当第一端连接至第一负载时,将电池电压升压为第二端的输出电压,并导通第一开关将第二端的输出电压传输至第一端,为第一负载供电,该控制电路包括:

电流限制电路,接收电流阈值信号与代表流出第二端的输出电流的电流反馈信号,电流限制电路将电流反馈信号和电流阈值信号进行比较,在输出端产生方波信号;

过流指示电路,耦接至电流限制电路的输出端以接收方波信号,基于方波信号,在输出端输出过流指示信号;

过流阈值选择电路,基于过流指示信号选择第一过流阈值或第二过流阈值作为过流阈值提供至输出端,其中第一过流阈值大于第二过流阈值;以及

其中当电流反馈信号达到过流阈值时,采用一接收电流反馈信号和过流阈值的恒流控制环路来控制输出电流恒定,当电流反馈信号未达到过流阈值时,采用一恒压控制环路来控制输出电压恒定。

2. 如权利要求1所述的集成电路,其中过流指示电路包括:

上升沿触发器,具有输入端和输出端,其中输入端耦接至电流限制电路的输出端以接收方波信号,基于方波信号,上升沿触发器的输出端在方波信号的上升沿输出上升沿脉冲信号;

计时电路,具有输入端和输出端,其中输入端耦接至上升沿触发器的输出端以接收上升沿脉冲信号,计时电路在经过第一延时后在输出端输出延时脉冲信号;

下降沿触发器,具有输入端和输出端,其中输入端耦接至电流限制电路的输出端以接收方波信号,基于方波信号,下降沿触发器的输出端在方波信号的下降沿输出下降沿脉冲信号;以及

逻辑电路,具有置位端,复位端和输出端,其中置位端耦接至计时电路的输出端以接收延时脉冲信号,复位端耦接至下降沿触发器的输出端以接收下降沿脉冲信号,在输出端产生过流指示信号。

3. 如权利要求1所述的集成电路,其中:

当过流指示信号为第一电平,过流阈值选择电路选择第二过流阈值作为过流阈值提供至输出端;以及

当过流指示信号为第二电平,过流阈值选择电路选择第一过流阈值作为过流阈值提供至输出端。

4. 如权利要求1所述的集成电路,其中第一过流阈值为第二过流阈值的1.6倍。

5. 如权利要求1所述的集成电路,进一步包括

第六端,用于连接至第二负载;

第四开关,耦接在第六端和第二端之间,第四开关导通以将第二端的输出电压传输至第六端为第二负载供电;以及

其中输出电流包括流过第一开关的电流和流过第四开关的电流之和。

6.如权利要求1所述的集成电路,其中控制电路进一步包括:

短路保护电路,接收电流反馈信号和第三过流阈值,其中第三过流阈值大于第一过流阈值,短路保护电路在电流反馈信号增大至第三过流阈值时,在输出端输出触发打嗝模式运行的保护信号。

7.一种电源管理电路,包括:

如权利要求1-6任一项所述的集成电路;

可再充电电池,耦接在集成电路的第四端和第五端之间;以及

电感器,耦接在集成电路的第三端和第四端之间。

8.一种用于电源管理电路的过流保护方法,该电源管理电路包括耦接在电源端和功率端的第一开关、耦接在功率端与电池端的双向直流变换电路以及耦接至电池端的可再充电电池,其中当电源端连接第一负载时,双向直流变换电路将电池电压升压变换至功率端的输出电压,并将该输出电压传输至电源端,为第一负载供电,该过流保护方法包括:

检测流出功率端的输出电流,产生电流反馈信号;

比较电流反馈信号和电流阈值信号,根据比较结果产生方波信号;

基于方波信号,产生过流指示信号;

基于过流指示信号,选择第一过流阈值或第二过流阈值作为过流阈值,其中第一过流阈值大于第二过流阈值;

当电流反馈信号达到过流阈值时,采用一接收电流反馈信号和过流阈值的恒流控制环路控制输出电流恒定;以及

当电流反馈信号未达到过流阈值时,采用一恒压控制环路来控制输出电压恒定。

9.如权利要求8所述的过流保护方法,其中产生过流指示信号的方法包括:

从方波信号的上升沿开始延时,延时一预设时长后,过流指示信号从第一电平切换至第二电平;以及

在方波信号的下降沿来临时,过流指示信号从第二电平切换至第一电平。

10.如权利要求9所述的过流保护方法,其中:

当过流指示信号为第一电平,选择第二过流阈值作为过流阈值;以及

当过流指示信号为第二电平,选择第一过流阈值作为过流阈值。

11.如权利要求10所述的过流保护方法,其中第一过流阈值是第二过流阈值的1.6倍。

12.如权利要求8所述的过流保护方法,还包括当输出电压减小至短路阈值时,产生触发打嗝模式运行的保护信号。

电源管理电路和集成电路及其过流保护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路,尤其涉及电源管理电路、集成电路及其过流保护方法。

背景技术

[0002] 图1为现有技术中的电源管理电路100的示意图。电源管理电路100的集成电路10包括电源端IN、功率端PMID、开关节点端SW、电池端BATT、第一开关Q1以及主功率开关QH与QL。电源端IN通过USB接口连接外部电源或外部负载,从而向电源管理电路100输入电源电压,或由电源管理电路100对外部负载输出供电电压。

[0003] 在检测到电源端IN存在外部电源电压时,第一开关Q1导通,使得电源端IN的电压能够通过第一开关Q1传输到功率端PMID,以提供输出电压 V_{out} 。集成电路10内部的功率开关管QH与QL与外部电感L进行降压变换,用于为可充电电池充电。

[0004] 当电源端IN外接负载时(OTG模式,On The Go),第一开关Q1导通,使得功率端PMID的输出电压 V_{out} 可以传输到电源端IN,为外部负载(例如手机)供电,并提供流出功率端PMID的输出电流 I_{out} 。同时功率开关管QH和QL与外部电感L一起进行升压变换,将可充电电池中的能量传递至功率端PMID以提供输出电压 V_{out} 。在工作中,当输出电流 I_{out} 小于一预设的电流门限时,一恒压控制环路工作,控制输出电压 V_{out} 恒定;当输出电流 I_{out} 达到预设的电流门限时,一恒流控制环路代替恒压控制环路工作,控制输出电流 I_{out} 恒定。

[0005] 在某些应用中,例如为苹果公司的移动产品供电时,工作在OTG模式,电源管理电路100需要允许持续时间2ms最大1.6倍的过载,且在2ms时间内,输出电压 V_{out} 不低于2V。然而,在现有技术中,当恒流控制环路开始工作时,输出电压 V_{out} 将开始下降,无法满足苹果公司移动产品的供电标准。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种具有过流保护功能的电源管理电路和集成电路及其过流保护方法。

[0007] 根据本发明一实施例,公开了一种集成电路,包括:第一端,用于连接至供电电源或第一负载;第二端,耦接至第一电容器,用于提供输出电压;第三端,耦接至可再充电电池;第四端,经电感器耦接至第三端;第五端,耦接至地;第一开关,耦接在第一端与第二端之间;第二开关,耦接在第二端和第四端之间;第三开关,耦接在第三端和第四端之间;控制电路,当第一端连接至第一负载时,将电池电压升压为第二端的输出电压,并导通第一开关将第二端的输出电压传输至第一端,为第一负载供电,该控制电路包括:电流限制电路,接收电流阈值信号与代表流出第二端的输出电流的电流反馈信号,电流限制电路将电流反馈信号和电流阈值信号进行比较,在输出端产生方波信号;过流指示电路,耦接至电流限制电路的输出端以接收方波信号,基于方波信号,在输出端输出过流指示信号;过流阈值选择电路,基于过流指示信号选择第一过流阈值或第二过流阈值作为过流阈值提供至输出端,其中第一过流阈值大于第二过流阈值;以及其中当电流反馈信号达到过流阈值时,采用一接

收电流反馈信号和过流阈值的恒流控制环路来控制输出电流恒定,当电流反馈信号未达到过流阈值时,采用一恒压控制环路来控制输出电压恒定。

[0008] 根据本发明又一实施例,公开了一种电源管理电路,包括:如前所述的集成电路,可再充电电池,耦接在集成电路的第四端和第五端之间;以及电感器,耦接在集成电路的第三端和第四端之间。

[0009] 根据本发明再一实施例,公开了一种用于电源管理电路的过流保护方法,该电源管理电路包括耦接在电源端和功率端的第一开关、耦接在功率端与电池端的双向直流变换电路以接耦接至电池端的可再充电电池,其中当电源端耦接至第一负载时,双向直流变换电路将电池电压升压变换至功率端的输出电压,并将该输出电压传输至电源端,为第一负载供电,该方法包括:检测流出功率端的输出电流,产生电流反馈信号;比较电流反馈信号和电流阈值信号,根据比较结果产生方波信号;基于方波信号,产生过流指示信号;基于过流指示信号,选择第一过流阈值或第二过流阈值作为过流阈值,其中第一过流阈值大于第二过流阈值;当电流反馈信号达到过流阈值时,采用一接收电流反馈信号和过流阈值的恒流控制环路控制输出电流恒定;以及当电流反馈信号未达到过流阈值时,采用一恒压控制环路来控制输出电压恒定。

[0010] 根据本发明的实施例,在电源管理电路的输出电流超过电流阈值信号的时长超过第一延时后,将过流阈值由较大值调整为较小值,当输出电流小于电流阈值信号时,将过流阈值由较大值调整为较大值。输出电压被保持第一延时时间内不变,可有效满足苹果公司产品的供电标准。

附图说明

[0011] 图1为现有技术中的电源管理电路100的示意图;

[0012] 图2为根据本发明一实施例的电源管理电路200的电路框图;

[0013] 图3为根据本发明又一实施例的电源管理电路300的电路图;

[0014] 图4为根据本发明一实施例的图3所示电源管理电路300的工作波形图;

[0015] 图5为根据本发明又一实施例的电源管理电路400的示意图;

[0016] 图6为根据本发明一实施例的用于电源管理电路的过流保护方法500的工作流程图。

具体实施方式

[0017] 下面将详细描述本发明的具体实施例,应当注意,这里描述的实施例只用于举例说明,并不用于限制本发明。在以下描述中,为了提供对本发明的透彻理解,阐述了大量特定细节。然而,对于本领域普通技术人员显而易见的是,不必采用这些特定细节来实行本发明。在其他实例中,为了避免混淆本发明,未具体描述公知的电路、材料或方法。

[0018] 在整个说明书中,对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”或“示例”的提及意味着:结合该实施例或示例描述的特定特征、结构或特性被包含在本发明至少一个实施例中。因此,在整个说明书的各个地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“一个示例”或“示例”不一定都指同一实施例或示例。此外,可以以任何适当的组合和/或子组合将特定的特征、结构或特性组合在一个或多个实施例或示例中。此外,本领域普通技术人员应当理

解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。应当理解,当称“元件”“连接到”或“耦接”到另一元件时,它可以是直接连接或耦接到另一元件或者可以存在中间元件。相反,当称元件“直接连接到”或“直接耦接到”另一元件时,不存在中间元件。相同的附图标记指示相同的元件。这里使用的术语“和/或”包括一个或多个相关列出的项目的任何和所有组合。

[0019] 图2为根据本发明一实施例的电源管理电路200的电路图。电源管理电路200包括集成电路20、输入电容器 C_{in} 、可再充电电池、外部电感器 L 、输出电容器 C_{PMID} 以及电池电容器 C_{batt} 。集成电路20包括电源端IN、功率端PMID、开关节点端SW、电池端BATT、接地端PGND、第一开关 $Q1$ 、功率开关 QH 和 QL 以及用于集成电路20的控制电路。

[0020] 功率开关 QH 和 QL 以及外部电感器 L 构成双向直流变换器21。在检测到电源端IN存在外部电源电压时,第一开关 $Q1$ 导通,使得电源端IN的电压能够通过第一开关 $Q1$ 传输到功率端PMID,以提供输出电压 V_{out} 。双向直流变换器21进行降压变换,为可充电电池充电。当集成电路20的电源端IN耦接至外接负载时,第一开关 $Q1$ 导通,使得功率端PMID的输出电压 V_{out} 可以传输到电源端IN,为外部负载(例如手机)供电,并提供流出功率端PMID的输出电流 I_{out} 。双向直流变换器21进行升压变换,将可充电电池中的能量传递至功率端PMID以提供输出电压 V_{out} 。

[0021] 集成电路20的控制电路包括电流限制电路201、过流指示电路202、过流阈值选择电路203、第一误差放大电路204、输出电压检测电路205、第二误差放大电路206、选择电路207、脉宽调制电路208以及驱动电路209。

[0022] 电流限制电路201具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端接收电流阈值信号 I_{th} ,第二输入端接收代表流出功率端PMID的输出电流 I_{out} 的电流反馈信号 I_{out1} ,电流限制电路201将电流反馈信号 I_{out1} 和电流阈值信号 I_{th} 进行比较,根据比较结果在输出端产生方波信号SP。

[0023] 在其中一个实施例中,当电流反馈信号 I_{out1} 增大至电流阈值信号 I_{th} 时,方波信号SP具有高电平,当电流反馈信号 I_{out1} 减小至电流阈值信号 I_{th} 时,方波信号SP具有低电平。

[0024] 在另一个实施例中,电流限制线路201将电流反馈信号 I_{out1} 与第一电流阈值信号 I_{th1} 和第二电流阈值信号 I_{th2} 进行迟滞比较,在输出端产生方波信号SP。当电流反馈信号 I_{out1} 增大至大于或大于等于第一电流阈值信号 I_{th1} 时,电流限制电路201输出高电平的方波信号SP。当电流反馈信号 I_{out1} 减小至小于或小于等于与第二电流阈值信号 I_{th2} 时,电流限制电路201输出低电平的方波信号SP。在一个实施例中,第一阈值信号 I_{th1} 大于第二阈值信号 I_{th2} 。

[0025] 过流指示电路202耦接至电流限制电路201的输出端以接收方波信号SP,基于方波信号SP,在输出端输出过流指示信号SE。在一个实施例中,当方波信号SP的上升沿来临,过流指示信号SP在第一延时 $TD1$ 后,过流指示电路202输出高电平的过流指示信号SE,以指示过流情况发生,当方波信号SP的下降沿来临时,过流指示电路202输出低电平的过流指示信号SE,指示过流的消除。在一个实施例中,第一延时 $TD1$ 为2ms。

[0026] 过流阈值选择电路203基于过流指示信号SE选择第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 或第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 作为过流阈值 I_{LIM} 提供至输出端,其中第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 大于第二过流阈值

I_{LIM_SET2} 。在进一步的实施例中,第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 为第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 的1.6倍。在一个实施例中,当过流指示信号SE为高电平,表示过载发生,过流阈值选择电路203选择较小的第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 作为过流阈值 I_{LIM} 提供至输出端。当过流指示信号SE为低电平,表示过载解除时,过流阈值选择电路203选择较大的第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 作为过流阈值 I_{LIM} 提供至输出端。在实际应用中,过流指示信号SE的初始电平为低电平,过流阈值 I_{LIM} 的初始值为较大的第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 。

[0027] 当电流反馈信号 I_{out1} 达到过流阈值 I_{LIM} 时,控制电路采用一恒流控制环路来控制输出电流 I_{out} 恒定,当电流反馈信号 I_{out1} 未达到过流阈值 I_{LIM} 时,控制电路采用一恒压控制环路来控制输出电压 V_{out} 恒定。

[0028] 第一误差放大电路204具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端接收电流反馈信号 I_{out1} ,第二输入端耦接至过流阈值选择电路203的输出端以接收过流阈值 I_{LIM} ,第一误差放大电路204基于电流反馈信号 I_{out1} 与过流阈值 I_{LIM} 之间的误差,在输出端产生第一补偿信号COMP1。

[0029] 输出电压检测电路205耦接至集成电路20的功率端PMID,对功率端PMID的输出电压 V_{out} 进行检测,在输出端提供代表输出电压 V_{out} 的电压反馈信号 V_{out1} 。第二误差放大电路206具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端接收第一参考电压 V_{ref1} ,第二输入端接收代表输出电压 V_{out} 的电压反馈信号 V_{out1} ,第二误差放大电路206基于第一参考电压 V_{ref1} 与电压反馈信号 V_{out1} 之间的误差,在输出端产生第二补偿信号COMP2。选择电路207具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端耦接至第一误差放大电路204的输出端以接收第一补偿信号COMP1,第二输入端耦接至第二误差放大电路206的输出端以接收第二补偿信号COMP2,输出端耦接至脉宽调制电路208以提供补偿信号COMP,选择电路207选择将第一补偿信号COMP1与第二补偿信号COMP2中的较小值作为补偿信号COMP提供至输出端。

[0030] 脉宽调制电路208耦接至选择电路207的输出端以接收第一补偿信号COMP1或第二补偿信号COMP2,并在电流反馈信号 I_{out1} 未达到过流阈值 I_{LIM} 时根据第二补偿信号COMP2产生控制信号CTRL,以经驱动电路209控制双向直流变换器21中的功率开关管运行,使得输出电压 V_{out} 恒定。在电流反馈信号 I_{out1} 达到过流阈值 I_{LIM} 时,脉宽调制电路208根据第一补偿信号COMP1产生控制信号CTRL,经驱动电路209控制双向直流变换器21中的功率开关管,从而控制输出电流 I_{out} 恒定。

[0031] 图3为根据本发明又一实施例的电源管理电路300的电路图。在图3所示的实施例中,电源管理电路300包括集成电路30、输入电容器 C_{in} 、可再充电电池、外部电感器L、输出电容器 C_{PMID} 以及电池电容器 C_{batt} 。集成电路30包括电源端IN、功率端PMID、开关节点端SW、电池端BATT、接地端PGND、第一开关Q1、功率开关QH和QL以及用于集成电路30的控制电路。

[0032] 功率开关QH和QL以及外部电感器L构成双向直流变换器31。集成电路30的控制电路包括电流限制电路301、过流指示电路302、过流阈值选择电路303、第一误差放大电路304、输出电压检测电路305、第二误差放大电路306、选择电路307、脉宽调制电路308、驱动电路309以及故障监测电路310以及重启延时电路311。

[0033] 在图3所示的实施例中,电流限制电路301包括比较器CMP1。比较器CMP1具有同相输入端、反相输入端和输出端,其中反相输入端接收电流阈值信号 I_{th} ,同相输入端接收代

表输出功率端PMID的输出电流 I_{out} 的电流反馈信号 I_{out1} 。比较器CMP1将电流反馈信号 I_{out1} 和电流阈值信号 I_{th} 进行比较,根据比较结果在输出端产生方波信号SP。

[0034] 过流指示电路302包括上升沿触发器3021、计时电路3022、下降沿触发器3023以及逻辑电路3024。上升沿触发器3021具有输入端和输出端,其中输入端耦接至电流限制电路301的输出端以接收方波信号SP,基于方波信号SP,上升沿触发器3021的输出端在方波信号SP的上升沿输出上升沿脉冲信号。计时电路3022有输入端和输出端,其中输入端耦接至上升沿触发器3021的输出端以接收上升沿脉冲信号,计时电路3022在经过第一延时TD1后在输出端输出延时脉冲信号。下降沿触发器3023具有输入端和输出端,其中输入端耦接至电流限制电路302的输出端以接收方波信号SP,基于方波信号SP,下降沿触发器3023的输出端在方波信号SP的下降沿输出下降沿脉冲信号。逻辑电路3024具有置位端,复位端和输出端,其中置位端耦接至计时电路3022的输出端以接收延时脉冲信号,复位端耦接至下降沿触发器3023的输出端以接收下降沿脉冲信号,在输出端产生过流指示信号SE。在图3所示的实施例中,逻辑电路3024包括SR触发器FF。在其他实施例中,逻辑电路3024可包括多个逻辑门电路。

[0035] 当过流指示信号SE为第一电平(例如高电平),过流阈值选择电路303选择较小的第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 作为过流阈值 I_{LIM} 提供至输出端。当过流指示信号SE为第二电平(例如低电平),过流阈值选择电路303选择较大的第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 作为过流阈值 I_{LIM} 提供至输出端。

[0036] 输出电压检测电路305包括分压电阻器R1和R2。输出电压检测电路305的输入端耦接至功率端PMID,在电阻器R1与R2的连接点提供代表输出电压 V_{out} 的电压反馈信号 V_{out1} 。第一误差放大电路304和第二误差放大电路306分别包括误差放大器EA1和EA2。误差放大器EA1具有同相输入端、反相输入端和输出端,其中同相输入端接收过流阈值 I_{LIM} ,反相输入端接收电流反馈信号 I_{out1} ,输出端提供第一补偿信号COMP1。误差放大器EA2具有同相输入端、反相输入端和输出端,其中反相输入端耦接至输出电压检测电路305的输出端以接收电压反馈信号 V_{out1} ,同相输入端接收第一参考电压 V_{ref1} ,输出端提供第二补偿信号COMP2。

[0037] 选择电路307包括二极管D1和D2。二极管D1和D2均具有阴极和阳极,其中二极管D1的阴极耦接至第一误差放大电路304的输出端以接收第一补偿信号COMP1,二极管D2的阴极耦接至第二误差放大电路306的输出端以接收第二补偿信号COMP2。二极管D1和D2的阳极耦接在一起,并耦接至脉宽调制电路308以提供补偿信号COMP。

[0038] 当电流反馈信号 I_{out1} 大于或等于过流阈值 I_{LIM} 时,第一补偿信号COMP1小于第二补偿信号COMP2。二极管D2关断而二极管D1导通,选择电路307将第一补偿信号COMP1提供至脉宽调制电路308。脉宽调制电路308基于第一补偿信号COMP1产生控制信号CTRL,从而将输出电流 I_{out} 调节至期望值,也即恒流控制环路工作,并控制输出电流 I_{out} 恒定。

[0039] 当电流反馈信号 I_{out1} 小于过流阈值 I_{LIM} 时,第一补偿信号COMP1大于第二补偿信号COMP2。二极管D2导通而二极管D1关断,选择电路307将第二补偿信号COMP2提供至脉宽调制电路308。脉宽调制电路308基于第二补偿信号COMP2产生控制信号CTRL,也即恒压控制环路工作,将输出电压 V_{out} 调节至一与第一参考电压 V_{ref1} 有关的恒定值,控制输出电压 V_{out} 恒定。

[0040] 进一步地,故障监测电路310具有输入端和输出端。其中输入端接收电压反馈信号

Vout1与电流反馈信号Iout1,在输出端提供保护信号FT。当检测到处于电源管理电路300处于故障状态时,保护信号FT有效,触发电源管理电路300进入打嗝模式。重启延时电路311具有输入端和输出端,其中输入端接收保护信号FT,对保护信号FT进行延时,并在第二延时TD2后在输出端提供使能信号EN。当保护信号FT有效时,电源管理电路300进入打嗝模式,并经过重启延时电路311设定的第二延时TD2后,使能信号EN有效,电源管理电路300尝试重新启动。

[0041] 故障监测电路310包括第一监测电路3101、第二监测电路3102和或门电路3103。第一监测电路3101接收电流反馈信号Iout1与第三过流阈值 I_{LIM_SET3} ,输出端耦接至或门电路3103,并在或门电路3103的输出端提供保护信号FT。第一监测电路3101包括比较器CMP2。当电流反馈信号Iout1大于第三过流阈值 I_{LIM_SET3} 时,保护电路310在其输出端输出触发打嗝模式运行的保护信号FT。第三过流阈值 I_{LIM_SET3} 大于第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 。第二监测电路3102接收电压反馈信号Vout1与短路阈值Vref2,输出端耦接至或门电路3103,并在或门电路3103的输出端提供保护信号FT。第二监测电路3102包括比较器CMP2。当电压反馈信号Vout1小于短路阈值时,故障监测电路310在其输出端输出触发打嗝模式运行的保护信号FT。

[0042] 图4为根据本发明一实施例的图3所示电源管理电路300的工作波形图。如图4所示,在t1时刻之前,方波信号SP和过流指示信号SE均保持低电平,过流阈值 I_{LIM} 被选择设定在第一过流阈值 I_{LIM_SET1} ,恒压控制环路工作,输出电压Vout保持不变,电压反馈信号Vout1也保持恒定。

[0043] 在t1时刻,电流反馈信号Iout1增大至大于或大于等于第一电流阈值信号 I_{th1} ,方波信号SP变为高电平,计时电路2033开始计时TD1。在一个实施例中,第一电流阈值信号 I_{th1} 为第二过流阈值的 I_{LIM_SET2} 的1.1倍。

[0044] 在t2时刻,第一延时TD1计时结束,过流指示信号SE由低电平变为高电平,过流阈值 I_{LIM} 由第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 切换为第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 。由于电流反馈信号Iout1大于此刻的过流阈值 I_{LIM} ,恒流控制环路代替恒压控制环路工作,控制输出电流Iout恒定。电源管理电路300功率端PMID的输出电压Vout开始下降,电压反馈信号Vout1随之开始下降。在一个实施例中,第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 为第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 的1.6倍。在另一个实施例中,第一延时TD1为2ms。

[0045] 在t3时刻,电压反馈信号Vout1下降至短路阈值Vref2时,触发打嗝模式。电源管理电路300关闭,集成电路30停止工作,进入打嗝模式,重启延时电路311开始计时。

[0046] 在t4时刻,电流反馈信号Iout1减小至小于或小于等于与第二电流阈值信号 I_{th2} 时,方波信号SP由高电平变为低电平,同时过流指示信号SE由高电平变为低电平,过流阈值 I_{LIM} 由第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 切换为第一过流阈值 I_{LIM_SET1} 。在一个实施例中,第二电流阈值信号 I_{th2} 为第二过流阈值 I_{LIM_SET2} 的1.05倍。

[0047] 在t5时刻,重启延时的计时时间TD2结束,电源管理电路300恢复工作,退出打嗝模式。

[0048] 如图4所示,电源管理电路300可允许持续时间2ms最大1.6倍的过载,且在2ms时间内,电流反馈信号Vout1不低于某一额定值,同时输出电压Vout不低于2V,可以满足苹果公司的产品标准。

[0049] 图5为根据本发明又一实施例的电源管理电路400的示意图。图5所示的电源管理

电路400与图2所示的电源管理200的区别在于,电源管理电路400的集成电路40进一步包括用于系统端SYS和第二开关Q2。系统端SYS耦接至外部电容器C_{sys},并通过USB接口USB2来连接外部负载。第二开关Q2耦接在系统端SYS和功率端PMID之间。

[0050] 在检测到电源端IN存在外部电源电压,而系统端SYS连接至负载时,由外部电源电压向电源管理电路400输入电源电压。具体地,第一开关Q1导通,使得电源端IN的输入电源电压能够通过第一开关Q1传输到功率端PMID,以提供输出电压V_{out}。第二开关Q2也导通以将功率端PMID的输出电压V_{out}传输至系统端端SYS,为外接负载供电。

[0051] 当电源端IN和系统端SYS均外接负载时,由电源管理电路400对外部负载供电,第一开关Q1和第二开关Q2均导通,使得功率端PMID的输出电压V_{out}可以分别传输到电源端IN和系统端SYS,同时为两个外部负载供电,并提供流出功率端PMID的输出电流I_{out}。其中输出电流I_{out}包括流过第一开关Q1的电流和流过第二开关Q2的电流之和,即 $I_{out} = I_{Q1} + I_{Q2}$ 。在一个实施例中,第一开关Q1和第二开关Q2可用作电流检测管,用于检测流过功率端PMID的电流。

[0052] 图6为根据本发明一实施例的用于电源管理电路的过流保护方法500的工作流程图,该电源管理电路包括耦接在电源端和功率端的第一开关、耦接在功率端与电池端的双向直流变换电路以接耦接至电池端的可再充电电池,其中当电源端耦接至第一负载时,双向直流变换电路将电池电压升压变换至功率端的输出电压,并将该输出电压传输至电源端,为第一负载供电,该过流保护方法500包括步骤S501~S505。

[0053] 在步骤S501,检测流出功率端的输出电流,产生电流反馈信号。

[0054] 在步骤S502,比较电流反馈信号和电流阈值信号,根据比较结果产生方波信号。在一个实施例中,当电流反馈信号增大至电流阈值信号时,方波信号具有高电平;当电流反馈信号减小至电流阈值信号时,方波信号具有低电平。

[0055] 在步骤S503,基于方波信号,产生过流指示信号。在一个实施例中,当方波信号由低电平变为高电平,也就是在方波信号的上升沿来临时开始计时,并在计时第一延时后,过流指示信号由低电平变为高电平。当方波信号由高电平变为低电平,也就是在方波信号的下降沿来临时,过流指示信号由高电平变为低电平。

[0056] 在步骤S504,基于过流指示信号,选择第一过流阈值或第二过流阈值作为过流阈值,其中第一过流阈值大于第二过流阈值。在一个实施例中,当过流指示信号为低电平时,选择第一过流阈值作为过流阈值,当过流指示信号为高电平时,选择第二过流阈值作为过流阈值。

[0057] 在步骤S505,当电流反馈信号达到该过流阈值时,采用一接收电流反馈信号和该过流阈值的恒流控制环路控制输出电流恒定。

[0058] 在步骤S506,当电流反馈信号未达到该过流阈值时,采用一恒压控制环路来控制输出电压恒定。

[0059] 上述步骤的顺序并不意味着处理步骤必须以根据这种顺序进行,除非权利要求语言有具体规定。在不脱离本发明范围的情况下,这些处理步骤可以按照任意顺序互换,只要这种互换不会是的权利要求语言矛盾并且不会出现逻辑上荒谬。

[0060] 在本申请的说明书及权利要求书中,相关术语例如第一和第二等可以只是英语将一个实体或动作与另一个实体或动作区分开,而不必或不意味着在这些实体或动作之间的

任意实体这种关系或者顺序。数字顺序例如“第一”、“第二”、“第三”等仅仅指的是多个中的不同个体,并不意味着任何顺序或序列,除非权利要求语言有具体限定。

[0061] 虽然已参照几个典型实施例描述了本发明,但应当理解,所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应为随附权利要求所涵盖。

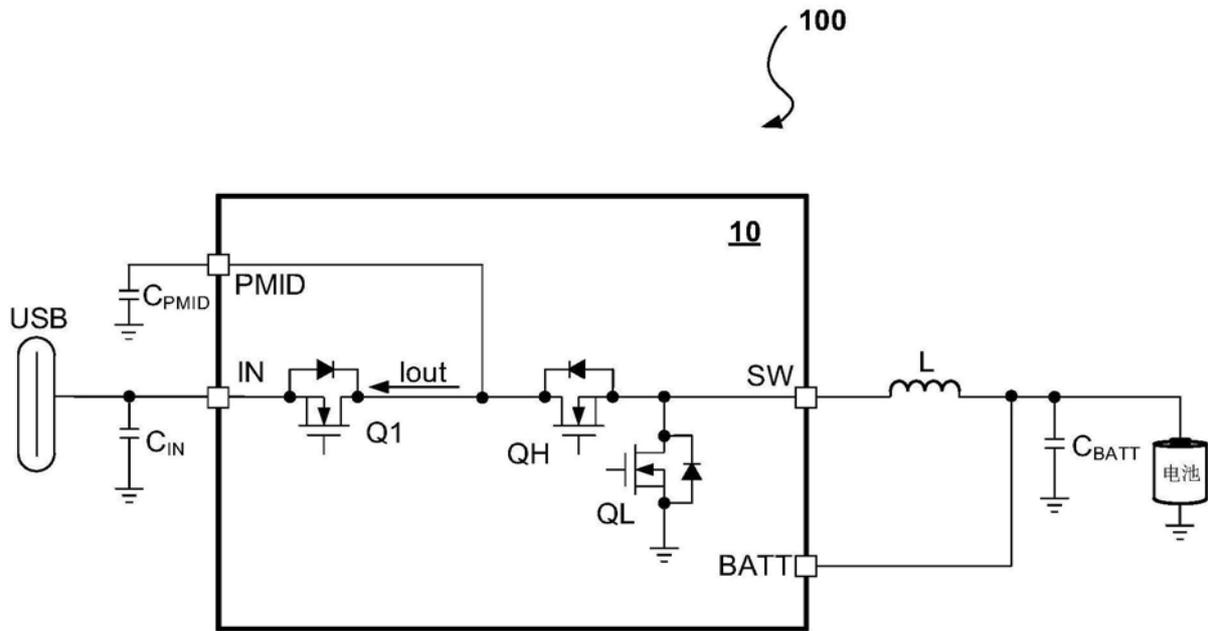


图1

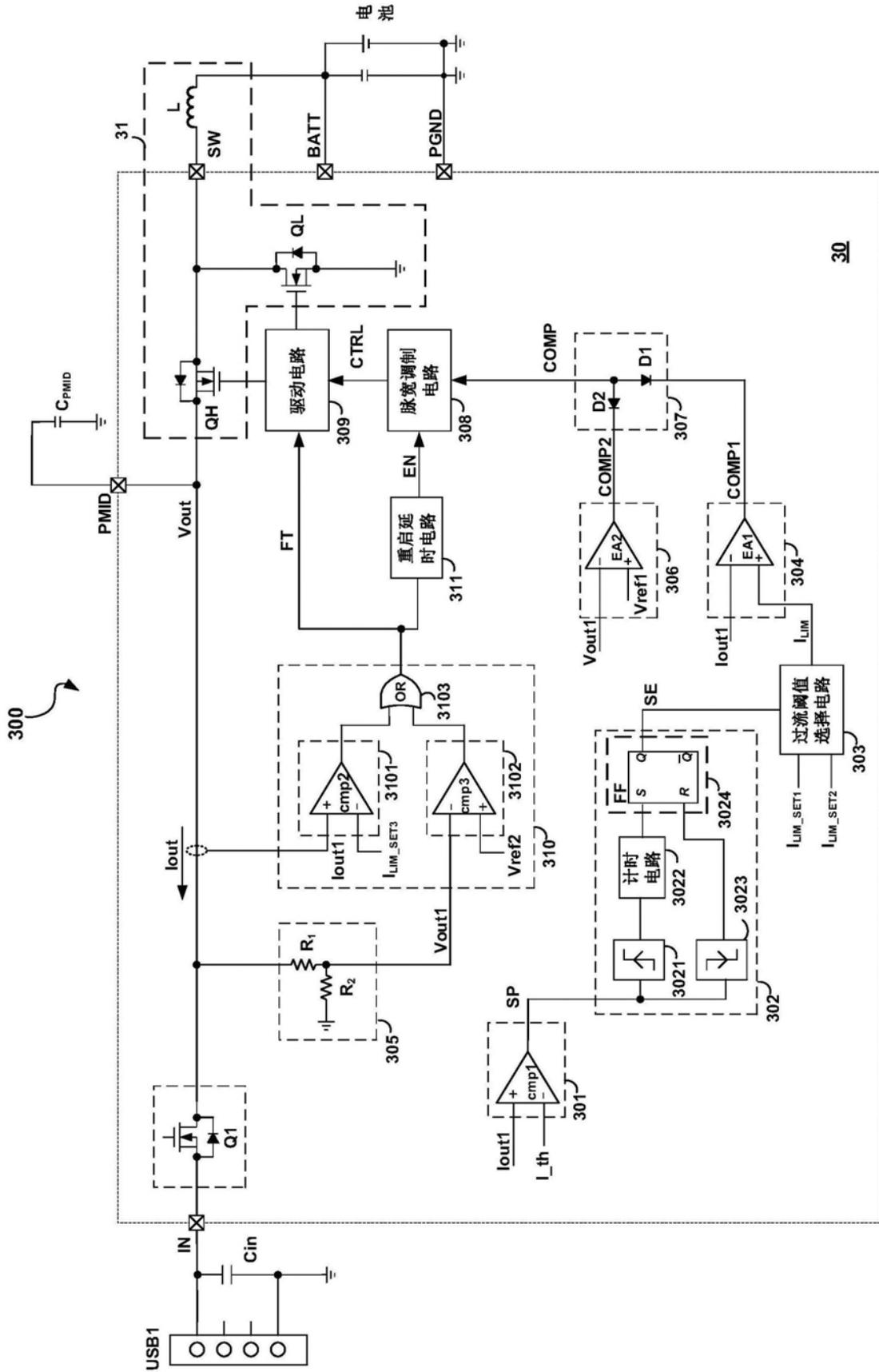


图3

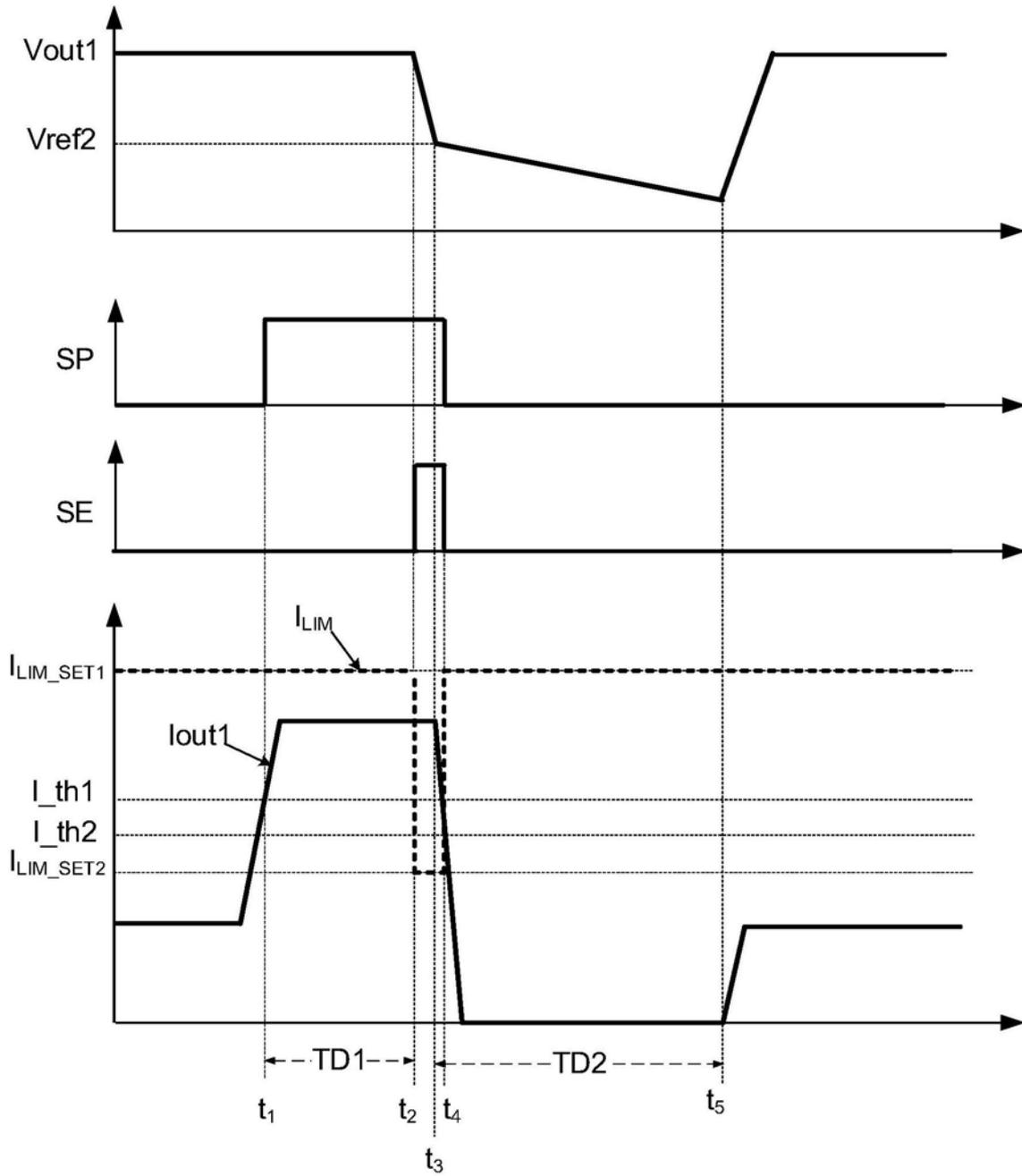


图4

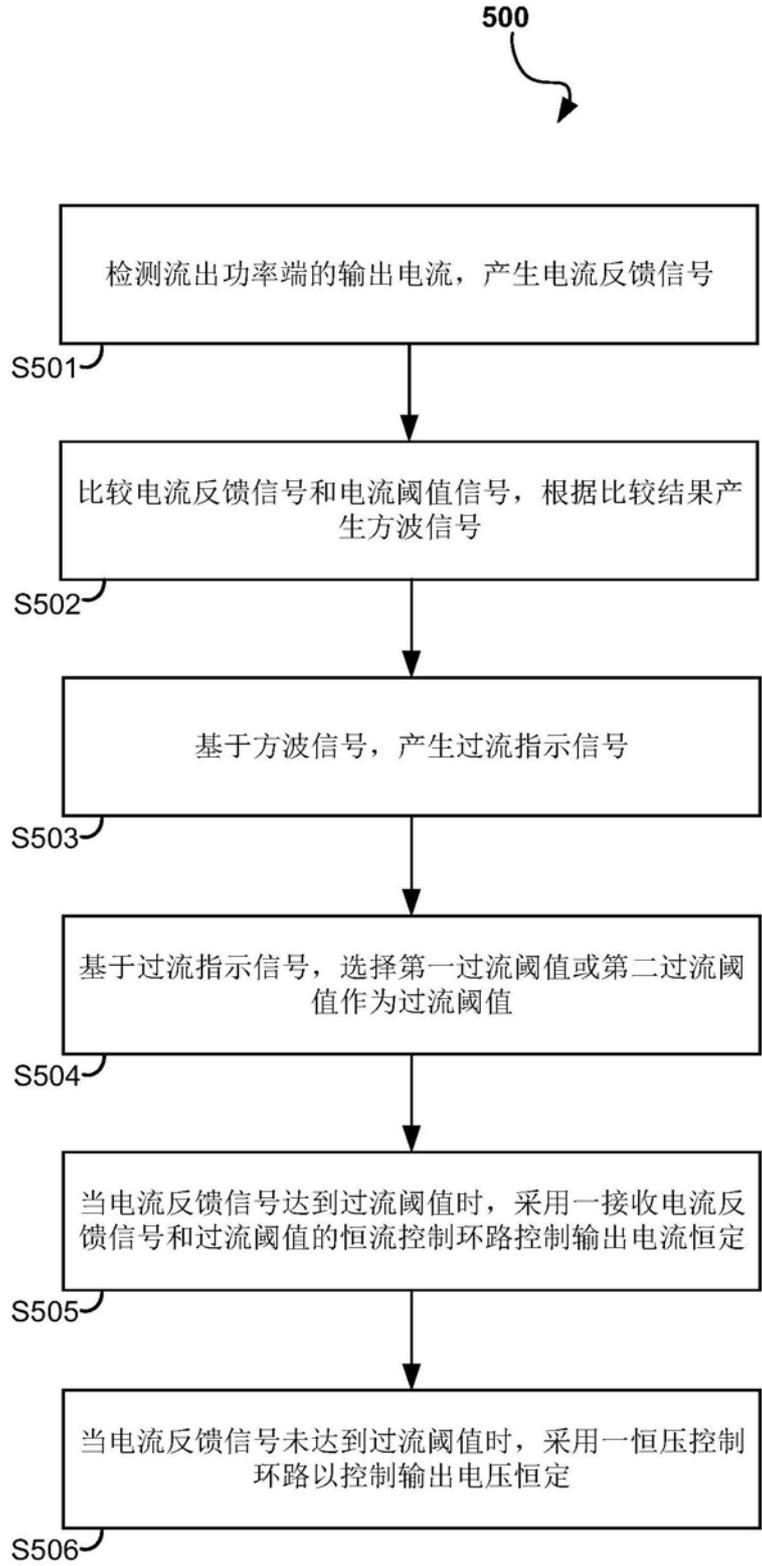


图6