

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 8 月 10 日 (10.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/133385 A2

- (51) 国际专利分类号: 无分类
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/070524
- (22) 国际申请日: 2017 年 1 月 7 日 (07.01.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
PCT/CN2016/073679 2016 年 2 月 5 日 (05.02.2016) CN
201610600612.3 2016 年 7 月 26 日 (26.07.2016) CN
- (71) 申请人: 广东欧珀移动通信有限公司 (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路 18 号, Guangdong 523860 (CN)。
- (72) 发明人: 田晨 (TIAN, Chen); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路 18 号, Guangdong 523860 (CN)。 张加亮 (ZHANG, Jialiang); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路 18 号, Guangdong 523860 (CN)。
- (74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROP-

ERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: ADAPTER AND CHARGING CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 适配器和充电控制方法

10

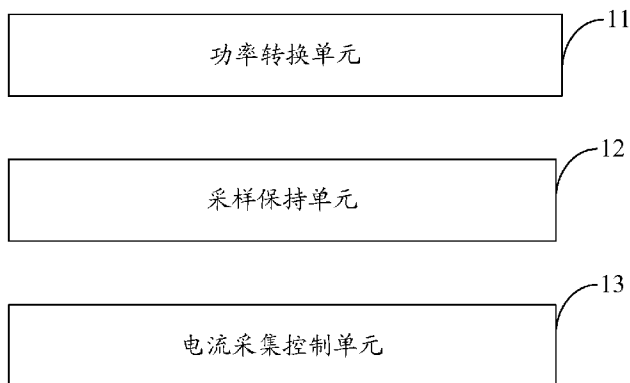


图 1

- 11 Power conversion unit
12 Sampling and holding unit
13 Current collection control unit

(57) Abstract: Provided are an adapter and a charging control method, the adapter comprising: a power conversion unit, used for converting an inputted alternating current so as to obtain an output voltage and an output current of the adapter, the output current of the adapter being a current having a first pulsed waveform; a sampling and holding unit, connected to the power conversion unit, the sampling and holding unit being used for sampling the current having the first pulsed waveform when the sampling and holding unit is in a sampling state, and holding a peak value of the current having the first pulsed waveform when the sampling and holding unit is in a holding state; a current collection control unit, connected to the sampling and holding unit, and used for determining whether the sampling and holding unit is in the holding state, and collecting the peak value of the current having the first pulsed waveform held by the sampling and holding unit upon determining that the sampling and holding unit is in the holding state. The adapter increases the service life of batteries.

(57) 摘要: 提供一种适配器和充电控制方法, 该适配器包括: 功率转换单元, 用于对输入的交流电进行转换, 以得到适配器的输出电压和输出电流, 适配器的输出电流为第一脉动波形的电流; 采样保持单元, 与功率转换单元相连, 当采样保持单元处于

于采样状态时, 采样保持单元用于对第一脉动波形的电流进行采样, 当采样保持单元处于保持状态时, 采样保持单元用于保持第一脉动波形的电流的峰值; 电流采集控制单元, 与采样保持单元相连, 用于判断采样保持单元是否处于保持状态, 并在判断出采样保持单元处于保持状态的情况下, 采集采样保持单元保持的第一脉动波形的电流的峰值。本发明实施例的适配器能够提高电池的使用寿命。

WO 2017/133385 A2

本国际公布:

- 不包括国际检索报告，在收到该报告后将重新公布(细则 48.2(g))。

适配器和充电控制方法

技术领域

5 本发明实施例涉及充电领域，并且更具体地，涉及一种适配器和充电控制方法。

背景技术

适配器又称为电源适配器，用于为待充电设备（如终端）进行充电。目前市面上的适配器通常采用恒压的方式为待充电设备（如终端）进行充电。
10 由于待充电设备中的电池一般为锂电池，使用恒压的方式为待充电设备进行充电容易造成析锂现象，导致电池的寿命降低。

发明内容

15 本发明实施例提供一种适配器和充电控制方法，以降低电池的析锂现象，提高电池的使用寿命。

第一方面，提供一种适配器，所述适配器包括：功率转换单元，用于对输入的交流电转进行转换，以得到所述适配器的输出电压和输出电流，其中所述适配器的输出电流为第一脉动波形的电流；采样保持单元，与所述功率转换单元相连，当所述采样保持单元处于采样状态时，所述采样保持单元用于对所述第一脉动波形的电流进行采样，当所述采样保持单元处于保持状态时，所述采样保持单元用于保持所述第一脉动波形的电流的峰值；电流采集控制单元，与所述采样保持单元相连，所述电流采集控制单元用于判断所述采样保持单元是否处于保持状态，并在判断出所述采样保持单元处于所述保持状态的情况下，采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的
20 峰值。
25

第二方面，提供一种充电控制方法，所述方法应用于适配器，所述适配器包括功率转换单元和采样保持单元，所述功率转换单元用于对输入的交流电转进行转换，以得到所述适配器的输出电压和输出电流，其中所述适配器的输出电流为第一脉动波形的电流，所述采样保持单元与所述功率转换单元
30 相连，当所述采样保持单元处于采样状态时，所述采样保持单元用于对所述第一脉动波形的电流进行采样，当所述采样保持单元处于保持状态时，所述

采样保持单元用于保持所述第一脉动波形的电流的峰值，所述方法包括：判断所述采样保持单元是否处于保持状态；在判断出所述采样保持单元处于所述保持状态的情况下，采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值。

- 5 本发明实施例的适配器的输出电流是脉动波形的电流（或称脉动直流电），脉动波形的电流能够降低电池的析锂现象。此外，脉动波形的电流能够减少充电接口的触点的拉弧的概率和强度，提高充电接口的寿命。

附图说明

- 10 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本发明一个实施例的第二适配器的示意性结构图。

- 15 图 2A 和图 2B 是本发明实施例的脉动波形的示意图。

图 3 是本发明另一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 4 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 5 是本发明实施例的同步信号和第一脉动波形的相位关系示例图。

图 6 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

- 20 图 7 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 8 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 9 是本发明实施例的同步信号的获取方式的示例图。

图 10 是本发明一个实施例的电流采集控制单元的示意性结构图。

- 25 图 11 是本发明一个实施例的参考电压、比较器的输出电平以及第二适配器的输出电流的波形关系示意图。

图 12 是本发明另一个实施例的参考电压、比较器的输出电平以及第二适配器的输出电流的波形关系示意图。

图 13 是本发明另一个实施例的电流采集控制单元的示意性结构图。

图 14 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

- 30 图 15 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 16 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 17 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 18 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 19A 是本发明实施例的第二适配器与待充电设备的连接方式示意图。

图 19B 是本发明实施例的快充通信过程的示意图。

5 图 20 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 21 是本发明一个实施例的第二适配器的电路结构示意图。

图 22 是本发明另一个实施例的第二适配器的电路结构示意图。

图 23 是本发明实施例的充电控制方法的示意性流程图。

10 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都应属于本发明保护的范围。

15 相关技术中提到了用于为待充电设备（如终端）进行充电的第一适配器。该第一适配器工作在恒压模式下。在恒压模式下，该第一适配器输出的电压基本维持恒定，比如 5V，9V，12V 或 20V 等。

该第一适配器输出的电压并不适合直接加载到电池两端，而是需要先经过待充电设备（如终端）内的变换电路进行变换，以得到待充电设备（如终端）内的电池所预期的充电电压和/或充电电流。

变换电路用于对第一适配器输出的电压进行变换，以满足电池所预期的充电电压和/或充电电流的需求。

作为一种示例，该变换电路可指充电管理模块，例如充电集成电路（integrated circuit, IC）。在电池的充电过程中，用于对电池的充电电压和/或充电电流进行管理。该变换电路具有电压反馈模块的功能，和/或，具有电

25 流反馈模块的功能，以实现电池的充电电压和/或充电电流的管理。

举例来说，电池的充电过程可包括涓流充电阶段，恒流充电阶段和恒压充电阶段中的一个或者多个。在涓流充电阶段，变换电路可利用电流反馈环使得在涓流充电阶段进入到电池的电流满足电池所预期的充电电流大小（譬如第一充电电流）。在恒流充电阶段，变换电路可利用电流反馈环使得在恒流充电阶段进入电池的电流满足电池所预期的充电电流大小（譬如第二充电

电流, 该第二充电电流可大于第一充电电流)。在恒压充电阶段, 变换电路可利用电压反馈环使得在恒压充电阶段加载到电池两端的电压满足电池所预期的充电电压大小。

作为一种示例, 当第一适配器输出的电压大于电池所预期的充电电压时, 变换电路可用于对第一适配器输出的电压进行降压处理, 以使降压转换后得到的充电电压满足电池所预期的充电电压需求。作为又一种示例, 当第一适配器输出的电压小于电池所预期的充电电压时, 变换电路可用于对第一适配器输出的电压进行升压处理, 以使升压转换后得到的充电电压满足电池所预期的充电电压需求。

作为又一示例, 以第一适配器输出 5V 恒定电压为例, 当电池包括单个电芯 (以锂电池电芯为例, 单个电芯的充电截止电压为 4.2V) 时, 变换电路 (例如 Buck 降压电路) 可对第一适配器输出的电压进行降压处理, 以使得降压后得到的充电电压满足电池所预期的充电电压需求。

作为又一示例, 以第一适配器输出 5V 恒定电压为例, 当第一适配器为串联有两个及两个以上单电芯的电池 (以锂电池电芯为例, 单个电芯的充电截止电压为 4.2V) 充电时, 变换电路 (例如 Boost 升压电路) 可对第一适配器输出的电压进行升压处理, 以使得升压后得到的充电电压满足电池所预期的充电电压需求。

变换电路受限于电路转换效率低下的原因, 致使未被转换部分的电能以热量的形式散失。这部分热量会聚焦在待充电设备 (如终端) 内部。待充电设备 (如终端) 的设计空间和散热空间都很小 (例如, 用户使用的移动终端物理尺寸越来越轻薄, 同时移动终端内密集排布了大量的电子元器件以提升移动终端的性能), 这不但提升了变换电路的设计难度, 还会导致聚焦在待充电设备 (如终端) 内的热量很难及时移除, 进而引发待充电设备 (如终端) 的异常。

例如, 变换电路上聚集的热量可能会对变换电路附近的电子元器件造成热干扰, 引发电子元器件的工作异常。又如, 变换电路上聚集的热量, 可能会缩短变换电路及附近电子元件的使用寿命。又如, 变换电路上聚集的热量, 可能会对电池造成热干扰, 进而导致电池充放电异常。又如变换电路上聚集的热量, 可能会导致待充电设备 (如终端) 的温度升高, 影响用户在充电时的使用体验。又如, 变换电路上聚集的热量, 可能会导致变换电路自身的短

路,使得第一适配器输出的电压直接加载在电池两端而引起充电异常,如果电池长时间处于过压充电状态,甚至会引发电池的爆炸,危及用户安全。

本发明实施例提供一种输出电压可调的第二适配器。该第二适配器能够获取电池的状态信息。电池的状态信息可以包括电池当前的电量信息和/或电压信息。该第二适配器可以根据获取到的电池的状态信息来调节第二适配器自身的输出电压,以满足电池所预期的充电电压和/或充电电流的需求。进一步地,在电池充电过程的恒流充电阶段,第二适配器调节后输出的电压可直接加载在电池的两端为电池充电。

该第二适配器可以具有电压反馈模块的功能和电流反馈模块的功能,以实现

该第二适配器根据获取到的电池的状态信息来调节第二适配器自身的输出电压可以指:该第二适配器能够实时获取到电池的状态信息,并根据每次所获取到的电池的实时状态信息来调节第二适配器自身输出的电压,以满足电池所预期的充电电压和/或充电电流。

该第二适配器根据实时获取到的电池的状态信息来调节第二适配器自身的输出电压可以指:随着充电过程中电池电压的不断上升,第二适配器能够获取到充电过程中不同时刻电池的当前状态信息,并根据电池的当前状态信息来实时调节第二适配器自身的输出电压,以满足电池所预期的充电电压和/或充电电流的需求。

举例来说,电池的充电过程可包括涓流充电阶段,恒流充电阶段和恒压充电阶段中的一个或者多个。在涓流充电阶段,第二适配器可利用电流反馈环使得在涓流充电阶段由第二适配器输出且进入电池的电流满足电池所预期的充电电流的需求(譬如第一充电电流)。在恒流充电阶段,第二适配器可利用电流反馈环使得在恒流充电阶段由第二适配器输出且进入到电池的电流满足电池所预期的充电电流的需求(譬如第二充电电流,该第二充电电流可大于第一充电电流),并且,在恒流充电阶段,第二适配器可以将输出的充电电压直接加载在电池两端为电池充电。在恒压充电阶段,第二适配器可利用电压反馈环使得在恒压充电阶段由第二适配器输出的电压满足电池所预期的充电电压的需求。

对于涓流充电阶段和恒压充电阶段,第二适配器输出的电压可以采用类似第一适配器的处理方式,即经过待充电设备(如终端)内的变换电路进行

变换,以得到待充电设备(如终端)内的电池所预期的充电电压和/或充电电流。

为了提高电池充电过程的可靠性和安全性,本发明实施例控制第二适配器输出具有脉动波形的电压/电流,下面结合图1对本发明实施例的第二适配器进行详细描述。

图1是本发明实施例的第二适配器的示意性结构图。图1的第二适配器10包括功率转换单元11、采样保持单元12和电流采集控制单元13。

功率转换单元11用于对输入的交流电转进行转换,以得到第二适配器10的输出电压和输出电流。第二适配器10的输出电流为第一脉动波形的电流。

采样保持单元12与功率转换单元11相连。当采样保持单元12处于采样状态时,采样保持单元12用于对第一脉动波形的电流进行采样。当采样保持单元12处于保持状态时,采样保持单元12用于保持(或锁住)第一脉动波形的电流的峰值。

电流采集控制单元13与采样保持单元12相连。电流采集控制单元13用于判断采样保持单元12是否处于保持状态,并在判断出采样保持单元12处于保持状态的情况下,采集采样保持单元12保持的第一脉动波形的电流的峰值。

本发明实施例的第二适配器的输出电流是脉动波形的电流(或称脉动直流电),脉动波形的电流能够降低电池的析锂现象。此外,脉动波形的电流能够减少充电接口的触点的拉弧的概率和强度,提高充电接口的寿命。

第二适配器一般会根据实际情况调整第二适配器的输出电流。以支持恒流模式的第二适配器为例,第二适配器一般会基于待充电设备(如终端)的电池电压不断调节第二适配器的输出电流,以分段恒流的形式为电池充电。因此,在充电过程中,需要实时检测和控制第二适配器的输出电流。如果第二适配器的输出电流的电流值是恒定的,第二适配器的输出电流的检测和控制是比较容易实现的。但在本发明实施例中,第二适配器的输出电流是具有第一脉动波形的电流,第一脉动波形的电流的幅度是波动的,需要设计专门的第二适配器的输出电流的检测和控制方式。

有鉴于此,本发明实施例引入了采样保持单元12和电流采集控制单元13,基于采样保持单元12和电流采集控制单元13能够采集第二适配器的输

出电流的峰值，从而保证能够第二适配器对输出电流的有效控制。

上文指出，第二适配器的输出电流是第一脉动波形的电流。本文中的脉动波形可以是完整的脉动波形，也可以是将完整的脉动波形的进行削峰处理之后得到的脉动波形。所谓削峰处理可指将脉动波形中的超过某一阈值的部分滤掉，从而实现对脉动波形峰值的控制。在图 2A 所示的实施例中，脉动波形为完整的脉动波形，在图 2B 所示的实施例中，脉动波形为经过削峰处理之后的脉动波形。

应理解，本发明实施例对功率转换单元 11 将交流电转换成第一脉动波形的电流的方式不作具体限定。例如，可以去掉功率转换单元 11 中的初级滤波单元和次级滤波单元，形成第一脉动波形的电流。这样不但能够使第二适配器 10 输出第一脉动波形的电流，而且能够大幅降低第二适配器 10 的体积，有利于第二适配器 10 的小型化。

本发明实施例中所使用到的待充电设备可以是“通信终端”(或简称为“终端”)，包括但不限于被设置成经由有线线路连接(如经由公共交换电话网络(public switched telephone network, PSTN)、数字用户线路(digital subscriber line, DSL)、数字电缆、直接电缆连接，以及/或另一数据连接/网络)和/或经由(例如，针对蜂窝网络、无线局域网(wireless local area network, WLAN)、诸如手持数字视频广播(digital video broadcasting handheld, DVB-H)网络的数字电视网络、卫星网络、调幅-调频(amplitude modulation-frequency modulation, AM-FM)广播发送器，以及/或另一通信终端的)无线接口接收/发送通信信号的装置。被设置成通过无线接口通信的通信终端可以被称为“无线通信终端”、“无线终端”以及/或“移动终端”。移动终端的示例包括，但不限于卫星或蜂窝电话；可以组合蜂窝无线电电话与数据处理、传真以及数据通信能力的个人通信系统(personal communication system, PCS)终端；可以包括无线电电话、寻呼机、因特网/内联网接入、Web 浏览器、记事簿、日历以及/或全球定位系统(global positioning system, GPS)接收器的个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)；以及常规膝上型和/或掌上型接收器或包括无线电电话收发器的其它电子装置。

在一些实施例中，第二适配器 10 可以包括充电接口(参见图 19A 的充电接口 191)，但本发明实施例对充电接口的类型不作具体限定，例如，可以是通用串行总线(Universal Serial Bus, USB)接口，所述 USB 接口可以是

标准 USB 接口，也可以是 micro USB 接口，还可以是 Type-C 接口。

本发明实施例对采样保持单元 12 的实现形式不作具体限定，一般地，采样保持单元 12 可以基于电容实现信号的采样和保持。下面结合图 3 对采样保持单元 12 的具体形式进行详细描述。

5 可选地，在一些实施例中，如图 3 所述，采样保持单元 12 可包括电流采样单元 14 和电流保持单元 15。电流采样单元 14 与功率转换单元 11 相连，用于检测第一脉动波形的电流，得到采样电流，并将采样电流转换成采样电压。采样电压用于指示第一脉动波形的电流的大小。电流保持单元 15 与电
10 流采样单元 14 和电流采集控制单元 13 相连。电流保持单元 15 从电流采样单元 14 接收采样电压，并基于采样电压为电流保持单元 15 中的电容（图 3 中未示出）充电。电流采集控制单元 13 通过采集电流采集控制单元 13 中的电容两端的电压，获取第一脉动波形的电流的峰值。

 当第一脉动波形处于上升沿时，电流保持单元 15 中的电容随着第一脉动波形的电流的电流值的升高而升高，采样保持单元 12 处于采样状态。当
15 第一脉动波形处于峰值或下降沿时，电流保持单元 15 中的电容两端的电压保持不变，采样保持单元 12 处于保持状态。

 本发明实施例通过电流采集控制单元 13 采集采样保持单元 12 保持的第一脉动波形的电流的峰值。在一些实施例中，电流采集控制单元 13 可包括模拟数字转换器（Analog-to-Digital Converter, ADC），电流采集控制单元 13
20 可以基于 ADC 采集第一脉动波形的电流的峰值。在一些实施例中，电流控制单元 13 还可以包括控制单元，该控制单元例如可以是微控制单元（Microcontroller Unit, MCU）。该控制单元包括 ADC 端口，该控制单元可以通过该 ADC 端口与采样保持单元 12 中的电容相连，通过采集电容两端电压，采集第一脉动波形的电流的峰值。

25 当采样保持单元 12 处于采样状态时，电容两端的电压会随着第一脉动波形的电流的电流值的增加而增加，相当于充电过程。当采样保持单元 12 处于保持状态时，电容两端的电压达到最大值。可以预先建立电容两端电压和第一脉动波形的电流值的对应关系。这样一来，电流采集控制单元 13 通过采集电容两端的电压值，即可获知第一脉动波形的电流的峰值。

30 可选地，在一些实施例中，电流采集控制单元 13 还用于在采集到第一脉动波形的电流的峰值之后，控制采样保持单元 12 从保持状态转换至采样

状态。

具体地，第一脉动波形的电流的峰值可能是实时变化的，因此需要对第一脉动波形的电流的峰值进行不断地检测，以保证电流信息的实时性和准确性，进而保证整个充电过程的顺利进行。基于此，本发明实施例提供的电流采集控制单元 13 能够在采集到第一脉动波形的电流的峰值之后，控制采样保持单元 12 进入采样状态，对第一脉动波形的电流进行重新采样，以保证第一脉动波形的电流峰值采集的实时性和准确性。

进一步地，在一些实施例中，电流采集控制单元 13 可以在第一脉动波形的每个周期内完成一次峰值的采集，并在采集到该峰值之后，立刻控制采样保持单元 12 从保持状态切换至采样状态。这样一来，电流采集控制单元 13 采集到的第一脉动波形的电流的峰值会以第一脉动波形的周期为单位实时更新，保证了第一脉动波形的电流峰值采集的实时性和准确性。

由上可知，第二适配器 10 的输出电流，即充电电流为第一脉动波形的电流。该充电电流可以以间歇的方式为电池充电，该充电电流的周期可以跟随电网频率变化。在一些实施例中，该充电电流的周期对应的频率可以是电网频率的整数倍或倒数倍。换句话说，该充电电流可以以间歇的方式为电池充电。在一些实施例中，该充电电流可以由与电网同步的一个或一组脉冲构成。

应理解，电流采集控制单元 13 控制采样保持单元 12 从保持状态切换至采集状态的方式可以有多种，例如，电流采样单元 13 可以控制采样保持单元 12 中的电容放电，清空电容两端的电荷，使得下个采样周期到来时，采样保持单元 12 中的电容可以重新充电。

可选地，在一些实施例中，如图 4 所示，采样保持单元 12 可基于采样保持单元 12 中的电容（图 4 未示出）保持第一脉动波形的电流的峰值。电流采集控制单元 13 可包括放电单元 16 和控制单元 17。放电单元 16 分别与控制单元 17 和采样保持单元 12 中的电容相连。放电单元 16 用于在控制单元 17 的控制下释放采样保持单元 12 中的电容两端的电荷，从而使得采样保持单元 12 从保持状态转换至采样状态。进一步地，采样保持单元 12 保持的第一脉动波形的电流的峰值的采集可以由控制单元 17 完成。

放电单元 16 的实现方式可以有多种。例如，放电单元 16 可以包括与采样保持单元 12 中的电容串联的开关和电阻。当需要放电时，控制单元 17 控

制开关闭合,使得电容对该电阻放电,从而消耗掉电容两端的电荷。

本发明实施例对电流采集控制单元 13 判断采样保持单元 12 是否处于保持状态的方式不作具体限定,下面结合具体的实施例进行详细描述。

5 可选地,在一些实施例中,电流采集控制单元 13 可以实时检测采样保持单元 12 采样得到的电流值,如果连续两次检测得到的电流值保持不变,表明采样保持单元 12 处于保持状态。

可选地,在一些实施例中,电流采集控制单元 13 用于接收同步信号,基于同步信号判断采样保持单元 12 是否处于保持状态。同步信号的周期是第一脉动波形的周期的 $1/N$, N 为大于或等于 1 的整数。

10 由于第一脉动形式的电流周期性变化,因此,采样保持单元 12 从采样状态到保持状态之间的时间间隔与所述第一脉动波形的电流的周期有关(该时间间隔可以是第一脉动波形的电流的周期的 $1/2$)。基于此,本发明实施例引入与第一脉动波形的周期具有特定关系的同步信号(即同步信号的周期是第一脉动波形的周期的 $1/N$),并基于该同步信号判断采样保持单元 12 的工作状态。例如,可以利用同步信号和第一脉动波形的周期和/或相位的关系,确定第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。如果第一脉动波形处于峰值或下降沿,则判断出采样保持单元 12 处于保持状态。本文中的确定第一脉动波形是否处于峰值或下降沿是指确定第一脉动波形是否处于第一脉动波形的峰值或下降沿。可替换地,上述确定第一脉动波形是否处于峰值或下降沿是指确定第二适配器的当前的输出电流是否处于第一脉动波形的峰值或下降沿,或第二适配器的当前的输出电流是否是第一脉动波形的峰值或下降沿对应的电流。

15 20

可选地,作为一种实现方式,第一脉动波形的周期与同步信号的周期相同。进一步地,在一些实施例中,第一脉动波形可以与同步信号同相。换句话说,如果同步信号处于上升沿,则第一脉动波形处于上升沿,如果同步信号处于峰值或下降沿,则第一脉动波形处于峰值或下降沿。由于第一脉动波形处于峰值或下降沿时,采样保持单元 12 处于保持状态,因此,只要判断出同步信号何时处于峰值或下降沿,即可判断出采样保持单元 12 何时处于保持状态。在另一些实施例中,第一脉动波形的相位可以与同步信号的相位相差固定值,如相差 90 度,或相差 180 度。在这种情况下,同样可以基于二者之间的周期和相位的关系判断第一脉动波形何时处于峰值或下降沿,进

25 30

而判断出采样保持单元 12 何时处于保持状态。

如果同步信号的周期是第一脉动波形周期的 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 等，同样可以基于同步信号与第一脉动波形的相位和周期的关系对采样保持单元 12 的工作状态进行判断。如图 5 所示，同步信号的波形用实线表示，第一脉动波形的波形用虚线表示。同步信号的周期是第一脉动波形周期的 $1/2$ ，则同步信号处于负半周的时候，第一脉动波形处于峰值或下降沿，采样保持单元 12 处于保持状态。因此，仅需要判断同步信号的波形何时处于负半周即可判断出第一脉动波形何时处于峰值或下降沿，其他情况类似，此处不再一一列举。

此外，同步信号可以是脉动波形的同步信号，也可以是三角波形的同步信号，还可以是其他类型的同步信号，本发明实施例对此不作具体限定。

本发明实施例对同步信号的获取方式不作具体限定，下面结合具体的实施例，给出同步信号的可选的获取方式。

可选地，在一些实施例中，电流采集控制单元 13 与功率转换单元 11 相连，从功率转换单元 11 获取同步信号。

应理解，从功率转换单元 11 获取到的同步信号可以是功率转换单元 11 接收的交流信号、功率转换单元 11 在初级整流后得到的电流/电压信号、功率转换单元 11 的初级耦合至次级的电流/电压信号、次级整流之后的电流/电压信号等，本发明实施例对此不作具体限定。

可选地，在一些实施例中，如图 6 所示，功率转换单元 11 可包括初级单元 18 和次级单元 19。电流采集控制单元 13 与次级单元 19 相连，从次级单元 19 获取同步信号。

应理解，从次级单元 19 获取同步信号的方式有多种。例如，可以直接从次级单元 19 的母线（VBUS）上获取同步信号。具体地，由于第二适配器 10 输出的是第一脉动波形的电流，而第二适配器 10 的输出端与次级单元 19 的母线相连，因此，次级单元 19 的母线上也应该具有第一脉动波形的电流，可以直接从次级单元 19 的母线上获取同步信号。又如，如图 7 所示，次级单元 19 可包括第一整流单元 20。第一整流单元 20 与电流采集控制单元 13 相连。第一整流单元 20 用于对初级单元 18 耦合至次级单元 19 的电流进行整流，得到第二脉动形式的电压，并将第二脉动波形的电压作为同步信号，发送至电流采集控制单元 13。

次级单元 19 本身包含次级整流单元。该次级整流单元与上述第一整流

单元 20 可以是两个独立的整流单元。次级整流单元用于对初级耦合至次级的电流进行整流，得到第二适配器的输出电流。第一整流单元用于对初级耦合至次级的电流进行整流，得到同步信号。参见图 21，图 21 中的附图标记 39 所示的单元即为次级整流单元。该次级整流单元 39 和第一整流单元 20 均可位于靠近变压器 T1 的次级绕组一侧，从而对第二适配器从初级耦合至次级的电流进行整流。

可选地，在一些实施例中，如图 8 所示，功率转换单元 11 可包括初级单元 18 和次级单元 19。电流采集控制单元 13 与初级单元 18 相连，从初级单元 18 获取同步信号。

应理解，从初级单元 18 获取同步信号的方式有多种。例如，可以直接从初级单元 18 获取交流信号，并将该交流信号作为同步信号发送至电流采集控制单元 13。又如，可以将初级单元 18 中的整流电路整流得到的脉动直流信号作为同步信号，发送至电流采集控制单元 13。

具体地，如图 9 所示，初级单元 18 对交流电 AC 进行整流，得到第三脉动波形的电压。第三脉动波形与第一脉动波形周期相同。初级单元 18 可以通过光耦单元 21 将第三脉动波形的电压从第二适配器 10 的初级耦合至次级，得到第四脉动波形的电压，并将第四脉动波形的电压作为同步信号，发送至电流采集控制单元 13。光耦单元 21 可以起到隔离初级和次级之间的相互干扰的作用。作为一种替代方式，初级单元 18 也可以不经过光耦单元 21，直接将第三脉动波形的电压发送至电流采集控制单元 13，本发明实施例对此不作具体限定。

上文结合具体的实施例，详细描述了从功率转换单元 11 获取同步信号的方式，但同步信号的获取方式不限于此，下文给出同步信号的其他获取方式。

可选地，在一些实施例中，电流采集控制单元 13 可以从采样保持单元 12 获取同步信号。

具体地，采样保持单元 12 会对第二适配器的输出电流，即第一脉动波形的电流进行采样，得到采样电流，则采样保持单元 12 得到的采样电流，或采样电流对应的采样电压等信号均与第一脉动波形的电流周期和相位均相同。将该采样电流或采样电压作为同步信号可以简化采样保持单元 12 的工作状态的判断逻辑。

一般情况下，采样保持单元 12 会对第一脉动波形的电流进行采样，得到采样电流，并将采样电流转换成采样电压。该采样电压可用于指示第一脉动波形的电流的大小。采样保持单元 12 可以将该采样电压作为同步信号，发送至电流采集控制单元 13。例如，参见图 21，可以将图 21 的检流计的输
5 出端口（OUTPUT）输出的电压信号作为同步信号。

上文主要描述的是同步信号的获取方式，下文结合具体的实施例，详细描述基于同步信号判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿的方式。

可选地，在一些实施例中，电流采集控制单元 13 基于同步信号，判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿，并在判断出第一脉动波形处于峰值或
10 下降沿的情况下，采集采样保持单元 12 保持的第一脉动波形的电流的峰值。

具体地，采样保持单元 12 可以基于电容的充放电在采样状态和保持状态之间进行切换。当第一脉动波形处于上升沿时，采样保持单元 12 中的电容处于充电状态，该电容两端的电压跟随着第一脉动波形的电流的增长而增长，此时的采样保持单元 12 处于采样状态。当第一脉动波形处于峰值或下
15 降沿时，该电容两端的电压不再继续增长，此时的采样保持单元 12 处于保持状态。因此，通过判断第一脉动波形何时处于峰值或下降沿即可判断出采样保持单元 12 何时处于保持状态。由于同步信号的周期和相位与第一脉动波形的周期和相位有固定的关系，因此，可以基于同步信号的周期和/或相位，确定第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。例如，同步信号与第一脉动波形
20 同相，则同步信号处于峰值或下降沿时，第一脉动波形处于峰值或下降沿。又如，同步信号与第一脉动波形周期相同，相位相差半个周期，则同步信号处于上升沿时，第一脉动波形也处于峰值或下降沿。

同步信号的相位的检测方式可以有多种。例如，可以通过电流计或电压计对同步信号的电流或电压进行实时检测，从而确定同步信号的相位，进而
25 判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。但这种实现方式需要额外的电流电压检测电路，实现复杂。下面给出两种基于比较器的实现方式，可以将同步信号的电压与参考电压进行比较，从而方便地判断出第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。

可选地，在一些实施例中，如图 10 所示，电流采集控制单元 13 可包括
30 比较器 22 和控制单元 23。比较器 22 的第一输入端用于接收同步信号，比较器 22 的第二输入端用于接收参考电压。控制单元 23 与比较器 22 的输出端

相连，基于同步信号的电压和参考电压的比较结果，判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。在一些实施例中，第一输入端是比较器的同相输入端，第二输入端是比较器的反相输入端。在另一些实施例中，第一输入端是比较器的反相输入端，第二输入端是比较器的同相输入端。

5 应理解，本发明实施例对参考电压的电压值的选取方式不作具体限定，以同步信号为过零点的脉动波形信号为例，可以将参考电压的电压值选取为大于 0，小于同步信号的峰值的某个电压值。以同步信号是交流信号为例，可以将参考电压的电压值选取为 0。

10 此外，本发明实施例对上述基于同步信号的电压和参考电压的比较结果，判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿的方式不作具体限定，这与同步信号的周期和相位与第一脉动波形的周期和相位有关，下面结合图 11 和图 12，以同步信号与第一脉动波形的周期相同为例，对第一脉动波形的峰值或下降沿的判断方式进行举例说明。图 11 和图 12 的实施例中，电流采集控制单元 13 在第一脉动波形的每个周期均采集采样保持单元保持的第一脉动波形的电流的峰值。在采集完成之后，电流采集控制单元 13 立刻为放电单元中的 MOS 管提供控制电压，控制放电单元中的 MOS 管导通，释放采样保持单元 12 中的电容两端的电荷。但图 11 和图 12 仅是举例说明，本发明实施例不限于此。例如，电流采集控制单元 13 可以每隔多个周期采集一次第一脉动波形的电流的峰值。此外，放电单元也可以采用除 MOS 管之外的
20 其他实现方式，如使用其他类型的开关元件实现放电单元的导通与关断。

在图 11 的实施例中，同步信号和第一脉动波形（第一脉动波形是经过削峰处理之后的脉动波形）同相。从图 11 可以看出，由于同步信号和第一脉动波形同相，当同步信号处于峰值或下降沿时，第一脉动波形也处于峰值或下降沿。因此，只要判断出同步信号何时处于同步信号的波形的峰值或下降沿，即可获知第一脉动波形何时处于峰值或下降沿。
25

进一步地，为了判断同步信号何时处于峰值或下降沿，图 11 的实施例引入了比较器。该比较器通过比较同步信号和参考电压的电压值，得到比较器的输出电平的变化曲线，即如图 11 所示的矩形波。从该矩形波可以看出，当比较器的输出电平从高电平转换至低电平的时刻（下称目标时刻），第一脉动波形处于下降沿。此时，采样保持单元 12 中的电容处于保持状态。因此，本发明实施例将目标时刻作为峰值采样点，控制电流采集控制单元 13
30

采集采样保持单元 12 中的电容两端的电压，进而得到第一脉动波形的电流的峰值，并在采集到第一脉动波形的电流的峰值之后，立刻控制放电单元中的 MOS 管导通，释放采样保持单元 12 中的电容两端的电荷，为下一周期的采集做准备。

5 在图 12 的实施例中，同步信号和第一脉动波形的相位相差 180° ，且第一脉动波形是经过削峰处理之后的脉动波形。从图 12 可以看出，由于同步信号和第一脉动波形相位相差 180° ，当同步信号处于峰值或上升沿时，第一脉动波形处于峰值或下降沿。因此，只要判断出同步信号何时处于峰值或上升沿，即可获知第一脉动波形何时处于峰值或下降沿。

10 进一步地，为了判断同步信号何时处于峰值或上升沿，图 12 的实施例引入了比较器。该比较器通过比较同步信号和参考电压的电压值，得到比较器的输出电平的变化曲线，即图 12 所示的矩形波。从该矩形波可以看出，当比较器的输出电平从低电平转换至高电平的时刻（下称目标时刻），第一脉动波形处于下降沿。此时，采样保持单元 12 中的电容处于保持状态。因此，本发明实施例将目标时刻作为峰值采样点，控制电流采集控制单元 13
15 采集采样保持单元 12 中的电容两端的电压，进而得到第一脉动波形的电流的峰值，并在采集到第一脉动波形的电流的峰值之后，立刻控制放电单元中的 MOS 管导通，释放采样保持单元 12 中的电容两端的电荷，为下一周期的采集做准备。

20 可选地，在另一些实施例中，如图 13 所示，电流采集控制单元 13 可包括比较单元 24 和控制单元 25。比较单元 24 可包括电容 26 和比较器 27。电容 26 用于接收同步信号，并过滤同步信号中的直流信号，得到过零点的交流信号。比较器 27 的第一输入端与电容 26 相连，用于接收交流信号。比较器 27 的第二输入端用于接收参考电压。比较器 27 用于比较交流信号的电压
25 与参考电压。控制单元 25 与比较器 27 的输出端相连，基于交流信号的电压和参考电压的比较结果，判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。进一步地，在本发明实施例中，参考电压的电压值可以设置为 0。在一些实施例中，第一输入端是比较器的同相输入端，第二输入端是比较器的反相输入端。在另一些实施例中，第一输入端是比较器的反相输入端，第二输入端是比较器
30 的同相输入端。

以同步信号是脉动波形信号为例，脉动波形的信号可以看成由直流信号

(或直流成分)和过零点的交流信号(或交流成分)混合而成的信号。通过电容 26 可以滤掉脉动波形信号中的直流信号,剩下过零点的交流信号。在这种实现方式中,将比较器 27 的参考电压设置为 0(例如,将比较器的第二输入端接地)即可方便地判断出同步信号的相位。

5 进一步地,在本发明实施例中,基于交流信号和参考电压判断同步信号判断第一脉动波形是否处于峰值或下降沿的方式有多种,这与交流信号的周期和相位与第一脉动波形的周期和相位有关,具体判断方式与图 11 和图 12 描述的判断方式类似,此处不再详述。

10 上文详细描述了第一脉动波形的电流峰值的获取方式,下文结合具体的实施例,详细描述基于获取到的第一脉动波形的电流峰值对充电过程的控制方式。

可选地,在一些实施例中,如图 14 所示,第二适配器 10 还可包括电压调整单元 28。电压调整单元 28 与功率转换单元 11 相连,用于检测并调整第二适配器 10 的输出电压。电流采集控制单元 13 与电压调整单元 28 相连,15 通过电压调整单元 28,调整第一脉动波形的电流的峰值。

应理解,电压调整单元 28 最基本的功能是实现第二适配器的输出电压的调整。具体地,电压调整单元 28 可通过功率转换单元 11 检测第二适配器 10 的输出电压,并通过功率转换单元 11 对第二适配器 10 的输出电压进行调整。换句话说,电压调整单元 28 与功率转换单元 11 形成了第二适配器的输出20 电压的反馈控制系统,该反馈控制系统也可称为电压反馈环。应理解,在第二适配器的输出功率一定的情况下,对电压的调整也会引起电流的变化。因此,本发明实施例的电流采集控制单元 13 在采集到第一脉动波形的电流的峰值之后,可以利用上述电压反馈环实现电流的调整。例如,电流采集控制单元 13 在采集到第一脉动波形的电流的当前峰值之后,如果希望将该当前峰值调整至目标峰值,则可以通过软件计算将第一脉动波形的电流的峰值25 调整至目标峰值时,对应的第二适配器 10 的输出电压的目标值,然后利用上述电压反馈环将第二适配器 10 的输出电压调整至该目标值即可。

本发明实施例电流采集控制单元 13 和电压反馈环形成了第二适配器的输出电流的峰值的反馈控制系统。该反馈控制系统也可称为电流反馈环。也30 就是说,本发明实施例既包括电压反馈环(通过硬件实现),也包括电流反馈环(基于电压反馈环,通过软件计算实现),使得第二适配器既能实现第

二适配器的输出电压的控制，也能实现第二适配器的输出电流的控制，丰富了第二适配器的功能，提高了第二适配器的智能程度。

电流采集控制单元 13 通过电压调整单元 28 调整第一脉动波形的电流的峰值的方式可以有多种，下面结合图 15 和图 17 进行举例说明。

5 可选地，在一些实施例中，如图 15 所示，电压调整单元 28 可包括电压采样单元 29、电压比较单元 30 和电压控制单元 31。电压采样单元 29 与功率转换单元 11 相连，用于对第二适配器 10 的输出电压进行采样，得到第一电压。电压比较单元 30 的输入端与电压采样单元 29 相连，用于比较第一电压和第一参考电压。电压控制单元 31 的输入端与电压比较单元 30 的输出端
10 相连。电压控制单元 31 的输出端与功率转换单元 11 相连。电压控制单元 31 根据第一电压和第一参考电压的比较结果，控制第二适配器 10 的输出电压。电流采集控制单元 13 与电压比较单元 30 相连，通过调整第一参考电压的电压值，调整第一脉动波形的电流的峰值。

具体地，电压采样单元 29 的输入端可以与第二适配器的母线（VBUS）
15 相连，以采集第二适配器的输出电压。在一些实施例中，电压采样单元 29 可以是一根导线。这样一来，电压采样单元 29 采样得到的第一电压即为第二适配器的输出电压。在另一些实施例中，电压采样单元 29 可以包括用于分压的两个电阻。这样一来，电压采样单元 29 采样得到的第一电压是两个电阻分压之后得到的电压。电压比较单元 30 可以通过运放实现。运放的一个
20 输入端用于接收电压采样单元 29 输入的第一电压，另一个输入端用于接收第一参考电压。运放的输出端生成电压反馈信号，以指示第一电压和第一参考电压是否相等。电压控制单元 31 可以基于光耦和 PWM 控制器等器件实现，基于电压比较单元 30 提供的电压反馈信号对第二适配器的输出电压进行调整。在第二适配器的输出功率一定的情况下，电流采集控制单元 13
25 可以基于第一脉动波形的电流的峰值的期望值，计算出对应的第二适配器的输出电压的期望值。然后，通过调节第一参考电压的电压值，将第二适配器的输出电压调整为该第二适配器的输出电压的期望值，从而将第一脉动波形的电流的峰值调整为第一脉动波形的电流的峰值的期望值。

电流采集控制单元 13 调整第一参考电压的电压值的方式可以有多种。
30 可选地，作为一个实施例，如图 16 所示，电流采集控制单元 13 可以包括控制单元 32 和数字模拟转换器（Digital to Analog Converter, DAC）33。DAC

33 的输入端与控制单元 32 相连, DAC 33 的输出端与电压比较单元 30 相连。控制单元 32 通过 DAC 33 调整第一参考电压的电压值, 以调整第一脉动波形的电流的峰值。可选地, 作为另一个实施例, 控制单元 32 还可以通过 RC 单元, 数字电位器等电路实现第一参考电压的电压值的调节, 本发明实施例
5 对此不作具体限定。

可选地, 在一些实施例中, 如图 17 所示, 电压调整单元 28 可包括分压单元 34、电压比较单元 30 和电压控制单元 31。分压单元 34 的输入端与功率转换单元 11 相连, 用于按照设定的分压比对第二适配器 10 的输出电压进行分压, 生成第二电压。电压比较单元 30 的输入端与分压单元 34 的输出端
10 相连, 用于比较第二电压和第二参考电压。电压控制单元 31 的输入端与电压比较单元 30 的输入端相连。电压控制单元 31 的输出端与功率转换单元 11 相连。电压控制单元 31 根据第二电压和第二参考电压的比较结果, 控制第二适配器 10 的输出电压。电流采集控制单元 13 与电压比较单元 30 相连, 通过调整分压比, 调整第一脉动波形的电流的峰值。

本发明实施例与图 15 的实施例类似, 不同之处在于本发明实施例引入分压单元。该分压单元的分压比可调。进一步地, 本发明实施例中的电流采集控制单元 13 并非通过调整电压比较单元 30 的参考电压对第一脉动波形的电流的峰值进行调整, 而是通过调整分压单元 34 的分压比对第一脉动波形的电流的峰值进行调整。本发明实施例基于分压单元既实现了第二适配器的
20 输出电压的采样, 又实现了第一脉动波形的电流的峰值的调节, 简化了第二适配器的电路结构。

应理解, 由于本发明实施例是通过调节分压单元的分压比实现第一脉动波形的电流的峰值的调节。因此, 本发明实施例中的电压比较单元的参考电压 (即上文中的第二参考电压) 可以是一个固定值。

本发明实施例的分压单元 34 的实现方式有多种。例如, 可以采用数字电位器实现, 也可以通过离散的电阻、开关等元件实现上述分压和分压比调节的功能。

以数字电位器的实现方式为例, 如图 18 所示, 电流采集控制单元 13 包括控制单元 32, 分压单元 34 包括数字电位器 35。数字电位器 35 的高电位
30 端与功率转换单元 11 相连。数字电位器 35 的低电位端与地相连。数字电位器 35 的输出端与电压比较单元 30 相连。控制单元 32 与数字电位器 35 的控

制端相连，通过数字电位器 35 的控制端调整数字电位器 35 的分压比，以调整第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，第二适配器 10 可以支持第一充电模式和第二充电模式。第二适配器 10 在第二充电模式下对待充电设备（如终端）的充电速度快于第二适配器 10 在第一充电模式下对待充电设备（如终端）的充电速度（上述第一脉动波形的电流可以为第二适配器在所述第二充电模式下的输出电流）。换句话说，相较于工作在第一充电模式下的第二适配器 10 来说，工作在第二充电模式下的第二适配器 10 充满相同容量的待充电设备（如终端）中的电池的耗时更短。

第二适配器 10 包括控制单元，在第二适配器 10 与待充电设备（如终端）连接的过程中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以控制第二充电模式的充电过程。该控制单元可以是上述任意实施例中的控制单元，如可以是第一调整单元中的控制单元，也可以是第二调整单元中的控制单元。

第一充电模式可为普通充电模式，第二充电模式可为快速充电模式。该普通充电模式是指第二适配器输出相对较小的电流值（通常小于 2.5A）或者以相对较小的功率（通常小于 15W）来对待充电设备（如终端）中的电池进行充电，在普通充电模式下想要完全充满一较大容量电池（如 3000 毫安时容量的电池），通常需要花费数个小时的时间；而在快速充电模式下，第二适配器能够输出相对较大的电流（通常大于 2.5A，比如 4.5A，5A 甚至更高）或者以相对较大的功率（通常大于等于 15W）来对待充电设备（如终端）中的电池进行充电，相较于普通充电模式而言，第二适配器在快速充电模式下完全充满相同容量电池所需要的充电时间能够明显缩短、充电速度更快。

本发明实施例对第二适配器的控制单元与待充电设备（如终端）的通信内容，以及控制单元对第二适配器在第二充电模式下的输出的控制方式不作具体限定，例如，控制单元可以与待充电设备（如终端）通信，交互待充电设备（如终端）中的电池的当前电压或当前电量，并基于电池的当前电压或当前电量调整第二适配器的输出电压或输出电流。下面结合具体的实施例对控制单元与待充电设备（如终端）之间的通信内容，以及控制单元对在第二充电模式下的第二适配器的输出的控制方式进行详细描述。

可选地，在一些实施例中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向

通信，以控制在第二充电模式下的第二适配器的输出的过程可包括：控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以协商第二适配器与待充电设备（如终端）之间的充电模式。

5 本发明实施例中，第二适配器并非盲目地采用第二充电模式对待充电设备（如终端）进行快速充电，而是与待充电设备（如终端）进行双向通信，协商第二适配器是否可以采用第二充电模式对待充电设备（如终端）进行快速充电，这样能够提升充电过程的安全性。

10 具体地，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以协商第二适配器与待充电设备（如终端）之间的充电模式可包括：控制单元向待充电设备（如终端）发送第一指令，第一指令用于询问待充电设备（如终端）是否开启第二充电模式；控制单元接收待充电设备（如终端）发送的针对所述第一指令的回复指令，回复指令用于指示待充电设备（如终端）是否同意开启第二充电模式；在待充电设备（如终端）同意开启第二充电模式的情况下，控制单元使用第二充电模式为待充电设备（如终端）充电。

15 本发明实施例的上述描述并不会对第二适配器（或者第二适配器的控制单元）与待充电设备（如终端）的主从性进行限定，换句话说，控制单元与待充电设备（如终端）中的任何一方均可作为主设备方发起双向通信会话，相应地另外一方可以作为从设备方对主设备方发起的通信做出第一响应或第一回复。作为一种可行的方式，可以在通信过程中，通过比较第二适配器
20 侧和待充电设备（如终端）侧相对于大地的电平高低来确认主、从设备的身份。

本发明实施例并未对第二适配器（或者第二适配器的控制单元）与待充电设备（如终端）之间双向通信的具体实现方式作出限制，即言，第二适配器（或者第二适配器的控制单元）与待充电设备（如终端）中的任何一方作为主设备方发起通信会话，相应地另外一方作为从设备方对主设备方发起的通信会话做出第一响应或第一回复，同时主设备方能够针对所述从设备方的第一响应或第一回复做出第二响应，即可认为主、从设备之间完成了一次充电模式的协商过程。作为一种可行的实施方式，主、从设备方之间可以在完成多次充电模式的协商后，再执行主、从设备方之间的充电操作，以确保协
30 商后的充电过程安全、可靠的被执行。

作为主设备方能够根据所述从设备方针对通信会话的第一响应或第一

回复做出第二响应的一种方式可以是：主设备方能够接收到所述从设备方针对通信会话所做出的第一响应或第一回复，并根据接收到的所述从设备的第一响应或第一回复做出针对性的第二响应。作为举例，当主设备方在预设的时间内接收到所述从设备方针对通信会话的第一响应或第一回复，主设备方会对所述从设备的第一响应或第一回复做出针对性的第二响应具体为：主设备方与从设备方完成了一次充电模式的协商，主设备方与从设备方之间根据协商结果按照第一充电模式或者第二充电模式执行充电操作，即第二适配器根据协商结果工作在第一充电模式或者第二充电模式下为待充电设备（如终端）充电。

5

10

作为主设备方能够根据所述从设备方针对通信会话的第一响应或第一回复做出进一步的第二响应的一种方式还可以是：主设备方在预设的时间内没有接收到所述从设备方针对通信会话的第一响应或第一回复，主设备方也会对所述从设备的第一响应或第一回复做出针对性的第二响应。作为举例，当主设备方在预设的时间内没有接收到所述从设备方针对通信会话的第一响应或第一回复，主设备方也会对所述从设备的第一响应或第一回复做出针对性的第二响应具体为：主设备方与从设备方完成了一次充电模式的协商，主设备方与从设备方之间按照第一充电模式执行充电操作，即第二适配器工作在第一充电模式下为待充电设备（如终端）充电。

15

20

可选地，在一些实施例中，当待充电设备（如终端）作为主设备发起通信会话，第二适配器（或者第二适配器的控制单元）作为从设备对主设备方发起的通信会话做出第一响应或第一回复后，无需要待充电设备（如终端）对第二适配器的第一响应或第一回复做出针对性的第二响应，即可认为第二适配器（或者第二适配器的控制单元）与待充电设备（如终端）之间完成了一次充电模式的协商过程，进而第二适配器能够根据协商结果确定以第一充电模式或者第二充电模式为待充电设备（如终端）进行充电。

25

30

可选地，在一些实施例中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以控制第二适配器在第二充电模式下的输出的过程可包括：控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电压；控制单元对第二适配器的输出电压进行调整，使第二适配器的输出电压等于在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电

压。

具体地，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电压可包括：控制单元向待充电设备（如终端）发送第二指令，第二指令用于询问第二适配器的输出电压与待充电设备（如终端）的电池的当前电压是否匹配；控制单元接收待充电设备（如终端）发送的第二指令的回复指令，第二指令的回复指令用于指示第二适配器的输出电压与电池的当前电压匹配、偏高或偏低。可替换地，第二指令可用于询问将第二适配器的当前输出电压作为在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电压是否合适，第二指令的回复指令可用于指示当前第二适配器的输出电压合适、偏高或偏低。第二适配器的当前输出电压与电池的当前电压匹配，或者第二适配器的当前输出电压适合作为在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电压可以指第二适配器的当前输出电压略高于电池的当前电压，且第二适配器的输出电压与电池的当前电压之间的差值在预设范围内（通常在几百毫伏的量级）。

可选地，在一些实施例中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以控制在第二充电模式下的第二适配器输出的充电过程可包括：控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流；控制单元对第一脉动波形的电流的峰值进行调整，使第一脉动波形的电流的峰值等于在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流。

具体地，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流可包括：控制单元向待充电设备（如终端）发送第三指令，第三指令用于询问待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流；控制单元接收待充电设备（如终端）发送的第三指令的回复指令，第三指令的回复指令用于指示待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流；控制单元根据待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流。应理解，控

制单元根据待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流的方式有多种，例如，第二适配器可以将待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流确定为在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流，也可以综合考虑待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流以及自身的电流输出能力等因素之后，确定在第二充电模式下的第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流。

可选地，在一些实施例中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以控制在第二充电模式下的第二适配器的输出的过程可包括：在第二适配器使用第二充电模式为待充电设备（如终端）进行充电的过程中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以调整第一脉动波形的电流的峰值。

具体地，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以调整第一脉动波形的电流的峰值可包括：控制单元向待充电设备（如终端）发送第四指令，第四指令用于询问待充电设备（如终端）的电池的当前电压；控制单元接收第二适配器发送的第四指令的回复指令，第四指令的回复指令用于指示电池的当前电压；控制单元根据电池的当前电压，调整第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，如图 19A 所示，第二适配器 10 包括充电接口 191。进一步地，在一些实施例中，第二适配器 10 中的控制单元（如图 21 中的 MCU）可通过充电接口 191 中的数据线 192 与待充电设备（如终端）进行双向通信。

可选地，在一些实施例中，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以控制在第二充电模式下第二适配器的输出的过程可包括：控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以确定充电接口是否接触不良。

具体地，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以便确定充电接口是否接触不良可包括：控制单元向待充电设备（如终端）发送第四指令，第四指令用于询问待充电设备（如终端）的电池的当前电压；控制单元接收待充电设备（如终端）发送的第四指令的回复指令，第四指令的回复指令用于指示待充电设备（如终端）的电池的当前电压；控制单元根据第二适

配器的输出电压和待充电设备（如终端）电池的当前电压，确定充电接口是否接触不良。例如，控制单元确定第二适配器的输出电压和待充电设备（如终端）的当前电压的压差大于预设的电压阈值，则表明此时压差除以第二适配器输出的当前电流值所得到的阻抗大于预设的阻抗阈值，即可确定充电接口接触不良。

可选地，在一些实施例中，充电接口接触不良也可由待充电设备（如终端）进行确定：待充电设备（如终端）向控制单元发送第六指令，第六指令用于询问第二适配器的输出电压；待充电设备（如终端）接收控制单元发送的第六指令的回复指令，第六指令的回复指令用于指示第二适配器的输出电压；待充电设备（如终端）根据待充电设备（如终端）电池的当前电压和第二适配器的输出电压，确定充电接口是否接触不良。在待充电设备（如终端）确定充电接口接触不良后，待充电设备（如终端）向控制单元发送第五指令，第五指令用于指示充电接口接触不良。控制单元在接收到第五指令之后，可以控制第二适配器退出第二充电模式。

下面结合图 19B，更加详细地描述第二适配器中的控制单元与待充电设备（如终端）之间的通信过程。应注意，图 19B 的例子仅仅是为了帮助本领域技术人员理解本发明实施例，而非要将本发明实施例限于所例示的具体数值或具体场景。本领域技术人员根据所给出的图 19B 的例子，显然可以进行各种等价的修改或变化，这样的修改或变化也落入本发明实施例的范围内。

如图 19B 所示，在第二充电模式下第二适配器的输出对待充电设备（如终端）的充电过程，即充电过程可以包含五个阶段。

阶段 1:

待充电设备（如终端）与电源提供装置连接后，待充电设备（如终端）可以通过数据线 D+、D- 检测电源提供装置的类型，当检测到电源提供装置为第二适配器时，则待充电设备（如终端）吸收的电流可以大于预设的电流阈值 I_2 （例如可以是 1A）。当第二适配器中的控制单元检测到预设时长（例如，可以是连续 T_1 时间）内第二适配器的输出电流大于或等于 I_2 时，则控制单元可以认为待充电设备（如终端）对于电源提供装置的类型识别已经完成，控制单元开启第二适配器与待充电设备（如终端）之间的协商过程，向待充电设备（如终端）发送指令 1（对应于上述第一指令），以询问待充电设备（如终端）是否同意第二适配器以第二充电模式对待充电设备（如终端）

进行充电。

当控制单元收到待充电设备（如终端）发送的指令 1 的回复指令，且该指令 1 的回复指令指示待充电设备（如终端）不同意第二适配器以第二充电模式对待充电设备（如终端）进行充电时，控制单元再次检测第二适配器的输出电流。当第二适配器的输出电流在预设的连续时长内（例如，可以是连续 T1 时间）仍然大于或等于 I2 时，控制单元再次向待充电设备（如终端）发送指令 1，询问待充电设备（如终端）是否同意第二适配器以第二充电模式对待充电设备（如终端）进行充电。控制单元重复阶段 1 的上述步骤，直到待充电设备（如终端）同意第二适配器以第二充电模式对待充电设备（如终端）进行充电，或第二适配器的输出电流不再满足大于或等于 I2 的条件。

当待充电设备（如终端）同意第二适配器以第二充电模式对待充电设备（如终端）进行充电后，通信流程进入第 2 阶段。

阶段 2:

第二适配器的输出电压可以包括多个档位。控制单元向待充电设备（如终端）发送指令 2（对应于上述第二指令），以询问第二适配器的输出电压（当前的输出电压）与待充电设备（如终端）电池的当前电压是否匹配。

待充电设备（如终端）向控制单元发送指令 2 的回复指令，以指示第二适配器的输出电压与待充电设备（如终端）电池的当前电压匹配、偏高或偏低。如果针对指令 2 的回复指令指示第二适配器的输出电压偏高或偏低，控制单元可以将第二适配器的输出电压调整一格档位，并再次向待充电设备（如终端）发送指令 2，重新询问第二适配器的输出电压与待充电设备（如终端）电池的当前电压是否匹配。重复阶段 2 的上述步骤直到待充电设备（如终端）确定第二适配器的输出电压与待充电设备（如终端）电池的当前电压匹配，进入第 3 阶段。

阶段 3:

控制单元向待充电设备（如终端）发送指令 3（对应于上述第三指令），询问待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流。待充电设备（如终端）向控制单元发送指令 3 的回复指令，以指示待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流，并进入第 4 阶段。

阶段 4:

控制单元根据待充电设备（如终端）当前支持的最大充电电流，确定在

第二充电模式下第二适配器输出的用于对待充电设备（如终端）进行充电的充电电流，然后进入阶段 5，即恒流充电阶段。

阶段 5:

在进入恒流充电阶段后，控制单元可以每间隔一段时间向待充电设备（如终端）发送指令 4（对应于上述第四指令），询问待充电设备（如终端）电池的当前电压。待充电设备（如终端）可以向控制单元发送指令 4 的回复指令，以反馈待充电设备（如终端）电池的当前电压。控制单元可以根据待充电设备（如终端）电池的当前电压，判断充电接口的接触是否良好，以及是否需要降低第一脉动波形的电流的峰值。当第二适配器判断充电接口的接触不良时，可以向待充电设备（如终端）发送指令 5（对应于上述第五指令），第二适配器会退出第二充电模式，然后复位并重新进入阶段 1。

可选地，在一些实施例中，在阶段 1 中，待充电设备（如终端）发送指令 1 的回复指令时，指令 1 的回复指令中可以携带该待充电设备（如终端）的通路阻抗的数据（或信息）。待充电设备（如终端）的通路阻抗数据可用于在阶段 5 判断充电接口的接触是否良好。

可选地，在一些实施例中，在阶段 2 中，从待充电设备（如终端）同意第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电到控制单元将第二适配器的输出电压调整到合适的充电电压所经历的时间可以控制在一定范围之内。如果该时间超出预定范围，则第二适配器或待充电设备（如终端）可以判定快充通信过程异常，复位以重新进入阶段 1。

可选地，在一些实施例中，在阶段 2 中，当第二适配器的输出电压比待充电设备（如终端）电池的当前电压高 ΔV （ ΔV 可以设定为 200~500mV）时，待充电设备（如终端）可以向控制单元发送指令 2 的回复指令，以指示第二适配器的输出电压与待充电设备（如终端）的电池电压匹配。

可选地，在一些实施例中，在阶段 4 中，第二适配器的输出电流的调整速度可以控制在一定范围之内，这样可以避免由于调整速度过快而导致在第二充电模式下第二适配器输出对待充电设备（如终端）的充电过程发生异常。

可选地，在一些实施例中，在阶段 5 中，第二适配器的输出电流的变化幅度可以控制在 5% 以内。

可选地，在一些实施例中，在阶段 5 中，控制单元可以实时监测充电电路的通路阻抗。具体地，控制单元可以根据第二适配器的输出电压、输出电

流及待充电设备（如终端）反馈的电池的当前电压，监测充电电路的通路阻抗。当“充电电路的通路阻抗”>“待充电设备（如终端）的通路阻抗+充电线缆的阻抗”时，可以认为充电接口接触不良，第二适配器停止在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电。

5 可选地，在一些实施例中，第二适配器开启在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电之后，控制单元与待充电设备（如终端）之间的通信时间间隔可以控制在一定范围之内，避免通信间隔过短而导致通信过程发生异常。

10 可选地，在一些实施例中，充电过程的停止（或第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）的充电过程的停止）可以分为可恢复的停止和不可恢复的停止两种。

15 例如，当检测到待充电设备（如终端）的电池充满或充电接口接触不良时，充电过程停止，充电通信过程复位，充电过程重新进入阶段 1。然后，待充电设备（如终端）不同意第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电，则通信流程不进入阶段 2。这种情况下的充电过程的停止可以视为不可恢复的停止。

20 又例如，当控制单元与待充电设备（如终端）之间出现通信异常时，充电过程停止，充电通信过程复位，充电过程重新进入阶段 1。在满足阶段 1 的要求后，待充电设备（如终端）同意第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电以恢复充电过程。这种情况下的充电过程的停止可以视为可恢复的停止。

25 又例如，当待充电设备（如终端）检测到电池出现异常时，充电过程停止，充电通信过程复位，充电过程重新进入阶段 1。然后，待充电设备（如终端）不同意第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电。当电池恢复正常，且满足阶段 1 的要求后，待充电设备（如终端）同意第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电。这种情况下的快充过程的停止可以视为可恢复的停止。

30 以上对图 19B 示出的通信步骤或操作仅是示例。例如，在阶段 1 中，待充电设备（如终端）与第二适配器进行连接后，待充电设备（如终端）与控制单元之间的握手通信也可以由待充电设备（如终端）发起，即待充电设备（如终端）发送指令 1，询问控制单元是否开启第二充电模式。当待充电设

备（如终端）接收到控制单元的回复指令指示控制单元同意第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）进行充电时，第二适配器开始在第二充电模式下对待充电设备（如终端）的电池进行充电。

又如，在阶段 5 之后，还可包括恒压充电阶段。具体地，在阶段 5 中，
5 待充电设备（如终端）可以向控制单元反馈电池的当前电压，当电池的当前电压达到恒压充电电压阈值时，充电阶段从恒流充电阶段转入恒压充电阶段。在恒压充电阶段中，充电电流逐渐减小，当电流下降至某一阈值时停止整个充电过程，表示待充电设备（如终端）的电池已经被充满。

进一步地，如图 20 所示，在上述任一实施例的基础上，第二适配器 10
10 可支持第一充电模式和第二充电模式，第二适配器在第二充电模式下对待充电设备（如终端）的充电速度快于第二适配器在第一充电模式下对待充电设备（如终端）的充电速度。功率转换单元 11 可包括次级滤波单元 37，第二适配器 10 可包括控制单元 36，控制单元 36 与次级滤波单元 37 相连。在第一充电模式下，控制单元 36 控制次级滤波单元 37 工作，使得第二适配器 10
15 的输出电压的电压值恒定。在第二充电模式下，控制单元 36 控制次级滤波单元 37 停止工作，使得第二适配器 10 的输出电流为第一脉动波形的电流。

本发明实施例中，控制单元可以控制次级滤波单元是否工作，使得第二适配器既可以输出电流值恒定的普通直流电，也可以输出电流值变化的脉动直流电，从而兼容了现有的充电模式。

20 可选地，在一些实施例中，第二适配器将第一脉动波形的电流直接加载在待充电设备（如终端）的电池的两端，为电池进行直充。

具体地，直充可以指将第二适配器的输出电压和输出电流直接加载在（或者直接引导至）待充电设备（如终端）电池的两端，为待充电设备（如终端）的电池充电，中间无需经过变换电路对第二适配器的输出电流或输出电压进行变换，避免变换过程带来的能量损失。在使用第二充电模式进行充电的过程中，为了能够调整充电电路上的充电电压或充电电流，可以将第二适配器设计成智能的适配器，由第二适配器完成充电电压或充电电流的变换，这样可以减轻待充电设备（如终端）的负担，并降低待充电设备的发热量。
25

30 本发明实施例的第二适配器 10 可以工作在恒流模式。本文中的恒流模式是指对第二适配器的输出电流进行控制的充电模式，并非要求第二适配器

的输出电流保持恒定不变。实际中，第二适配器在恒流模式下通常采用分段恒流的方式进行充电。

分段恒流充电 (Multi-stage constant current charging) 具有 N 个充电阶段 (N 为一个不小于 2 的整数)。分段恒流充电可以以预定的充电电流开始第一阶段充电。所述分段恒流充电的 N 个充电阶段从第一阶段到第(N-1)个阶段依次被执行，当充电阶段中的前一个充电阶段转到下一个充电阶段后，充电电流值变小；当电池电压到达充电终止电压阈值时，充电阶段中的前一个充电阶段会转到下一个充电阶段。

进一步地，在第二适配器的输出电流为脉动直流电的情况下，恒流模式可以指对脉动直流电的峰值或均值进行控制的充电模式，即控制第二适配器的输出电流的峰值不超过恒流模式对应的电流。

下面结合具体例子，更加详细地描述本发明实施例。应注意，图 21-图 22 的例子仅仅是为了帮助本领域技术人员理解本发明实施例，而非要将本发明实施例限于所例示的具体数值或具体场景。本领域技术人员根据所给出的图 21-图 22 的例子，显然可以进行各种等价的修改或变化，这样的修改或变化也落入本发明实施例的范围内。

第二适配器包括功率转换单元 (对应于上文中的功率转换单元 11)，如图 21 所示，该功率转换单元可包括交流电 AC 的输入端，初级整流单元 38，变压器 T1，次级整流单元 39 以及第一整流单元 20。

具体地，交流电 AC 的输入端引入市电 (一般是 220V 的交流电)，然后将市电传输至初级整流单元 38。

初级整流单元 38 用于将市电转换成第二脉动波形的电流，然后将第二脉动直流电传输至变压器 T1。初级整流单元 38 可以是桥式整流单元。例如可以是如图 21 所示的全桥整流单元，或者，也可以是半桥整流单元，本发明实施例对此不作具体限定。

变压器 T1 用于将第一脉动直流电从变压器的初级耦合至次级。变压器 T1 可以是普通变压器，也可以是工作频率为 50KHz-2MHz 的高频变压器。变压器 T1 的初级绕组的个数及连接形式与第二适配器中采用的开关电源的类型有关，本发明实施例对此不作具体限定。如图 21 所示，第二适配器可以采用反激式开关电源，变压器的初级绕组的一端与初级整流单元 38 相连，初级绕组的另一端与 PWM 控制器所控制的开关相连。当然，第二适配器还

可以是采用正激式开关电源，或推挽式开关电源的第二适配器。不同类型的开关电源中的初级整流单元和变压器具有各自的连接形式，为了简洁，这里不再一一列举。

次级整流单元 39 用于对初级耦合至次级的电流进行整流，得到第一脉
5 动波形的电流。次级整流单元 39 的形式有多种，图 21 示出的是一种典型的次级同步整流电路。该同步整流电路包括同步整流（Synchronous Rectifier，SR）芯片，受该 SR 芯片控制的金属氧化物半导体（Metal Oxide Semiconductor，MOS）管，以及连接在 MOS 管源极和漏极两端的二极管。所述 SR 芯片向 MOS 管的栅极发出 PWM 控制信号，控制该 MOS 管的通断，
10 从而实现次级的同步整流。

第一整流单元 20 用于对初级耦合至次级的电流进行整流，得到同步信号。如图 21 所示，该第一整流单元 20 可以是正激式整流电路。该同步信号为该正激式整流电路输出的正激电压（forward voltage）。

进一步地，第二适配器可包括采样保持单元（对应于上文中的采样保持
15 单元 12）。该采样保持单元包括电流采样单元（对应于上文中的电流采样单元 14）和电流保持单元（对应于上文中的电流保持单元 15）。

具体地，如图 21 所示，电流采样单元具体包括检流电阻 R3 和检流计。检流计通过检流电阻 R3 对第一脉动波形的电流进行检流，得到采样电流，并将该采样电流转换成对应的采样电压（该采样电压用于指示第一脉动波形
20 的电流的大小）。

电路保持单元包括分压电阻 R4 和 R5，以及电容 C1。电路保持单元先通过分压电阻 R4 和 R5 对检流计的输出端口（OUTPUT）输出的采样电压进行分压，然后利用分压后得到的电压对电容 C1 充电，使得电容 C1 两端的电压跟随第一脉动波形的电流的变化而变化。当第一脉动波形到达峰值或下
25 降沿时，电容 C1 两端的电压达到最大值（该最大值即可对应第一脉动波形的电流的峰值），采样保持单元进入保持状态。

进一步地，第二适配器包括电流采集控制单元（对应于上文中的电流采集控制单元 13）。电流采集控制单元可包括 MCU（对应于上文中的控制单元），比较单元 24 和放电单元 16。

30 具体地，比较单元 24 可以包括比较器。比较器的第一输入端用于接收同步信号。比较器第二输入端用于接收参考电压。在一些实施例中，第一输

入端为同相输入端，第二输入端为反相输入端。在另一些实施例中，第一输入端为反相输入端，第二输入端为同相输入端。比较器将比较结果发送至 MCU。

MCU 基于比较器的比较结果，判断第一脉动波形何时处于峰值或下降沿。当第一脉动波形处于峰值或下降沿时，表明采样保持电路处于保持状态。MCU 通过 ADC 采集电容 C1 两端的电压，从而确定第一脉动波形的电流的峰值。

放电单元 16 可包括开关管 Q3 和电阻 R6。当 MCU 采集到第一脉动波形的电流的峰值之后，MCU 控制开关管 Q3 导通，电容 C1 对电阻 R6 放电，释放电容 C1 两端的电荷。这样一来，电容 C1 两端的电压就能够重新跟随第一脉动波形的电流的变化而变化，也就表明采样保持单元从保持状态切换到了采样状态。

进一步地，第二适配器可包括电压调整单元（对应于上文中的电压调整单元 28）。电压调整单元可包括电压采样单元（对应于上文中的电压采样单元 29），电压比较单元（对应于上文中的电压比较单元 30）和电压控制单元（对应于上文中的电压控制单元 31）。

具体地，如图 21 所示，电压采样单元包括电阻 R1 和电阻 R2，用于对第二适配器的输出电压进行分压，得到第一电压。

电压比较单元包括运放 OPA。该 OPA 的反相输入端用于接收第一电压。该 OPA 的同相输入端与 DAC 相连，用于接收 DAC 提供的第一参考电压。该 DAC 与 MCU 相连。MCU 可以通过该 DAC 调整第一参考电压，进而调整第二适配器的输出电压和/或输出电流。

电压控制单元包括光耦单元 40 和 PWM 控制器。光电耦合单元 40 的输入端与 OPA 的输出端相连。在 OPA 的输出电压低于光电耦合单元 40 的工作电压 VDD 时，光电耦合单元 40 开始工作，向 PWM 控制器的 FB 端提供反馈电压。PWM 控制器通过比较 CS 端和 FB 端的电压，控制 PWM 端输出的 PWM 信号的占空比。当 OPA 的输出电压为 0 时，FB 端的电压稳定，PWM 控制器的 PWM 端输出的 PWM 控制信号的占空比保持一定。PWM 控制器的 PWM 端通过开关管 Q2 与变压器 T1 的初级绕组相连，用于控制第二适配器的输出电压和输出电流。当 PWM 端发出的控制信号的占空比一定时，第二适配器的输出电压和输出电流也就保持稳定。

此外，MCU 还可以包括通信接口。通过该通信接口可以与待充电设备（如终端）进行双向通信，控制第二适配器的充电过程。以充电接口为 USB 接口为例，该通信接口也可以是该 USB 接口。具体地，第二适配器可以使用 USB 接口中的电源线为待充电设备（如终端）进行充电，并使用 USB 接口中的数据线（D+和/或 D-）与待充电设备（如终端）进行通信。

此外，光电耦合单元 40 还可与稳压单元相连，使得光耦的工作电压保持稳定。如图 21 所示，本发明实施例中的稳压单元可以采用低压差稳压器（Low Dropout Regulator, LDO）实现。

图 22 的实施例与图 21 的实施例类似，不同之处在于将图 21 中的由电阻 R1 和电阻 R2 组成的电压采集单元替换为数字电位器（该数字电位器对应于上文中的分压单元 34），将 OPA 的反相输入端连接一个固定的第二参考电压，MCU 通过调节数字电位器的分压比，调节第二适配器的输出电压和输出电流。例如，如果希望第二适配器的输出电压为 5V，则可以调节数字电位器的分压比，使得第二适配器的输出电压为 5V 时，数字电位器的输出端的电压等于第二参考电压。同理，如果希望第二适配器的输出电压为 3V，则可以通过调整数字电位器的分压比，使得第二适配器的输出电压为 3V 时，数字电位器的输出端的电压等于第二参考电压。

在图 21-图 22 所示的实施例中，同步信号是由第一整流单元 20 整流得到的，本发明实施例不限于此，还可以从第二适配器的初级获得同步信号，如采用图 9 所示的实现方式。或者，还可以从采样保持单元获得同步信号，如从图 21-图 22 所示的检流计的输出端口（OUTPUT）获得。

在图 21-图 22 所示的实施例中，比较单元 24 将同步信号与参考电压直接进行比较，以判断采样保持单元是否处于保持状态，但本发明实施例不限于此。还可以采用图 13 所示的实现方式，通过电容滤掉同步信号中的直流信号，得到过零点的交流信号，然后将过零点的交流信号与参考电压进行比较，以判断采样保持单元是否处于保持状态。

本文中的用不同附图标记标识的控制单元可以是相互分离的控制单元，也可以同一控制单元。可选地，在一些实施例中，第二适配器包括 MCU，本文中的控制单元均指该 MCU。

上文结合图 1-图 22，详细描述了本发明的装置实施例，下文结合图 23，详细描述本发明实施例的方法实施例。应理解，方法侧的描述与装置侧的描

述相互对应，为了简洁，适当省略重复的描述。

图 23 是本发明实施例提供的充电控制方法的示意性流程图。图 23 的方法可应用于第二适配器，如可以是图 1 至图 22 描述的第二适配器。所述第二适配器可包括功率转换单元和采样保持单元。所述功率转换单元可用于对
5 输入的交流电转进行转换，以得到所述第二适配器的输出电压和输出电流。所述第二适配器的输出电流为第一脉动波形的电流。所述采样保持单元与所述功率转换单元相连。当所述采样保持单元处于采样状态时，所述采样保持单元用于对所述第一脉动波形的电流进行采样。当所述采样保持单元处于保持状态时，所述采样保持单元用于保持所述第一脉动波形的电流的峰值。

10 图 23 的方法包括如下动作。

2310、判断所述采样保持单元是否处于保持状态。

2320、在判断出所述采样保持单元处于所述保持状态的情况下，采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值。

15 可选地，在一些实施例中，所述判断所述采样保持单元是否处于保持状态可包括：接收同步信号，其中所述同步信号的周期是所述第一脉动波形的周期的 $1/N$ ， N 为大于或等于 1 的整数；基于所述同步信号判断所述采样保持单元是否处于保持状态。

可选地，在一些实施例中，所述接收同步信号可包括：从所述功率转换单元获取所述同步信号。

20 可选地，在一些实施例中，所述功率转换单元包括初级单元和次级单元。所述从所述功率转换单元获取所述同步信号可包括：从所述次级单元获取所述同步信号。

25 可选地，在一些实施例中，所述次级单元包括第一整流单元。所述第一整流单元与所述电流采集控制单元相连。所述第一整流单元用于对所述初级单元耦合至所述次级单元的电流进行整流，得到第二脉动形式的电压，并将所述第二脉动波形的电压作为所述同步信号，发送至所述电流采集控制单元。

30 可选地，在一些实施例中，所述功率转换单元可包括初级单元和次级单元。所述从所述功率转换单元获取所述同步信号可包括：从所述初级单元获取所述同步信号。

可选地，在一些实施例中，所述初级单元用于对所述交流电进行整流，

得到第三脉动波形的电压。所述第三脉动波形与所述第一脉动波形周期相同。所述初级单元通过光耦单元将所述第三脉动波形的电压从所述第二适配器的初级耦合至所述第二适配器的次级，得到第四脉动波形的电压，并将所述第四脉动波形的电压作为所述同步信号，发送至所述电流采集控制单元。

5 可选地，在一些实施例中，所述接收同步信号可包括：从所述采样保持单元获取所述同步信号。

可选地，在一些实施例中，所述采样保持单元用于对第一脉动波形的电流进行采样，得到采样电流，将所述采样电流转换成采样电压，并将该采样电压作为同步信号，发送至电流采集控制单元。所述采样电压用于指示第一
10 脉动波形的电流的大小。

可选地，在一些实施例中，所述基于所述同步信号判断所述采样保持单元是否处于保持状态可包括：基于所述同步信号，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿；在判断出所述第一脉动波形处于峰值或下降沿的情况下，确定所述采样保持单元处于保持状态。

15 可选地，在一些实施例中，所述基于所述同步信号，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿可包括：基于所述同步信号的电压和参考电压的比较结果，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。

可选地，在一些实施例中，所述基于所述同步信号，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿可包括：过滤所述同步信号中的直流信号，得到
20 过零点的交流信号；比较所述交流信号的电压与参考电压；基于所述交流信号的电压和所述参考电压的比较结果，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿，其中所述参考电压的电压值为 0。

可选地，在一些实施例中，所述第一脉动波形的周期与所述同步信号的周期相同。

25 可选地，在一些实施例中，图 23 的方法还可包括：在采集到所述第一脉动波形的电流的峰值之后，控制所述采样保持单元从保持状态转换至采样状态。

可选地，在一些实施例中，所述采样保持单元包括电容。所述采样保持单元基于所述采样保持单元中的电容保持所述第一脉动波形的电流的峰值。
30 所述控制所述采样保持单元从保持状态转换至采样状态可包括：释放所述采样保持单元中的电容两端的电荷，从而使得所述采样保持单元从保持状态转

换至采样状态。

可选地，在一些实施例中，所述第二适配器还包括电压调整单元。所述电压调整单元与所述功率转换单元相连，用于检测并调整所述第二适配器的输出电压。图 23 的方法还可包括：通过所述电压调整单元，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，所述电压调整单元包括：电压采样单元、电压比较单元以及电压控制单元。电压采样单元与所述功率转换单元相连，用于对所述第二适配器的输出电压进行采样，得到第一电压。所述电压比较单元的输入端与所述电压采样单元相连，用于比较所述第一电压和第一参考电压。所述电压控制单元的输入端与所述电压比较单元的输出端相连。所述电压控制单元的输出端与所述功率转换单元相连。所述电压控制单元根据所述第一电压和所述第一参考电压的比较结果，控制所述第二适配器的输出电压。所述通过所述电压调整单元，调整所述第一脉动波形的电流的峰值可包括：通过调整所述第一参考电压的电压值，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，所述通过调整所述第一参考电压的电压值，调整所述第一脉动波形的电流的峰值可包括：通过数字 DAC 调整所述第一参考电压的电压值，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，所述电压调整单元包括分压单元、电压比较单元、电压控制单元。所述分压单元的输入端与所述功率转换单元相连，用于按照设定的分压比对所述第二适配器的输出电压进行分压，生成第二电压。所述电压比较单元的输入端与所述分压单元的输出端相连，用于比较所述第二电压和第二参考电压。所述电压控制单元的输入端与所述电压比较单元的输入端相连。所述电压控制单元的输出端与所述功率转换单元相连。所述电压控制单元根据所述第二电压和所述第二参考电压的比较结果，控制所述第二适配器的输出电压。所述通过所述电压调整单元，调整所述第一脉动波形的电流的峰值可包括：通过调整所述分压比，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，所述分压单元包括数字电位器。所述数字电位器的高电位端与所述功率转换单元相连。所述数字电位器的低电位端与地相连。所述数字电位器的输出端与所述电压比较单元相连。所述通过调整所

述分压比，调整所述第一脉动波形的电流的峰值可包括：调整所述数字电位器的分压比，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

5 可选地，在一些实施例中，所述采样保持单元可包括电流采样单元和电流保持单元。电流采样单元与所述功率转换单元相连，用于检测所述第一脉动波形的电流，得到采样电流，并将所述采样电流转换成采样电压。所述采样电压用于指示所述第一脉动波形的电流的大小。电流保持单元与所述电流采样单元和所述电流采集控制单元相连。所述电流保持单元从所述电流采样单元接收所述采样电压，并基于所述采样电压为所述电流保持单元中的电容充电。所述采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值可
10 包括：通过采集所述采样保持单元中的电容两端的电压，获取所述第一脉动波形的电流的峰值。

可选地，在一些实施例中，所述采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值可包括：基于 ADC 采集所述第一脉动波形的电流的峰值。

15 可选地，在一些实施例中，所述第二适配器支持第一充电模式和第二充电模式。所述第二适配器在所述第二充电模式下对待充电设备的充电速度快于所述第二适配器在所述第一充电模式下对所述待充电设备的充电速度。所述第一脉动波形的电流为所述第二适配器在所述第二充电模式下的输出电流。图 23 的方法还可包括：在所述第二适配器与待充电设备连接的过程中，
20 与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述第二适配器的输出。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述第二适配器的输出的过程可包括：与所述待充电设备进行双向通信，以协商所述第二适配器与所述待充电设备之间的充
25 电模式。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以协商所述第二适配器与所述待充电设备之间的充电模式可包括：向所述待充电设备发送第一指令，所述第一指令用于询问所述待充电设备是否开启所述第二充电模式；接收所述待充电设备发送的所述第一指令的回复指令，所述第一指令的回复指令用于指示所述待充电设备是否同意开启所述第二充电模式；在所述待充电设备同意开启所述第二充电模式的情况下，使用所述第二
30

充电模式为所述待充电设备充电。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述第二适配器的输出的过程可包括：与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压；对所述第二适配器的输出电压进行调整，使所述第二适配器的输出电压等于在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压可包括：向所述待充电设备发送第二指令，所述第二指令用于询问所述第二适配器的输出电压与所述待充电设备的电池的当前电压是否匹配；接收所述待充电设备发送的所述第二指令的回复指令，所述第二指令的回复指令用于指示所述第二适配器的输出电压与所述电池的当前电压匹配、偏高或偏低。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述第二适配器的输出的过程可包括：与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流；对所述第一脉动波形的电流的峰值进行调整，使所述第一脉动波形的电流的峰值等于在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流可包括：向所述待充电设备发送第三指令，所述第三指令用于询问所述待充电设备当前支持的最大充电电流；接收所述待充电设备发送的所述第三指令的回复指令，所述第三指令的回复指令用于指示所述待充电设备当前支持的最大充电电流；根据所述待充电设备当前支持的最大充电电流确定在所述第二充电模式下的所述第二适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流。

可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述第二适配器的输出的过程可包括：在使用所

述第二充电模式充电的过程中，与所述待充电设备进行双向通信，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

5 可选地，在一些实施例中，所述与所述待充电设备进行双向通信，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值可包括：向所述待充电设备发送的第四指令，所述第四指令用于询问所述待充电设备的电池的当前电压；接收所述第二适配器发送的所述第四指令的回复指令，所述第四指令的回复指令用于指示所述电池的当前电压；根据所述电池的当前电压，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

10 可选地，在一些实施例中，所述第二适配器包括充电接口，所述第二适配器通过所述充电接口中的数据线与所述待充电设备进行双向通信。

可选地，在一些实施例中，所述第二适配器支持第一充电模式和第二充电模式。所述第一充电模式为恒压模式。所述第二充电模式为恒流模式。所述第一脉动波形的电流为所述第二适配器在所述第二充电模式下的输出电流。所述第二适配器包括控制单元。所述功率转换单元包括次级滤波单元。
15 所述控制单元与所述次级滤波单元相连。图 23 的方法还可包括：在所述第一充电模式下，控制所述次级滤波单元工作，使得所述第二适配器的输出电压的电压值恒定；在所述第二充电模式下，控制所述次级滤波单元停止工作，使得所述第二适配器的输出电流为所述第一脉动波形的电流。

20 可选地，在一些实施例中，所述第二适配器将所述第一脉动波形的电流直接加载在所述待充电设备的电池的两端，为所述电池进行直充。

可选地，在一些实施例中，所述第二适配器是用于为移动终端充电的第二适配器。

可选地，在一些实施例中，所述第二适配器包括用于对充电过程进行控制的控制单元，所述控制单元为 MCU。

25 可选地，在一些实施例中，所述第二适配器包括充电接口，所述充电接口为 USB 接口。

应理解，本文中的“第一适配器”和“第二适配器”仅是为了描述的方便，并非要对本发明实施例的适配器的具体类型进行限定。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特
30

定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护

范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1、一种适配器，其特征在于，所述适配器包括：

功率转换单元，用于对输入的交流电转进行转换，以得到所述适配器的输出电压和输出电流，其中所述适配器的输出电流为第一脉动波形的电流；

5 采样保持单元，与所述功率转换单元相连，当所述采样保持单元处于采样状态时，所述采样保持单元用于对所述第一脉动波形的电流进行采样，当所述采样保持单元处于保持状态时，所述采样保持单元用于保持所述第一脉动波形的电流的峰值；

10 电流采集控制单元，与所述采样保持单元相连，所述电流采集控制单元用于判断所述采样保持单元是否处于保持状态，并在判断出所述采样保持单元处于所述保持状态的情况下，采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值。

2、如权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述适配器还包括：

15 电压调整单元，所述电压调整单元与所述功率转换单元相连，用于检测并调整所述适配器的输出电压；

其中所述电流采集控制单元与所述电压调整单元相连，通过所述电压调整单元，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

3、如权利要求 2 所述的适配器，其特征在于，所述电压调整单元包括：

20 分压单元，所述分压单元的输入端与所述功率转换单元相连，用于按照设定的分压比对所述适配器的输出电压进行分压，生成第二电压；

电压比较单元，所述电压比较单元的输入端与所述分压单元的输出端相连，用于比较所述第二电压和第二参考电压；

25 电压控制单元，所述电压控制单元的输入端与所述电压比较单元的输入端相连，所述电压控制单元的输出端与所述功率转换单元相连，所述电压控制单元根据所述第二电压和所述第二参考电压的比较结果，控制所述适配器的输出电压；

所述电流采集控制单元与所述电压比较单元相连，通过调整所述分压比，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

30 4、如权利要求 3 所述的适配器，其特征在于，所述电流采集控制单元包括控制单元，所述分压单元包括数字电位器，所述数字电位器的高电位端与所述功率转换单元相连，所述数字电位器的低电位端与地相连，所述数字

电位器的输出端与所述电压比较单元相连，所述控制单元与所述数字电位器的控制端相连，通过所述数字电位器的控制端调整所述数字电位器的分压比，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

5 5、如权利要求 1-4 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述电流采集控制单元具体用于接收同步信号，基于所述同步信号判断所述采样保持单元是否处于保持状态，其中所述同步信号的周期是所述第一脉动波形的周期的 $1/N$ ， N 为大于或等于 1 的整数。

10 6、如权利要求 5 所述的适配器，其特征在于，所述电流采集控制单元基于所述同步信号，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿，并在判断出所述第一脉动波形处于峰值或下降沿的情况下，采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值。

7、如权利要求 6 所述的适配器，其特征在于，所述电流采集控制单元包括：

15 比较器和控制单元，所述比较器的第一输入端用于接收所述同步信号，所述比较器的第二输入端用于接收参考电压，所述控制单元与所述比较器的输出端相连，基于所述同步信号的电压和所述参考电压的比较结果，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。

8、如权利要求 5-7 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述第一脉动波形的周期与所述同步信号的周期相同。

20 9、如权利要求 1-8 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述电流采集控制单元还用于在采集到所述第一脉动波形的电流的峰值之后，控制所述采样保持单元从保持状态转换至采样状态。

25 10、如权利要求 9 所述的适配器，其特征在于，所述采样保持单元包括电容，所述采样保持单元基于所述采样保持单元中的电容保持所述第一脉动波形的电流的峰值，

所述电流采集控制单元包括放电单元和控制单元，所述放电单元分别与
所述控制单元和所述采样保持单元中的电容相连，所述放电单元用于在所述
控制单元的控制下释放所述采样保持单元中的电容两端的电荷，从而使得所
述采样保持单元从保持状态转换至采样状态。

30 11、如权利要求 1-10 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述采样保持单元包括：

电流采样单元，与所述功率转换单元相连，用于检测所述第一脉动波形的电流，得到采样电流，并将所述采样电流转换成采样电压，所述采样电压用于指示所述第一脉动波形的电流的大小；

5 电流保持单元，与所述电流采样单元和所述电流采集控制单元相连，所述电流保持单元从所述电流采样单元接收所述采样电压，并基于所述采样电压为所述电流保持单元中的电容充电；

其中所述电流采集控制单元通过检测所述采样保持单元中的电容两端的电压，采集所述第一脉动波形的电流的峰值。

12、如权利要求 1-11 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述电流采集控制单元包括模拟数字转换器 ADC，所述电流采集控制单元基于所述 ADC 采集所述第一脉动波形的电流的峰值。

13、如权利要求 1-12 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器支持第一充电模式和第二充电模式，所述适配器在所述第二充电模式下对待充电设备的充电速度快于所述适配器在所述第一充电模式下对所述待充电设备的充电速度，所述第一脉动波形的电流为所述适配器在所述第二充电模式下的输出电流，所述适配器包括控制单元，在所述适配器与待充电设备连接的过程中，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出。

14、如权利要求 13 所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以协商所述适配器与所述待充电设备之间的充电模式。

15、如权利要求 14 所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以协商所述适配器与所述待充电设备之间的充电模式，包括：

所述控制单元向所述待充电设备发送第一指令，所述第一指令用于询问所述待充电设备是否开启所述第二充电模式；

30 所述控制单元接收所述待充电设备发送的所述第一指令的回复指令，所述第一指令的回复指令用于指示所述待充电设备是否同意开启所述第二充电模式；

在所述待充电设备同意开启所述第二充电模式的情况下，所述控制单元使用所述第二充电模式为所述待充电设备充电。

16、如权利要求 13-15 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压；

所述控制单元对所述适配器的输出电压进行调整，使所述适配器的输出电压等于在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压。

17、如权利要求 16 所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压，包括：

所述控制单元向所述待充电设备发送第二指令，所述第二指令用于询问所述适配器的输出电压与所述待充电设备的电池的当前电压是否匹配；

所述控制单元接收所述待充电设备发送的所述第二指令的回复指令，所述第二指令的回复指令用于指示所述适配器的输出电压与所述电池的当前电压匹配、偏高或偏低。

18、如权利要求 13-17 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流；

所述控制单元对所述第一脉动波形的电流的峰值进行调整，使所述第一脉动波形的电流的峰值等于在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流。

19、如权利要求 18 所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流，包括：

所述控制单元向所述待充电设备发送第三指令，所述第三指令用于询问所述待充电设备当前支持的最大充电电流；

所述控制单元接收所述待充电设备发送的所述第三指令的回复指令，所述第三指令的回复指令用于指示所述待充电设备当前支持的最大充电电流；

所述控制单元根据所述待充电设备当前支持的最大充电电流确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的
5 充电电流。

20、如权利要求 13-19 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

在使用所述第二充电模式充电的过程中，所述控制单元与所述待充电设备
10 进行双向通信，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

21、如权利要求 20 所述的适配器，其特征在于，所述控制单元与所述待充电设备进行双向通信，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值，包括：

所述控制单元向所述待充电设备发送的第四指令，所述第四指令用于询问所述待充电设备的电池的当前电压；

15 所述控制单元接收所述适配器发送的所述第四指令的回复指令，所述第四指令的回复指令用于指示所述电池的当前电压；

所述控制单元根据所述电池的当前电压，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

22、如权利要求 13-21 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器
20 器包括充电接口，所述控制单元通过所述充电接口中的数据线与所述待充电设备进行双向通信。

23、如权利要求 1-22 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器支持第一充电模式和第二充电模式，所述第一充电模式为恒压模式，所述第二充电模式为恒流模式，所述第一脉动波形的电流为所述适配器在所述第二
25 充电模式下的输出电流，所述适配器包括控制单元，所述功率转换单元包括次级滤波单元，所述控制单元与所述次级滤波单元相连，在所述第一充电模式下，所述控制单元控制所述次级滤波单元工作，使得所述适配器的输出电压的电压值恒定；在所述第二充电模式下，所述控制单元控制所述次级滤波单元停止工作，使得所述适配器的输出电流为所述第一脉动波形的电流。

30 24、如权利要求 1-23 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器将所述第一脉动波形的电流直接加载在所述待充电设备的电池的两端，为

所述电池进行直充。

25、如权利要求 1-24 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器是用于为移动终端充电的适配器。

26、如权利要求 1-25 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器
5 器包括用于对充电过程进行控制的控制单元，所述控制单元为微控制单元 MCU。

27、如权利要求 1-26 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器包括充电接口，所述充电接口为通用串行总线 USB 接口。

28、一种充电控制方法，其特征在于，所述方法应用于适配器，所述适
10 配器包括功率转换单元和采样保持单元，所述功率转换单元用于对输入的交流电转进行转换，以得到所述适配器的输出电压和输出电流，其中所述适配器的输出电流为第一脉动波形的电流，所述采样保持单元与所述功率转换单元相连，当所述采样保持单元处于采样状态时，所述采样保持单元用于对所述第一脉动波形的电流进行采样，当所述采样保持单元处于保持状态时，所
15 述采样保持单元用于保持所述第一脉动波形的电流的峰值，

所述方法包括：

判断所述采样保持单元是否处于保持状态；

在判断出所述采样保持单元处于所述保持状态的情况下，采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值。

29、如权利要求 28 所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器还
20 包括电压调整单元，所述电压调整单元与所述功率转换单元相连，用于检测并调整所述适配器的输出电压；

所述方法还包括：

通过所述电压调整单元，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

30、如权利要求 29 所述的充电控制方法，其特征在于，所述电压调整
25 单元包括：

分压单元，所述分压单元的输入端与所述功率转换单元相连，用于按照设定的分压比对所述适配器的输出电压进行分压，生成第二电压；

电压比较单元，所述电压比较单元的输入端与所述分压单元的输出端相
30 连，用于比较所述第二电压和第二参考电压；

电压控制单元，所述电压控制单元的输入端与所述电压比较单元的输入

端相连，所述电压控制单元的输出端与所述功率转换单元相连，所述电压控制单元根据所述第二电压和所述第二参考电压的比较结果，控制所述适配器的输出电压；

所述通过所述电压调整单元，调整所述第一脉动波形的电流的峰值，包

5 括：

通过调整所述分压比，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

31、如权利要求 30 所述的充电控制方法，其特征在于，所述分压单元包括数字电位器，所述数字电位器的高电位端与所述功率转换单元相连，所述数字电位器的低电位端与地相连，所述数字电位器的输出端与所述电压比

10 较单元相连，

所述通过调整所述分压比，调整所述第一脉动波形的电流的峰值，包括：

调整所述数字电位器的分压比，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

32、如权利要求 28-31 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述判断所述采样保持单元是否处于保持状态，包括：

15

接收同步信号，其中所述同步信号的周期是所述第一脉动波形的周期的 $1/N$ ， N 为大于或等于 1 的整数；

基于所述同步信号判断所述采样保持单元是否处于保持状态。

33、如权利要求 32 所述的充电控制方法，其特征在于，所述基于所述同步信号判断所述采样保持单元是否处于保持状态，包括：

20

基于所述同步信号，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿；

在判断出所述第一脉动波形处于峰值或下降沿的情况下，确定所述采样保持单元处于保持状态。

34、如权利要求 33 所述的充电控制方法，其特征在于，所述基于所述同步信号，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿，包括：

25

基于所述同步信号的电压和参考电压的比较结果，判断所述第一脉动波形是否处于峰值或下降沿。

35、如权利要求 32-34 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述第一脉动波形的周期与所述同步信号的周期相同。

36、如权利要求 28-35 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述方法还包括：

30

在采集到所述第一脉动波形的电流的峰值之后，控制所述采样保持单元从保持状态转换至采样状态。

37、如权利要求 36 所述的充电控制方法，其特征在于，所述采样保持单元包括电容，所述采样保持单元基于所述采样保持单元中的电容保持所述
5 第一脉动波形的电流的峰值，

所述控制所述采样保持单元从保持状态转换至采样状态，包括：

释放所述采样保持单元中的电容两端的电荷，从而使得所述采样保持单元从保持状态转换至采样状态。

38、如权利要求 28-37 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所
10 述采样保持单元包括：

电流采样单元，与所述功率转换单元相连，用于检测所述第一脉动波形的电流，得到采样电流，并将所述采样电流转换成采样电压，所述采样电压用于指示所述第一脉动波形的电流的大小；

15 电流保持单元，与所述电流采样单元和所述电流采集控制单元相连，所述电流保持单元从所述电流采样单元接收所述采样电压，并基于所述采样电压为所述电流保持单元中的电容充电；

所述采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值，包括：

20 通过采集所述采样保持单元中的电容两端的电压，获取所述第一脉动波形的电流的峰值。

39、如权利要求 28-38 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述采集所述采样保持单元保持的所述第一脉动波形的电流的峰值，包括：

基于模拟数字转换器 ADC 采集所述第一脉动波形的电流的峰值。

40、如权利要求 28-39 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所
25 述适配器支持第一充电模式和第二充电模式，所述适配器在所述第二充电模式下对待充电设备的充电速度快于所述适配器在所述第一充电模式下对所述待充电设备的充电速度，所述第一脉动波形的电流为所述适配器在所述第二充电模式下的输出电流，

所述方法还包括：

30 在所述适配器与待充电设备连接的过程中，与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出。

41、如权利要求 40 所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

与所述待充电设备进行双向通信，以协商所述适配器与所述待充电设备之间的充电模式。

42、如权利要求 41 所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以协商所述适配器与所述待充电设备之间的充电模式，包括：

向所述待充电设备发送第一指令，所述第一指令用于询问所述待充电设备是否开启所述第二充电模式；

接收所述待充电设备发送的所述第一指令的回复指令，所述第一指令的回复指令用于指示所述待充电设备是否同意开启所述第二充电模式；

在所述待充电设备同意开启所述第二充电模式的情况下，使用所述第二充电模式为所述待充电设备充电。

43、如权利要求 40-42 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压；

对所述适配器的输出电压进行调整，使所述适配器的输出电压等于在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压。

44、如权利要求 43 所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电压，包括：

向所述待充电设备发送第二指令，所述第二指令用于询问所述适配器的输出电压与所述待充电设备的电池的当前电压是否匹配；

接收所述待充电设备发送的所述第二指令的回复指令，所述第二指令的回复指令用于指示所述适配器的输出电压与所述电池的当前电压匹配、偏高或偏低。

45、如权利要求 40-44 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所

述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流；

- 5 对所述第一脉动波形的电流的峰值进行调整，使所述第一脉动波形的电流的峰值等于在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流。

- 46、如权利要求 45 所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流，包括：

向所述待充电设备发送第三指令，所述第三指令用于询问所述待充电设备当前支持的最大充电电流；

接收所述待充电设备发送的所述第三指令的回复指令，所述第三指令的回复指令用于指示所述待充电设备当前支持的最大充电电流；

- 15 根据所述待充电设备当前支持的最大充电电流确定在所述第二充电模式下的所述适配器输出的用于对所述待充电设备进行充电的充电电流。

47、如权利要求 40-46 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以控制在所述第二充电模式下的所述适配器的输出的过程，包括：

- 20 在使用所述第二充电模式充电的过程中，与所述待充电设备进行双向通信，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

48、如权利要求 47 所述的充电控制方法，其特征在于，所述与所述待充电设备进行双向通信，以调整所述第一脉动波形的电流的峰值，包括：

- 25 向所述待充电设备发送的第四指令，所述第四指令用于询问所述待充电设备的电池的当前电压；

接收所述适配器发送的所述第四指令的回复指令，所述第四指令的回复指令用于指示所述电池的当前电压；

根据所述电池的当前电压，调整所述第一脉动波形的电流的峰值。

- 30 49、如权利要求 40-48 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器包括充电接口，所述适配器通过所述充电接口中的数据线与所述待充电设备进行双向通信。

50、如权利要求 28-49 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器支持第一充电模式和第二充电模式，所述第一充电模式为恒压模式，所述第二充电模式为恒流模式，所述第一脉动波形的电流为所述适配器在所述第二充电模式下的输出电流，所述适配器包括控制单元，所述功率转换单元包括次级滤波单元，所述控制单元与所述次级滤波单元相连，

所述方法还包括：

在所述第一充电模式下，控制所述次级滤波单元工作，使得所述适配器的输出电压的电压值恒定；

在所述第二充电模式下，控制所述次级滤波单元停止工作，使得所述适配器的输出电流为所述第一脉动波形的电流。

51、如权利要求 28-50 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器将所述第一脉动波形的电流直接加载在所述待充电设备的电池的两端，为所述电池进行直充。

52、如权利要求 28-51 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器是用于为移动终端充电的适配器。

53、如权利要求 28-52 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器包括用于对充电过程进行控制的控制单元，所述控制单元为微控制单元 MCU。

54、如权利要求 28-53 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器包括充电接口，所述充电接口为通用串行总线 USB 接口。

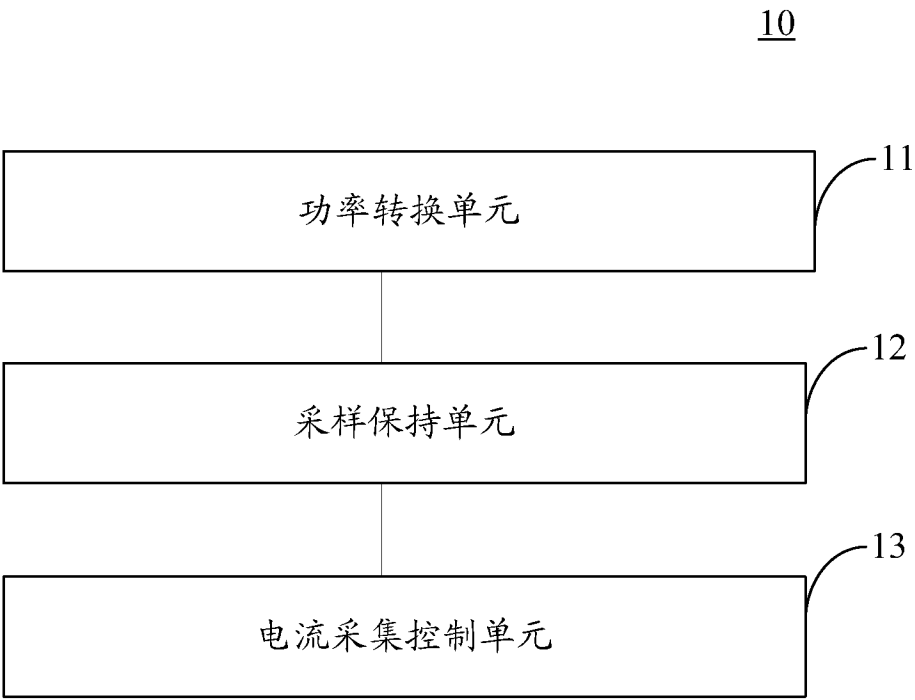


图 1

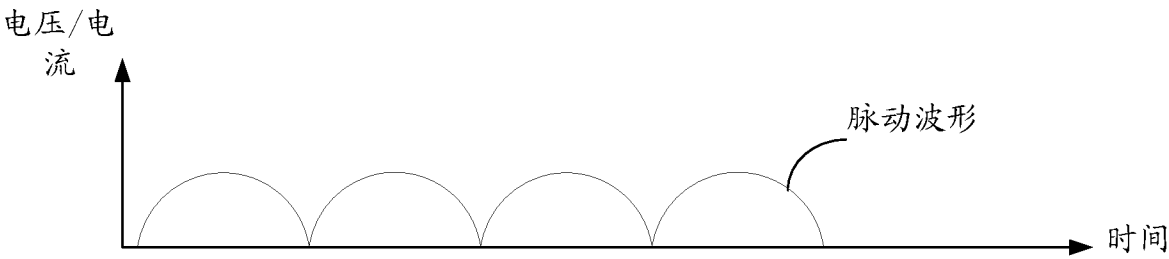


图 2A

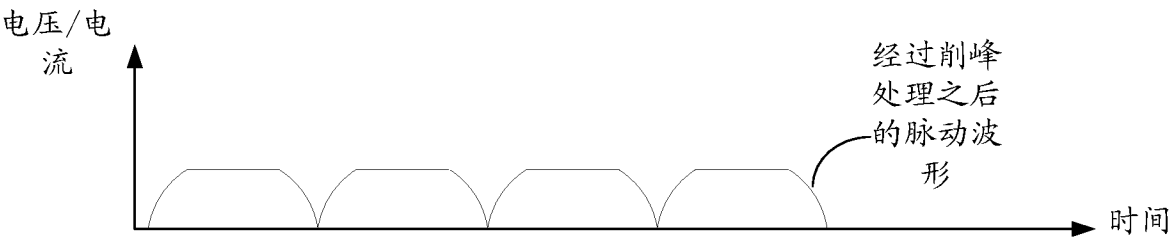


图 2B

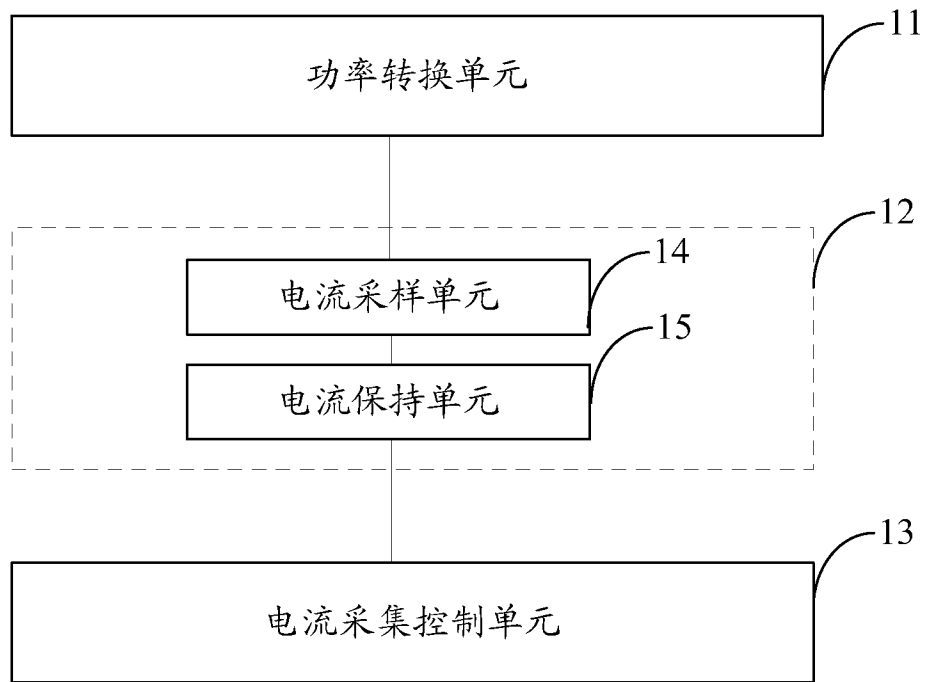
10

图 3

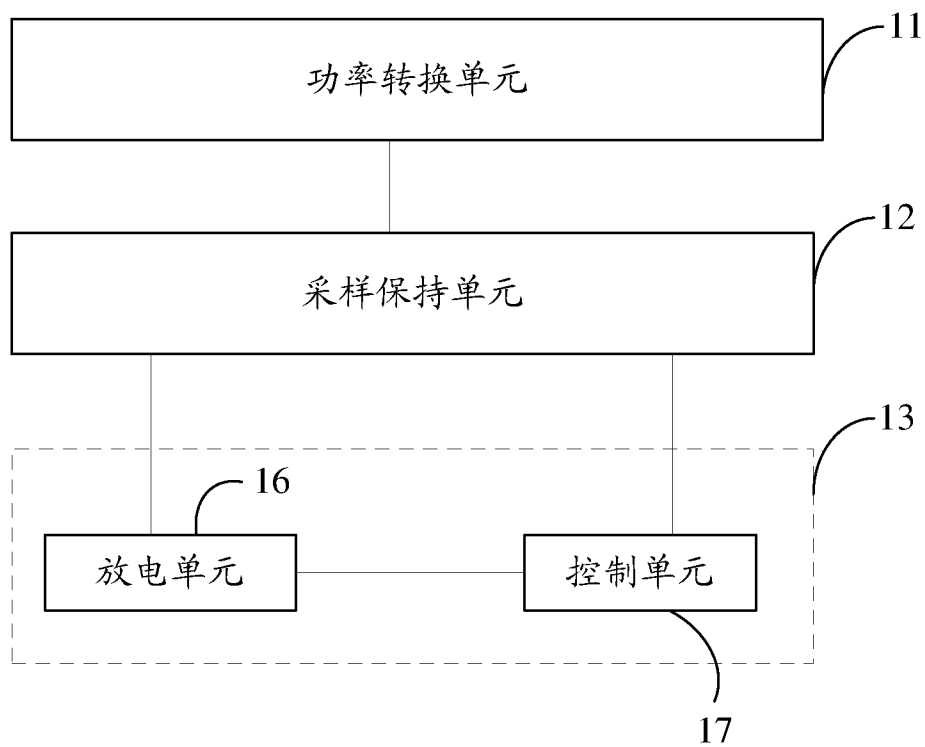
10

图 4

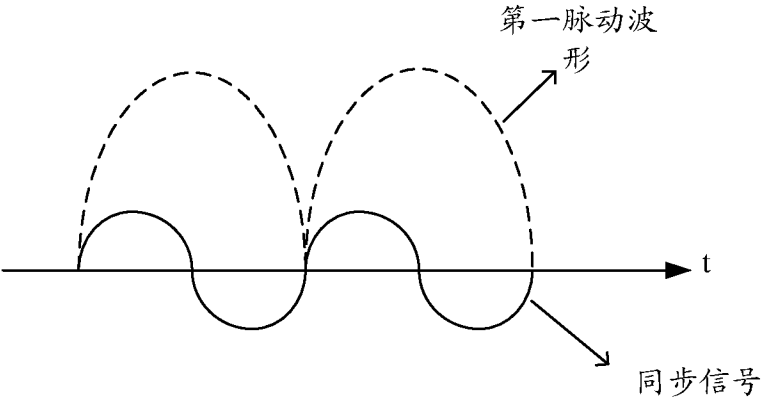


图 5

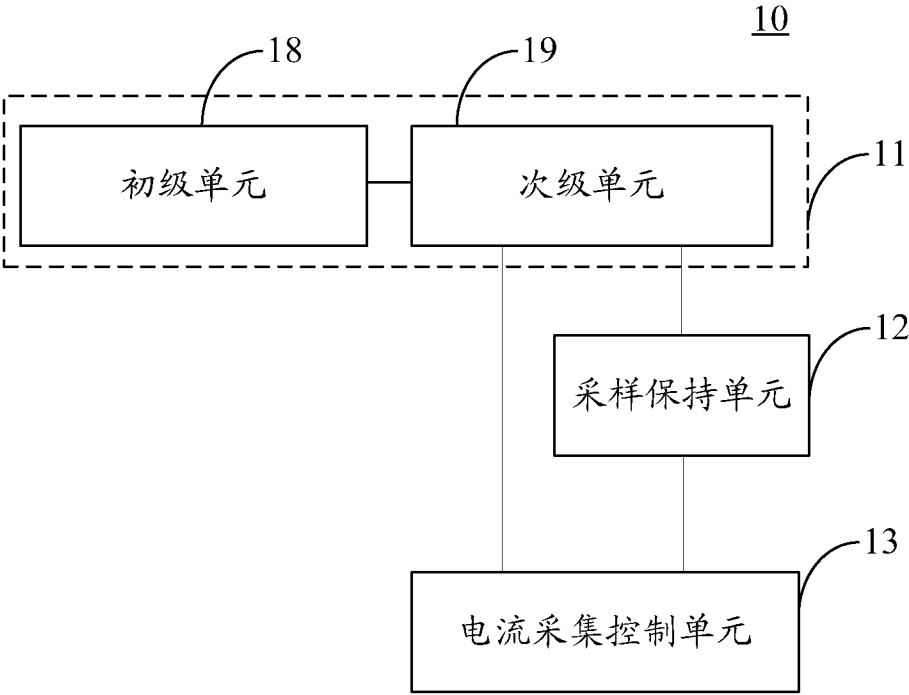


图 6

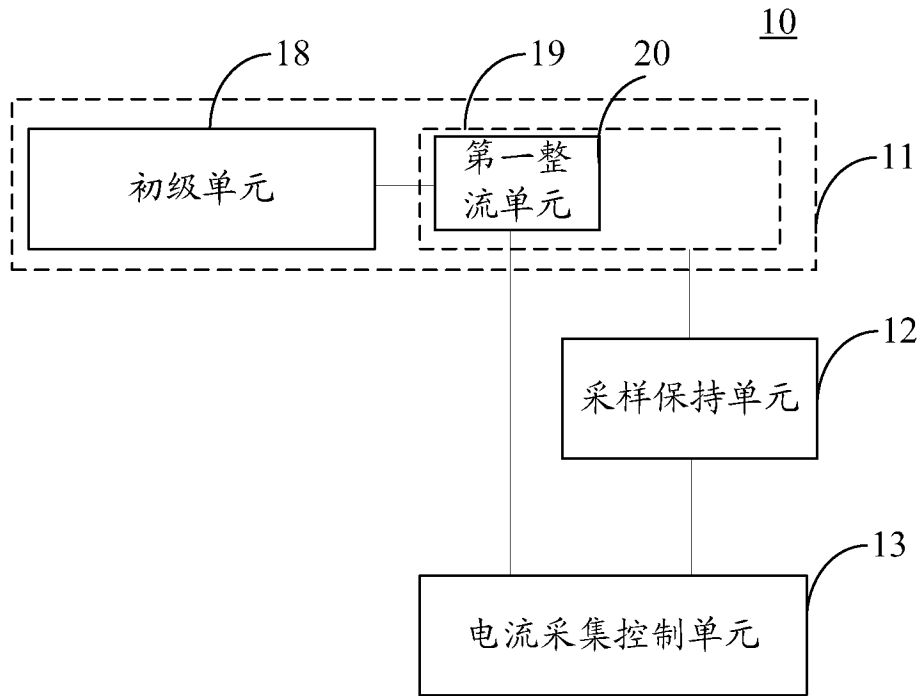


图 7

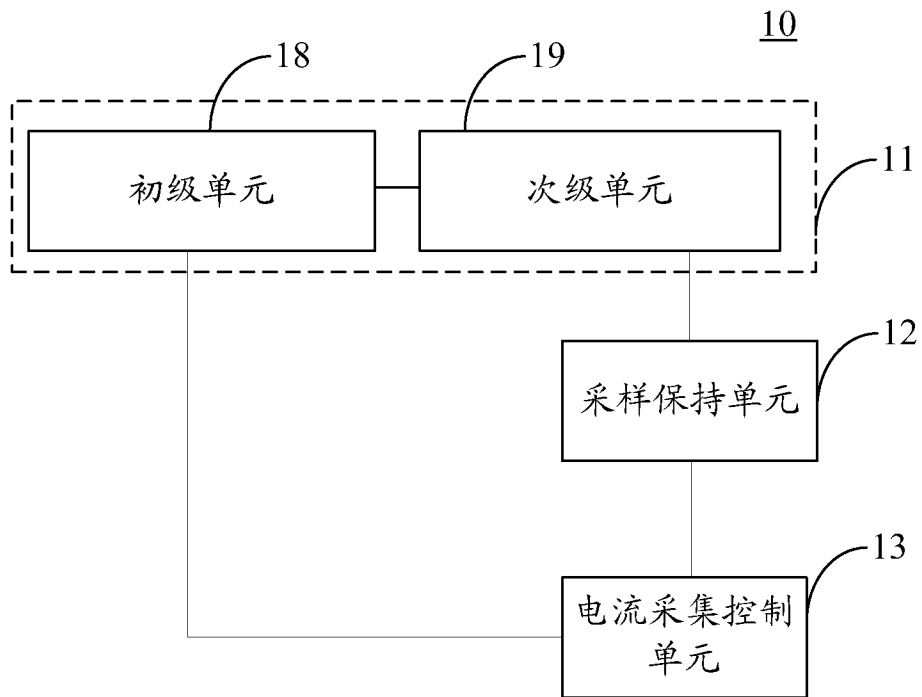


图 8

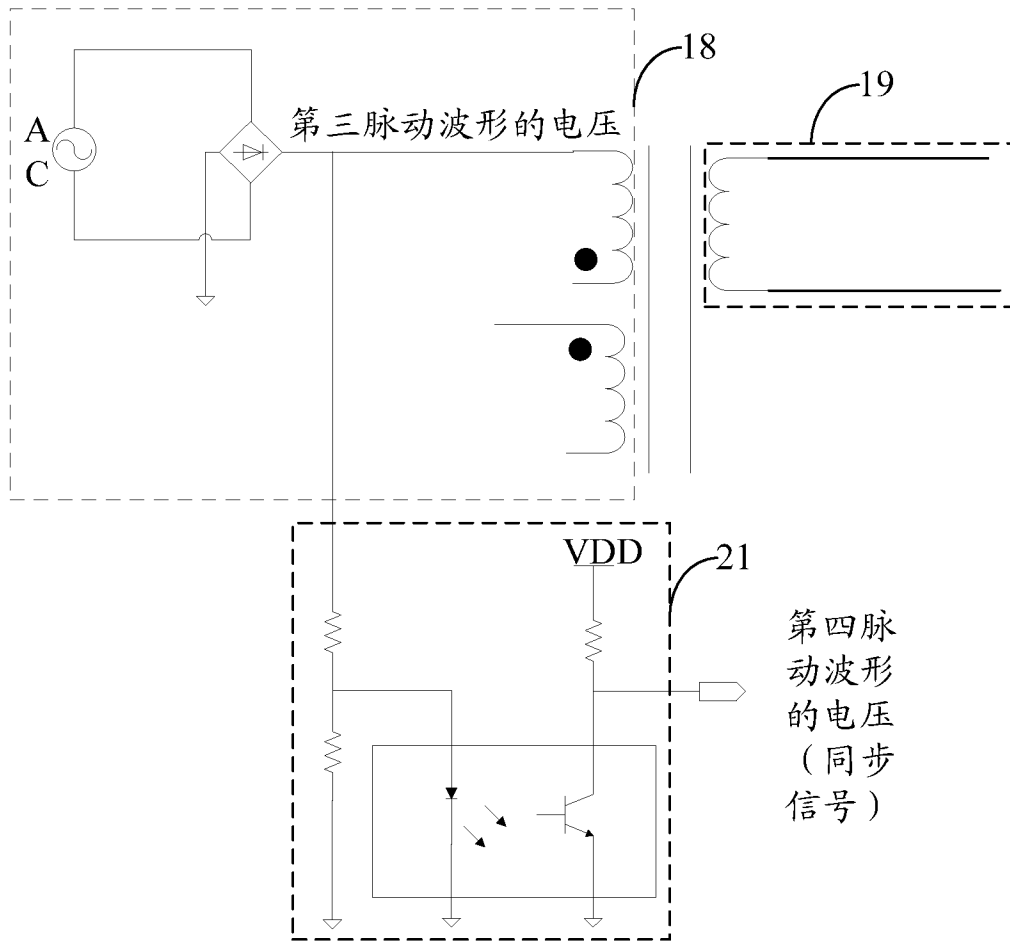


图 9

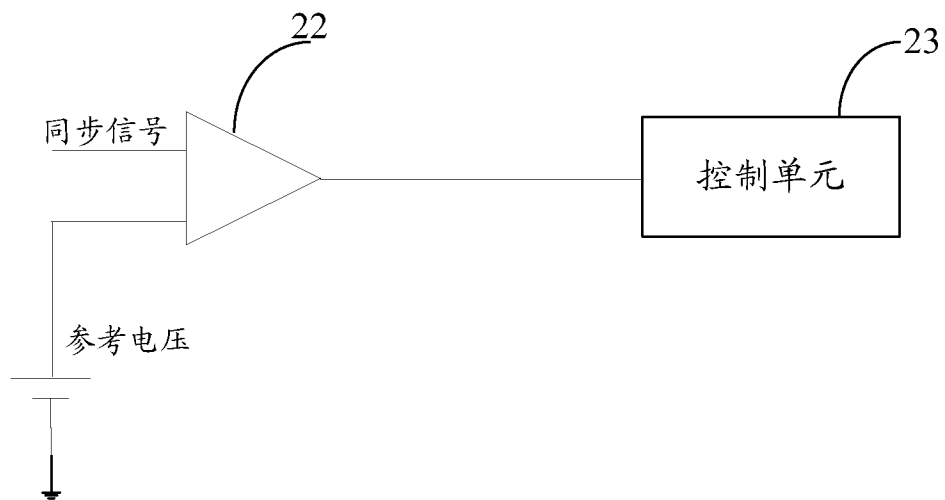


图 10

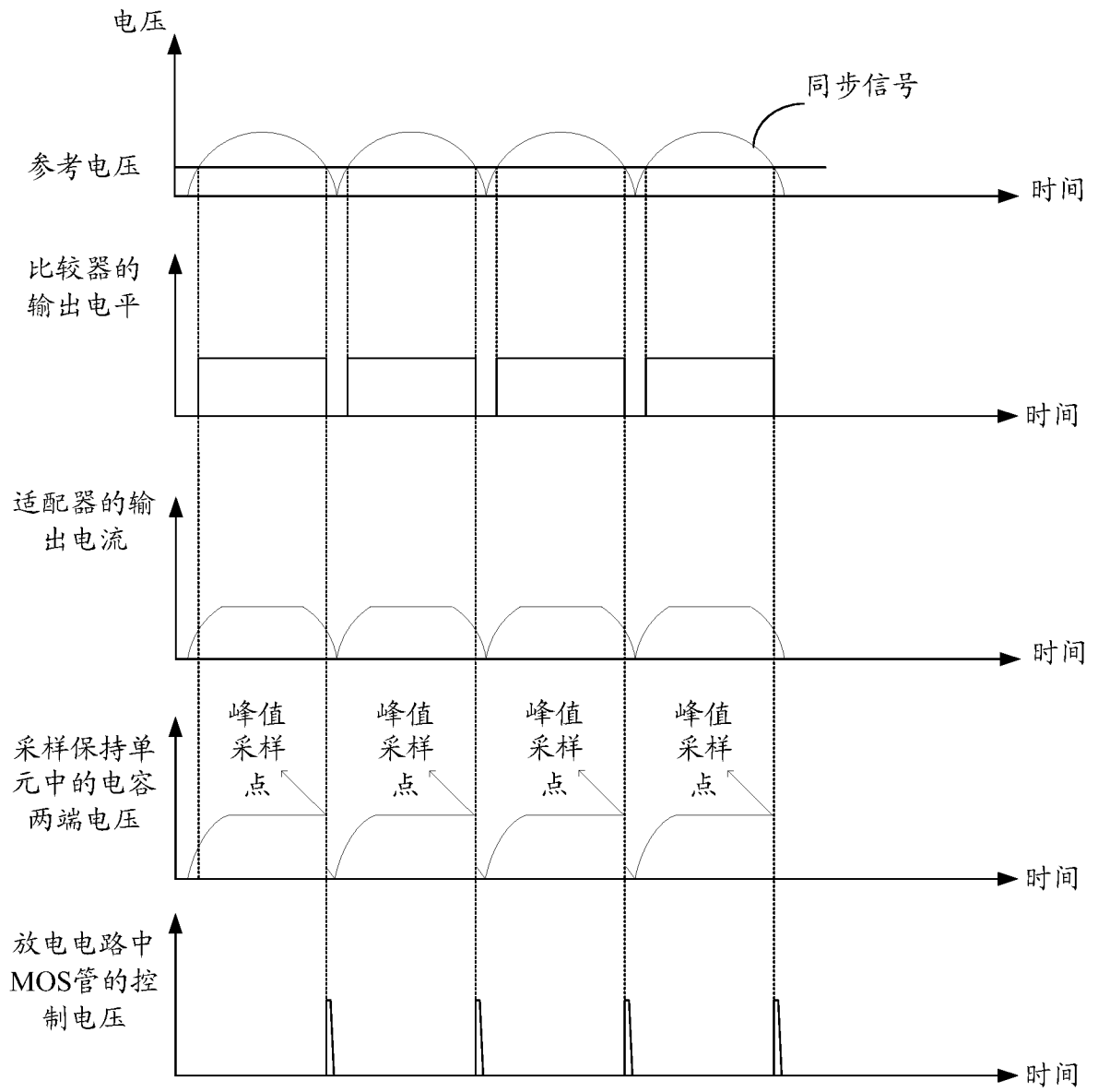


图 11

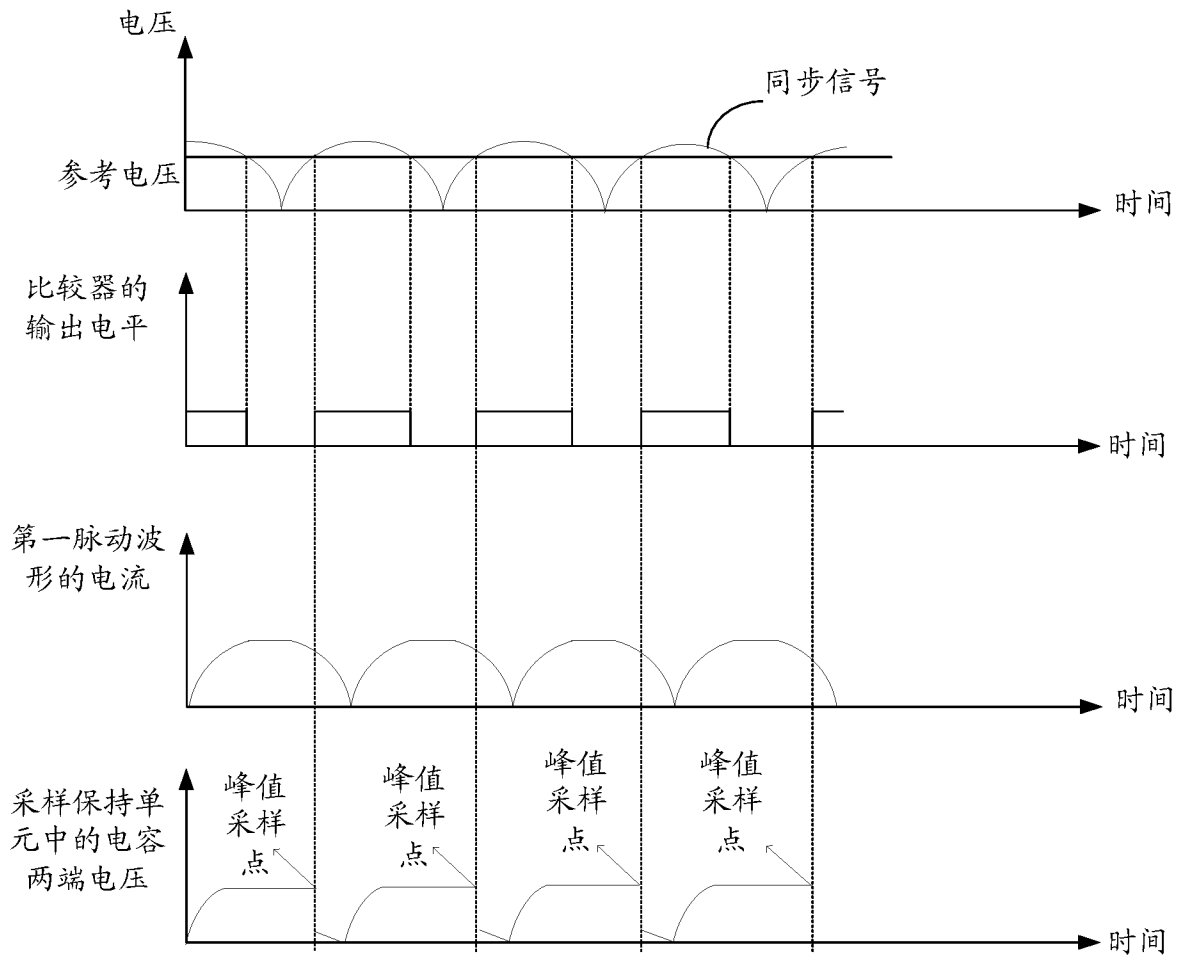


图 12

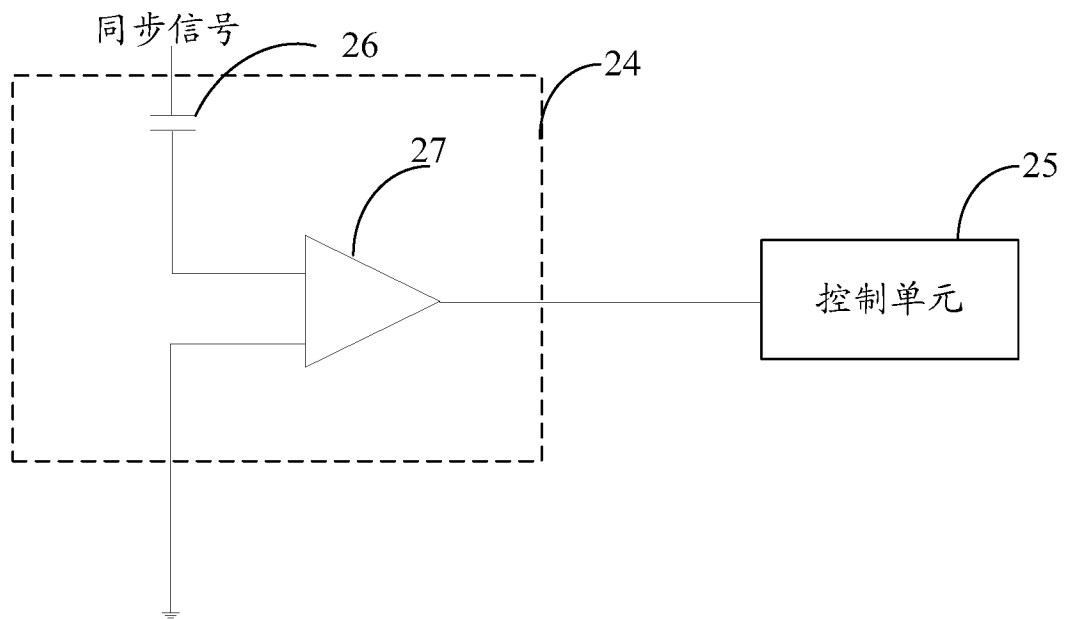


图 13

10

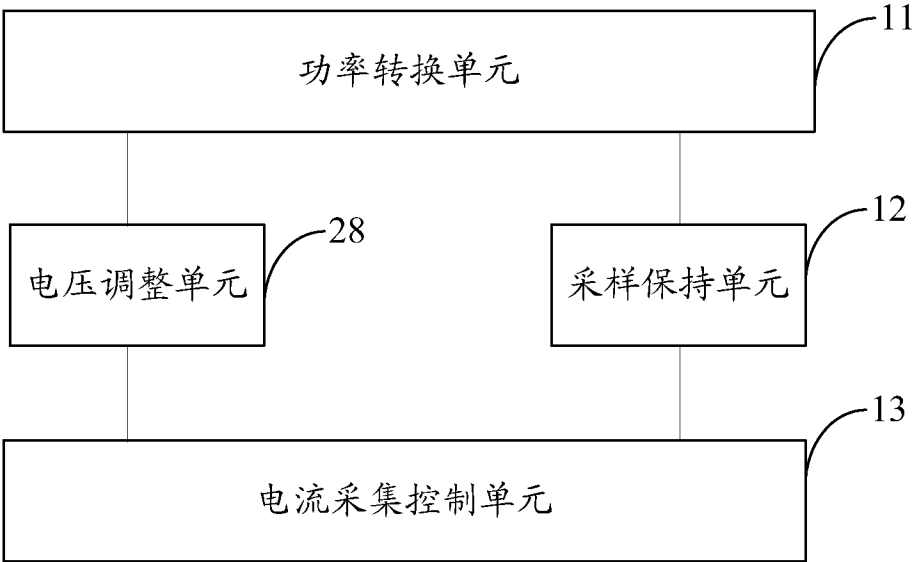


图 14

10

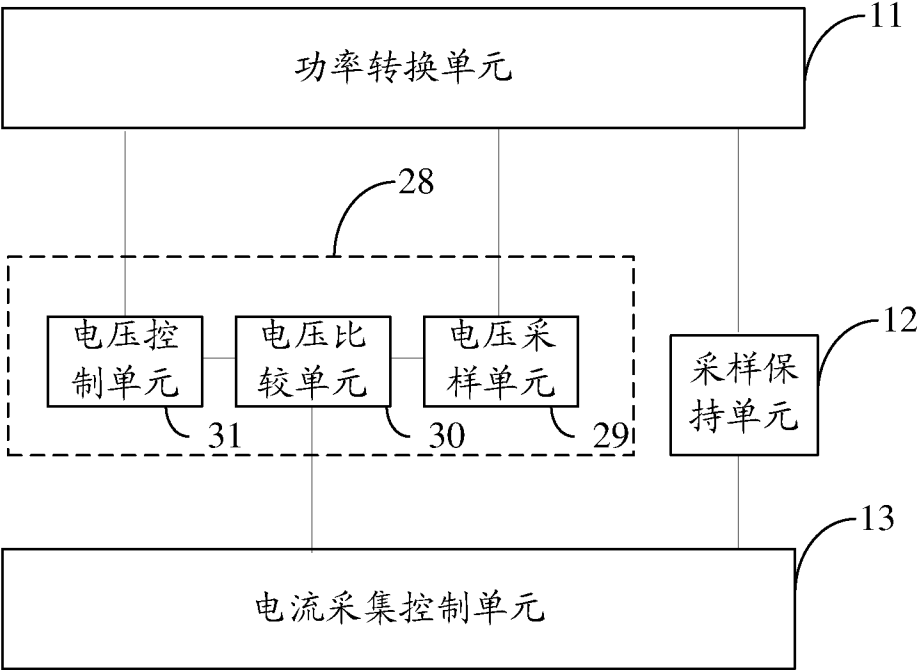


图 15

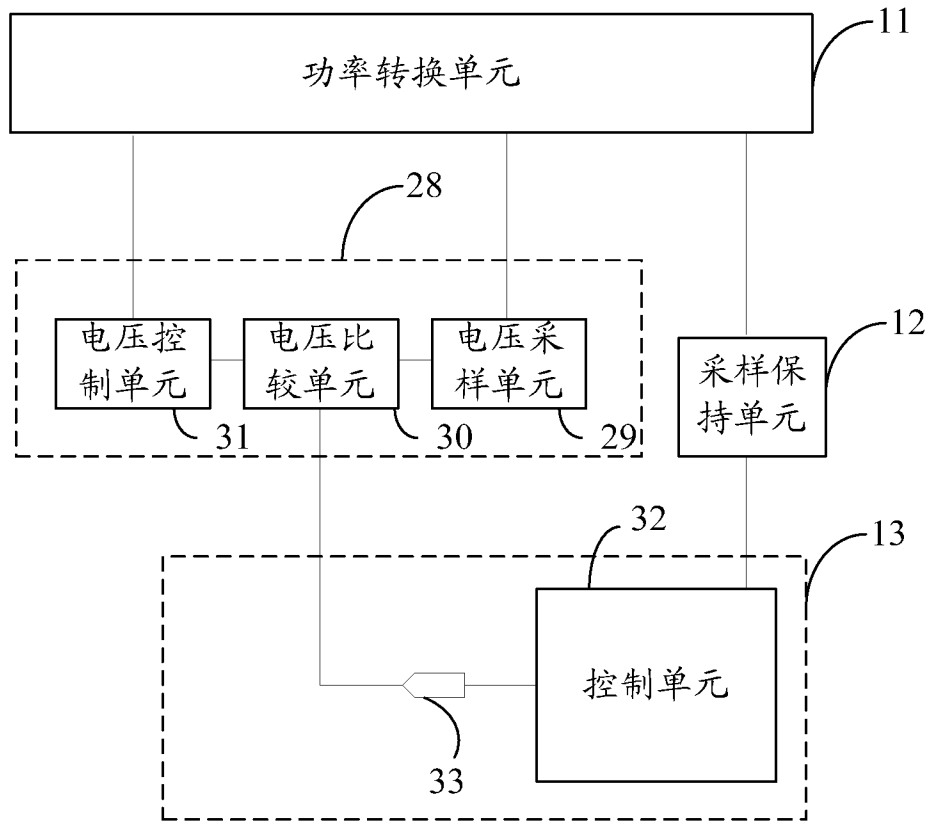
10

图 16

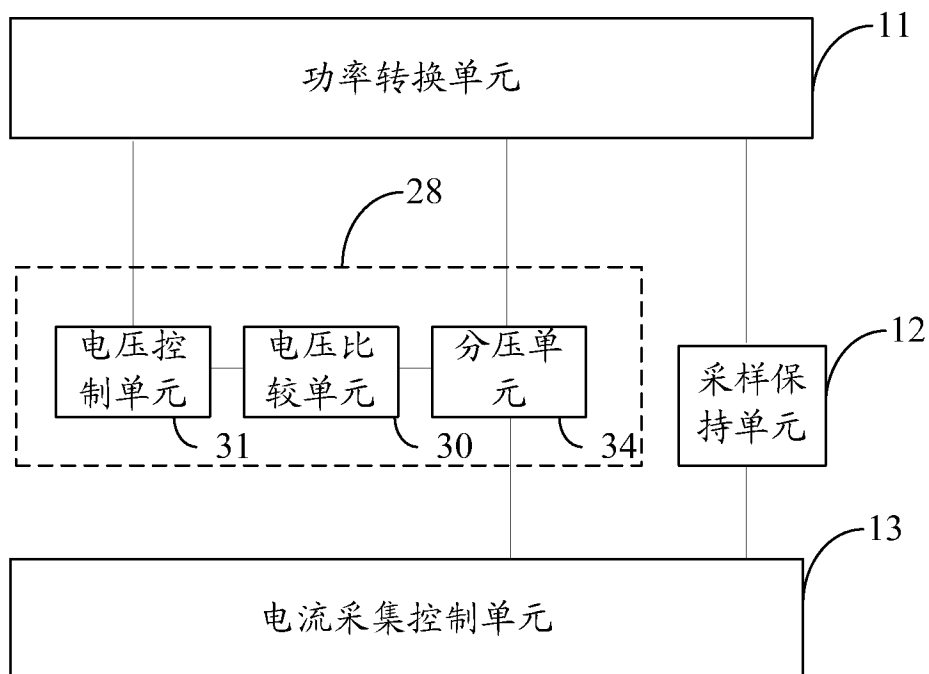
10

图 17

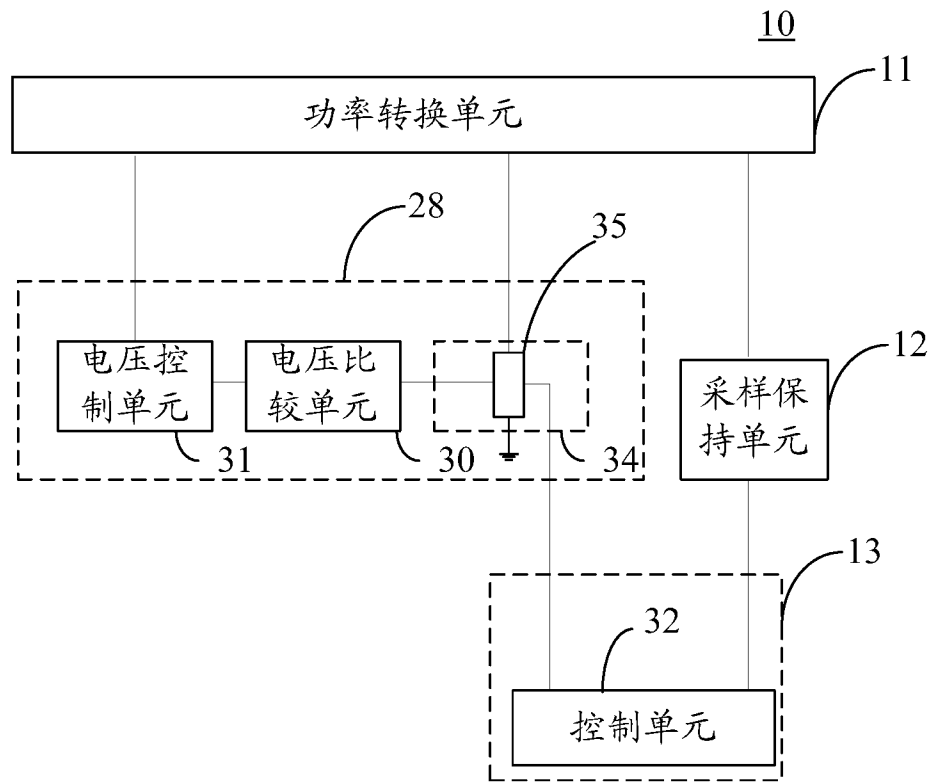


图 18

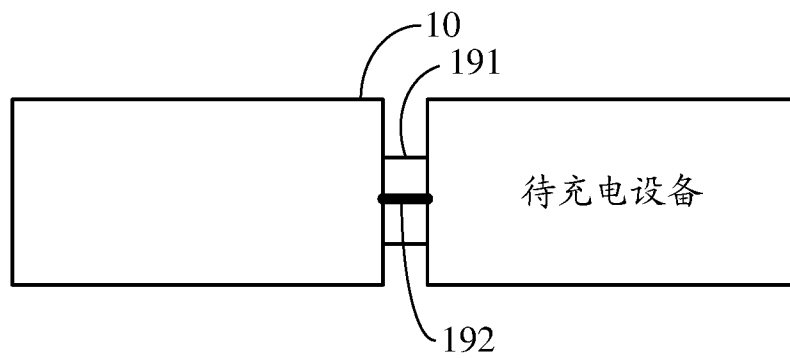


图 19A

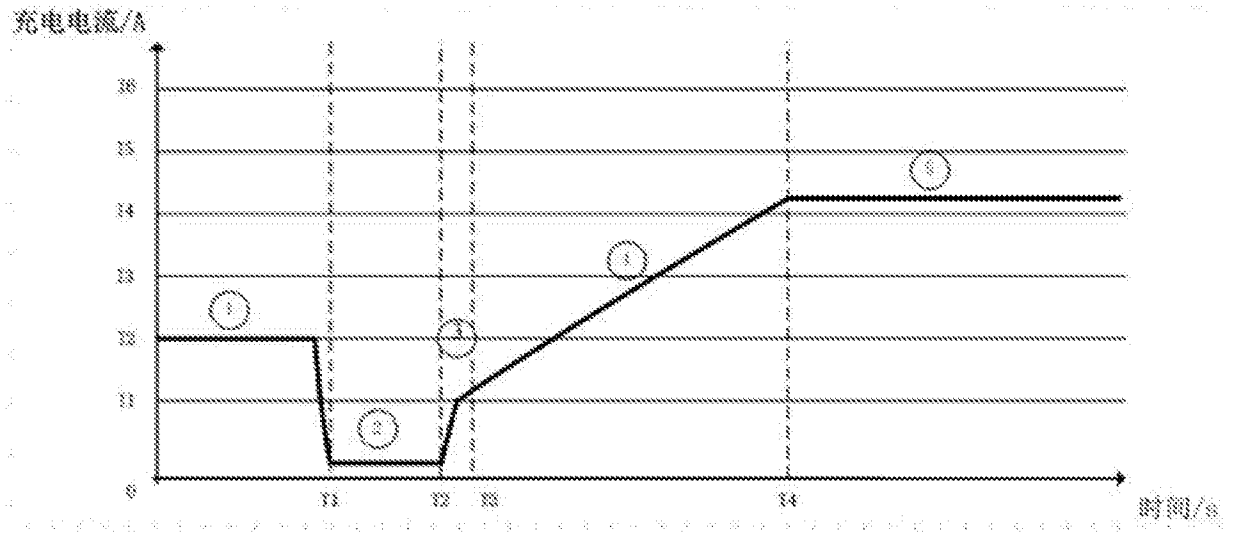


图 19B

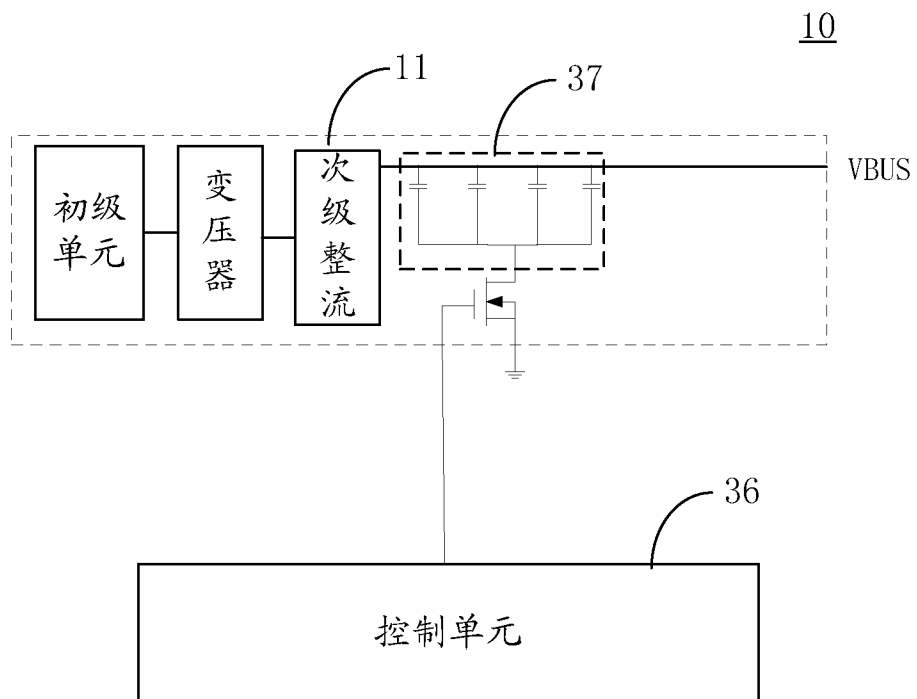


图 20

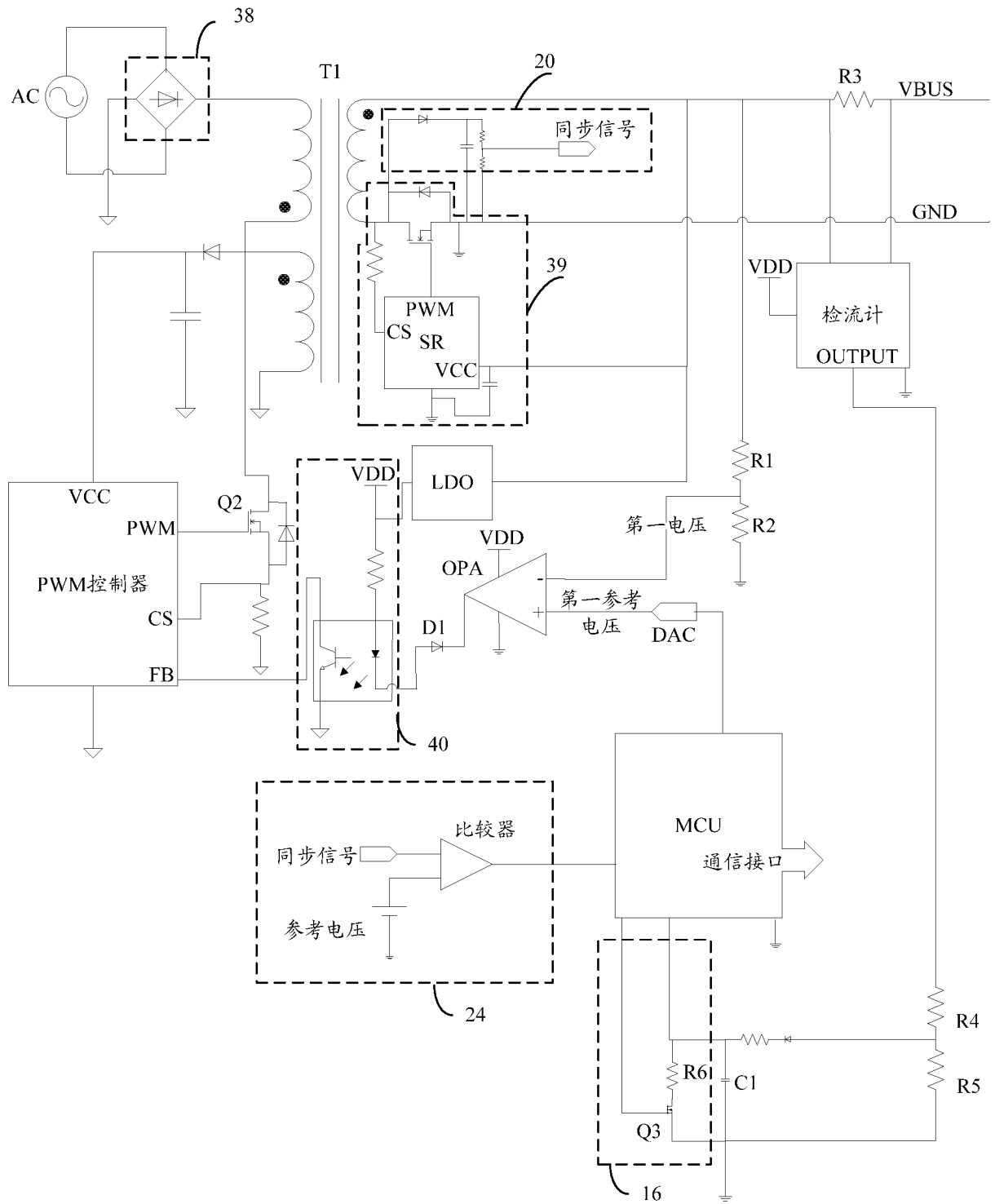


图 21



图 22

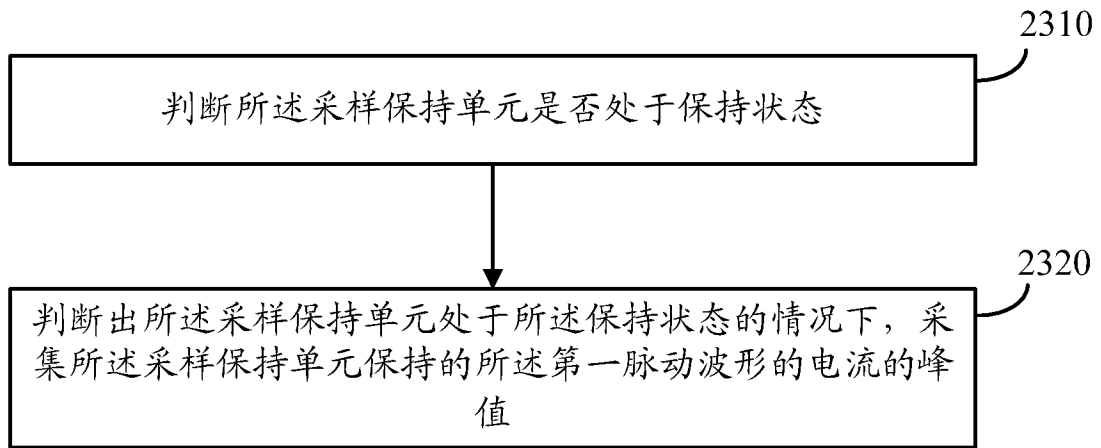


图 23