



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108124497 B

(45) 授权公告日 2022.06.24

(21) 申请号 201680054503.4

(22) 申请日 2016.08.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108124497 A

(43) 申请公布日 2018.06.05

(30) 优先权数据
14/856,947 2015.09.17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/049130 2016.08.26

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/048488 EN 2017.03.23

(73) 专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 C·斯波科 V·阿里卡特拉

S·霍瓦维尼 S·霍利

T·奥布莱恩 S·库玛

A·梅尔加

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理师 王茂华 张曦

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 7/02 (2016.01)

H02J 7/04 (2006.01)

H02M 3/156 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104885328 A, 2015.09.02

CN 104362717 A, 2015.02.18

US 2015229155 A1, 2015.08.13

CN 102577009 A, 2012.07.11

审查员 闫朝

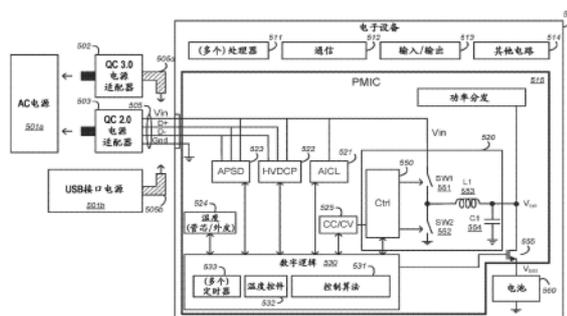
权利要求书3页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

用于对电池充电的系统和方法

(57) 摘要

本公开包括一种对电池充电的方法。在一个实施例中,该方法包括在电子设备上的电池充电电路中从外部电源接收具有第一电压值的输入电压。电池充电器被配置为向电池中产生具有第一电流值的充电电流。充电器的输入电流限制和/或占空比被监测。如果 (i) 输入电流限制被激活或者 (ii) 占空比达到最大占空比,则控制信号可以被生成以增大输入电压的第一电压值。充电器还接收指示电子设备内部的温度的信号,并且当温度升高到阈值温度以上时生成控制信号以减小输入电压的值。



1. 一种对电池充电的方法,包括:

在电子设备上的电池充电电路中从外部电源接收具有第一电压值的输入电压;

将所述电池充电电路配置为向所述电池中产生具有第一电流值的充电电流;

监测所述电池充电电路的输入电流限制和占空比中的一项或多项,其中当所述电池充电电路的输入电流达到或超过电流限制值时,所述输入电流限制被激活;

如果 (i) 所述输入电流限制被激活或者 (ii) 所述占空比达到最大占空比,则生成控制信号以将所述输入电压的所述第一电压值增大到至少一个第二电压值;

接收指示所述电子设备内部的温度的信号;以及

当所述温度升高到第一阈值温度以上时,生成控制信号以将所述输入电压的所述第二电压值减小到至少一个第三电压值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中生成控制信号以将所述输入电压的所述第一电压值增大到所述至少一个第二电压值包括:生成控制信号以跨越多个电压值接连地增大所述输入电压,直到获得期望的充电电流。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中生成控制信号以将所述输入电压的所述第二电压值减小到所述第三电压值包括:生成控制信号以跨越多个电压值接连地减小所述输入电压,直到所述温度降低到所述第一阈值温度以下。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一电压值和所述第一电流值对应于所述电池充电电路的输入处的第一功率电平,其中将所述第一电压值增大到所述第二电压值产生所述充电电流到第二电流值的增大,并且其中所述第二电压值和所述第二电流值对应于所述电池充电电路的所述输入处的大于所述第一功率电平的功率电平。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中将所述第二电压值减小到所述第三电压值产生所述电池充电电路的所述输入处的小于所述第二功率电平的第三功率电平。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述第三功率电平近似等于所述第二功率电平减去耗散功率的差异。

7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:在生成控制信号以将所述第二电压值减小到至少一个第三电压值之后,跨越多个输入电流限制值减小所述输入电流限制以将所述温度降低到所述第一阈值温度以下。

8. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:在生成控制信号以将所述第二电压值减小到至少一个第三电压值之前,跨越多个输入电流限制值减小所述输入电流限制以将所述温度降低到所述第一阈值温度以下。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中如果所述温度升高到小于所述第一阈值温度的第二阈值温度以上,则绕过:如果 (i) 所述输入电流限制被激活或者 (ii) 所述占空比达到最大占空比,则生成控制信号以将所述输入电压的所述第一电压值增大到至少一个第二电压值。

10. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:当所述温度下降到低于第二阈值温度时,生成控制信号以增大所述输入电压的所述第二电压值。

11. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括当所述温度低于小于所述第一阈值温度的第二阈值温度时:

检测恒定电压模式;

等待预定义的时间段;以及

生成控制信号以减小所述输入电压的目前值。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中接收指示所述电子设备内部的所述温度的信号进一步包括:外皮温度信号和管芯温度信号的逻辑或。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中监测所述电池充电电路的所述输入电流限制和所述占空比中的一项或多项包括:监测所述输入电流限制和所述占空比。

14. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:确定所述外部电源的最大电流能力以设置所述输入电流限制。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中所述外部电源被配置为响应于来自所述电子设备的控制信号而产生多个不同的电压值。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述外部电源是AC墙壁适配器。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述多个不同的电压值相差大于1伏特。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中所述多个不同的电压值相差小于1伏特。

19. 根据权利要求15所述的方法,其中所述外部电源是通用串行总线接口。

20. 根据权利要求15所述的方法,其中所述外部电源使用通用串行总线电缆耦合到所述电子设备,并且其中所述电子设备通过所述通用串行总线电缆向所述外部电源发送所述控制信号以改变所述输入电压。

21. 一种用于控制电池充电的电路,包括:

自动电源检测电路,被配置为与外部电源对接;

高压充电端口控制电路,耦合到所述自动电源检测电路,所述高压充电端口控制电路被配置为向所述自动电源检测电路提供控制信号,以增大或减小来自所述外部电源的电压;

热调节电路,耦合到所述高压充电端口控制电路;以及

输入电流限制电路,耦合到所述高压充电端口控制电路,并且被配置为当输入电流达到或超过电流限制值时被激活,

其中所述高压充电端口控制电路被配置为:响应于来自所述热调节电路和所述输入电流限制电路的信号,向所述自动电源检测电路提供所述控制信号以增大或减小所述电压。

22. 根据权利要求21所述的电路,其中所述高压充电端口控制电路包括:

电源检测电路接口,被耦合以向所述自动电源检测电路提供所述控制信号;以及

处理器,耦合到所述电源检测电路接口,所述处理器被配置为监测输入电流限制有效信号和最大占空比信号,并且向所述电源检测电路接口提供指示以向所述自动电源检测电路产生所述控制信号。

23. 根据权利要求21所述的电路,进一步包括:

输入电流限制计算器,耦合到所述自动电源检测电路,所述输入电流限制计算器响应于从所述自动电源检测电路接收的外部电源供应的类型,向所述输入电流限制电路提供电流限制范围。

24. 根据权利要求21所述的电路,进一步包括:

触发控制电路,耦合到所述高压充电端口控制电路,所述触发控制电路被配置为:监测电池充电电路的输入电流限制和占空比,并且响应于达到最大占空比或确定输入电流限制

为有效而向所述高压充电端口控制电路提供触发信号。

25. 根据权利要求21所述的电路,其中所述热调节电路包括:

温度监测器,被耦合以接收一个或多个温度信号,所述温度监测器提供温度升高或降低信号;以及

温度控制器,被耦合以从所述温度监测器接收所述温度升高或降低信号,所述温度控制器被配置为提供指示输入电流限制变化或电压变化的信号。

26. 根据权利要求21所述的电路,进一步包括耦合到所述高压充电端口控制电路的定时器,所述定时器被配置为向所述高压充电端口控制电路提供定时信号。

27. 一种电子设备,包括:

开关调节器,被配置为从外部电源接收具有第一电压值的输入电压;

电流控制电路,用于将所述开关调节器配置为向电池中产生具有第一电流值的充电电流;

检测电路系统,用于监测所述电子设备的电池充电电路的输入电流限制和占空比中的一项或多项,其中当所述电池充电电路的输入电流达到或超过电流限制值时,所述输入电流限制被激活;以及

控制电路系统,用于如果 (i) 输入电流限制被激活或者 (ii) 所述占空比达到最大占空比,则生成控制信号以将所述输入电压的所述第一电压值增大到至少一个第二电压值,其中所述控制电路系统接收指示所述电子设备内部的温度的信号,并且当所述温度升高到第一阈值温度以上时,生成控制信号以将所述输入电压的所述第二电压值减小到至少一个第三电压值。

28. 根据权利要求27所述的电子设备,其中所述控制电路系统包括数字逻辑。

29. 根据权利要求27所述的电子设备,其中所述控制电路系统是配置有计算机可执行代码的处理器,并且其中激活的所述输入电流限制或所述最大占空比触发一个或多个中断,所述一个或多个中断使得所述处理器生成所述控制信号。

30. 一种充电控制器电路,包括:

用于与外部电源对接的自动电源检测电路;

用于提供输入电流限制控制并且被配置为当输入电流达到或超过电流限制值时被激活的电路;

用于监测占空比的电路;

用于提供热调节的电路;

用于向用于对接的所述自动电源检测电路提供控制信号的高压充电端口控制电路,

其中用于提供控制信号的所述高压充电端口控制电路响应于来自用于提供热调节的所述电路和用于提供所述输入电流限制控制的所述电路的信号,向用于对接的所述自动电源检测电路提供电压改变信号。

用于对电池充电的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年9月17日提交的美国专利申请号14/856,947的优先权,其内容通过引用以它的整体并入本文用于所有目的。

背景技术

[0003] 本公开涉及电子电路、系统和装置,并且具体涉及用于对电池充电的系统和方法。

[0004] 许多现代电子系统依赖一个或多个电池用于供电。例如,电池通常通过经由AC-DC电源适配器和电缆将系统连接到电源(例如,交流(AC)电源插座)而被再充电。图1图示了典型电子设备中的电池充电。在这个示例中,电源适配器102(诸如AC-DC转换器)连接到电源101。电源适配器102可以经由电缆120向电子设备103提供直流(DC)电压和电流。来自电源适配器102的电压和电流由电源接口接收,电源接口诸如电源管理集成电路(PMIC),其可以将来自适配器101的电压和电流转换成不同的电压和电流以驱动各种系统组件,诸如一个或多个处理器111、通信电子器件(例如,射频(RF)收发器)112、以及一个或多个输入/输出设备113,例如,诸如触摸屏显示器或音频系统。例如,当从外部电源断开时,电源接口110可以从电池114接收电压和电流以向内部组件供电。

[0005] 电源接口110可以包括用于当电池被放电时对电池114充电的电池充电电路115。与电池充电器相关联的一个问题是功率耗散。电缆120可以包括电阻,该电阻导致热功率耗散以及来自电源适配器的输入电压的降低。因此,归因于电缆120中的电流,电池充电器的输入处的电压可能小于电源适配器的输出处的电压。为了减小这个电压降,一些系统可以使用更高的适配器电压,这将有效地减少实现相同功率电平所要求的电流量。然而,更高的适配器电压可能引起电池充电器电路系统中的更大功率耗散。例如,归因于每个开启/关闭周期的增加的开关损耗,跨电池充电器中的开关晶体管的较高电压可能引起充电期间功率耗散的增加。另外,例如,较高的输入电压可能引起电池充电器的(多个)电感中的增加的电流波纹,这可能导致较高的传导损耗和芯损耗。因此,在电池充电过程期间能够优化功率耗散是对于电池操作的系统的持续挑战。

发明内容

[0006] 本公开涉及用于对电池充电的系统和方法。在一个实施例中,一种方法包括在电子设备上的电池充电电路中从外部电源接收具有第一电压值的输入电压。电池充电器被配置为向电池中产生具有第一电流值的充电电流。充电器的输入电流限制和/或占空比被监测。如果(i)输入电流限制被激活或者(ii)占空比达到最大占空比,则控制信号可以被生成以增大输入电压的第一电压值。充电器还接收指示电子设备内部的温度的信号,并且当温度升高到阈值温度以上时,生成控制信号以减小输入电压的值。相反地,当温度降低到温度阈值以下时,相同的控制信号可以用来递减输入电压。

[0007] 以下详细描述和附图提供对本公开的本质和优点的更好理解。

附图说明

- [0008] 图1图示了典型电子设备中的电池充电。
- [0009] 图2图示了根据一种实施例的具有电池充电系统的电子设备。
- [0010] 图3图示了根据一种实施例的对电池充电的方法。
- [0011] 图4A图示了根据一种实施例的对电池充电的方法。
- [0012] 图4B图示了示例功率耗散曲线。
- [0013] 图5图示了根据另一实施例的具有电池充电系统的电子设备。
- [0014] 图6图示了根据一种实施例的对电池充电的示例方法。
- [0015] 图7图示了根据另一实施例的对电池充电的示例方法。
- [0016] 图8图示了根据一种实施例的用以控制电池充电的电路的框图。
- [0017] 图9A图示了根据一种实施例的在受控电压模式期间对电池充电的方法。
- [0018] 图9B图示了根据另一实施例的在受控电压模式期间对电池充电的方法。

具体实施方式

[0019] 在以下描述中,为了解释的目的,阐述了许多示例和具体细节以便提供对本公开的透彻理解。然而,对本领域的技术人员将明显的是,在权利要求中表达的本公开可以单独地或与下面描述的其他特征组合地包括这些示例中的特征中的一些或全部特征,并且可以进一步包括本文中描述的特征和概念的修改和等价物。

[0020] 本公开的特征和优点包括如下的电池充电系统和方法,它们可以通过基于各种操作性充电参数(包括但不限于,例如,温度、占空比和电流限制)修改输入电压和电池充电电流(或输入电流)来优化从外部电源到电池的功率递送。

[0021] 图2图示了根据一种实施例的具有电池充电系统的电子设备。电子设备210可以包括可再充电电池220。电池220可以向各种内部电路提供电力,例如,诸如一个或多个处理器211、通信电路212(例如,RF通信,诸如Wifi、蜂窝、蓝牙和全球定位系统(GPS))、输入/输出电路213(诸如显示器(例如,触摸屏)、音频输入和输出以及触觉器件)、以及各种其他系统电子器件214。电子设备210的实施例可以包括蜂窝电话(例如,智能电话)、平板计算机、或其他电池操作的电子设备,小至手表或生物计量传感器(例如,健身电子设备)到依靠一个或多个可再充电电池进行操作的较大设备(系统)。

[0022] 在一些情形下,电子设备210可以从外部电源201接收电力。例如,外部电源201可以通过一个或多个导电线250(例如,电缆)(其可以例如插入连接器203和204中)耦合到电子设备210。根据某些实施例的外部电源可以被配置为使用电压调节电路系统202(V_{adj})响应于控制信号来产生多个不同的电压值。示例外部电源包括AC墙壁适配器(壁式充电器)或通用串行总线(USB)端口,它们可以响应于通过一个或多个导线250接收的控制信号而在电子设备的输入处产生不同电压。例如,一种用于使得AC墙壁适配器产生不同电压的技术已知为来自Qualcomm®的Quick Charge 2.0™,其可以将AC墙壁适配器配置为响应于通过电子设备与墙壁适配器之间的电缆传送的控制信号而产生例如5伏、9伏、12伏和20伏的输出电压。另一种用于使得AC墙壁适配器产生不同电压的技术已知为来自Qualcomm®的Quick Charge 3.0™,其可以将AC墙壁适配器配置为响应于通过电子设

备与墙壁适配器之间的电缆传送的控制信号而产生多个不同的输出电压,它们例如可以以小至200mV的步长变化。一些USB端口也可以支持响应于从电子设备接收的控制信号而产生不同的电压,例如包括支持通过USB C型电缆的USB电递送的USB端口。上述示例外部电源仅是本文中描述的技术的示例应用,其可以具有超出这样的系统的应用。

[0023] 当外部电源201耦合到电子设备210时,输入电压(V_{in})由电池充电电路230接收。初始地,输入电压 V_{in} 可以具有第一电压值(例如,5v)。本公开的实施例包括将电池充电电路230配置为向电池220中产生(例如,供应和调节)特定充电电流(例如,期望的充电电流),或者调节电池电压。然而,一些外部电源可能无法超过对电池充电的特定的最大期望输出功率。因此,如果初始输入电压值和充电电流值例如超过外部电源的能力,则可能未获得期望的充电电流。另外,来自外部电源的电流可能引起跨电缆的电压降,这可能降低输入电压值。如果输入电压值归因于电阻性下降是过低的而无法支持恰当充电,则充电电流可能不得不被减小以减小输入电流并且因此增大输入电压。此外,如果获得期望的充电电流和电压,则电子设备可能加热而超过可允许的热耐受性。因此,在一个方面,例如,电子设备内部的温度以及电池充电电路中的输入电流限制和/或占空比可以被监测并且用于控制从外部电源接收的电压和电流,以优化电池充电。

[0024] 如图2中图示的,例如,电池充电电路230可以是电源管理集成电路215(PMIC)的一部分。在一些实施例中,电池充电电路可以替代地是独立系统。在这个示例中,电池充电电路230包括开关调节器231和环路控制电路232。开关调节器231例如可以是降压调节器,其中 V_{in} 大于 V_{out} 。环路控制电路232例如可以控制开关调节器以向电池产生(例如,调节)输出电压或电流。电池充电电路230例如进一步包括检测电路233、电流限制电路234、受控电流模式充电和受控电压模式充电电路(CC/CV)235、占空比检测电路236、温度控制电路237和定时器238。检测电路可以用于检测电压和/或电流(例如,输入电压和/或输入电流)。下面更详细地描述可以在某些实施例中使用的示例检测电路。电流限制电路234可以感测电流(例如,输入电流)并且实施输入电流限制。例如,当输入电流的值超过特定的电流限制(例如,其可以是可编程的)时,电流限制电路可以激活并且控制开关调节器以将输入电流维持在特定的输入电流限制值。电流控制充电和电压控制充电电路(CC/CV)235可以用于配置开关调节器以执行受控电流充电(例如,恒定电流)或受控电压充电(例如,恒定电压)。在一些实施例中,例如,回路控制电路系统可以包括脉宽调制器,脉宽调制器具有输入,该输入耦合到多个控制回路,包括输入电流限制控制回路、电流控制回路和电压控制回路(例如,被布置为线“或”),以使得电池充电器可以被配置为使用不同的控制参数对电池充电。占空比检测电路236可以监测占空比。如下面更详细描述,当占空比处于最大占空比时,占空比检测电路可以用来重新配置充电参数以优化充电。温度控制电路237可以包括温度监测器和控制电路系统。如下面描述的,例如,温度检测器可以在相同集成电路管芯上或管芯外部以测量外皮(例如,表面)温度。温度控制电路237可以包括数字电路,它们接收温度已经超过一个或多个阈值温度的指示。如下面描述的,系统可以基于温度被重新配置以优化充电。如下面进一步描述的,定时器238可以用于控制各种充电操作的定时。

[0025] 图3图示了根据一种实施例的对电池充电的方法。在一个实施例中,如在301处示出的,输入电压在电子设备上的电池充电电路中从外部电源被接收。输入电压可以具有特定的初始电压值(例如,5v)。在302处,电池充电电路被配置为向电池中产生具有特定电流

值(例如,3安)的充电电流(Ichg)。在一些情况下,所配置的充电电流可以是期望的充电电流,并且这样的电流可能超过外部电源的能力。例如,外部电源可能被限制到5W,但是以3安对电池充电可能从供电要求15W。替换地,在高电流下电缆中的电阻可能引起外部电源的输出(例如,在连接器204处)与电池充电器的输入(例如,在连接器203处)之间的电压降。因此,这种配置下的最佳电池充电可能无法发生。本公开的实施例可以监测内部系统参数,诸如输入电流限制和/或占空比,以检测电池充电为次优的状况。

[0026] 例如,在一个实施例中,在303处,电池充电电路监测输入电流限制、占空比、或两者。例如,如下面更详细描述,某些实施例可以确定外部电源的最大电流能力以设置输入电流限制。如果达到最大输入电流,则输入电流限制电路被激活(例如,开关调节器可以被控制以维持输入电流低于预设的最大输入电流限制值)。在这种情况下,可能合意的是增大来自外部电源的输入电压以增大电池充电器的输入功率,例如,以实现期望的充电电流。例如,尽管外部电源在较高的输出电压下可能未达到较高的输出功率,但是所要求的输出电流将较小以实现相同的输出功率。这将有效地克服电缆和PCB迹线的IR压降,这将在电池充电器电路的输入处递送更高的功率。替换地,如果输入电压下降到接近输出电压的电平(例如,归因于电缆中的电阻性下降),则占空比可能增大。例如,降压开关调节器中的占空比为:占空比= V_{out}/V_{in} 。因此,如果输入电压太低,则占空比可能达到最大占空比,并且系统可能无法产生期望的充电电流。因此,例如,可能合意的是增大来自外部电源的输入电压以增大 V_{in} 并且将充电电流增大到期望的水平。因此,在304处,例如,如果(i)输入电流限制被激活或者(ii)占空比达到最大占空比,则电池充电器可以生成控制信号(例如,向外部电源)以将输入电压的第一电压值增加到至少一个第二电压值。在一个实施例中,电池充电器可以生成控制信号以跨越多个电压值接连地增大输入电压,直到获得期望的充电电流。例如,在Quick Charge 2.0™的情况下,电池充电器可以将 V_{in} 从5v接连增加到9v,并且然后增加到12v以产生期望的充电电流。例如,在Quick Charge 3.0™的情况下,电池充电器可以将 V_{in} 以200mV步长接连增加到5v以上,直到电流限制和/或占空比之一指示正在产生期望的充电电流。

[0027] 在305处,电池充电器可以监测电子设备的各个位置处的温度。如在下面的示例中说明的,温度可以在一个位置或多个不同的物理位置处被感测。例如,温度传感器可以放置在PMIC外部以感测电子设备的外皮温度。例如,被定位以感测外皮(例如,外壳)温度的外部温度传感器可以生成信号,该信号指示外皮温度已经超过一个或多个预定义的阈值温度,其中的每个可以是可编程的。类似地,温度传感器可以被实施在与PMIC相同的基底上以感测PMIC的管芯温度(或者在另一器件的管芯上)。例如,被定位以感测管芯温度的温度传感器可以类似地生成信号,该信号指示管芯温度已经超过预定义的阈值温度,其也可以是可编程的。在一个实施例中,感测电子设备内部的温度包括外皮温度信号和管芯温度信号的逻辑或,以使得系统在针对外部温度要求和集成电路限制两者的安全操作范围内被调节。在306处,本公开的实施例可以调节输入电压和电流限制以将温度维持在阈值温度以下或在特定温度范围内。如下面说明的,示例实施方式可以使用多个温度读数来激活不同的充电过程以基于温度来优化充电。

[0028] 图4A图示了根据另一实施例的对电池充电的方法。在401处,具有可配置输出电压的外部电源被连接到电子设备。在402处,电子设备中的电池充电电路确定电源的类型和输

入电压值。下面说明自动电源检测 (APSD) 的示例。在403处, 电池充电电路确定外部电源的最大电流能力并且设置输入电流限制。下面说明自动输入电流限制 (AICL) 电路的示例。在404处, 电池充电开始并且使用输入电压值对电池充电。电池充电器可以被配置为产生特定的期望的电池充电电流。在405处, 输入电流限制和/或占空比可以被监测。在406处, 如果电池充电器输入电流限制被激活或者如果达到最大占空比, 则电池充电器可以生成控制信号以跨越多个电压值接连地增大输入电压, 直到获得期望的充电电流。在407处, 温度被感测 (例如, 外皮和/或管芯温度)。在408处, 如果温度升高到阈值温度以上, 则电池充电器可以使得外部电源减小输入电压值。这将减少电池充电器IC中的功率损耗并且随后降低温度。在一些实施例中, 电池充电器可以生成控制信号以跨越多个电压值接连地降低输入电压, 直到温度降低到阈值温度以下。

[0029] 不同的外部电源可以具有不同的电压调节能力。例如, 一些外部电源的不同电压值可以相差大于1伏 (例如, 5v、9v和12v)。替换地, 其他电源可以具有非常精细的电压分辨率, 以使得不同的电压值相差小于1伏 (例如, 200mV步长)。因此, 本公开的不同实施例可以检测外部电源类型, 并且以不同次序实施输入电压和输入电流限制调节。在一个实施例中, 在生成控制信号以降低来自外部电源的输入电压之后, 电池充电器可以跨越多个输入电流限制值降低输入电流限制以将温度降低到阈值温度以下。对于具有能力以小步长 (例如, 小于1伏) 调节输入电压的电源, 在调节电流限制设置之前调节输入电压可能是有利的。替换地, 对于具有有限的电压调节能力 (例如, 大于1伏) 的电源, 在调节输入电压之前调节输入电流限制设置可能是有利的。以这种方式, 可用的输入功率可以以更连续的方式被改变。因此, 在另一实施例中, 在生成控制信号以降低来自外部电源的输入电压之前, 电池充电器可以跨越多个输入电流限制值降低输入电流限制以将温度降低到阈值温度以下。

[0030] 本公开的特征和优点进一步包括优化充电参数以减少功率耗散。图4B图示了示例功率耗散曲线。由具有可变电压的电源造成的一个问题是, 如果电压太高, 则过多的功率可能在充电过程期间被耗散。图4B图示了对于典型的DC-DC降压转换器充电器的在490处的12v充电和在491处的9v充电跨越充电电流 (以安培) 的功率耗散曲线。可以看出, 与9v相比, 当以12v充电时, 跨越所有充电电流有更多功率被耗散。因此, 本公开的特征和优点减小输入电压值, 从而功率耗散被减少。此外, 对于具有大输出电压步长 (例如, 5v、9v和12v) 的外部电源, 本公开的实施例检测何时充电可以在较低电压下发生, 并且系统重新配置电压和电流以使得系统从较高输入电压下的第一功率电平转变到较低输入电压下的第二等效功率电平, 其中第二等效功率电平等于较高电压下的第一功率电平减去由使用较高电压引起的耗散功率。例如, 电池充电器可以在12v的第一较高电压下操作并且在点A处产生3A的充电电流。然而, 例如, 电池充电器可以能够在9v的较低输入电压下操作并且产生相同的3A的充电电流, 节省了大约250mW。这种250mW的节省直接导致移动设备的外皮温度的降低。

[0031] 本公开的一些实施例的特征和优点可以确定充电器的第一功率操作点, 并且将输入电压降低到第一功率操作点之下的第二功率操作点以减少功率耗散。例如, 初始输入电压值和充电电流值可以对应于电池充电电路的输入处的第一功率电平。如上面描述的, 初始地, 如果输入电流限制是有效的或者如果占空比处于最大值, 则输入电压值可以增大到至少一个第二电压值 (例如, 从5v到9v)。将第一电压值 (例如, 5v) 增大到第二电压值 (例如, 9v) 产生充电电流到第二电流值 (例如, 期望的充电电流值) 的增大。第二电压值和第二电流

值对应于大于第一功率电平的在电池充电电路的输入处的第二功率电平。例如,随着电池充电,系统可以降低输入功率以降低温度,并且可以有可能也减少功率耗散。当电池充电器检测到可以使用较低的功率电平(例如,通过在特定的输入电压电平下感测输入电流)时,电池充电器可以向外部电源发送控制信号以将输入电压值减小到降低的电压值并且在电池充电电路的输入处产生小于第二功率电平的第三功率电平。输入电压值可以被减小,以使得第三功率电平近似等于第二功率电平减去第二电压值(例如,图4B中的点A)与第三电压值(例如,图4B中的点B)之间在耗散功率上的差异。例如,这种输入电压改变发生的点取决于外部电源处可用的电压和可用电流限制设置而可以不同。

[0032] 图5图示了根据另一实施例的具有电池充电系统的电子设备的示例实施方式。在这个示例中,电子设备510可以使用USB电缆505耦合到各种外部电源501a和501b。USB电缆505可以包括电源供应电压线 V_{in} 、地(或返回)线 Gnd 、以及用于承载数据的数据线 $D+$ 和 $D-$ 。实施例可以进一步包括其他线路,例如,诸如用于传送专用配置信息。在这个示例中,电子设备510可以使用电缆505a使用QuickCharge 3.0™电源适配器502(或者等价物),或者使用电缆505使用Quick Charge 2.0™电源适配器503(或者等价物),而耦合到AC电源501a。AC电源适配器将来自AC电源的AC电力转换为DC电压和电流。另外,电子设备510可以使用电缆505b耦合到具有可配置DC电压的USB接口电源501b(例如,主机、集线器,等等……)。进一步地,本公开的实施例可以适用于采用USB电力递送的其他具有USB能力的电源。

[0033] 电子设备510可以包括PMIC 515以将经调节的电源供应电压提供给一个或多个处理器511、通信电路512、I/O电路513、以及如上面提到的其他电路。在这个示例中,电池充电电路被包括在PMIC 515上,但是在其他实施例中,电池充电电路例如可以在另一集成电路管芯上。在这个示例中,电池充电电路包括降压开关调节器520(即, V_{sys} 小于 V_{in})、自动输入电流限制(AICL)电路521、高电压专用充电端口(HVDCP)检测电路522、自动电源检测(APSD)电路523、温度检测电路524、以及受控电流/受控电压(CC/CV)调节电路525。

[0034] 例如,开关调节器电路520包括高压侧开关551和低压侧开关552(它们可以都是MOS晶体管)、电感器553、输出电容器554和控制电路系统550,控制电路系统550可以包括脉宽调制电路和栅极驱动器电路以将开关551和552开启和断开。开关调节器的输出产生系统电压 V_{sys} ,其可以在电池充电期间通过开关晶体管555耦合到电池560,并且耦合到功率分发电路以产生用于其他系统电路块的经调节的电压。例如,电池560产生电压 V_{batt} ,其可以通过晶体管555耦合以在外部源未连接时提供系统电压。

[0035] AICL电路521可以用于确定外部电源的最大电流能力。美国专利No. 7,990,106中公开了用于执行自动输入电流限制(AICL)的一个示例电路,其内容据此通过引用并入本文。例如,APSD电路523可以用于确定外部电源的类型。美国专利公开No. 20120217935中公开了用于执行自动电源检测(APSD)的一个示例电路,其内容据此通过引用并入本文。HVDCP电路522可以用于控制外部电源以产生不同的电压。美国专利公开No. 20140122909中公开了用于控制高电压专用充电端口(HVDCP)的一个示例电路,其内容据此通过引用并入本文。受控电流/受控电压(CC/CV)电路525可以将开关调节器配置为以一个或多个电流控制模式(例如,恒定的预充电电流或快速充电电流)和电压控制模式(例如,恒定的“浮动”电压充电)来操作。美国专利No. 7,880,445中公开了用于执行受控电压和受控电流充电的一个示例电路,其内容据此通过引用并入本文。例如,温度检测电路524可以包括模数转换器(ADC)

或比较器以分别接收数字或模拟温度传感器信号,并且将数字温度传感器信号转换为温度数据,或将模拟温度传感器信号与参考值相比较以确定温度是高于还是低于一个或多个阈值。在一个示例实施例中,温度传感器可以包括二极管连接的双极结型晶体管(BJT)或热敏电阻器。

[0036] 在这个示例中,优化的充电可以使用与上面提到的组件通信的数字逻辑530来实施。这里,用于对电池充电的控制算法531被实施为数字逻辑530的一部分。然而,将理解,其他实施例可以使用处理器上操作的算法来实施本文中描述的方法和技术,该处理器与本文中描述的电路组件通信并且配置有用于执行本文中描述的技术的软件。例如,参考图2,一些实施例可以包括配置有计算机可执行代码的处理器,其中硬件传感器、检测器、和/或监测器电路触发中断,这些中断可以由可执行软件代码用来生成对适配器输出电压的控制信号。例如,激活的输入电流限制或最大占空比可以触发一个或多个中断,这些中断使得处理器生成控制信号用于改变由电子设备接收的用于对电池充电的适配器电压。在图5中示出的示例中,数字逻辑530可以进一步包括定时器533和温度控件532。数字逻辑530可以从温度检测电路524接收温度信息。例如,数字逻辑530可以包括用于支持APSD电路、AICL电路和HVDCP电路的逻辑。下面呈现数字逻辑530的示例实施方式。在这个示例中,数字逻辑被示出为与电池充电硬件驻留在相同的集成电路上(即,在PMIC上),但是在其他实施例中,数字逻辑可以与电池充电硬件驻留在不同的集成电路上。

[0037] 图6图示了根据一种实施例的对电池充电的示例方法。在601处,来自外部电源的电缆可以被插入电子设备的电缆输入中。在602处,自动电源检测过程被运行。在603处,专用充电端口(DCP)(诸如墙壁适配器)被检测。在604处,适配器类型被检测。在这个示例中,检测到的适配器类型是Quick Charge 3.0™适配器。在605处,自动输入电流限制过程被执行以确定从充电器可获得的最大充电电流并且设置充电器中的电流限制。例如,如果适配器的最大输出电流小于对电池充电的最大可能输入电流,则系统可以设置电流限制,因此输入电流不超过来自适配器的最大输出电流。在606处,充电器被启用并且电池充电开始。

[0038] 如上面提到的,一些示例实施例可以监测占空比和电流限制,并且接连地增大到电池充电器的电源供应电压,直到获得期望的电池充电电流。在607处,如果检测到最大占空比,或者如果输入电流限制被激活,则在608处系统可以执行初始热检查。如果(例如,管芯或壳体的)温度低于阈值温度 $OTST1$,则在609处系统可以确定电压是否可以被增大。如果适配器处于它的最高电压(例如,12v),则该过程返回到607。然而,如果适配器低于12v,则在610处适配器电压 V_{adp} 被增大。在一些实施例中,可能是有利的是,在每次电压调节之后运行AICL过程以确保适配器的功率输出没有随着它的输出电压增大而减小。因此,在这个示例中,在611处AICL被运行,并且在607处最大占空比和输入电流限制再次被检查。

[0039] 本公开的特征和优点包括监测温度并且调节输入电压和/或输入电流限制,以将温度维持在阈值以下或在窗口内。在这个示例中,例如,在607处,如果占空比不在最大值并且输入电流限制不是有效的(或者在608处,如果温度在阈值 $OTST1$ 以上),则系统可以进入如下过程,在该过程中,电子设备内部的温度被感测并且当温度升高到阈值温度 $OTST2$ 以上时,控制信号被生成以减小输入电压的值。在这个示例实施方式中,在612处系统确定温度是否超过阈值温度 $OTST2$ 。如果温度低于 $OTST2$,则在612处系统确定温度是否低于另一阈值,其在这个示例中为 $OTST1$ 。如果系统低于 $OTST2$ 且高于 $OTST1$ (例如,在“温度范围”或“温

度窗口”内),则充电在已有充电电流和适配器电压 V_{adp} 下继续。然而,如果温度超过 $OTST_2$,则系统可以接地降低适配器电压 V_{adp} 。在这个示例中,在614处温度首先与最大“过温”限制相比较。如果温度高于这个限制,则在622处输入电流限制被减小到预定的安全输入电流限制(这里是到500mA),并且在623处输入电压 V_{adp} 被减小到预定的安全输入电压(这里是到5v)。然而,在614处,如果温度低于过温限制,则在616处适配器电压接地被降低,除非它处于最小电源电压,其在这个示例中为5v。在这个示例中,例如, V_{adp} 可以以200mV步长减小,并且系统可以继续步骤613、612、614、615和616,直到温度低于 $OTST_2$ 。

[0040] 本示例可以在减小输入电流限制之前减小 V_{adp} 的输入电压值。例如,因为 V_{adp} 是以200mV步长可调节的,所以可能是有利的是,在减小电流限制之前减小 V_{adp} 以减少耗散功率同时仍然提供期望的充电电流。这是因为电池充电器中的DC-DC转换器将在较高的输入电压电平下引发较高的开关损耗。这里,例如,如在615处确定的,当 V_{adp} 为5v时,在617处系统可以开始减小输入电流限制,直到如在618处确定的,温度低于 $OTST_2$ 。一旦 V_{adp} 处于5v并且输入电流限制已经减小,则系统可以继续充电,只要温度在低于 $OTST_2$ 且高于 $OTST_1$ 的温度范围(或窗口)内。如果当系统处于5v的最小电源供应输入电压时温度下降至 $OTST_1$ 以下,则在620处系统可以确定输入电流是否处于输入电流限制,并且如果是这样,则在621处增大输入电流限制(例如,接地,直到温度升高到 $OTST_1$ 以上)。如果在620处输入电流小于输入电流限制,则在609处系统可以增大 V_{adp} ,例如,直到达到最大占空比或输入电流限制。当 V_{adp} 和输入电流使得最大占空比和输入电流限制不被触发时,并且当在613处温度低于 $OTST_1$ (较低热阈值)时,系统可以进入检测到恒定电压的模式并且在690处功率被减小。例如,下面参考图9A和图9B更详细地描述在690处执行的过程。

[0041] 图7图示了根据另一实施例的对电池充电的另一示例方法。类似于图6,步骤701-706类似于步骤601-606,除了在这个示例中QuickCharge 2.0™适配器被检测到。例如,这样的适配器可以被配置为产生5v、9v和12v的离散电压。充电器的输入电压之间的差异的一个问题是,系统可能在更高的电压下耗散更多的功率,这对产生期望的充电电流可能是必要的。在设置之间具有大的电压差的外部源的一个挑战是,最优地配置系统来以最小功率耗散损失向电池中产生期望的充电电流。在这个示例中,系统可以分开地在707处确定输入电流限制是否有效以及在708处确定是否已经达到最大占空比。如果在707处已经达到输入电流限制,则系统可以发送控制信号以减小来自适配器的电压值 V_{adp} 。在这个示例中,如果在708处已经达到最大占空比,则在709处系统可以有利地设置标志,该标志指示输入电压被递增的原因(例如,INC_REAS=DC;即,输入电压 V_{adp} 因为占空比处于最大值而被增大)。类似于图6中的示例,在710处系统可以确定温度是否低于阈值 $OTST_1$,并且如果是这样,则在步骤711-715处接地增大 V_{adp} 并且在780处运行AICL。一旦输入电压 V_{adp} 被设置为使得系统不处于最大占空比并且不是输入电流限制,充电继续,只要温度保持在由 $OTST_1$ 和 $OTST_2$ 设置的范围内。如果温度超过阈值 $OTST_2$,则在718处检查最大温度 T_{max} (如果高于 T_{max} ,则如图6中那样,在732处输入电流限制和 V_{adp} 被减小)。

[0042] 本示例实施方式说明了一些实施例的另一优点。在这个示例中,输入电流限制跨越多个输入电流限制值被减小,以在减小 V_{adp} 的值之前降低温度。例如,在719和732处,系统确定 V_{adp} 是否可以被减小(例如,如果它在12v或9v)。例如,如果在719处 V_{adp} 在最大电压(例如,12v),则在720处输入电流 I_{in} 与第一输入电流阈值(例如, $I_{in_9v_switch}$)相比较。

如果输入电流大于第一输入电流阈值,则在727处系统可以减小输入电流限制。如果在728处温度保持在 $OTST2$ 以上,则系统重复步骤718、719和720,直到输入电流低于第一输入电流阈值。当输入电流等于第一输入电流阈值 $I_{in_9v_switch}$ 时,适配器电压可以下降到下一步长。有利地是,第一输入电流阈值 $I_{in_9v_switch}$ 对应于在 V_{adp} 的第一值(例如,12v)处的输入功率电平,其中在 V_{adp} 的第二值(例如,9v)处存在产生期望的电池充电电流的等效输入功率电平。然而,等效输入功率电平可能低于先前的输入功率电平,因为充电器中存在较少的功率耗散。因此, V_{adp} 可以被减小,从而在 V_{adp} 的较低值处的新输入功率电平(或最终输入功率 P_{i_final})近似等于在 V_{adp} 的较高值处的先前输入功率电平(或初始输入功率 P_{i_init})减去(即,减掉)耗散功率上的差异(例如, $P_{i_init}=P_{i_final}-P_{diss}$)。通过转变到 V_{adp} 的较低值而消除的功率耗散可以在图4B中看出。例如,上面描述的示例感测输入电流并且可以将输入电流与一个或多个阈值相比较,以触发该转变以减小 V_{adp} 。再次参考图7,如果 I_{in} 小于或等于当前阈值 $I_{in_9v_switch}$,则系统可以检查标志 INC_REAS (如上面描述的)。如果占空比是714-715处的 V_{adp} 增大的原因,则在722处 V_{adp} 被降低。如果占空比不是714-715处的 V_{adp} 增大的原因,则输入电流限制进一步被减小。有利地是,独立地确定电池充电器处于最大占空比并且电流限制未被激活(例如,并且设置标志 INC_REAS)允许系统区分通过电缆的电流正引起电压降的情形(即, V_{adp} 足够高用于充电但是电流过高)与 V_{adp} 不够高以实现用于给定适配器输出电流的期望充电电流的情形。在本示例中,如果占空比是 V_{adp} 增大的原因($INC_REAS=DC$),则通过降低输入电流限制,在727处来自适配器的电流被减小。例如,如果温度保持在 $OTST2$ 以上(在716或728处),则系统返回到719以减小输入电流限制和/或 V_{adp} ,直到温度在高于 $OTST1$ 且低于 $OTST2$ 的温度窗口内。

[0043] 图8图示了根据一种实施例的控制电池充电的电路的框图。例如,图8是可以实施图6和图7中的算法的数字逻辑的一个示例。虽然本示例以数字逻辑被实施,但是将理解,例如,所公开的技术可以在模拟电路中或在数字处理器上实施。在这个示例中,数字控制电路可以包括APSD控制电路802、HVDCP控制电路803、热调节控制电路804、AICL控制电路805、触发控制电路806、输入电流限制计算器807和定时器808。

[0044] APSD控制电路802可以与外部电源801对接以检测外部电源。HVDCP控制电路803可以生成控制信号以增大和/或减小来自外部电源801的输入电压的电压值。在这个示例中,HVDCP包括APSD接口811以产生控制信号 V_{adp_change} ,其使得APSD控制电路802生成控制信号以协商外部电源电压的变化。例如,HVDCP控制电路803可以包括VADP增大处理器812以监测输入电流限制有效信号(电流限制质量)和最大占空比信号(最大占空比质量)以触发 V_{adp} 的变化。

[0045] AICL控制电路805可以执行AICL功能,其可以包括:响应于来自热调节控制电路804的温度控制信号、来自触发电路806的触发信号、以及来自ICL限制计算电路807的最大/最小ICL信号,来设置输入电流限制。AICL控制电路805可以包括用于偏移由AICL ICL电路821确定的输入电流限制的温度偏移电路822。

[0046] 触发控制电路806是用于监测电池充电电路的输入电流限制和占空比的一个示例电路。触发电路806接收指示达到最大占空比、输入电流限制为有效(例如,输入电流满足设置的输入电流限制)的数字信号、以及指示输入处的电压是否已经脱离的输入崩溃信号。

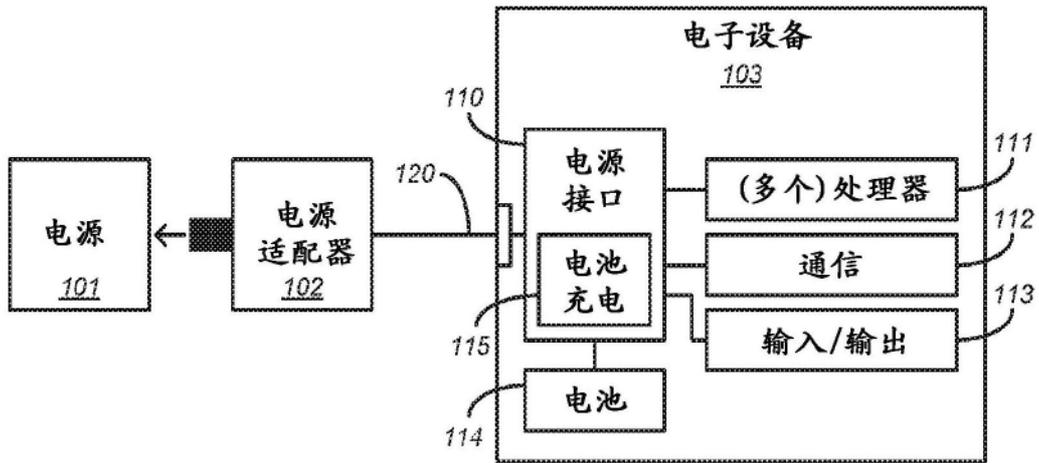
[0047] 热调节控制电路804是接收指示电子设备内部温度的信号的一个示例电路。在这

个示例中,热调节控制电路在温度监测器电路834中接收用于外皮温度的3比特(例如,来自外部温度传感器以及外部或内部模数转换器)和用于管芯温度的3比特。温度监测器电路834可以监测温度并且向温度控制器831生成增加/减小信号。温度控制器831可以使用决策电路833确定是改变输入电流限制ICL还是输入电压V_{adp}(如上面描述的),并且产生ICL递增信号和ICL递减信号(例如,向ICL温度偏移电路832)和适配器递减信号(例如,向APSD接口811)。如上面描述的,决策电路833可以控制输入电压是在电流限制被减小之前还是之后被降低。因此,例如,决策电路833可以从功率计算器电路835(其接收电缆电阻、输入电压信号和ICL信号)接收一个或多个输入以确定何时改变输入电流限制与输入电压。定时器电路808可以包括一个或多个定时器,它们可以用于实施恒定电压功率降低算法,现在将对其进行描述。

[0048] 图9A图示了根据一种实施例的在恒定电压(CV)模式期间对电池充电的方法。在CV充电期间,随着电池单元电压升高到电池组电压,充电电流逐渐减小。因此,随着充电电流减小,效率可以通过降低充电器输入电压而被提高。如上面提到的,本公开的实施例可以在恒定电压充电期间降低适配器功率。例如,在一个实施例中,系统可以检测温度何时低于阈值温度(例如,温度窗口的较低阈值)。例如,当系统从受控电流充电转变到受控(或恒定)电压充电时,可以观察到温度降低。在一个实施例中,一种方法包括在901处检测恒定电压模式(例如,当温度下降到图6和图7中的0TST1以下时)。在902处,定时器被设置并且系统可以等待预定义的时间段。在903处,控制信号被生成以减小输入电压的目前值。

[0049] 图9B图示了在恒定电压充电期间降低功率的另一示例方法。在910处,系统确定恒定电压模式是否有效。在911处,5分钟定时器被检查(例如,如果CV充电有效,则系统等待5分钟)。在912处,系统检测输入电压是否高于最小值(例如,5v),并且如果是这样,则在913处系统减小输入电压(例如,V_{adp}被减小200mV)。随后,定时器将被重置并且在每次另外的到期时,适配器电压将被递减。如果上述步骤中的任何步骤不适用,则系统可以返回到电流限制和占空比监测,并且可以如上面描述的增大V_{adp}(例如,在温度下降至阈值0TST1以下之后,V_{adp}可以再次被增大)。

[0050] 以上描述说明了本公开的各种实施例以及特定实施例的各方面如何可以被实施的示例。上面的示例不应当被认为是仅有的实施例,并且被呈现以说明由随后的权利要求限定的特定实施例的灵活性和优点。基于以上公开和随后的权利要求,不偏离由权利要求限定的本公开的范围,可以采用其他布置、实施例、实施方式和等价物。



(现有技术)

图1

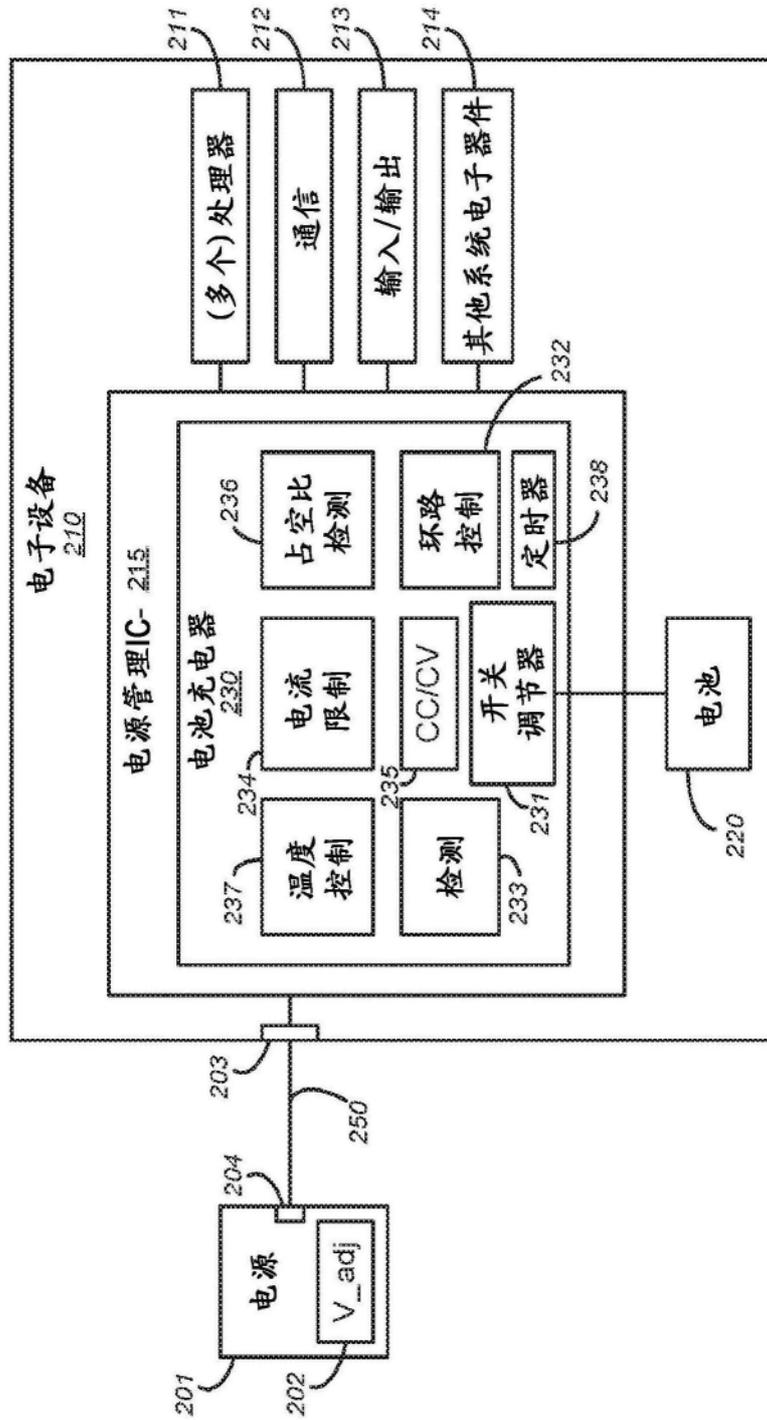


图2

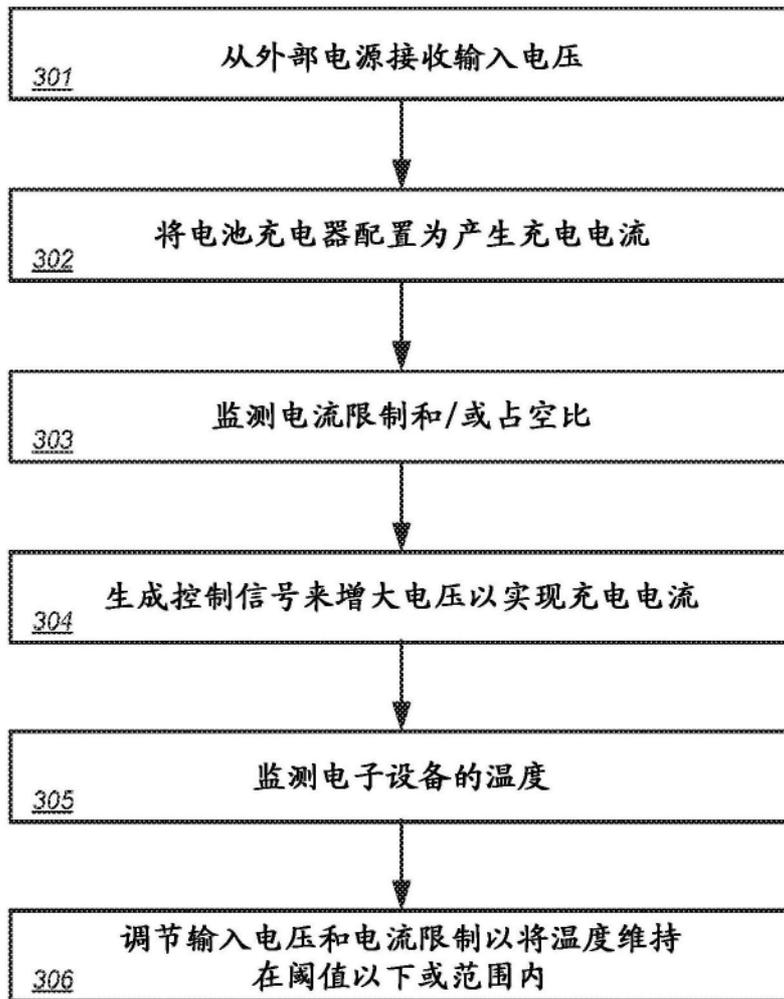


图3

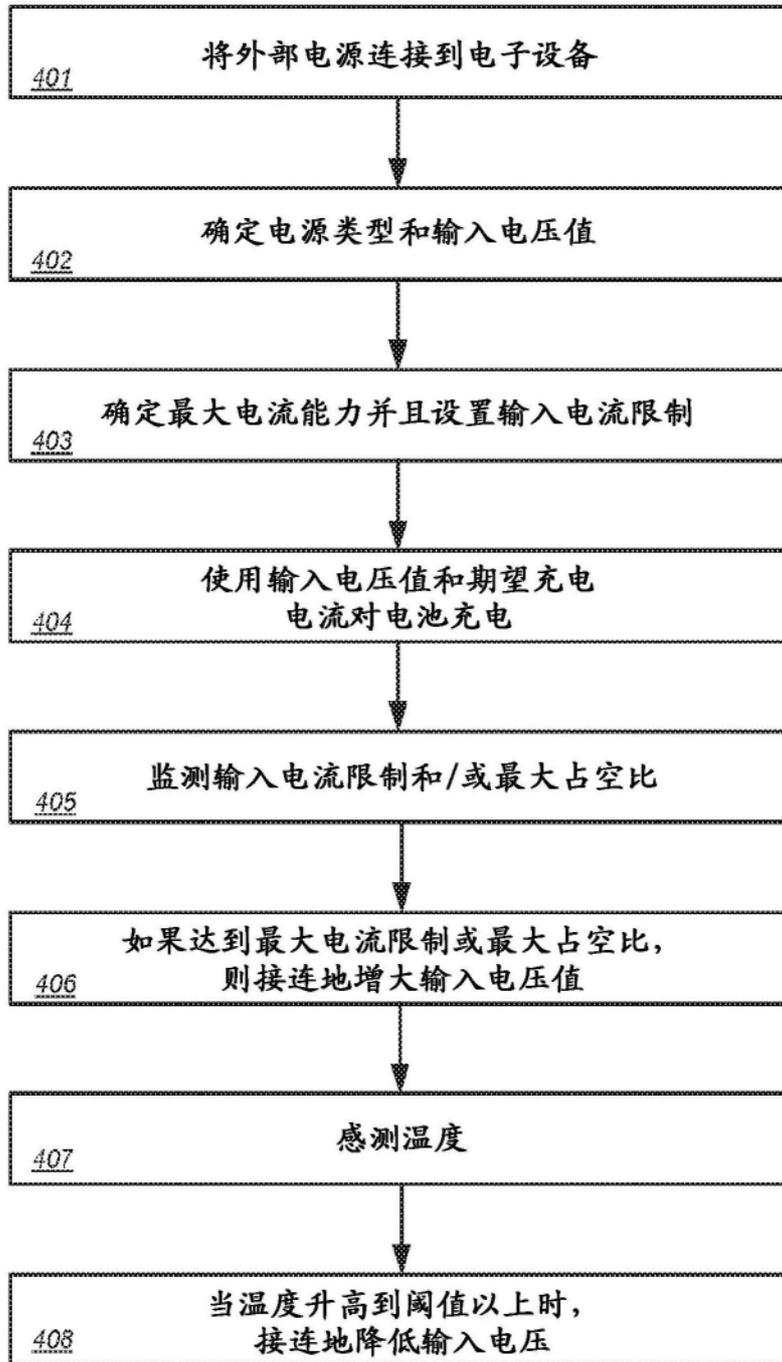


图4A

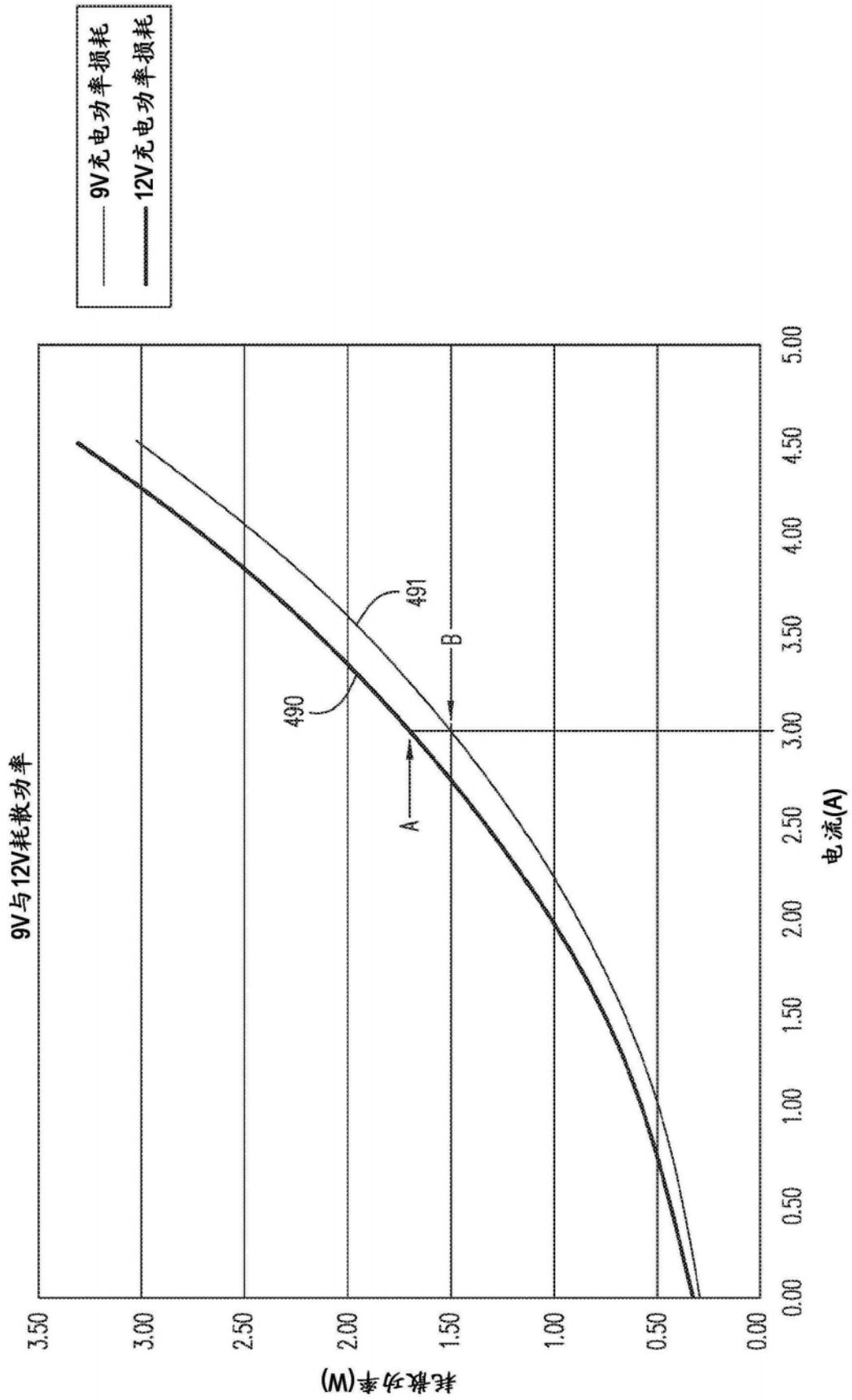


图4B

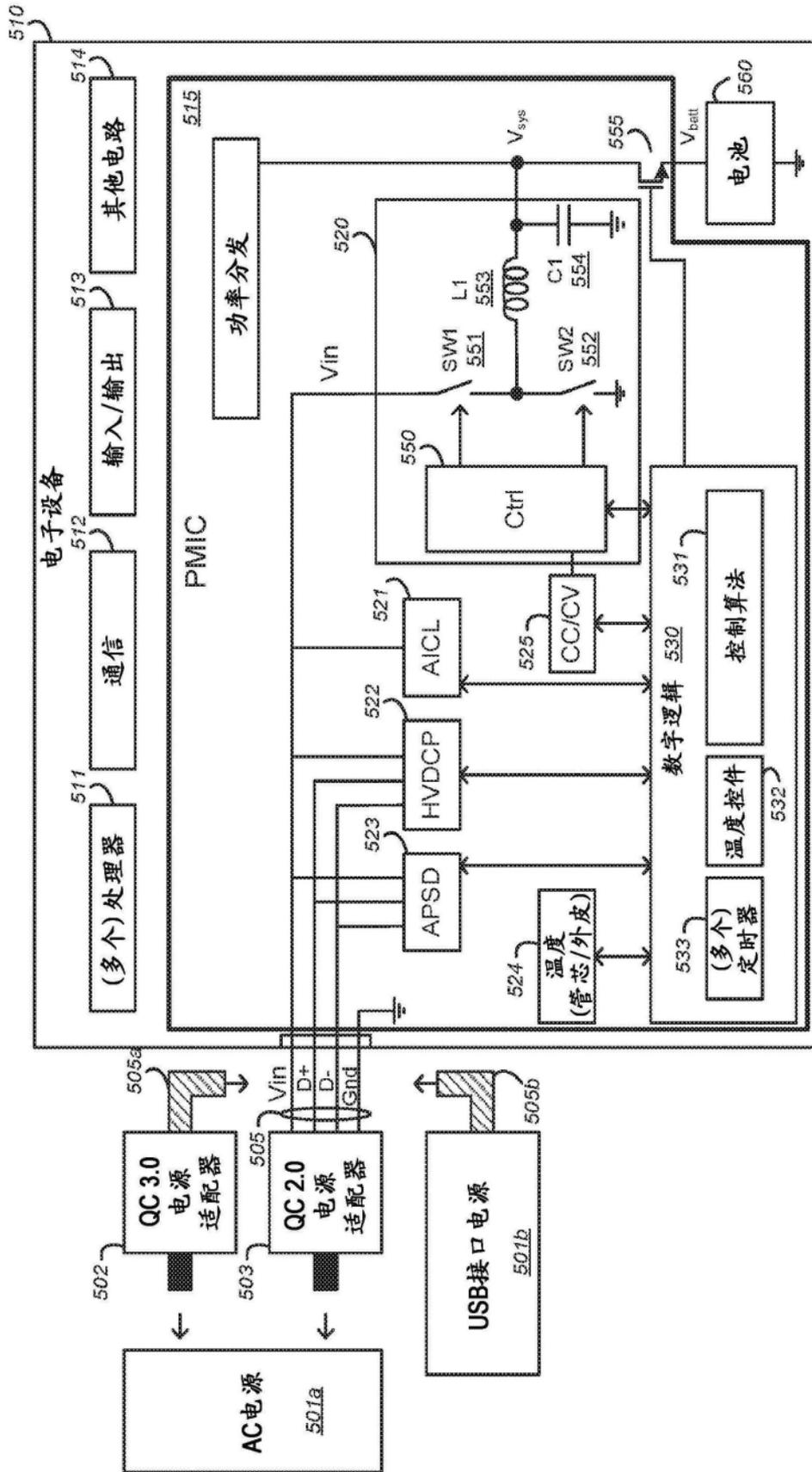


图5

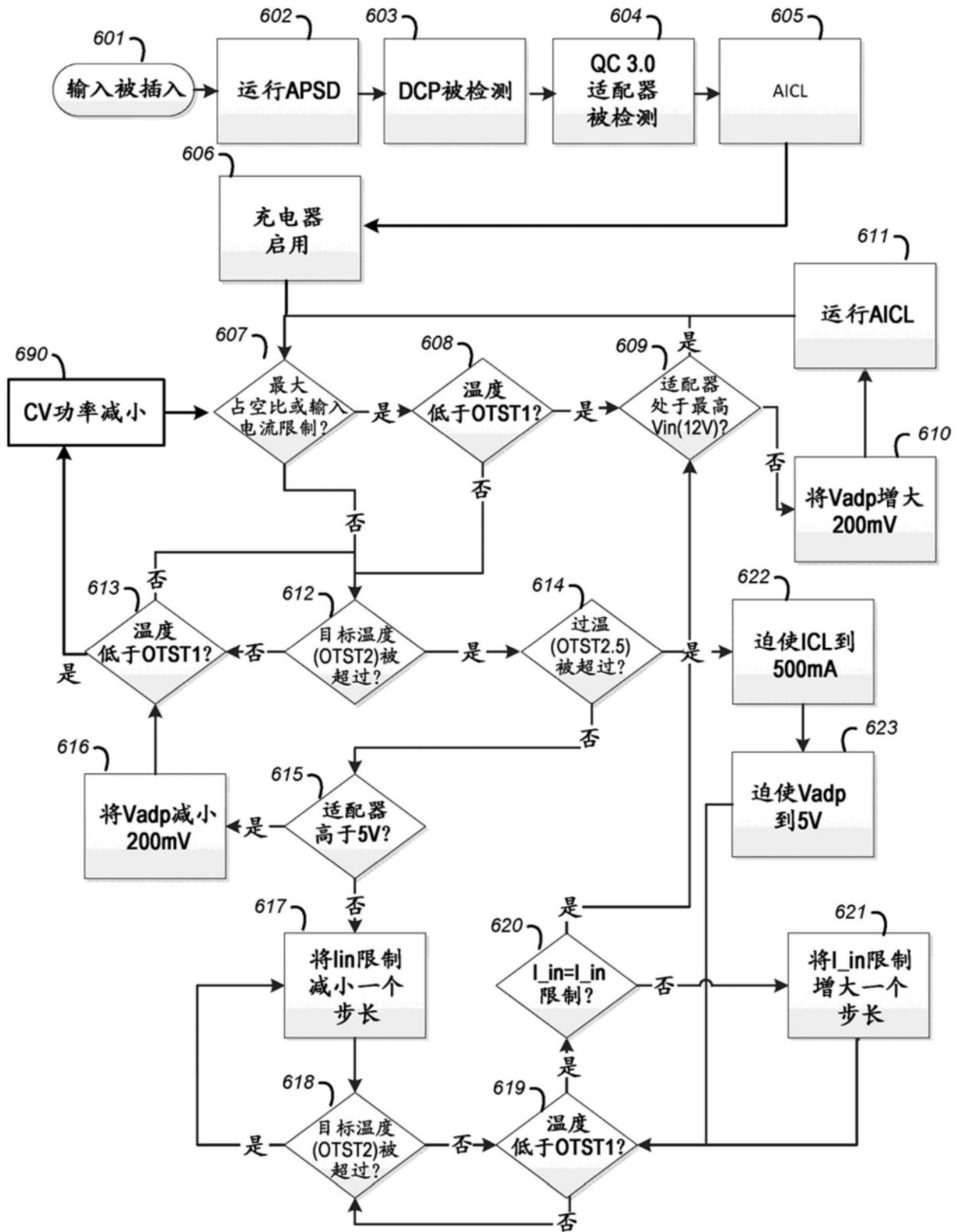


图6

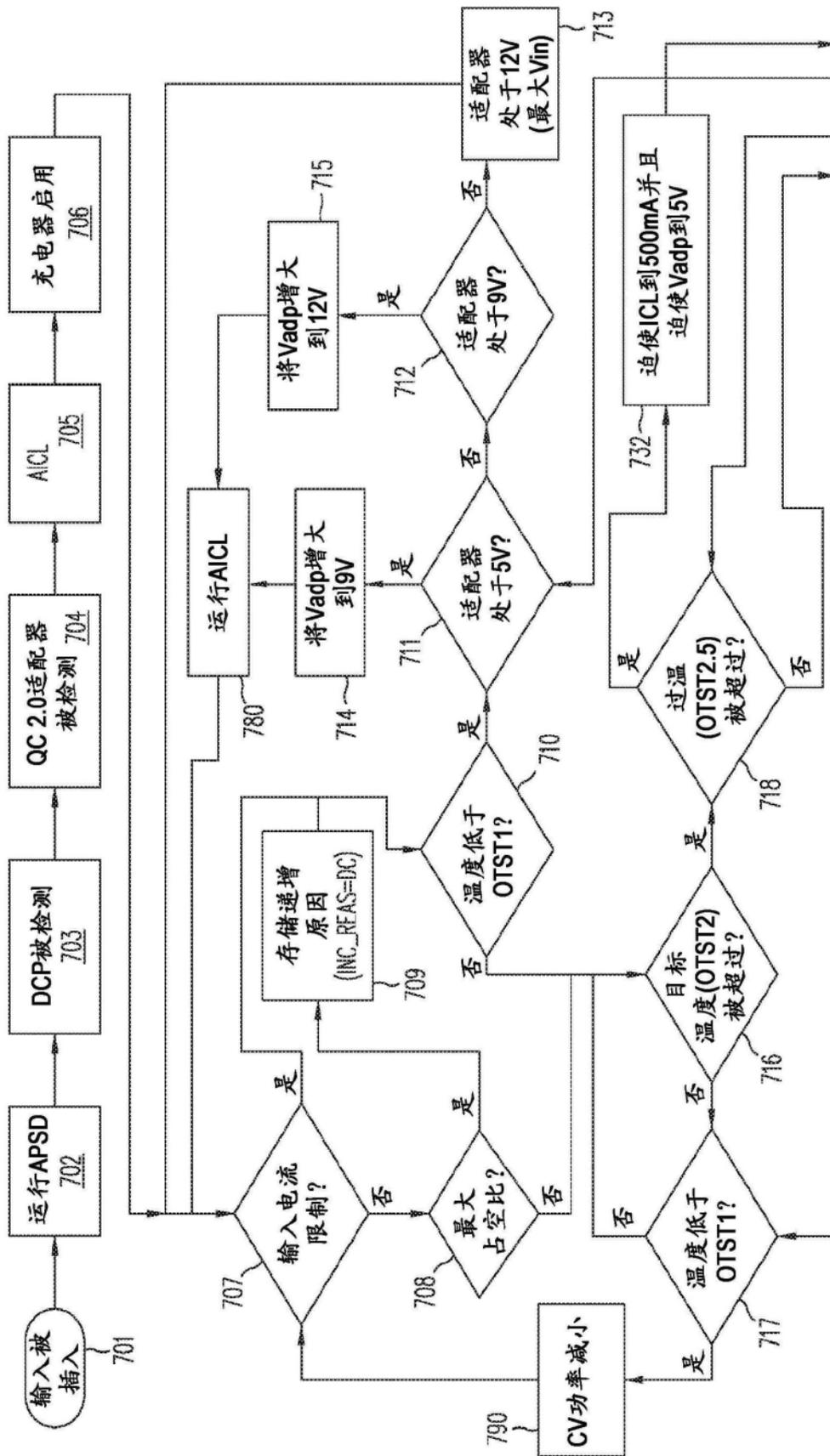


图7A

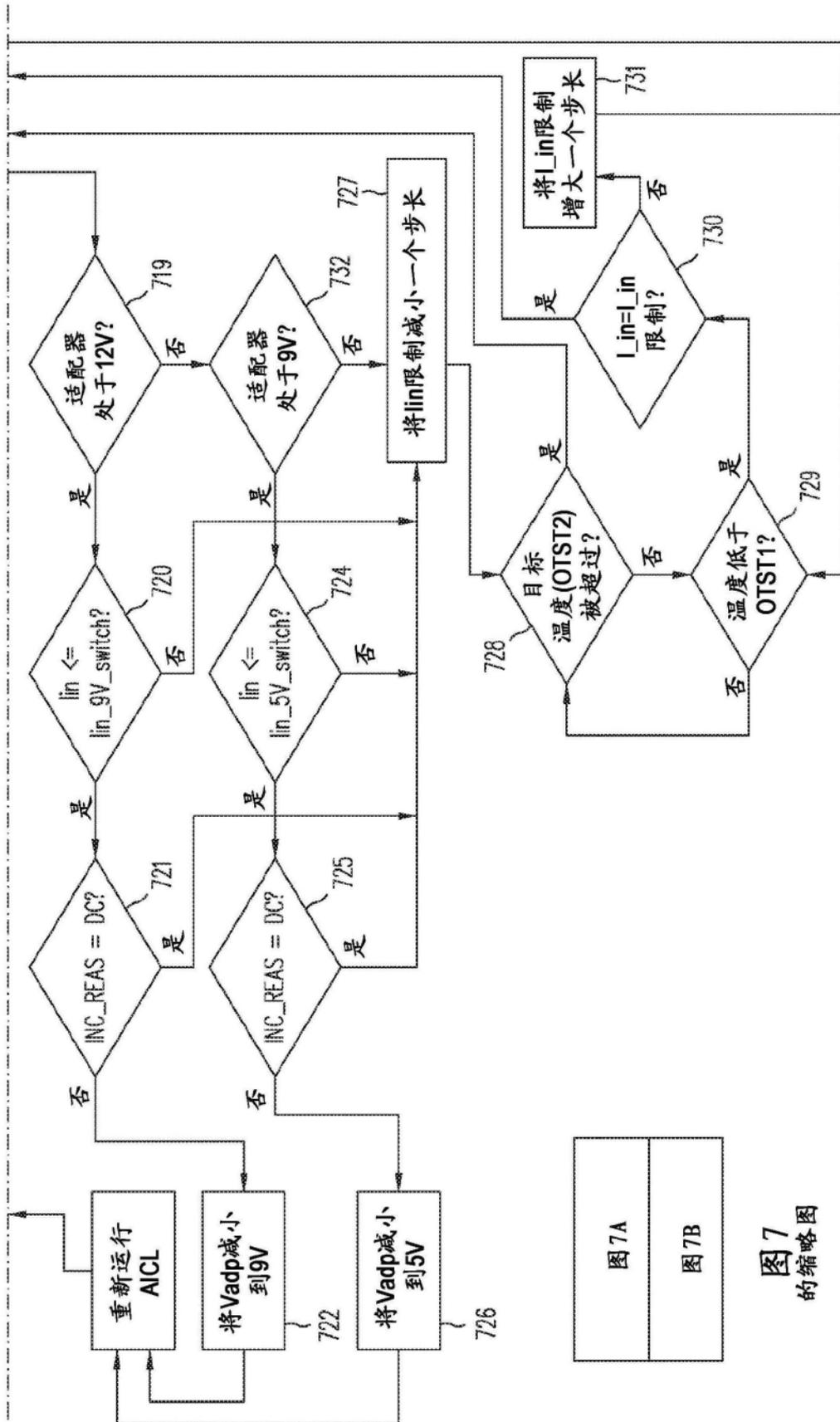


图 7B

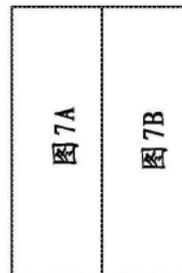


图 7 的缩略图

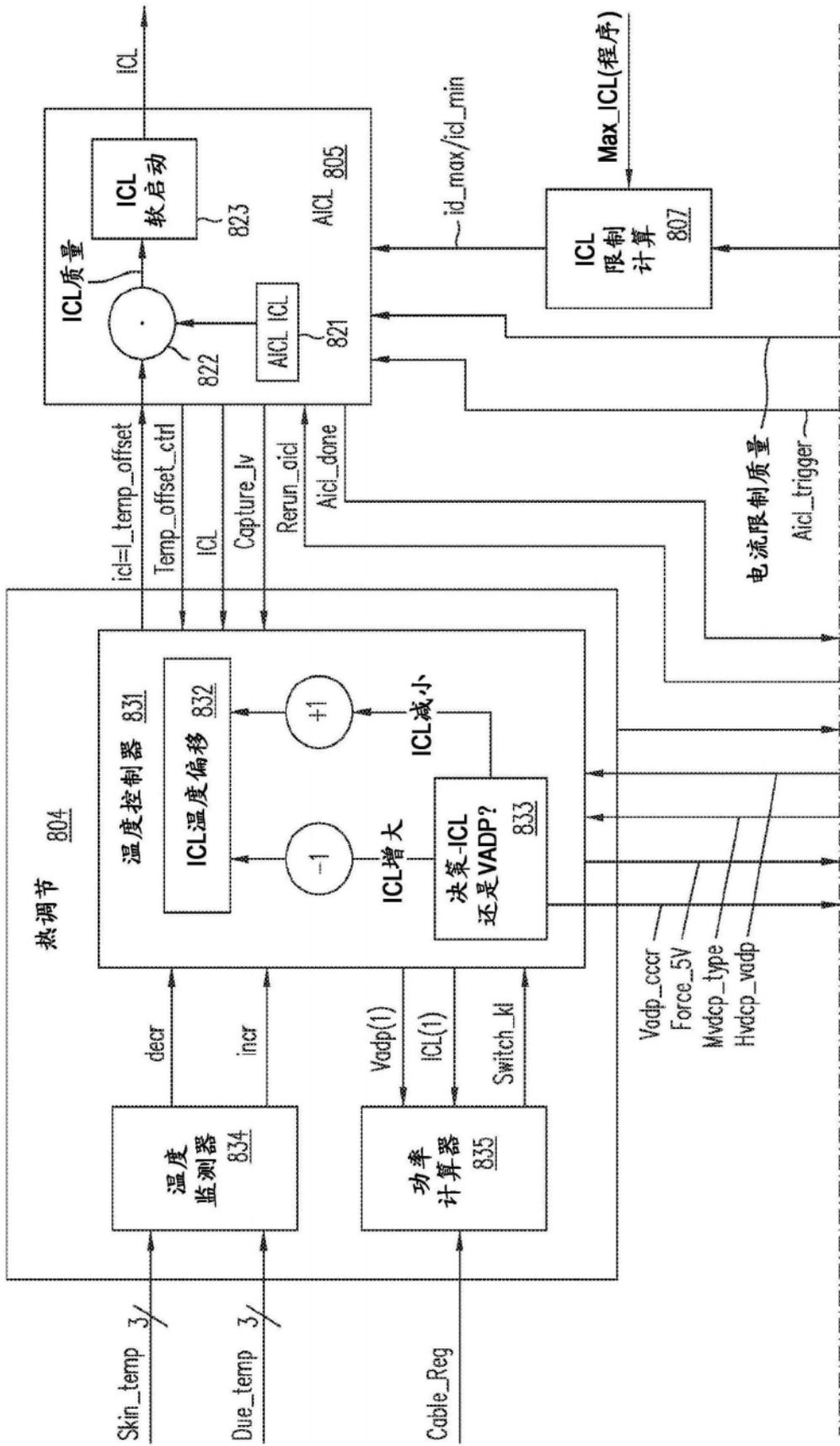


图8A

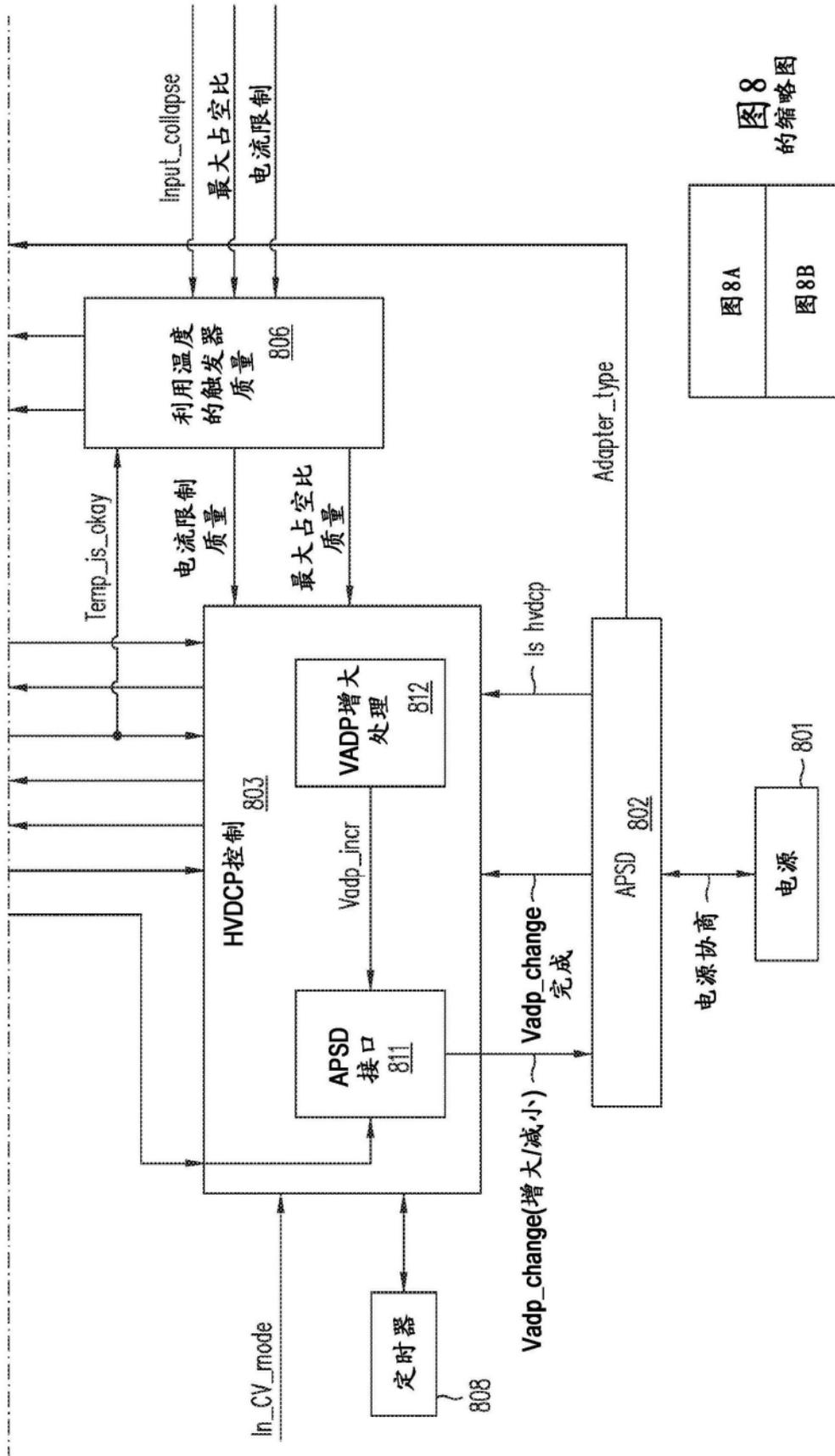


图8
的缩略图

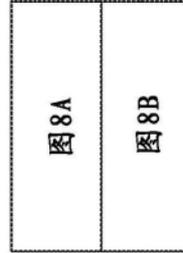


图8B

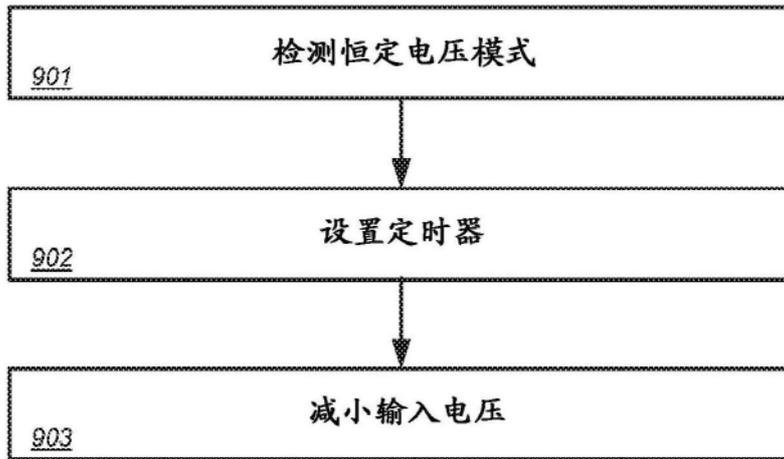


图9A

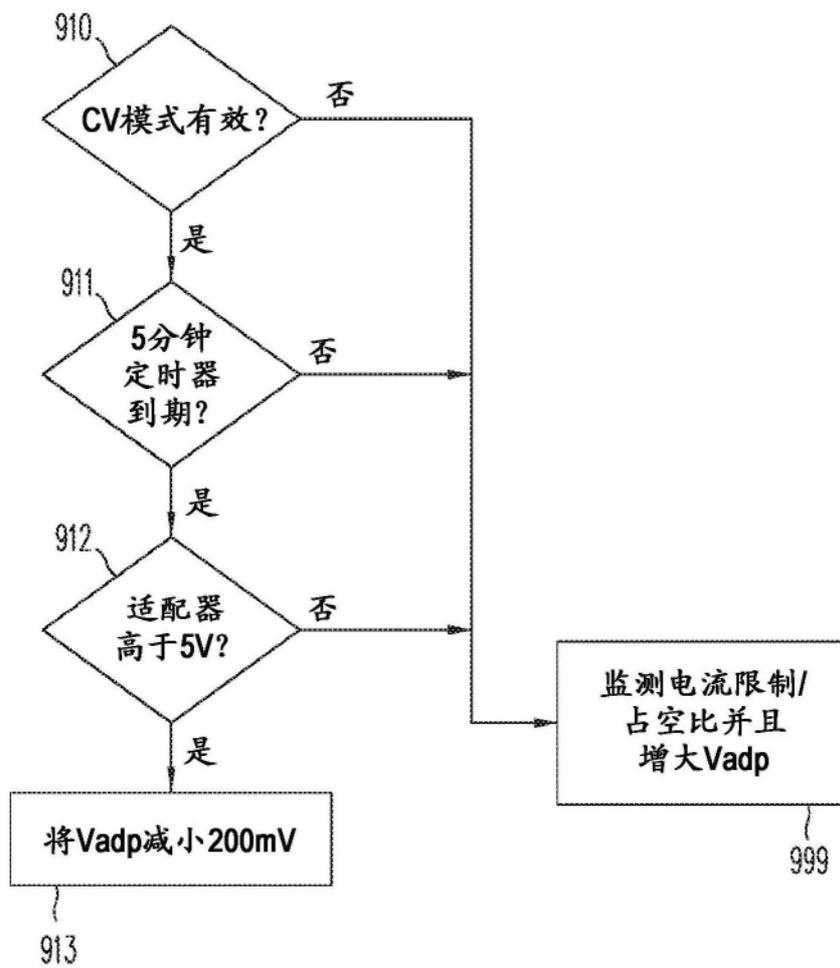


图9B