

(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 2017/133386 A2

- (51) 国际专利分类号:
H02J 7/02 (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/070526
- (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 PROPERTY 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,

[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

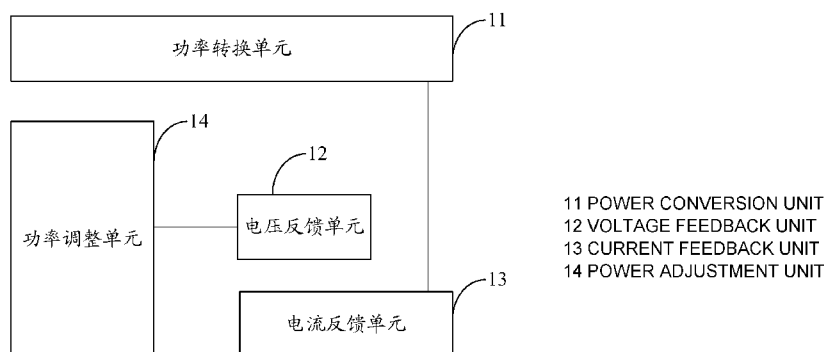


图 1A

(57) Abstract: Provided are an adapter and a charging control method, the adapter comprising: a power conversion unit; a voltage feedback unit; a current feedback unit; a power adjustment unit. An input end of the power adjustment unit is connected to an output end of the voltage feedback unit and an output end of the current feedback unit, an output end of the power adjustment unit is connected to the power conversion unit, and the power adjustment unit is used for receiving a voltage feedback signal and a current feedback signal and stabilising an output voltage and an output current of a second adapter when the voltage feedback signal indicates that the output voltage of the second adapter has reached a target voltage or the current feedback signal indicates that the output current of the second adapter has reached a target current. The second adapter improves the safety of a charging process.

(57) 摘要: 本发明实施例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; 电压反馈单元; 电流反馈单元; 功率调整单元, 功率调整单元的输入端与电压反馈单元的输出端和电流反馈单元的输出端相连, 功率调整单元的输出端与功率转换单元相连, 功率调整单元用于接收电压反馈信号和电流反馈信号, 并在电压反馈信号指示第二适配器的输出电压达到目标电压, 或电流反馈信号指示第二适配器的输出电流达到目标电流的情况下, 稳定第二适配器的输出电压和输出电流。本发明实施例提供的第二适配器能够提高充电过程的安全性。



WO 2017/133386 A2



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

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技术领域，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 当待充电设备（如终端）所吸取的电流超过适配器所能提供的最大电流输出阈值时，可能会引发适配器进入过载保护状态，无法继续对待充电设备（如终端）进行充电。

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，以提高充电过程的安全性。

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；电压反馈单元，所述电压反馈单元的输入端与所述功率转换单元相连，所述电压
20 反馈单元用于对所述适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号，所述电压反馈信号用于指示所述适配器的输出电压是否达到设定的目标电压；电流反馈单元，所述电流反馈单元的输入端与所述功率转换单元相连，所述电流反馈单元用于对所述适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号，所述电流反馈信号用于指示所述适配器的输出电流是否达到设定的目标
25 电流；功率调整单元，所述功率调整单元的输入端与所述电压反馈单元的输出端和所述电流反馈单元的输出端相连，所述功率调整单元的输出端与所述功率转换单元相连，所述功率调整单元用于接收所述电压反馈信号和所述电流反馈信号，并在所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述目标电压，或所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述目标电流
30 的情况下，稳定所述适配器的输出电压和输出电流；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。

第二方面，提供一种充电控制方法，所述方法应用于适配器，所述方法包括：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；对所述适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号，所述电压反馈信号用于指示所述适配器的输出电压是否达到设定的目标电压；对所述适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号，所述电流反馈信号用于指示所述适配器的输出电流是否达到设定的目标电流；在所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述目标电压，或所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述目标电流的情况下，稳定所述适配器的输出电压和输出电流；通过充电接口中的数据线与所述待充电设备进行双向通信。

本发明实施例的适配器既包括电压反馈单元，也包括电流反馈单元，其中电压反馈单元、功率调整单元和功率转换单元形成用于对适配器的输出电压进行闭环控制的硬件电路，即硬件形式的电压反馈环；电流反馈单元、功率调整单元和功率转换单元形成用于对适配器的输出电流进行闭环控制的硬件电路，即硬件形式的电流反馈环。在双环反馈控制的基础上，本发明实施例的功率调整单元会综合考虑电压反馈信号和电流反馈信号提供的反馈信息，并在适配器的输出电压和适配器的输出电流中的任意一个达到目标值的情况下，稳定适配器的输出电压和输出电流。换句话说，本发明实施例中，适配器的输出电压和输出电流中的任意一个达到目标值时，功率调整单元均能立刻感知这一事件的发生，并立刻对这一事件进行响应，以稳定适配器的输出电压和输出电流，提高了充电过程的安全性。

附图说明

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 1A 是本发明一个实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 1B 是本发明实施例的功率转换单元的示意性结构图。

图 2 是本发明另一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 3 是本发明又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 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 6 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

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。

5 图 9 是本发明实施例的电压比较单元的示意性结构图。

图 10 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 11 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 12 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 13 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

10 图 14 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

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 是本发明实施例的电流比较单元的示意性结构图。

图 18 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

15 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。

图 20 是脉动直流电的电流波形示意图。

图 21 是本发明又一实施例的第二适配器的示意性结构图。

图 22 是本发明实施例的恒流模式下的脉动直流电的示意图。

20 图 23 是本发明实施例的第二适配器的电路示例图。

图 24 是本发明实施例的充电控制方法的示意性流程图。

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。

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。

5 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，具有电流反馈模块的功能，以实现

10 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
15 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
20 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
25 （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
30 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。

可选地，作为一种实现方式，第二适配器的电流反馈环可以在电压反馈环的基础上采用软件的方式实现。具体地，当第二适配器输出的充电电流不符合要求时，第二适配器可以根据期望的充电电流计算出期望的充电电压，并通过电压反馈环将第二适配器输出的充电电压调整为该计算出的期望的充电电压，相当于通过软件的方式，借助电压反馈环实现了电流反馈环的功能。但是，在采用恒压的方式为电池充电的过程中，充电电路上的负载电流经常是快速变化的，如果第二适配器通过软件的方式实现电流反馈环，需要进行电流采样、电流电压转换等中间操作，导致第二适配器对负载电流的响应速度慢，从而可能会导致待充电设备（如终端）所吸取的电流超过第二适配器所能提供的最大电流输出阈值，引发第二适配器进入过载保护状态，无法继续对待充电设备（如终端）进行充电。

为了提升第二适配器对负载电流的响应速度，可以在第二适配器内部设置硬件形式的电压反馈环和硬件形式的电流反馈环，下面结合图 1A 进行详细描述。

图 1A 是本发明实施例的第二适配器的示意性结构图。图 1A 的第二适配器 10 可包括功率转换单元 11、电压反馈单元 12、电流反馈单元 13 和功

率调整单元 14。

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。

5 电压反馈单元 12 的输入端与功率转换单元 11 相连，电压反馈单元 12 用于对第二适配器 10 的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号，电压反馈信号用于指示第二适配器 10 的输出电压是否达到设定的目标电压。

电流反馈单元 13 的输入端与功率转换单元 11 相连，电流反馈单元 13 用于对第二适配器 10 的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号，电流反馈信号用于指示第二适配器 10 的输出电流是否达到设定的目标电流。

10 功率调整单元 14 的输入端与电压反馈单元 12 的输出端和电流反馈单元 13 的输出端相连，功率调整单元 14 的输出端与功率转换单元 11 相连，功率调整单元 14 用于接收电压反馈信号和电流反馈信号，并在电压反馈信号指示第二适配器 10 的输出电压达到目标电压，或电流反馈信号指示第二适配器 10 的输出电流达到目标电流的情况下，稳定第二适配器 10 的输出电压和
15 输出电流。

功率调整单元 14 稳定第二适配器 10 的输出电压和输出电流可以指功率调整单元 14 控制第二适配器 10 的输出电压和输出电流保持不变。以功率调整单元 14 是基于脉冲宽度调制（Pulse Width Modulation, PWM）的功率调整单元为例，在 PWM 控制信号的频率和占空比保持不变的情况下，第二适
20 配器 10 的输出电压和输出电流即可保持稳定。

本发明实施例的第二适配器既包括电压反馈单元，也包括电流反馈单元，其中电压反馈单元、功率调整单元和功率转换单元形成用于对第二适配器的输出电压进行闭环控制的硬件电路，即硬件形式的电压反馈环；电流反馈单元、功率调整单元和功率转换单元形成用于对第二适配器的输出电流进
25 行闭环控制的硬件电路，即硬件形式的电流反馈环。在双环反馈控制的基础上，本发明实施例的功率调整单元会综合考虑电压反馈信号和电流反馈信号提供的反馈信息，并在第二适配器的输出电压和第二适配器的输出电流中的任意一个达到目标值的情况下，稳定第二适配器的输出电压和输出电流。换句话说，本发明实施例中，第二适配器的输出电压和输出电流中的任意一个
30 达到目标值时，功率调整单元均能立刻感知这一事件的发生，并立刻对这一事件进行响应，以稳定第二适配器的输出电压和输出电流，提高了充电过程

的安全性。

以恒压模式为例，电压反馈环主要负责将第二适配器的输出电压调整至恒压模式对应的电压，电流反馈环可以负责检测第二适配器的输出电流是否达到目标电流（此时的目标电流可以是恒压模式下允许输出的最大电流），

5 一旦第二适配器的输出电流达到目标电流，功率调整单元通过电流反馈环能够立刻感知这一事件，并及时稳定第二适配器的输出电流，防止其进一步增大。同理，在恒流模式下，电流反馈环可以负责将第二适配器的输出电流调整至恒流模式对应的电流，电压反馈环可以负责检测第二适配器的输出电压是否达到目标电压（此时的目标电压可以是恒流模式下允许输出的最大电
10 压），一旦输出电压达到目标电压，功率调整单元通过电压反馈环能够立刻感知这一事件，并及时稳定第二适配器的输出电压，防止其进一步增大。

电压反馈信号和电流反馈信号是指二者反馈的对象不同，并非要对电压反馈信号和电流反馈信号的信号类型进行限定。具体地，电压反馈信号可用于反馈第二适配器的输出电压，电流反馈信号可用于反馈第二适配器的输出
15 电流，但二者均可以是电压信号。

目标电压可以是预先设定好的固定值，也可以是可调节的变量。在一些实施例中，第二适配器 10 可以根据实际需要，通过一定的调节电路调节目标电压的电压值。比如，待充电设备（终端）可以向第二适配器发送目标电压的调节指令，第二适配器 10 根据该目标电压的调节指令调节目标电压的
20 电压值。又如，第二适配器 10 可以从待充电设备接收电池的状态信息，并根据电池的状态实时调节目标电压的电压值。同理，目标电流可以是预先设定好的固定值，也可以是可调节的变量。在一些实施例中，第二适配器 10 可以根据实际需要，通过一定的调节电路调节目标电流的电压值，比如，待充电设备（终端）可以向第二适配器 10 发送目标电流的调节指令，第二适
25 配器 10 根据该目标电流的调节指令调节目标电流的电压值。又如，第二适配器 10 可以从待充电设备接收电池的状态信息，并根据电池的状态实时调节目标电流的电流值。

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
30 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, 该第二适配器 10 可包括用于对充电过程进行控制的控制单元(参见图 23 中的 MCU), 以提高第二适配器 10 的智能程度。具体地, 该控制单元可用于与待充电设备(如终端)进行双向通信, 以获取待充电设备(如终端)的指令或状态信息(所述状态信息可指待充电设备电池的当前电压和/或待充电设备的温度等状态信息), 从而基于待充电设备(如终端)的指令或状态信号控制第二适配器 10 对待充电设备(如终端)的充电过程。在一些实施例中, 该控制单元可以是微控制单元(Microcontroller Unit, MCU), 但本发明实施例不限于此, 还可以是其他类型的芯片或电路。

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。

第二适配器 10 的充电模式或功能与目标电压和目标电流的选取有关, 第二适配器 10 的充电模式或功能不同, 目标电压和目标电流的取值也可以有所不同, 下面分别以恒压模式和恒流模式为例进行详细说明。

可选地, 在一些实施例中, 第二适配器 10 支持第一充电模式(即言, 第二适配器 10 可工作在第一充电模式下为待充电设备(如终端)进行充电)。第一充电模式为恒压模式。在恒压模式下, 第二适配器 10 的目标电压为恒压模式对应的电压。目标电流为第二适配器 10 在恒压模式下允许输出的最

大电流。功率调整单元 14 具体用于根据电压反馈信号，将第二适配器 10 的输出电压调整至恒压模式对应的电压，并当电流反馈信号指示第二适配器 10 的输出电流达到第二适配器 10 在恒压模式下允许输出的最大电流时，控制第二适配器 10 的输出电流不超过第二适配器 10 在恒压模式下允许输出的最大电流。

恒压模式下，第二适配器 10 的输出电压会调节至某一个固定电压值，上文中的恒压模式对应的电压即为该固定电压值。例如，恒压模式下，第二适配器 10 的输出电压为 5V，则恒压模式对应的电压为 5V。

本发明实施例将目标电压设定为恒压模式对应的电压，将目标电流设定为恒压模式下第二适配器允许输出的最大电流。这样一来，第二适配器能够基于电压反馈环迅速将第二适配器的输出电压调整至恒压模式对应的电压，为待充电设备（如终端）进行恒压充电。在恒压充电的过程中，一旦第二适配器的输出电流（即负载电流）达到了第二适配器允许输出的最大电流，第二适配器能够通过电流反馈环及时感知这一情况，并及时阻止第二适配器的输出电流的进一步上升，避免了充电故障的发生，提高了第二适配器对负载电流的响应能力。

举例说明，在恒压模式下，如果恒压模式对应的固定电压值为 5V，第二适配器的输出电流通常维持在 100mA~200mA 之间。在这种情况下，可以将目标电压设定为固定电压值（如 5V），将目标电流设定为 500mA 或 1A。一旦第二适配器的输出电流增长到该目标电流对应的电流值，功率调整单元 14 通过电流反馈环能够立刻感知这一事件的发生，并阻止第二适配器的输出电流的进一步增长。

如图 1B 所示，在上述实施例的基础上，功率转换单元 11 可以包括初级整流单元 15、变压器 16、次级整流单元 17 和次级滤波单元 18，所述初级整流单元 15 将脉动形式的电压直接输出至所述变压器 16。

现有技术中，功率转换单元既包括位于初级侧的整流单元和滤波单元，还包括位于次级侧的整流单元和滤波单元。位于初级侧的整流单元和滤波单元可以称为初级整流单元和初级滤波单元。位于次级侧的整流单元和滤波单元可以称为次级整流单元和次级滤波单元。初级滤波单元一般采用液态铝质电解电容进行滤波，液态铝质电解电容的体积较大，会导致适配器的体积较大。

本发明实施例中，功率转换单元 11 包括初级整流单元 15、变压器 16、次级整流单元 17 和次级滤波单元 18，所述初级整流单元 15 将脉动形式的电压直接输出至所述变压器 16。换句话说，本发明实施例提供的功率转换单元 11 不包括初级滤波单元，这样可以很大程度上减小第二适配器 10 的体积，使得第二适配器 10 更加便于携带。次级滤波单元 18 主要基于固态铝质电解电容进行滤波，去掉功率转换单元 11 中的初级滤波单元之后，虽然固态铝质电解电容的带负载能力有限，但由于硬件形式的电流反馈环的存在，可以及时响应负载电流的变化，从而避免因第二适配器的输出电流过大所导致的充电故障。

在上述去除初级滤波单元的方案中，第二适配器 10 在恒压模式下允许输出的最大电流可以基于次级滤波单元中的电容的容量确定。例如，基于次级滤波单元中的电容的容量确定该次级滤波单元最大能够承受的负载电流为 500mA 或 1A，则可以将目标电流设置为 500mA 或 1A，从而可以避免第二适配器的输出电流超过目标电流而引起的充电故障。

可选地，在一些实施例中，第二适配器 10 支持第二充电模式（即言，第二适配器 10 可工作在第二充电模式下为待充电设备（如终端）进行充电），第二充电模式为恒流模式。在恒流模式下，目标电压为第二适配器 10 在恒流模式下允许输出的最大电压，目标电流为恒流模式对应的电流。功率调整单元 14 具体用于根据电流反馈信号，将第二适配器 10 的输出电流调整至恒流模式对应的电流，并当电压反馈信号指示第二适配器 10 的输出电压达到第二适配器 10 在恒流模式下允许输出的最大电压时，控制第二适配器 10 的输出电压不超过第二适配器 10 在恒流模式下允许输出的最大电压。

本发明实施例将目标电流设定为恒流模式对应的电流，将目标电压设定为恒流模式下第二适配器允许输出的最大电压，这样一来，第二适配器能够基于电流反馈环迅速将第二适配器的输出电流调整至恒流模式对应的电流，为待充电设备（如终端）进行充电，在充电过程中，一旦第二适配器的输出电压达到了第二适配器允许输出的最大电压，第二适配器能够通过电压反馈环及时感知这一情况，并及时阻止第二适配器的输出电压的进一步上升，避免了充电故障的发生。

可选地，如图 2 所示，在上述任一实施例的基础上，第二适配器 10 还可包括第一调整单元 21。第一调整单元 21 与电压反馈单元 12 相连，该第一

调整单元 21 可用于调整目标电压的取值。

本发明实施例引入了第一调整单元，该第一调整单元能够根据实际需要调整第二适配器的输出电压，提高了第二适配器的智能程度。例如，第二适配器 10 可以工作在第一充电模式或第二充电模式下，第一调整单元 21 可以
5 基于第二适配器 10 当前使用的第一充电模式或第二充电模式来对应地调整目标电压的取值。

可选地，在图 2 实施例的基础上，如图 3 所示，电压反馈单元 12 可包括电压采样单元 31 和电压比较单元 32。电压采样单元 31 的输入端与功率转换单元 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。
10 电压比较单元 32 的输入端与电压采样单元 31 的输出端相连。电压比较单元 32 用于比较第一电压和第一参考电压，并基于第一电压和第一参考电压的比较结果，生成电压反馈信号。第一调整单元 21 与电压比较单元 32 相连，为电压比较单元 32 提供第一参考电压，第一调整单元 21 可通过调整第一参考电压的取值来实现调整目标电压的取值的目的。

15 应理解，本发明实施例中的第一电压对应于第二适配器的输出电压，或第一电压用于指示第二适配器的当前输出电压的大小。此外，本发明实施例中的第一参考电压对应于目标电压，或第一参考电压用于指示目标电压的大小。

在一些实施例中，当第一电压小于第一参考电压时，电压比较单元生成
20 第一电压反馈信号，该第一电压反馈信号用于指示第二适配器的输出电压还未达到目标电压；当第一电压等于第一参考电压时，电压比较单元生成第二电压反馈信号，该第二电压反馈信号用于指示第二适配器的输出电压达到目标电压。

本发明实施例对电压采样单元 31 的具体形式不作限定，例如，电压采
25 样单元 31 可以是一根导线，此时，第一电压即为第二适配器的输出电压，第一参考电压即为目标电压；又如，电压采样单元 31 可以包括进行串联分压的两个电阻，此时，第一电压可以是该两个电阻分压后得到的电压，第一参考电压的取值与两个电阻的分压比相关，以目标电压等于 5V 为例，假设第二适配器的输出电压达到 5V 时，经过两个电阻的串联分压，第一电压为
30 0.5V，则第一参考电压可以设置为 0.5V。

图 3 实施例中的第一调整单元 21 调整第一参考电压的方式可以有多种，

下面结合图 4-图 6 进行详细描述。

可选地，在一些实施例中，如图 4 所示，第一调整单元 21 可包括控制单元 41 和第一数字模拟转换器（Digital to Analog Converter，DAC）42。第一 DAC 42 的输入端与控制单元 41 相连，第一 DAC 42 的输出端与电压比较单元 32 相连。控制单元 41 通过第一 DAC 42 实现调整第一参考电压的取值的
5 的目的。

具体地，控制单元 41 可以是 MCU，MCU 可以通过 DAC 端口与第一 DAC 42 相连，MCU 通过 DAC 端口输出数字信号，并通过第一 DAC 42 将数字信号转换成模拟信号，该模拟信号即为第一参考电压的电压值。DAC
10 具有信号转换速度快、精度高的特点，通过 DAC 调整参考电压能够提高第二适配器对参考电压的调节速度和控制精度。

可选地，在一些实施例中，如图 5 所示，第一调整单元 21 可包括控制单元 51 和 RC 滤波单元 52。RC 滤波单元 52 的输入端与控制单元 51 相连，RC 滤波单元 52 的输出端与电压比较单元 32 相连。控制单元 51 用于生成
15 PWM 信号，并通过调整 PWM 信号的占空比调整第一参考电压的取值。

具体地，控制单元 51 可以是 MCU，MCU 可以通过 PWM 端口输出 PWM 信号，该 PWM 信号经过 RC 滤波电路 52 滤波之后，可以形成稳定的模拟量，即第一参考电压。RC 滤波电路 52 具有实现简单，价格便宜的特点，能够以较低的成本实现第一参考电压的调节。

20 可选地，在一些实施例中，如图 6 所示，第一调整单元 21 可包括控制单元 61 和数字电位器 62。数字电位器 62 的控制端与控制单元 61 相连，数字电位器 62 的输出端与电压比较单元 32 相连。控制单元 61 通过调整数字电位器 62 的分压比，调整第一参考电压的取值。

具体地，控制单元 61 可以是 MCU，MCU 可以通过内部整合电路（Inter
25 Integrated Circuit，I2C）接口与数字电位器 62 的控制端相连，用于调节数字电位器 62 的分压比，数字电位器 62 的高电位端可以为 VDD，即电源端，数字电位器 62 的低电位端可以与地相连，数字电位器 62 的输出端（或称调节输出端）与电压比较单元 32 相连，用于向电压比较单元 32 输出第一参考电压。数字电位器实现简单，价格便宜，能够以较低的成本实现第一参考电
30 压的调节。

可选地，在图 2 实施例的基础上，如图 7 所示，电压反馈单元 12 可包

括分压单元 71 和电压比较单元 72。分压单元 71 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，生成第一电压。电压比较单元 72 的输入端与分压单元 71 的输出端相连，用于比较第一电压和第一参考电压，并基于第一电压和第一参考电压的比较结果，生成电压反馈信号。第一调整单元 21 与分压单元 71 相连，通过调整分压单元 71 的分压比，调整目标电压的电压值。

图 7 的实施例与图 3-图 6 实施例的主要区别在于图 3-图 6 的实施例是通过调整电压比较单元的参考电压实现目标电压的电压值的调整，图 7 的实施例是通过调整分压单元 71 的分压比实现目标电压的电压值的调整。换句话说，图 7 的实施例中，第一参考电压可以设置成固定值 V_{REF} ，如果希望第二适配器的输出电压为 5V，则可以调节分压单元 71 的分压比，使得第二适配器的输出电压为 5V 时，分压单元 71 的输出端的电压等于 V_{REF} ；同理，如果希望第二适配器的输出电压为 3V，则可以通过调整分压单元 71 的分压比，使得第二适配器的输出电压为 3V 时，分压单元 71 的输出端的电压等于 V_{REF} 。

本发明实施例通过分压单元实现了第二适配器的输出电压的采样和目标电压的电压值的调整，简化了第二适配器的电路结构。

本发明实施例的分压单元 71 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 8 所示，分压单元 71 可以包括数字电位器 81。第一调整单元 21 可以包括控制单元 82。数字电位器 81 的高电位端与功率转换单元 11 相连，数字电位器 81 的低电位端与地相连。数字电位器 81 的输出端与电压比较单元 72 的输入端相连。控制单元 82 与数字电位器 81 的控制端相连，用于调整数字电位器 81 的分压比。

上文中的电压比较单元 72 的实现方式有多种，在一些实施例中，如图 9 所示，电压比较单元 72 可以包括第一运放。该第一运放的反相输入端用于接收第一电压，第一运放的同相输入端用于接收第一参考电压，第一运放的输出端用于生成电压反馈信号。第一运放也可称为第一误差放大器，或电压误差放大器。

可选地，如图 10 所示，在上述任一实施例的基础上，第二适配器 10 还可包括第二调整单元 101，第二调整单元 101 与电流反馈单元 13 相连，用于

调整目标电流的电流值。

本发明实施例引入了第二调整单元，该第二调整单元能够根据实际需要调整第二适配器的输出电流，提高了第二适配器的智能程度。例如，第二适配器 10 可工作在第一充电模式或第二充电模式下，第二调整单元 101 基于第二适配器 10 当前使用的第一充电模式或第二充电模式来调整目标电流的电流值。

可选地，在一些实施例中，在图 10 的实施例的基础上，如图 11 所示，电流反馈单元 13 可包括电流采样单元 111 和电流比较单元 112。电流采样单元 111 的输入端与功率转换单元 11 相连，用于对第二适配器 10 的输出电流进行采样，得到第二电压，第二电压用于指示第二适配器 10 的输出电流的大小。电流比较单元 112 的输入端与电流采样单元 111 的输出端相连，用于比较第二电压和第二参考电压，并基于第二电压和第二参考电压的比较结果，生成电流反馈信号。第二调整单元 101 与电流比较单元 112 相连，为电流比较单元 112 提供第二参考电压，并通过调整第二参考电压的电压值，调整目标电流的电流值。

应理解，本发明实施例中的第二电压对应于第二适配器的输出电流，或第二电压用于指示第二适配器的输出电流的大小。此外，本发明实施例中的第二参考电压对应于目标电流，或第二参考电压用于指示目标电流的大小。

具体地，当第二电压小于第二参考电压时，电流比较单元生成第一电流反馈信号，该第一电流反馈信号用于指示第二适配器的输出电流还未达到目标电流；当第二电压等于第二参考电压时，电流比较单元生成第二电流反馈信号，该第二电流反馈信号用于指示第二适配器的输出电流达到目标电流。

电流采样单元 111 得到第二电压的方式具体可以是：电流采样单元 111 先对第二适配器的输出电流进行采样，得到采样电流。然后根据采样电流的大小，将其转换成对应的采样电压（采样电压值等于采样电流值与采样电阻的乘积）。在一些实施例中，可以将该采样电压直接作为第二电压。在另一些实施例中，也可以采用多个电阻对该采样电压进行分压，将分压后的电压作为第二电压。电流采样单元 111 中的电流采样功能具体可以由检流计来实现。

图 11 实施例中的第二调整单元调整第二参考电压的方式可以有多种，下面结合图 12-图 14 进行详细描述。

可选地，在一些实施例中，如图 12 所示，第二调整单元 101 可包括控制单元 121 和第二 DAC 122。第二 DAC 122 的输入端与控制单元 121 相连，第二 DAC 122 的输出端与电流比较单元 112 相连。控制单元 121 通过第二 DAC 122 调整第二参考电压的电压值。

5 具体地，控制单元 121 可以是 MCU。MCU 可以通过 DAC 端口与第二 DAC 122 相连。MCU 通过 DAC 端口输出数字信号，并通过第二 DAC 122 将数字信号转换成模拟信号。该模拟信号即为第一参考电压的电压值。DAC 具有信号转换速度快、精度高的特点，通过 DAC 调整参考电压能够提高第二适配器对参考电压的调节速度和控制精度。

10 可选地，在一些实施例中，如图 13 所示，第二调整单元 101 可包括控制单元 131 和 RC 滤波单元 132。RC 滤波单元 132 的输入端与控制单元 131 相连，RC 滤波单元 132 的输出端与电流比较单元 112 相连。控制单元 131 用于生成 PWM 信号，并通过调整 PWM 信号的占空比调整第二参考电压的电压值。

15 具体地，控制单元 131 可以是 MCU。MCU 可以通过 PWM 端口输出 PWM 信号。该 PWM 信号经过 RC 滤波电路 132 滤波之后，可以形成稳定的模拟量，即第二参考电压。RC 滤波电路 132 具有实现简单，价格便宜的特点，能够以较低的成本实现第二参考电压的调节。

20 可选地，在一些实施例中，如图 14 所示，第二调整单元 101 可包括控制单元 141 和数字电位器 142。数字电位器 142 的控制端与控制单元 141 相连，数字电位器 142 的输出端与电流比较单元 112 相连。控制单元 141 通过调整数字电位器 142 的分压比，调整第二参考电压的电压值。

25 在一些实施例中，控制单元 141 可以是 MCU。MCU 可以通过 I2C 接口与数字电位器 142 的控制端相连，用于调节数字电位器 142 的分压比。数字电位器 142 的高电位端可以为 VDD，即电源端，数字电位器 142 的低电位端可以与地相连。数字电位器 142 的输出端（或称调节输出端）与电流比较单元 112 相连，用于向电流比较单元 112 输出第二参考电压。数字电位器实现简单，价格便宜，能够以较低的成本实现对第二参考电压的调节。

30 可选地，在一些实施例中，在图 10 实施例的基础上，如图 15 所示，电流反馈单元 13 可包括电流采样单元 151、分压单元 152 和电流比较单元 153。电流采样单元 151 的输入端与功率转换单元 11 相连，用于对第二适配器 10

的输出电流进行采样，得到第三电压。第三电压用于指示第二适配器 10 的输出电流的大小。分压单元 152 的输入端与电流采样单元 151 的输出端相连，用于按照设定的分压比对第三电压进行分压，生成第二电压。电流比较单元 153 的输入端与分压单元 152 的输出端相连，用于比较第二电压和第二参考电压，并基于第二电压和第二参考电压的比较结果，生成电流反馈信号。第二调整单元 101 与分压单元 152 相连，通过调整分压单元 152 的分压比，调整目标电流的电流值。

图 15 的实施例与图 11-图 14 实施例的主要区别在于图 11-图 14 的实施例是通过调整电流比较单元的参考电压实现目标电流的电流值的调整，图 15 的实施例是通过调整分压单元 152 的分压比实现目标电流的电流值的调整。换句话说，图 15 的实施例中，第二参考电压可以设置成固定值 V_{REF} ，如果希望第二适配器的输出电流为 300mV，则可以调节分压单元 152 的分压比，使得第二适配器的输出电流为 300mV 时，分压单元 152 的输出端的电压等于 V_{REF} ；同理，如果希望第二适配器的输出电流为 500mV，则可以通过调整分压单元 152 的分压比，使得第二适配器的输出电流为 500mV 时，分压单元 152 的输出端的电压等于 V_{REF} 。

本发明实施例的分压单元 152 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 16 所示，分压单元 152 包括数字电位器 161，第二调整单元 101 包括控制单元 162。数字电位器 161 的高电位端与电流采样单元 151 的输出端相连，数字电位器 161 的低电位端与地相连，数字电位器 161 的输出端与电流比较单元 153 的输入端相连。控制单元 162 与数字电位器 161 的控制端相连，用于调整数字电位器 161 的分压比。

上文中的控制单元可以是一个控制单元，也可以是多个控制单元。在一些实施例中，上文的第一调整单元和第二调整单元中的控制单元为同一控制单元。

上文中的电流比较单元 153 的实现方式有多种，在一些实施例中，如图 17 所示，电流比较单元 153 可以包括第二运放。该第二运放的反相输入端用于接收第二电压，第二运放的同相输入端用于接收第二参考电压，第二运放的输出端用于生成电流反馈信号。第二运放也可称为第二误差放大器，或电

流误差放大器。

上文结合图 1 至图 17 详细描述了电压反馈单元 12 和电流反馈单元 13 的实现方式，以及电压反馈单元 12 对应的目标电压和电流反馈单元 13 对应的目标电流的调整方式，下文结合图 18 详细描述功率调整单元 14 的实现方式。

5 可选地，在一些实施例中，如图 18 所示，电压反馈单元 12 可包括第一运放（图 18 未示出，具体可以参见图 9），电压反馈单元 12 的第一运放的输出端用于输出电压反馈信号。电流反馈单元 13 可包括第二运放（图 18 未示出，具体可以参考图 17），电流反馈单元 13 的第二运放的输出端用于输出电
10 流反馈信号。功率调整单元 14 可包括第一二极管 D1、第二二极管 D2、光电耦合单元 181 和 PWM 控制单元 182。电压反馈单元 12 的第一运放（参见图 9，第一运放的输出端用于输出电压反馈信号）的输出端与第一二极管 D1 的负极相连。第一二极管 D1 的正极与光电耦合单元 181 的输入端相连。电
15 流反馈单元 13 的第二运放的输出端（参见图 17，第二运放的输出端用于输出电流反馈信号）与第二二极管 D2 的负极相连。第二二极管 D2 的正极与光电耦合单元 181 的输入端相连。光电耦合单元 181 的输出端与 PWM 控制单元 182 的输入端相连。PWM 控制单元 182 的输出端与功率转换单元 11 相连。

应理解，本文中出现的第二运放可以指代同一运放。同理，本文中出现的
20 的第二运放可以指代同一运放。

具体地，在本实施例中，第一运放输出的电压信号即为电压反馈信号，第二运放输出的电压信号即为电流反馈信号，第一运放输出的电压信号为 0 指示第二适配器的输出电压达到目标电压，第二运放输出的电压信号为 0 指示第二适配器的输出端电流达到目标电流。第一二极管 D1 和第二二极管 D2
25 是两个反向并联的二极管，当第一运放和第二运放中的任意一个运放输出的电压信号为 0 时，图 18 中的反馈点的电压约为 0（由于二极管导通需要一定的压差，所以反馈点的实际电压会略大于 0，如可以是 0.7V）。在这种情况下，光电耦合单元 181 工作在稳定状态，向 PWM 控制单元 182 输出稳定的电压信号。然后，PWM 控制单元 182 生成占空比一定的 PWM 控制信号，
30 通过功率转换单元 11 稳定第二适配器的输出电压和输出电流。换句话说，当第二适配器的输出电压和输出电流中的任意一个达到目标值时，反向并联

的第一二极管 D1 和第二二极管 D2 能够立刻感知这一事件的发生, 进而使得第二适配器的输出电压和输出电流稳定。

5 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。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。

10 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。

15 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。

20 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。

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。

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。

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。

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 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 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 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；控制单元对目标电压的电压值进行调整，使目标电压的电压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（如终端）进行充电的充电电压。

30 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）。
- 15 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；控制单元对目标电流的电流值进行调整，使目标电流的电流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（如终端）进行充电的充电电流。
- 20 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，以调整在第二充电模式下第二适配器的输出电流。

具体地，控制单元与待充电设备（如终端）进行双向通信，以调整第二适配器的输出电流可包括：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，调整第二适配器的输出电流。

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 23 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:

10 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。

30 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二适配器的输出电流。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。

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。

- 5 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。

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，
10 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。

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
15 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。

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
20 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。

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
25 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
30 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，

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。

5 可选地，在一些实施例中，第二适配器的输出电流为脉动直流电（或称单向脉动的输出电流，或称脉动波形的电流，或称馒头波电流）。脉动直流电的波形如图 20 所示。

 随着第二适配器的输出功率变大，第二适配器在对待充电设备（如终端）内的电池进行充电时，容易造成电池的析锂现象，从而降低电池的使用寿命。
10 为了提高电池的可靠性和安全性，本发明实施例控制第二适配器输出脉动直流电。脉动直流电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。将第二适配器的输出电流设置为脉动直流电的方式可以有多种，例如，可以去掉功率转换单元 11 中的次级滤波单元，将次级电流整流之后直接输出，形成脉动直流电。

15 进一步地，如图 21 所示，在上述任一实施例的基础上，第二适配器 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 211，第二适配器 10 可包括控制单元 212，控制单元 212 与次级滤波单元 211 相连。在
20 第一充电模式下，控制单元 212 控制次级滤波单元 211 工作，使得第二适配器 10 的输出电压的电压值恒定。在第二充电模式下，控制单元 212 控制次级滤波单元 211 停止工作，使得第二适配器 10 的输出电流为脉动直流电。

 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
25 直流电，从而兼容了现有的充电模式。

 可选地，在一些实施例中，第二适配器 10 支持第二充电模式。第二充电模式可以为恒流模式，在第二充电模式下，第二适配器的输出电流为交流电，交流电同样能够降低锂电芯的析锂现象，提高电芯的使用寿命。

 可选地，在一些实施例中，第二适配器 10 支持第二充电模式，第二充电模式可以为恒流模式，在第二充电模式下，第二适配器的输出电压和输出
30 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。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，如图 22 所示。此外，第二适配器的输出电流为交流电的情况下，恒流模式可以指对交流电的峰值进行控制的充电模式。

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 23 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 23 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 23 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 231，变压器 T1，次级整流单元 232 和次级滤波单元 233。

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 231。

初级整流单元 231 用于将市电转换成第一脉动直流电，然后将第一脉动直流电传输至变压器 T1。初级整流单元 231 可以是桥式整流单元，例如可以是如图 23 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。

5 现有的适配器的初级侧包括初级滤波单元，初级滤波单元一般基于液态铝质电解电容进行滤波，而液态铝质电解电容的体积较大，会导致适配器的体积较大，本发明实施例提供的第二适配器的初级侧不包括初级滤波单元，这样可以大幅减小第二适配器的体积。

10 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，得到第二脉动直流电，并由变压器 T1 的次级绕组输出该第二脉动直流电。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 23 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 231 相连，
15 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。

20 次级整流单元 232 用于对变压器 T1 的次级绕组输出的第二脉动直流电进行整流，得到第三脉动直流电。次级整流单元 232 的形式有多种，图 23 所示了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 MOS（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，
25 从而实现次级的同步整流。

次级滤波单元 233 用于对次级整流单元 232 输出的第二脉动直流电进行整流，得到第二适配器的输出电压和输出电流（即图 23 中的 VBUS 和 GND 两端的电压和电流）。图 23 的实施例中，次级滤波单元 233 中的电容可以采用固态电容，或固态电容与普通电容（如陶瓷电容）并联的方式进行滤波。

30 进一步地，次级滤波单元 233 还可以包含开关单元，如图 23 中的开关管 Q1。该开关管 Q1 接收 MCU 发送的控制信号。当 MCU 控制开关管 Q1

闭合时，次级滤波单元 233 工作，使得第二适配器工作在第一充电模式。在第一充电模式下，第二适配器的输出电压可以为 5V，输出电流为平稳的直流电。当 MCU 控制开关管 Q1 断开时，次级滤波单元 233 停止工作，第二适配器工作在第二充电模式。在第二充电模式下，第二适配器直接将次级整流单元 232 整流得到的脉动直流电输出。

进一步地，第二适配器可包括电压反馈单元（对应于上文中的电压反馈单元 12）。如图 23 所示，电压反馈单元可包括电阻 R1、电阻 R2 和第一运放 OPA1。

具体地，电阻 R1 和电阻 R2 对第二适配器的输出电压（即 VBUS 上的电压）进行采样，并将采样得到的第一电压发送至 OPA1 的反相输入端，以指示第二适配器的输出电压的大小。第一运放 OPA1 的同相输入端通过 DAC1 与 MCU 的 DAC1 端口相连。MCU 通过控制 DAC1 的输出的模拟量的大小，调节第一运放 OPA1 的参考电压（对应于上文中的第一参考电压）的电压值，进而调节电压反馈单元对应的目标电压的电压值。

进一步地，第二适配器可包括电流反馈单元（对应于上文中的电流反馈单元 13）。如图 23 所示，电流反馈单元可包括电阻 R3、检流计、电阻 R4、电阻 R5 和第二运放 OPA2。

具体地，电阻 R3 为检流电阻。检流计通过检测流过电阻 R3 的电流得到第二适配器的输出电流，然后将第二适配器的输出电流转换成对应的电压值输出至电阻 R4 和电阻 R5 两端进行分压，得到第二电压。第二电压可用于指示第二适配器的输出电流的大小。第二运放 OPA2 的反相输入端用于接收第二电压。第二运放 OPA2 的同相输入端通过 DAC2 与 MCU 的 DAC2 端口相连。MCU 通过控制 DAC2 的输出的模拟量的大小，调节第二运放 OPA2 的参考电压（对应于上文中的第二参考电压）的电压值，进而调节电流反馈单元对应的目标电流的电流值。

第二适配器还包括功率调整单元（对应于上文中的功率调整单元 14）。如图 23 所示，功率调整单元可包括第一二极管 D1、第二二极管 D2、光电耦合单元 234、PWM 控制器和开关管 Q2。

具体地，第一二极管 D1 和第二二极管 D2 是两个反向并联的二极管，第一二极管 D1 和第二二极管 D2 的正极连接于图 23 所示的反馈点。光电耦合单元 234 的输入端用于接收反馈点的电压信号。在反馈点的电压低于光电

耦合单元 234 的工作电压 VDD 时, 光电耦合单元 234 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。当第一运放 OPA1 输出的电压信号 (即上文中的电压反馈信号) 为 0, 或第二运放 OPA2 输出的电压信号 (即上文中的电流反馈信号) 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。

进一步地, 图 23 的第二适配器还包括第一调整单元和第二调整单元。如图 23 所示, 第一调整单元包括 MCU (对应于上文中的控制单元) 和 DAC1, 用于调整第一运放 OPA1 的参考电压的电压值, 进而调整电压反馈单元对应的目标电压的电压值。第二调整单元包括 MCU (对应于上文中的控制单元) 和 DAC2, 用于调整第二运放 OPA2 的参考电压, 进而调整电流反馈单元对应的目标电流的电流值。

MCU 能够根据第二适配器当前使用的充电模式对目标电压的电压值和目标电流的电流值进行调整。例如, 当第二适配器使用恒压模式进行充电时, 可以将目标电压调整为恒压模式对应的电压, 将目标电流调整为恒压模式下允许输出的最大电流。又如, 当第二适配器使用恒流模式充电时, 可以将目标电流调整为恒流模式对应的电流, 将目标电压调整为恒流模式下允许输出的最大电压。

举例说明, 在恒压模式下, 可以将目标电压调整为固定电压值 (如 5V)。考虑到初级侧并未设置初级滤波单元 (初级滤波单元采用体积较大的液态铝质电解电容, 为了减小第二适配器的体积, 本发明实施例将初级滤波单元去掉), 次级滤波单元 233 的带负载能力有限, 可以将目标电流设置为 500mA 或 1A。第二适配器首先基于电压反馈环将输出电压调整至 5V。一旦第二适配器的输出电流达到目标电流, 通过电流反馈环控制第二适配器的输出电流不得超过目标电流。在恒流模式下, 可以将目标电流设置为 4A, 将目标电压设置为 5V。由于第二适配器的输出电流为脉动直流电, 通过电流反馈环可以将高于 4A 的电流进行削峰处理, 使脉动直流电的电流峰值保持在 4A。一旦第二适配器的输出电压超过目标电压, 通过电压反馈环控制第二适配器

的输出电压不得超过目标电压。

此外，MCU 还可以包括通信接口。MCU 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 234 还可与稳压单元相连，使得光耦的工作电压保持稳定。如图 23 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 23 是以控制单元（MCU）通过 DAC1 调整第一运放 OPA1 的参考电压为例进行举例说明的，这种参考电压的调整方式对应于图 4 所示的参考电压调整方式，但本发明实施例不限于此，还可以采用如图 5 至-图 8 描述的任意一种参考电压调整方式，为了简洁，此处不再详述。

图 23 是以控制单元（MCU）通过 DAC2 调整第二运放 OPA2 的参考电压为例进行举例说明的，这种参考电压的调整方式对应于图 12 所示的参考电压调整方式，但本发明实施例不限于此，还可以采用如图 13 至-图 16 描述的任意一种参考电压调整方式，为了简洁，此处不再详述。

上文结合图 1-图 23，详细描述了本发明的装置实施例，下文结合图 24，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 24 是根据本发明实施例的充电控制方法的示意性流程图。图 24 的充电方法可以由上文中的第二适配器 10 执行，该方法可包括如下动作。

2410、对输入的交流电转进行转换，以得到第二适配器的输出电压和输出电流。

2420、对第二适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号，电压反馈信号用于指示第二适配器的输出电压是否达到设定的目标电压。

2430、对第二适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号，电流反馈信号用于指示第二适配器的输出电流是否达到设定的目标电流。

2440、在电压反馈信号指示第二适配器的输出电压达到目标电压，或电流反馈信号指示第二适配器的输出电流达到目标电流的情况下，稳定第二适配器的输出电压和输出电流。

可选地，在一些实施例中，第二适配器支持第一充电模式，第一充电模式为恒压模式。在恒压模式下，目标电压为恒压模式对应的电压，目标电流为第二适配器在恒压模式下允许输出的最大电流。图 24 的方法还可包括：根据电压反馈信号，将第二适配器的输出电压调整至恒压模式对应的电压。

- 5 2440 中可包括：当电流反馈信号指示第二适配器的输出电流达到第二适配器在恒压模式下允许输出的最大电流时，控制第二适配器的输出电流不超过第二适配器在恒压模式下允许输出的最大电流。

10 可选地，在一些实施例中，第二适配器包括初级整流单元、变压器、次级整流单元和次级滤波单元，所述初级整流单元将脉动形式的电压直接输出至所述变压器。

可选地，在一些实施例中，第二适配器在恒压模式下允许输出的最大电流是基于次级滤波单元中的电容的容量确定的。

- 15 可选地，在一些实施例中，第二适配器支持第二充电模式。第二充电模式为恒流模式。在恒流模式下，目标电压为第二适配器在恒流模式下允许输出的最大电压，目标电流为恒流模式对应的电流。图 24 的方法还包括：根据电流反馈信号，将第二适配器的输出电流调整至恒流模式对应的电流。2440 中可包括：当电压反馈信号指示第二适配器的输出电压达到第二适配器在恒流模式下允许输出的最大电压时，控制第二适配器的输出电压不超过第二适配器在恒流模式下允许输出的最大电压。

- 20 可选地，在一些实施例中，图 24 的方法还可包括：调整目标电压的取值。

可选地，在一些实施例中，第二适配器支持第一充电模式和第二充电模式，所述调整目标电压的取值可包括：基于第二适配器当前使用的第一充电模式或第二充电模式，调整目标电压的取值。

- 25 可选地，在一些实施例中，对第二适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号可包括：对第二适配器的输出电压进行采样，得到第一电压；比较第一电压和第一参考电压；基于第一电压和第一参考电压的比较结果，生成电压反馈信号；调整目标电压的取值，包括：通过调整第一参考电压的取值，调整目标电压的取值。

- 30 可选地，在一些实施例中，所述第一参考电压的取值是基于第一 DAC 调整的。

可选地，在一些实施例中，所述第一参考电压的取值是基于 RC 滤波单元调整的。

可选地，在一些实施例中，所述第一参考电压的取值是基于数字电位器调整的。

5 可选地，在一些实施例中，对第二适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号可包括：按照设定的分压比对第二适配器的输出电压进行分压，生成第一电压；比较第一电压和第一参考电压；基于第一电压和第一参考电压的比较结果，生成电压反馈信号；所述调整目标电压的取值可包括：通过调整分压比，调整目标电压的电压值。

10 可选地，在一些实施例中，所述分压比是数字电位器的分压比。

可选地，在一些实施例中，图 24 的方法还可包括：调整目标电流的电流值。

15 可选地，在一些实施例中，第二适配器支持第一充电模式和第二充电模式。所述调整目标电流的电流值可包括：基于第二适配器当前使用的第一充电模式或第二充电模式，调整目标电流的电流值。

20 可选地，在一些实施例中，对第二适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号可包括：对第二适配器的输出电流进行采样，得到第二电压，第二电压用于指示第二适配器的输出电流的大小；比较第二电压和第二参考电压；基于第二电压和第二参考电压的比较结果，生成电流反馈信号；所述调整目标电流的电流值可包括：通过调整第二参考电压的电压值，调整目标电流的电流值。

可选地，在一些实施例中，所述第二参考电压的取值是基于第二 DAC 调整的。

25 可选地，在一些实施例中，所述第二参考电压的取值是基于 RC 滤波单元调整的。

可选地，在一些实施例中，所述第二参考电压的取值是基于数字电位器调整的。

30 可选地，在一些实施例中，所述对第二适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号可包括：对第二适配器的输出电流进行采样，得到第三电压，第三电压用于指示第二适配器的输出电流的大小；按照设定的分压比对第三电压进行分压，生成第二电压；比较第二电压和第二参考电压；基于第

二电压和第二参考电压的比较结果，生成电流反馈信号；所述调整目标电流的电流值可包括：通过调整分压比，调整目标电流的电流值。

可选地，在一些实施例中，所述分压比是数字电位器的分压比。

5 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。图24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，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。

10 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电模式。

15 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，使用所述第二充电模式为所述待充电设备充电。

20 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；对所述目标电压的电压值进行调整，使所述目标电压的电压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压。

25 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；对所述目标电流的电流值进行调整，使所述目标电流的电流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，以调整所述第二适配器的输出电流。

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，以调整所述第二适配器的输出电流可包括：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，调整所述第二适配器的输出电流。

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二充电模式。所述第二充电模式为恒流模式，且在所述第二充电模式下，所述第二适配器的输出电流为脉动直流电。

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。所述第一充电模式为恒压模式。所述第二适配器包括次级滤波单元，图 24 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脉动直流电。

可选地，在一些实施例中，所述第二适配器支持第二充电模式。所述第二充电模式为恒流模式，且在所述第二充电模式下，所述第二适配器的输出电流为交流电。

可选地，在一些实施例中，所述第二适配器支持第二充电模式。在所述第二充电模式下，所述第二适配器的输出电压和输出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待充电设备充电的第二适配器。

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。

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，取决于技术方案的具体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。

5 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。

10 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
15 时，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，第二适配器或者网络设备等）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。

20 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以所述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；

5 电压反馈单元，所述电压反馈单元的输入端与所述功率转换单元相连，所述电压反馈单元用于对所述适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号，所述电压反馈信号用于指示所述适配器的输出电压是否达到设定的目标电压；

10 电流反馈单元，所述电流反馈单元的输入端与所述功率转换单元相连，所述电流反馈单元用于对所述适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号，所述电流反馈信号用于指示所述适配器的输出电流是否达到设定的目标电流；

15 功率调整单元，所述功率调整单元的输入端与所述电压反馈单元的输出端和所述电流反馈单元的输出端相连，所述功率调整单元的输出端与所述功率转换单元相连，所述功率调整单元用于接收所述电压反馈信号和所述电流反馈信号，并在所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述目标电压，或所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述目标电流的情况下，稳定所述适配器的输出电压和输出电流；

20 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。

2、如权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述适配器还包括第一调整单元，所述第一调整单元与所述电压反馈单元相连，用于调整所述目标电压的取值。

25 3、如权利要求 2 所述的适配器，其特征在于，所述电压反馈单元包括：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，生成第一电压；

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，用于比较所述第一电压和第一参考电压，并基于所述第一电压和所述第一参考电压的比较结果，生成所述电压反馈信号；

30 所述第一调整单元与所述分压单元相连，通过调整所述分压单元的分压比，调整所述目标电压的电压值。

4、如权利要求 3 所述的适配器，其特征在于，所述分压单元包括数字电位器，所述第一调整单元包括控制单元，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的输入端相连，所述控制单元与所述数字电位器的控制端相连，用于调整所述数字电位器的分压比。

5、如权利要求 3 或 4 所述的适配器，其特征在于，所述电压比较单元包括第一运放，所述电压比较单元的第一运放的反相输入端用于接收所述第一电压，所述电压比较单元的第一运放的同相输入端用于接收所述第一参考电压，所述电压比较单元的第一运放的输出端用于生成所述电压反馈信号。

6、如权利要求 2-5 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，所述第一调整单元基于所述适配器当前使用的第一充电模式或第二充电模式，调整所述目标电压的取值。

7、如权利要求 1-6 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器还包括第二调整单元，所述第二调整单元与所述电流反馈单元相连，用于调整所述目标电流的电流值。

8、如权利要求 7 所述的适配器，其特征在于，所述电流反馈单元包括：电流采样单元，所述电流采样单元的输入端与所述功率转换单元相连，用于对所述适配器的输出电流进行采样，得到第三电压，所述第三电压用于指示所述适配器的输出电流的大小；

分压单元，所述分压单元的输入端与所述电流采样单元的输出端相连，用于按照设定的分压比对所述第三电压进行分压，生成第二电压；

电流比较单元，所述电流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，并基于所述第二电压和所述第二参考电压的比较结果，生成所述电流反馈信号；

所述第二调整单元与所述分压单元相连，通过调整所述分压单元的分压比，调整所述目标电流的电流值。

9、如权利要求 8 所述的适配器，其特征在于，所述分压单元包括数字电位器，所述第二调整单元包括控制单元，所述数字电位器的高电位端与所述电流采样单元的输出端相连，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流比较单元的输入端相连，所述控制单元与所述数字电位器的控制端相连，用于调整所述数字电位器的分压比。

10、如权利要求 8 或 9 所述的适配器，其特征在于，所述电流比较单元包括第二运放，所述电流比较单元的第二运放的反相输入端用于接收所述第二电压，所述电流比较单元的第二运放的同相输入端用于接收所述第二参考电压，所述电流比较单元的第二运放的输出端用于生成所述电流反馈信号。

5 11、如权利要求 8-10 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，所述第二调整单元基于所述适配器当前使用的所述第一充电模式或第二充电模式，调整所述目标电流的电流值。

12、如权利要求 1-11 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器支持第一充电模式，所述第一充电模式为恒压模式，在所述恒压模式下，所述目标电压为所述恒压模式对应的电压，所述目标电流为所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流；

所述功率调整单元具体用于根据所述电压反馈信号，将所述适配器的输出电压调整至所述恒压模式对应的电压，并当所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流时，
15 控制所述适配器的输出电流不超过所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流。

13、如权利要求 12 所述的适配器，其特征在于，所述功率转换单元包括初级整流单元、变压器、次级整流单元和次级滤波单元，所述初级整流单元将脉动形式的电压直接输出至所述变压器。

20 14、如权利要求 13 所述的适配器，其特征在于，所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流是基于所述次级滤波单元中的电容的容量确定的。

15、如权利要求 1-14 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述适配器支持第二充电模式，所述第二充电模式为恒流模式，在所述恒流模式下，
25 所述目标电压为所述适配器在所述恒流模式下允许输出的最大电压，所述目标电流为所述恒流模式对应的电流；

所述功率调整单元具体用于根据所述电流反馈信号，将所述适配器的输出电流调整至所述恒流模式对应的电流，并当所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述适配器在所述恒流模式下允许输出的最大电压时，
30 控制所述适配器的输出电压不超过所述适配器在所述恒流模式下允许输出的最大电压。

16、如权利要求 1-15 中任一项所述的适配器，其特征在于，所述电压反馈单元包括第一运放，所述电压反馈单元的第一运放的输出端用于输出所述电压反馈信号，所述电流反馈单元包括第二运放，所述电流反馈单元的第二运放的输出端用于输出所述电流反馈信号；

5 所述功率调整单元包括第一二极管、第二二极管、光电耦合单元和脉冲宽度调制 PWM 控制单元，所述电压反馈单元的第一运放的输出端与所述第一二极管的负极相连，所述第一二极管的正极与所述光电耦合单元的输入端相连，所述电流反馈单元的第二运放的输出端与所述第二二极管的负极相连，所述第二二极管的正极与所述光电耦合单元的输入端相连，所述光电耦
10 合单元的输出端与所述 PWM 控制单元的输入端相连，所述 PWM 控制单元的输出端与所述功率转换单元相连。

17、如权利要求 1-16 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
15 电设备的充电速度，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。

18、如权利要求 17 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
20 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。

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，以协商所述适配器与所述待充电设备之间的充电
25 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；

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
30 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。

20、如权利要求 17-19 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：

- 5 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目标电压的电压值进行调整，使所述目标电压的电压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压。

- 10 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；

- 15 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。

- 20 22、如权利要求 17-21 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；

- 25 所述控制单元对所述目标电流的电流值进行调整，使所述目标电流的电流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。

23、如权利要求 22 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：

- 30 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充电电流。

- 5 24、如权利要求 17-23 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进行双向通信,以调整所述适配器的输出电流。

- 10 25、如权利要求 24 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,以调整所述适配器的输出电流,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,调整所述适配器的输出电流。

26、如权利要求 1-25 中任一项所述的适配器,其特征在于,所述适配器是用于为移动待充电设备充电的适配器。

- 20 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。

28、如权利要求 1-27 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。

- 25 29、一种充电控制方法,其特征在于,所述方法应用于适配器,所述方法包括:

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;

对所述适配器的输出电压进行检测,以生成电压反馈信号,所述电压反馈信号用于指示所述适配器的输出电压是否达到设定的目标电压;

- 30 对所述适配器的输出电流进行检测,以生成电流反馈信号,所述电流反馈信号用于指示所述适配器的输出电流是否达到设定的目标电流;

在所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述目标电压，或所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述目标电流的情况下，稳定所述适配器的输出电压和输出电流；

通过充电接口中的数据线与所述待充电设备进行双向通信。

- 5 30、如权利要求 29 所述的充电控制方法，其特征在于，所述方法还包括：

调整所述目标电压的取值。

31、如权利要求 30 所述的充电控制方法，其特征在于，所述对所述适配器的输出电压进行检测，以生成电压反馈信号，包括：

- 10 按照设定的分压比对所述适配器的输出电压进行分压，生成第一电压；
比较所述第一电压和第一参考电压；
基于所述第一电压和所述第一参考电压的比较结果，生成所述电压反馈信号；

所述调整所述目标电压的取值，包括：

- 15 通过调整所述分压比，调整所述目标电压的电压值。

32、如权利要求 31 所述的充电控制方法，其特征在于，所述分压比是数字电位器的分压比。

33、如权利要求 30-32 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，

- 20 所述调整所述目标电压的取值，包括：

基于所述适配器当前使用的第一充电模式或第二充电模式，调整所述目标电压的取值。

34、如权利要求 29-33 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：

- 25 调整所述目标电流的电流值。

35、如权利要求 34 所述的充电控制方法，其特征在于，所述对所述适配器的输出电流进行检测，以生成电流反馈信号，包括：

对所述适配器的输出电流进行采样，得到第三电压，所述第三电压用于指示所述适配器的输出电流的大小；

- 30 按照设定的分压比对所述第三电压进行分压，生成第二电压；
比较所述第二电压和第二参考电压；

基于所述第二电压和所述第二参考电压的比较结果,生成所述电流反馈信号;

所述调整所述目标电流的电流值,包括:

通过调整所述分压比,调整所述目标电流的电流值。

5 36、如权利要求 35 所述的充电控制方法,其特征在于,所述分压比是数字电位器的分压比。

37、如权利要求 34-36 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,

所述调整所述目标电流的电流值,包括:

10 基于所述适配器当前使用的第一充电模式或第二充电模式,调整所述目标电流的电流值。

38、如权利要求 29-37 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,所述第一充电模式为恒压模式,在所述恒压模式下,所述目标电压为所述恒压模式对应的电压,所述目标电流为所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流,

所述方法还包括:

根据所述电压反馈信号,将所述适配器的输出电压调整至所述恒压模式对应的电压;

20 所述在所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述目标电压,或所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述目标电流的情况下,稳定所述适配器的输出电压和输出电流,包括:

当所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流时,控制所述适配器的输出电流不超过所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流。

25 39、如权利要求 38 所述的充电控制方法,其特征在于,所述适配器包括初级整流单元、变压器、次级整流单元和次级滤波单元,所述初级整流单元将脉动形式的电压直接输出至所述变压器。

40、如权利要求 39 所述的充电控制方法,其特征在于,所述适配器在所述恒压模式下允许输出的最大电流是基于所述次级滤波单元中的电容的容量确定的。

41、如权利要求 29-40 中任一项所述的充电控制方法,其特征在于,所

述适配器支持第二充电模式，所述第二充电模式为恒流模式，在所述恒流模式下，所述目标电压为所述适配器在所述恒流模式下允许输出的最大电压，所述目标电流为所述恒流模式对应的电流；

所述方法还包括：

- 5 根据所述电流反馈信号，将所述适配器的输出电流调整至所述恒流模式对应的电流；

所述在所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述目标电压，或所述电流反馈信号指示所述适配器的输出电流达到所述目标电流的情况下，稳定所述适配器的输出电压和输出电流，包括：

- 10 当所述电压反馈信号指示所述适配器的输出电压达到所述适配器在所述恒流模式下允许输出的最大电压时，控制所述适配器的输出电压不超过所述适配器在所述恒流模式下允许输出的最大电压。

- 42、如权利要求 29-41 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，

所述方法还包括：

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。

- 20 43、如权利要求 42 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。

- 25 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；

- 30 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。

45、如权利要求 42-44 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压；

对所述目标电压的电压值进行调整，使所述目标电压的电压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压。

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。

47、如权利要求 42-46 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：

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；

对所述目标电流的电流值进行调整，使所述目标电流的电流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。

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；

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。

- 5 49、如权利要求 42-48 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：

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，以调整所述适配器的输出电流。

- 10 50、如权利要求 49 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，以调整所述适配器的输出电流，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；

- 15 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，调整所述适配器的输出电流。

51、如权利要求 29-50 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待充电设备充电的适配器。

- 20 52、如权利要求 29-51 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。

53、如权利要求 29-52 中任一项所述的充电控制方法，其特征在于，所述适配器包括充电接口，所述充电接口为通用串行总线 USB 接口。

10

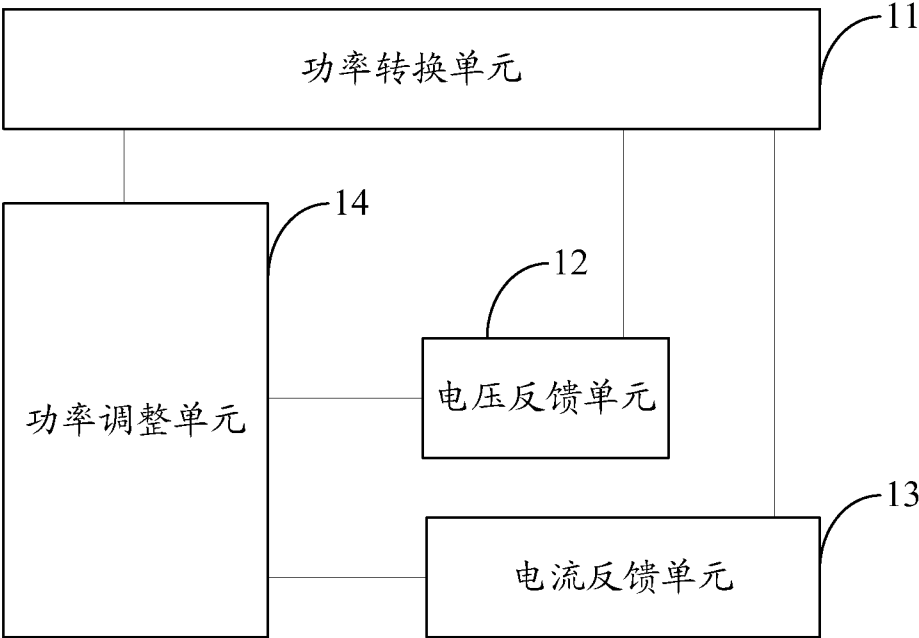


图 1A

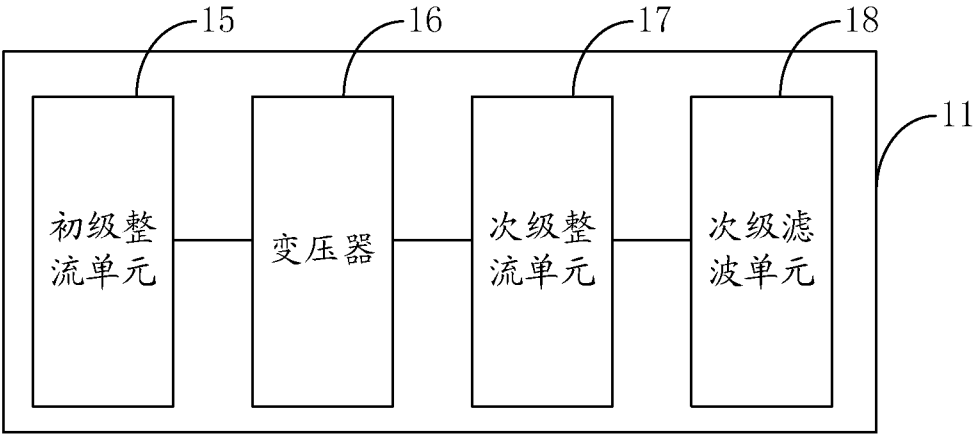


图 1B

10

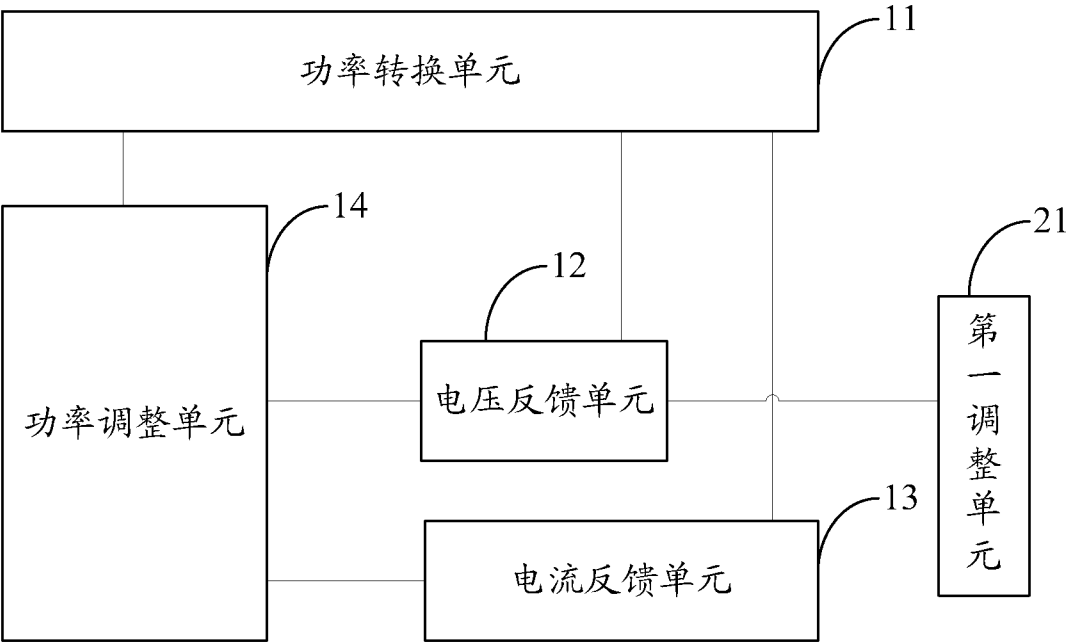


图 2

10

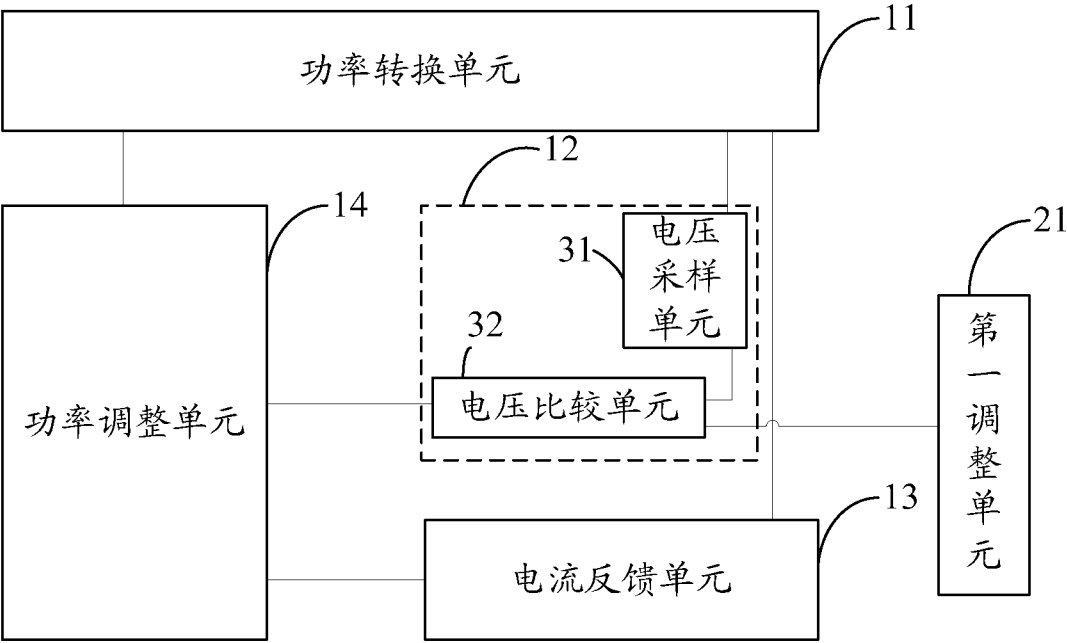


图 3

10

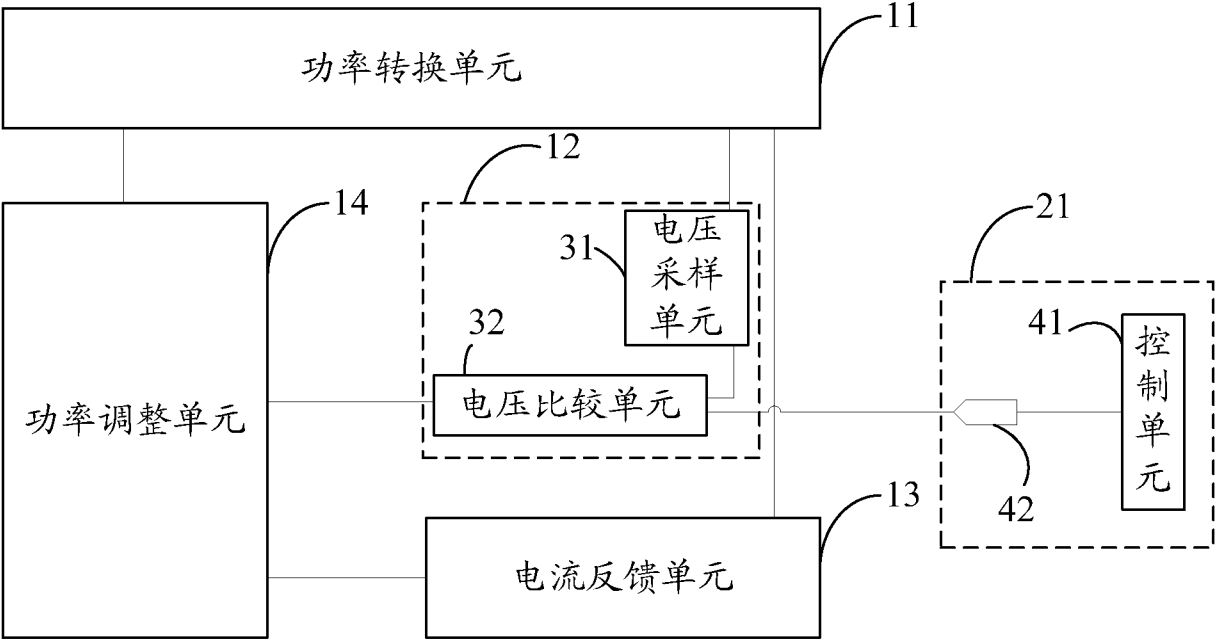


图 4

10

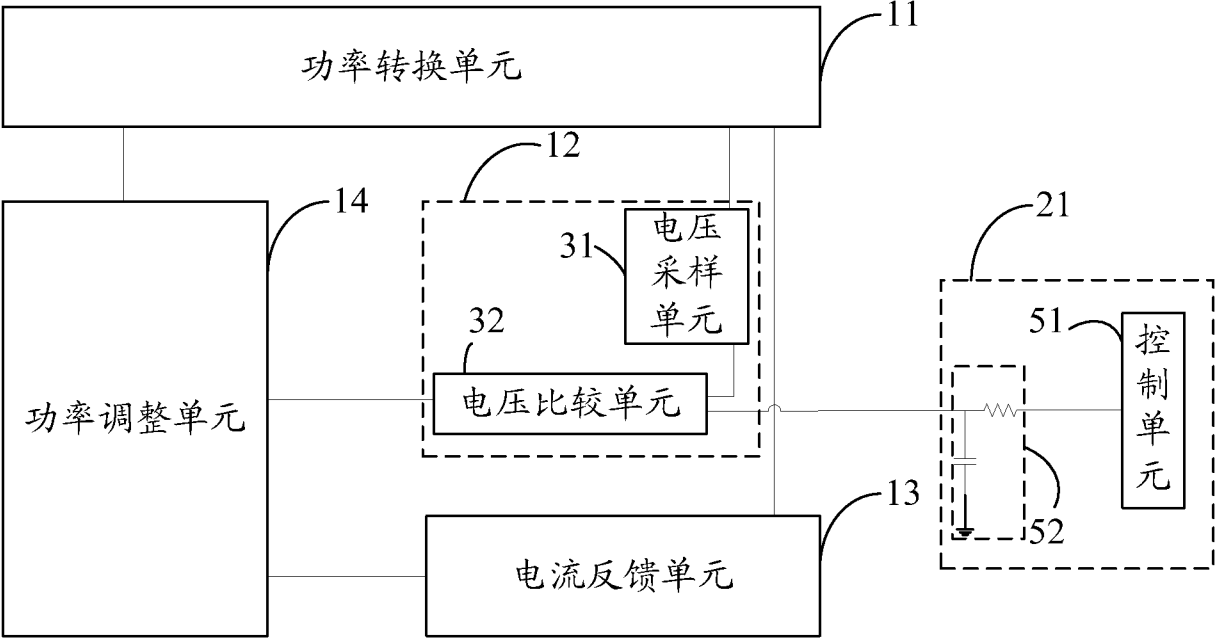


图 5

10

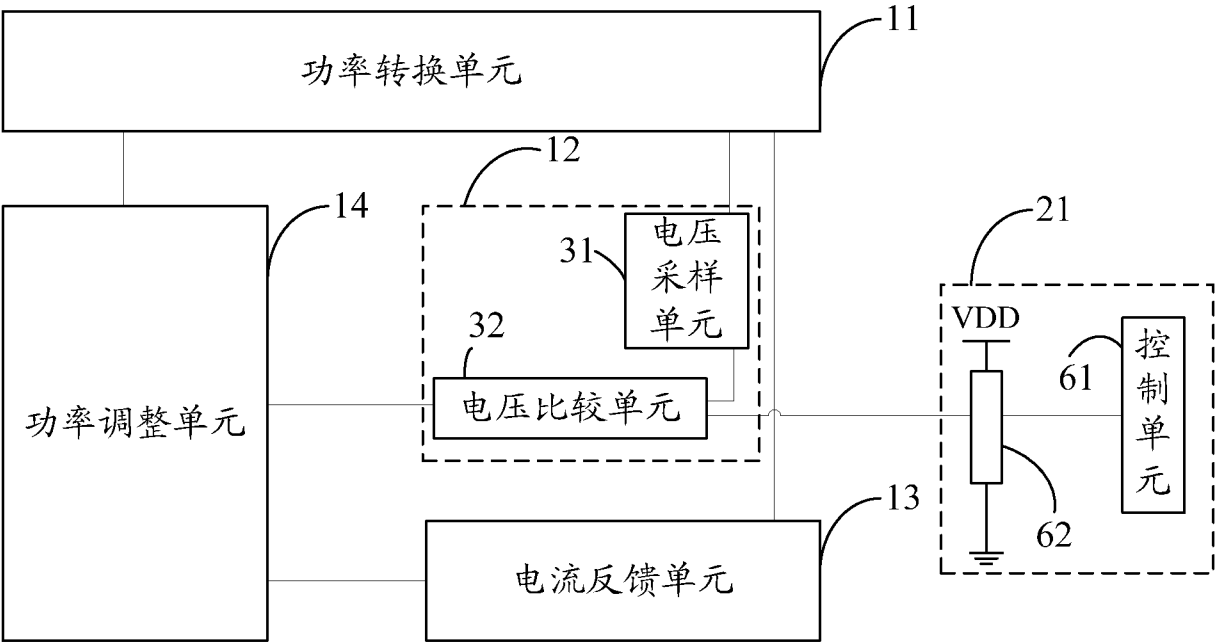


图 6

10

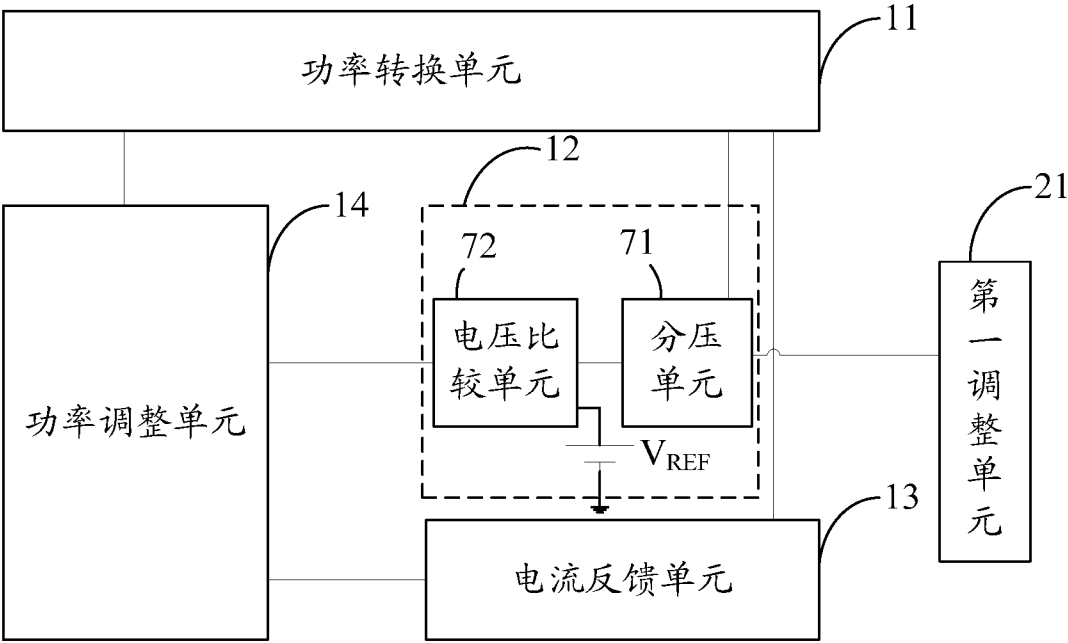


图 7

10

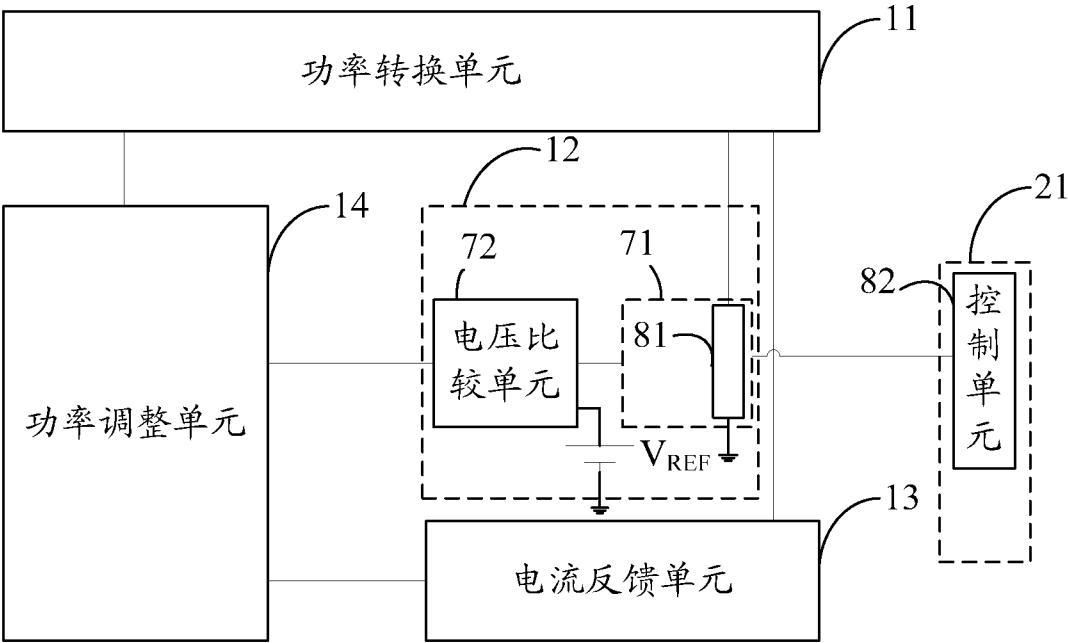


图 8

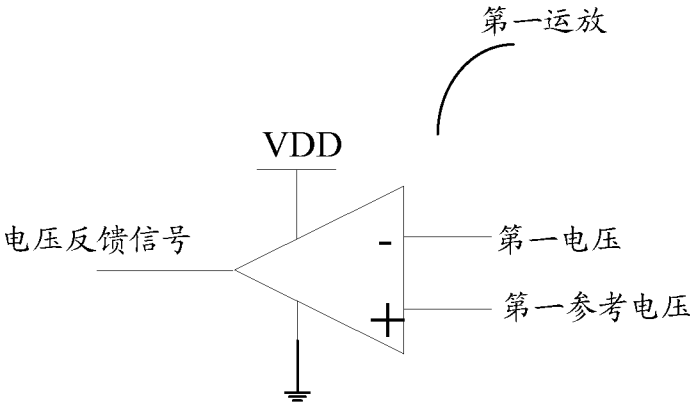


图 9

10

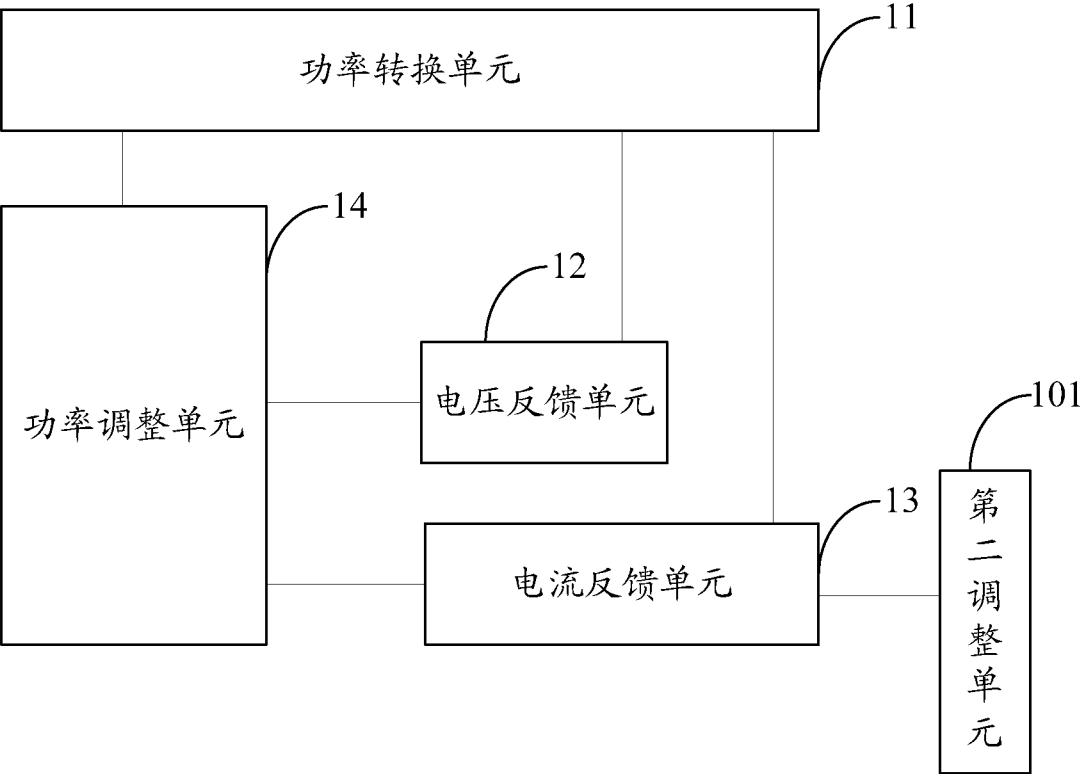


图 10

10

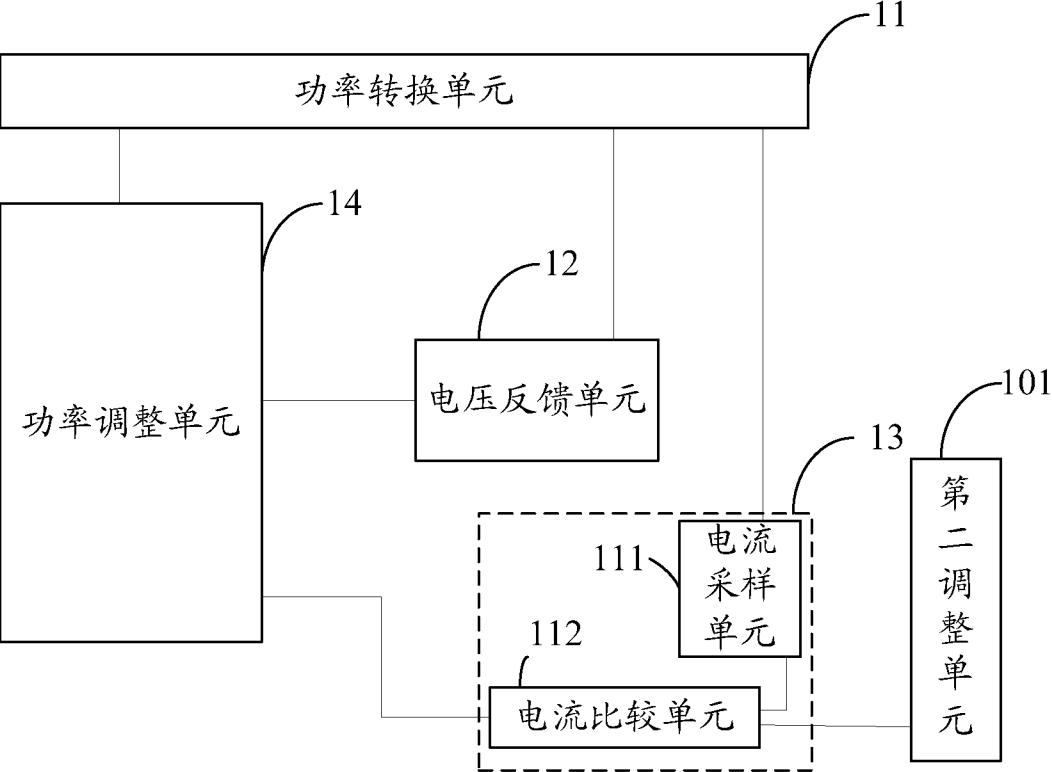


图 11

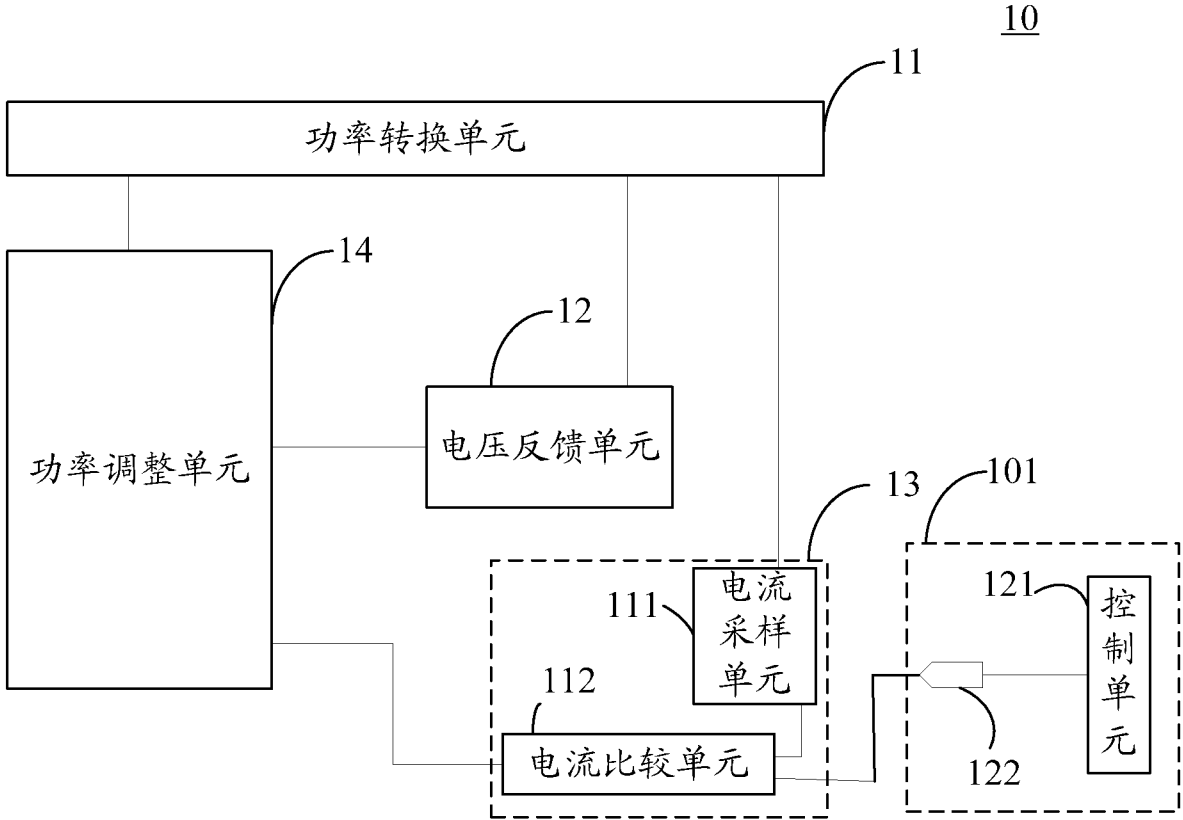


图 12

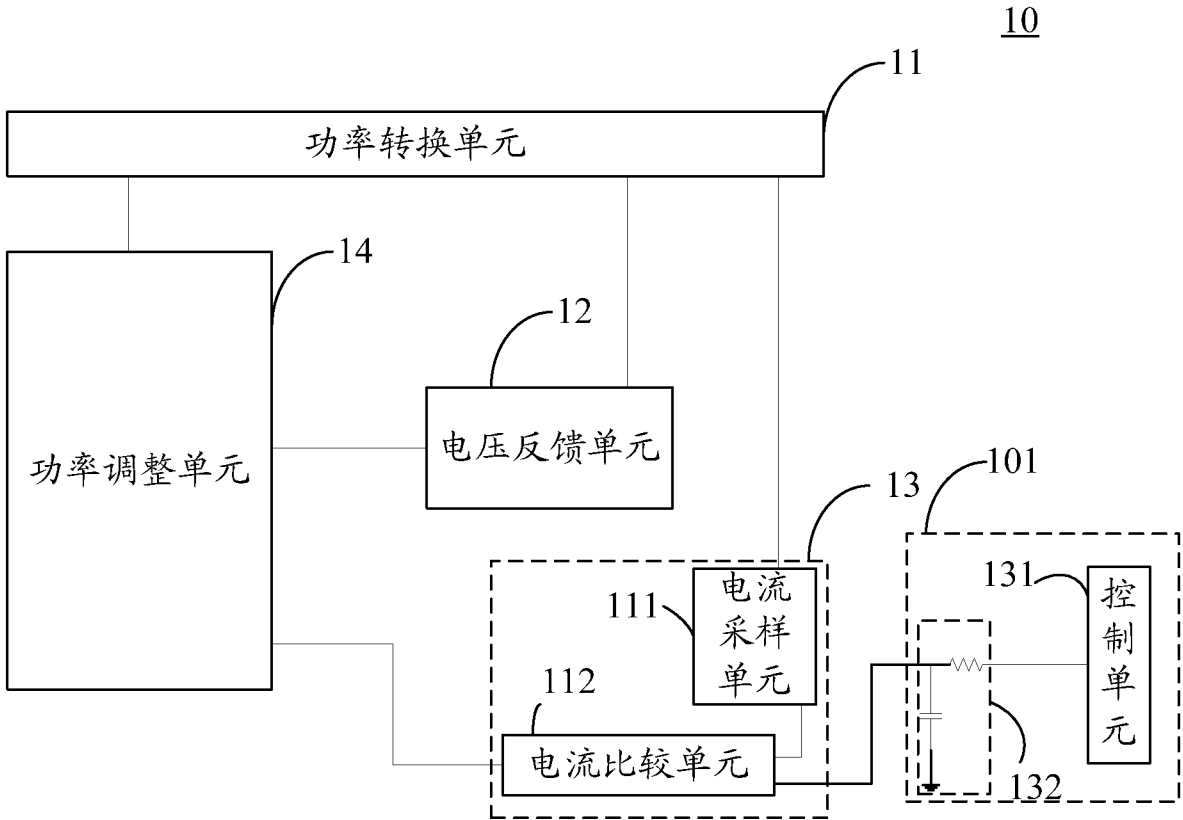


图 13

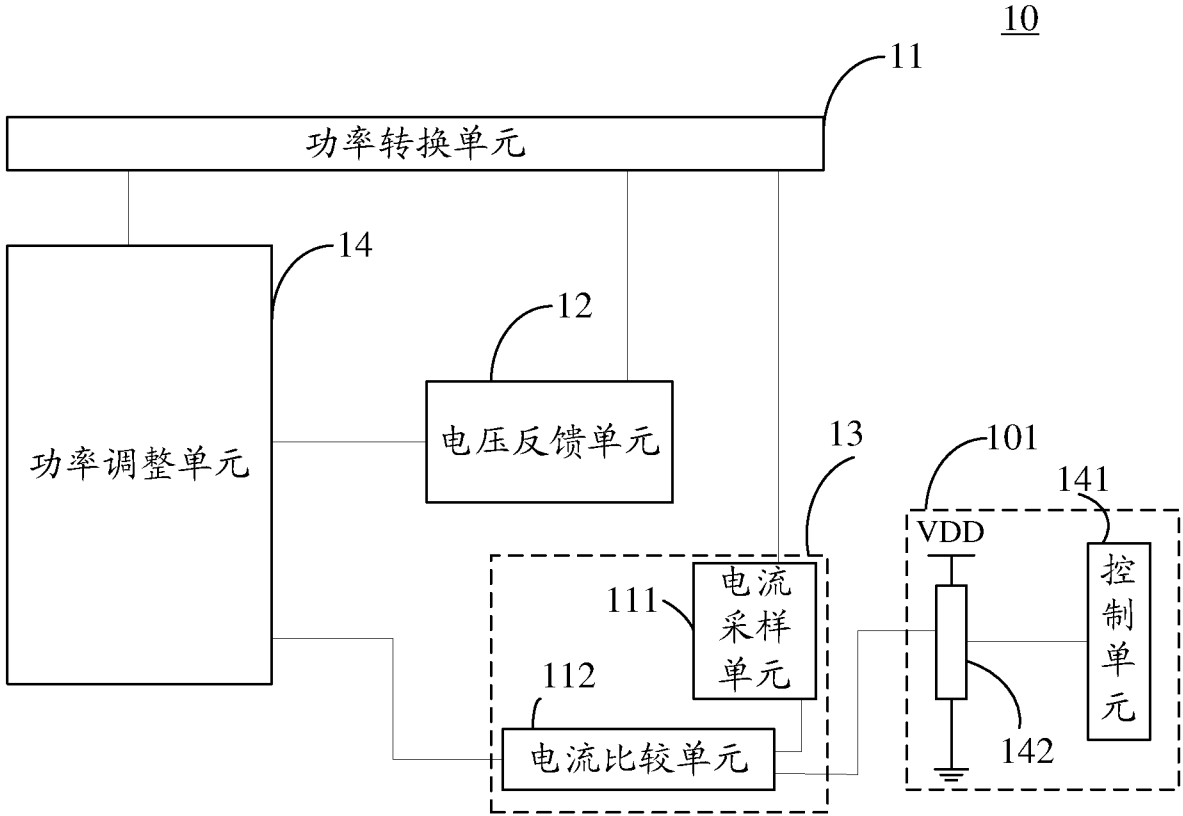


图 14

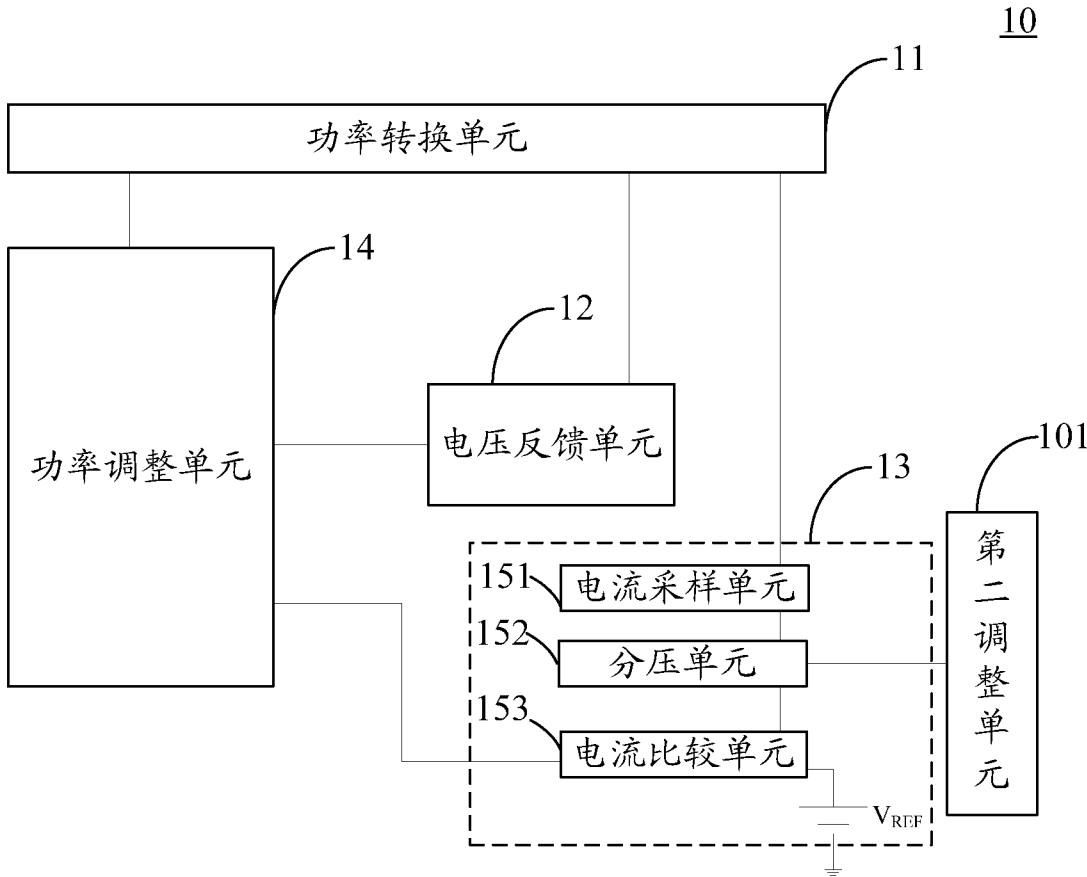


图 15

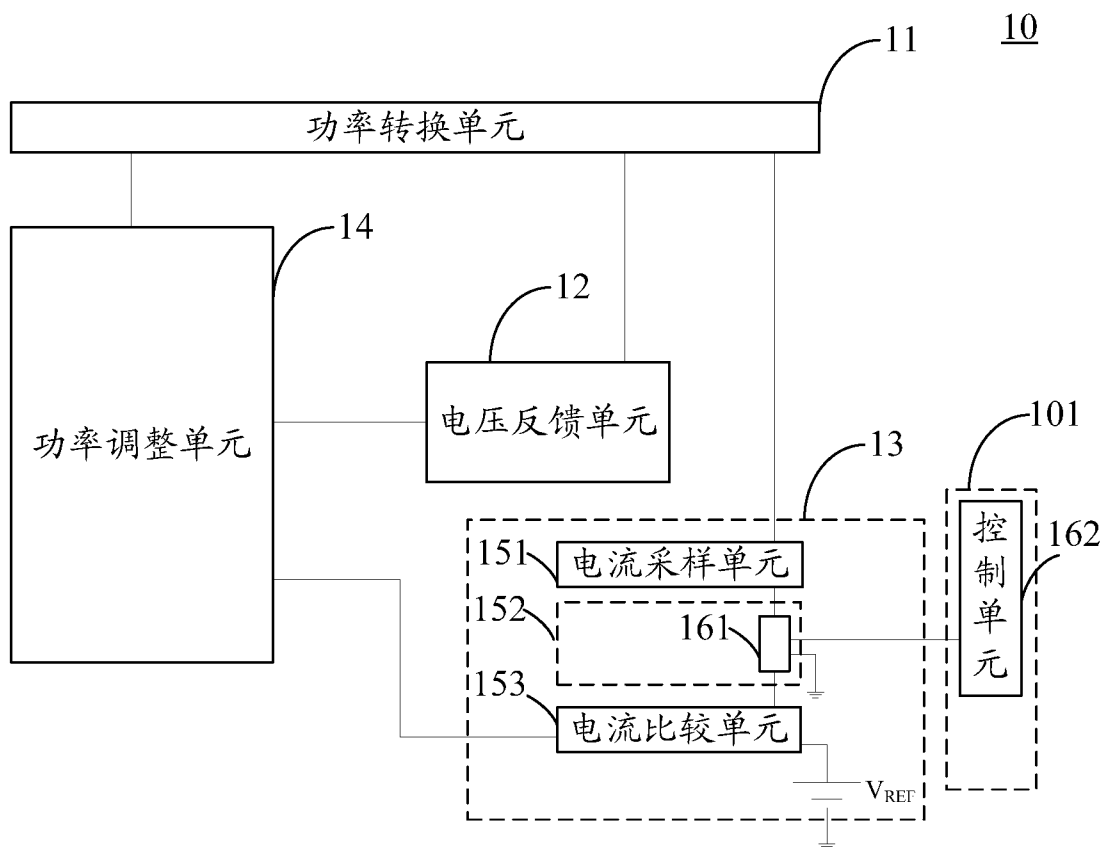


图 16

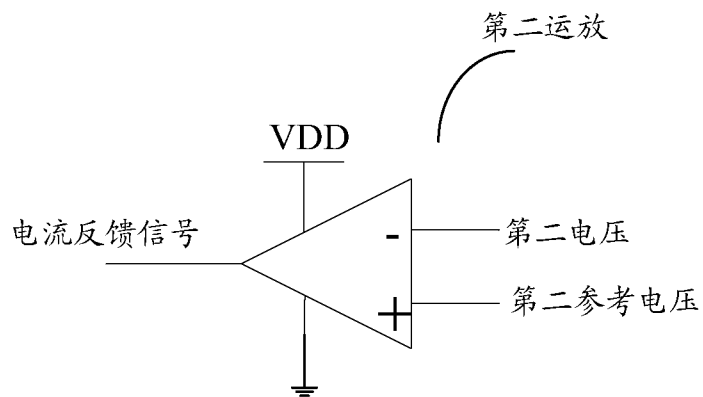


图 17

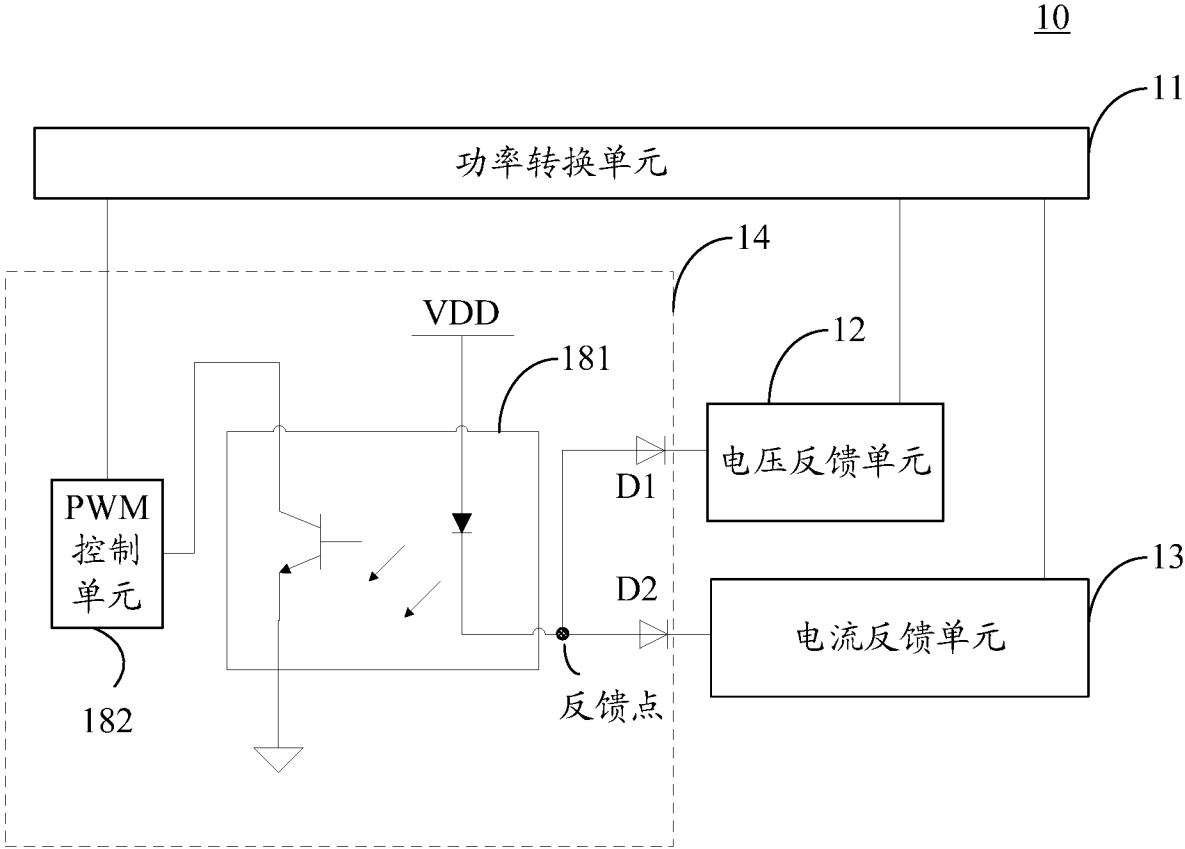


图 18

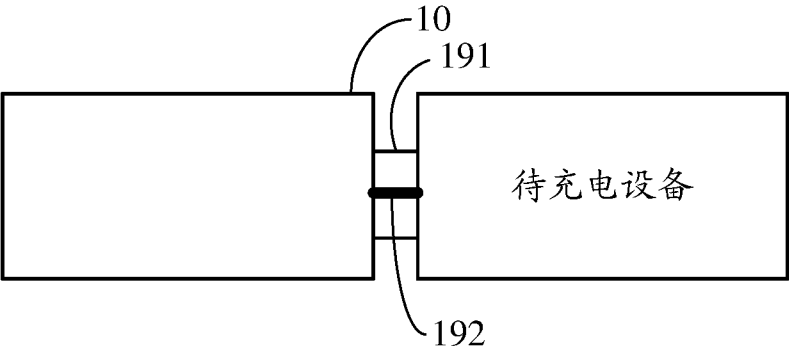


图 19A

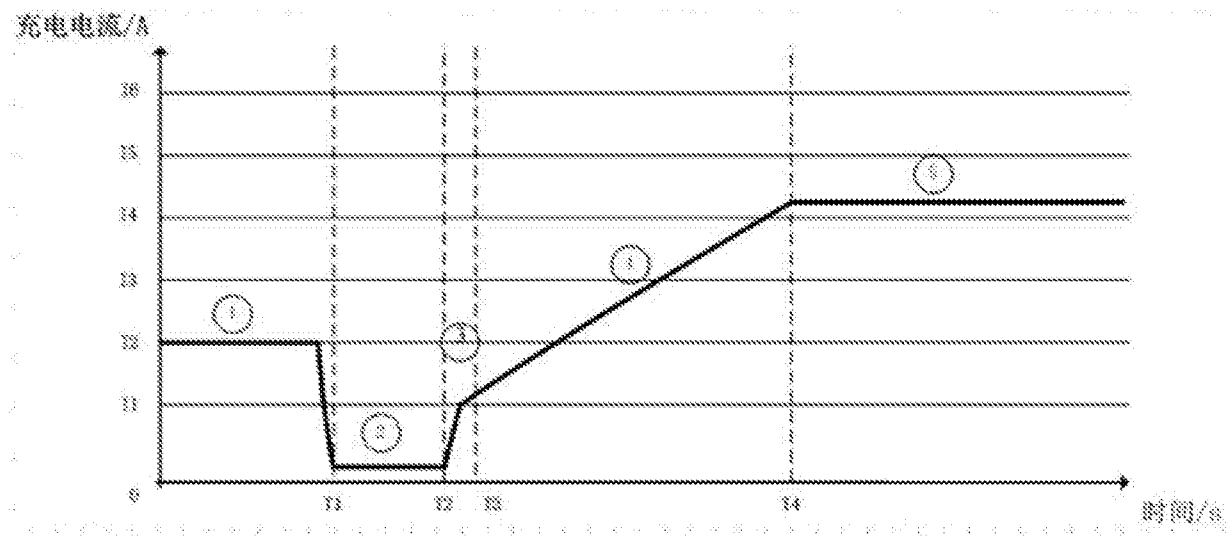


图 19B

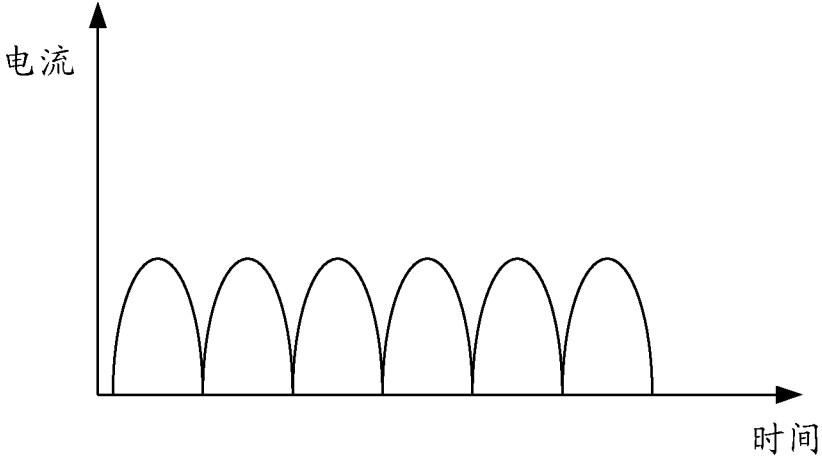


图 20

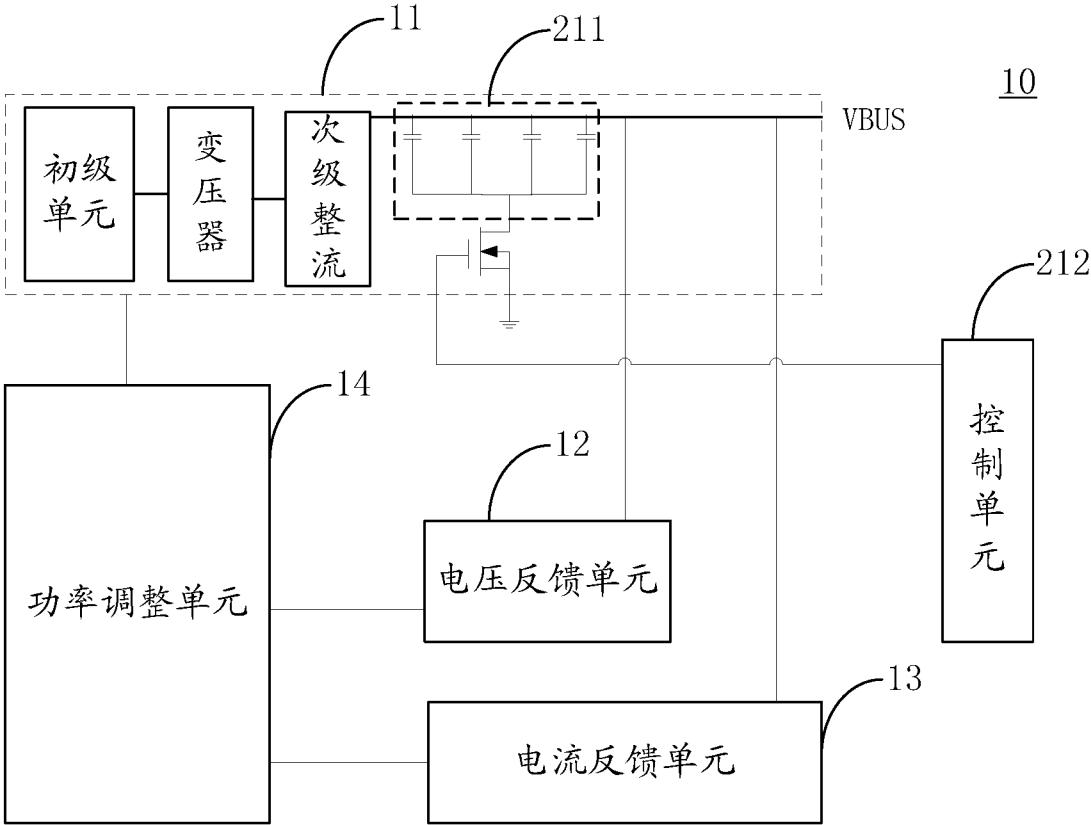


图 21

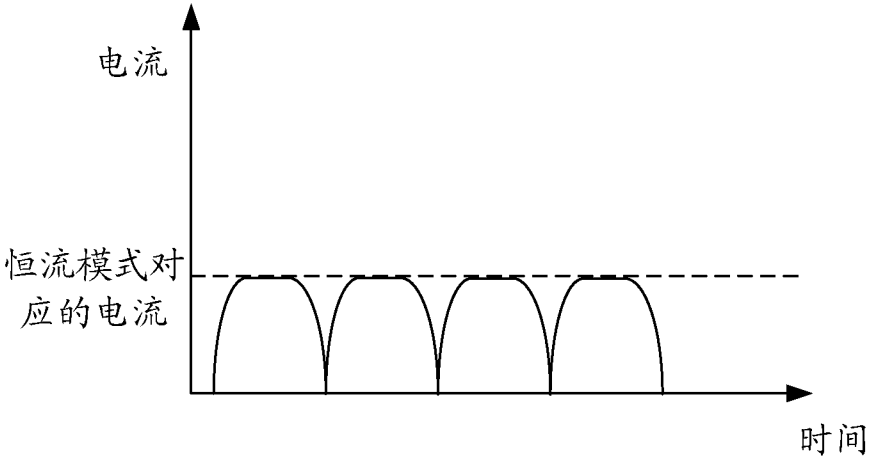


图 22

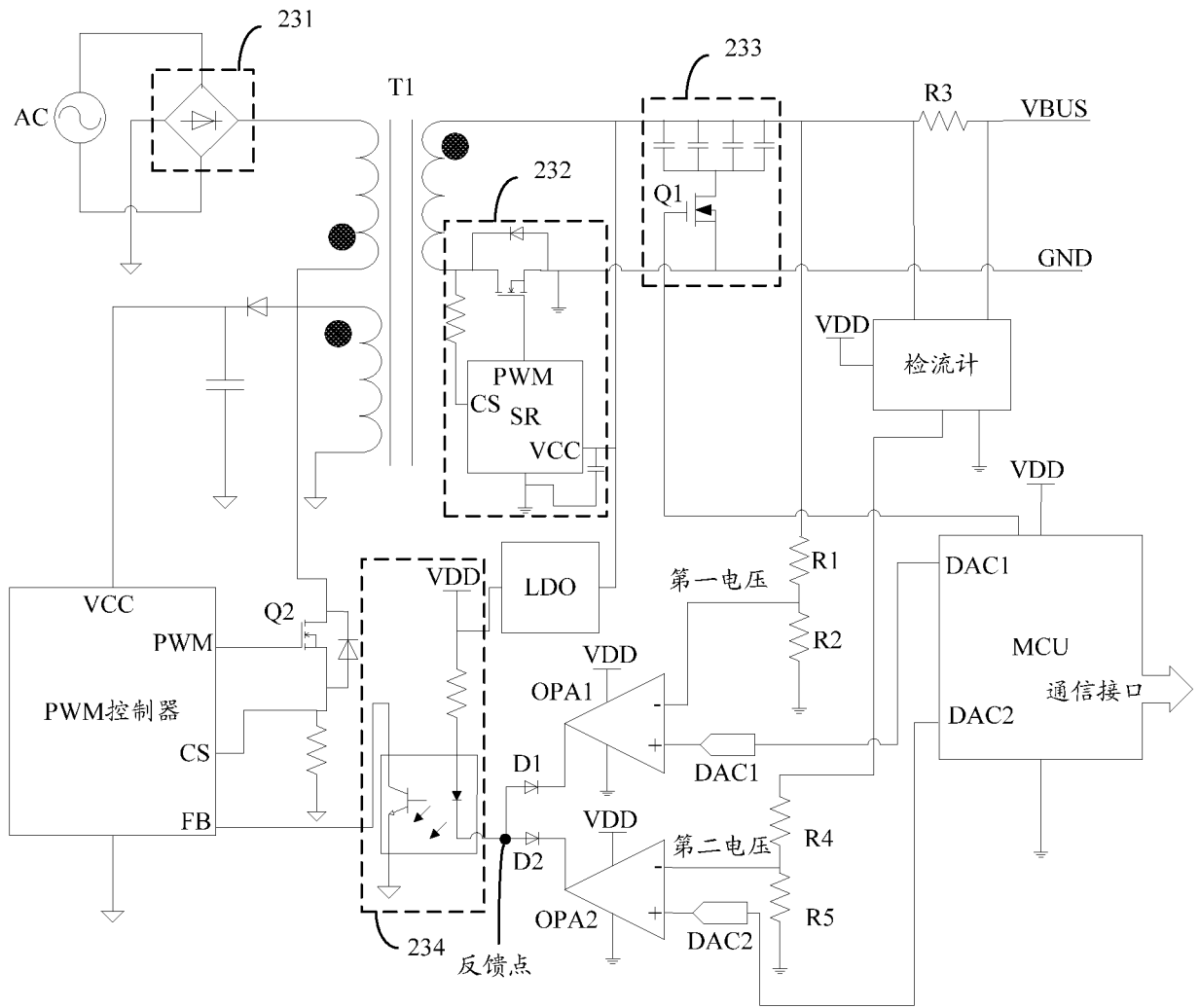


图 23

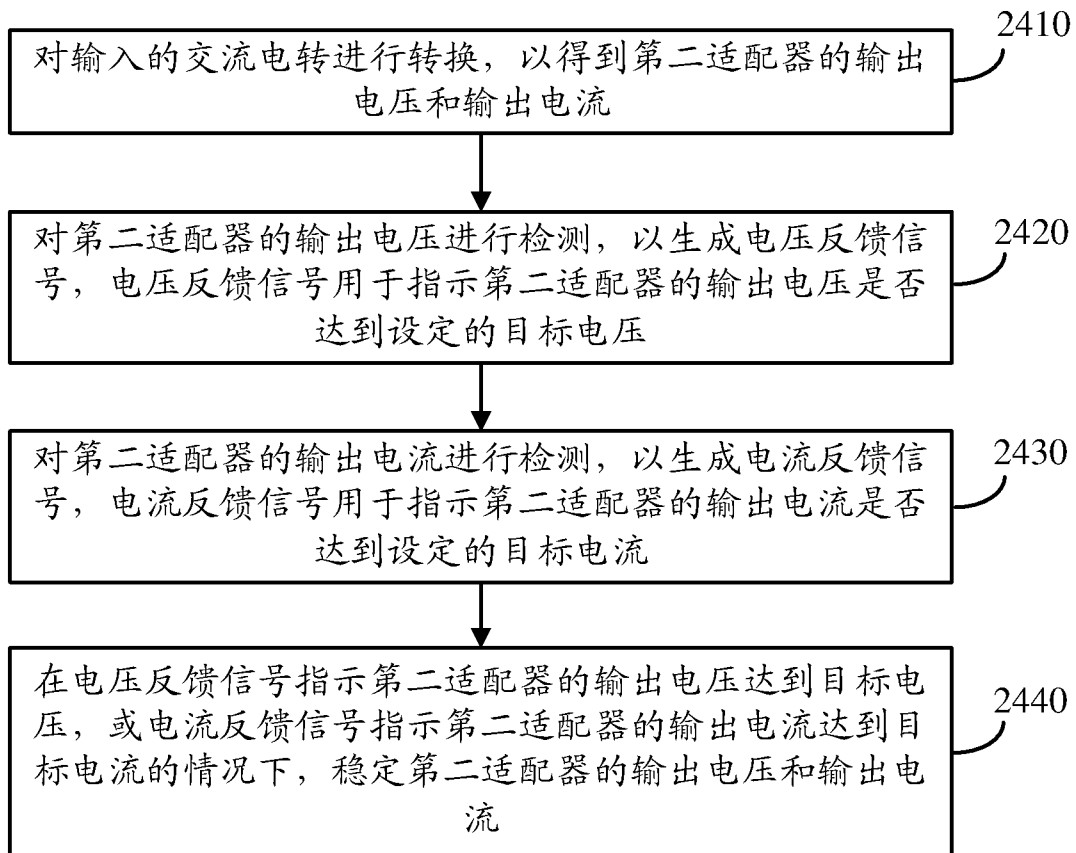


图 24