

# (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  
2019年3月28日 (28.03.2019)



(10) 国际公布号  
**WO 2019/056318 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H02M 7/04* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/103008
- (22) 国际申请日: 2017年9月22日 (22.09.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: **OPPO 广东移动通信有限公司 (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)。
- (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, JO, 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,

(54) **Title:** POWER SUPPLY CIRCUIT, POWER SUPPLY DEVICE, AND CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 电源提供电路、电源提供设备和控制方法

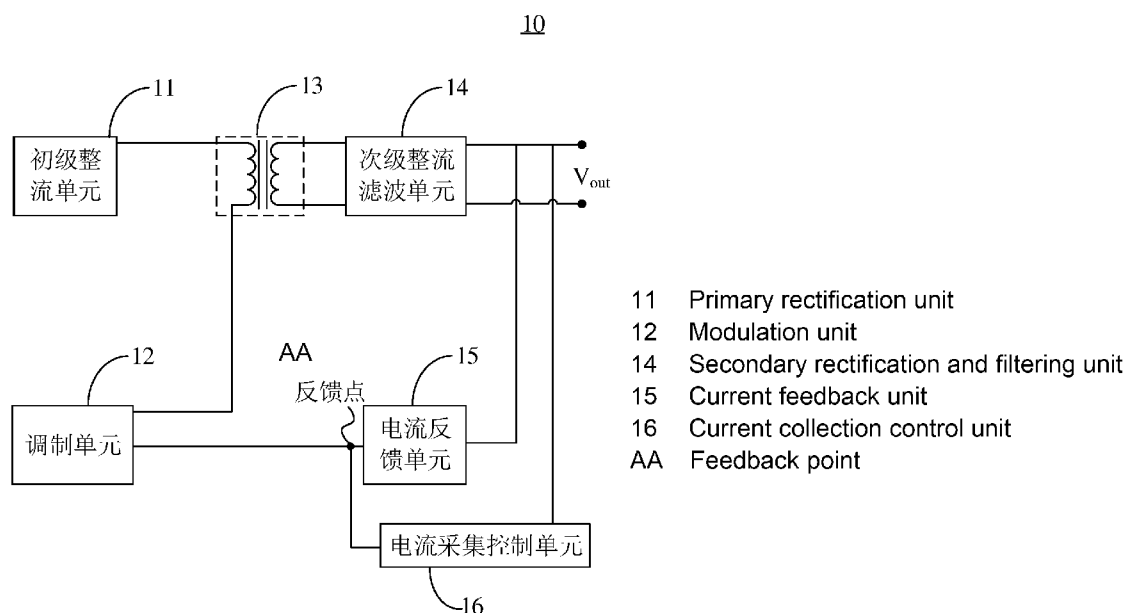


图 1

(57) **Abstract:** A power supply circuit (10), a power supply device, and a control method. The power supply circuit (10) comprises a primary rectification unit (11), a modulation unit (12), a transformer (13), a secondary rectification and filtering unit (14), a current feedback unit (15), and a current collection control unit (16). A liquid-state electrolytic capacitor on a primary side is removed in the power supply circuit (10), and a current value of an output current of the power supply circuit (10) is a periodically-changing current value. The power supply circuit (10) can determine when the output current is at a peak value according to a feedback voltage outputted



WO 2019/056318 A1

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)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

by the current feedback unit (15), so that the power supply circuit (10) can manage and control the peak value of the output current.

(57) 摘要: 一种电源提供电路(10)、电源提供设备和控制方法。该电源提供电路(10)包括初级整流单元(11)、调制单元(12)、变压器(13)、次级整流滤波单元(14)、电流反馈单元(15)和电流采集控制单元(16)。该电源提供电路(10)去掉了初级侧的液态电解电容, 且该电源提供电路(10)的输出电流的电流值为周期性变化的电流值。该电源提供电路(10)可以根据电流反馈单元(15)输出的反馈电压判断输出电流何时处于峰值, 从而使得电源提供电路(10)可以对输出电流的峰值大小进行管理和控制。

## 电源提供电路、电源提供设备和控制方法

### 技术领域

5 本申请涉及充电领域，并且更为具体地，涉及一种电源提供电路、电源提供设备和控制方法。

### 背景技术

10 电源提供电路通常包含初级转换单元和次级转换单元。初级转换单元一般包括初级整流单元和初级滤波单元。初级滤波单元通常需要使用一个或多个大容量的液态电解电容（如液态铝制电解电容）对初级整流后的电压进行初级滤波。

液态电解电容具有寿命短、易爆浆等缺陷，导致传统电源提供电路使用寿命短，且不安全。

### 15 发明内容

本申请提供一种电源提供电路、电源提供设备以及控制方法，可以提高电源提供电路的使用寿命和安全性。

20 第一方面，提供一种电源提供电路，包括：初级整流单元，用于对输入的交流电进行整流以输出电压值周期性变化的第一电压；调制单元，用于对所述第一电压进行调制以生成第二电压；变压器，用于根据所述第二电压生成第三电压；次级整流滤波单元，用于对所述第三电压进行整流和滤波以生成所述电源提供电路的输出电流，所述输出电流的电流值为周期性变换的电流值；电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并根据所述输出电流向所述调制单元发送反馈电压；所述调制单元，用于根据所述反馈电压执行对所述  
25 第一电压进行调制以生成第二电压的过程，以将所述输出电流的电流值限定在预先设定的限流值以下；电流采集控制单元，用于接收所述反馈电压，根据所述反馈电压判断所述输出电流的电流值是否处于峰值，并在所述输出电流的电流值处于峰值时，对所述输出电流的峰值进行采集。

30 第二方面，提供一种电源提供设备，包括如第一方面所述的电源提供电路。

第三方面，提供一种电源提供电路的控制方法，所述电源提供电路包括：

初级整流单元，用于对输入的交流电进行整流以输出电压值周期性变化的第一电压；调制单元，用于对所述第一电压进行调制以生成第二电压；变压器，用于根据所述第二电压生成第三电压；次级整流滤波单元，用于对所述第三电压进行整流和滤波以生成所述电源提供电路的输出电流，所述输出电流的  
5 电流值为周期性变换的电流值；电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并根据所述输出电流向所述调制单元发送反馈电压；所述调制单元，用于根据所述反馈电压执行对所述第一电压进行调制以生成第二电压的过程，以将所述输出电流的电流值限定在预先设定的限流值以下；所述控制方法包括：接收所述反馈电压；根据所述反馈电压判断所述输出电流的电流值是否处于峰  
10 值；并在所述输出电流的电流值处于峰值时，对所述输出电流的峰值进行采集。

本申请提供的电源提供电路去掉了初级侧的液态电解电容，降低了电源提供电路的体积，并提高了电源提供电路的使用寿命和安全性。进一步地，该电源提供电路可以根据电流反馈单元输出的反馈电压判断电源提供电路  
15 的输出电流何时处于峰值，从而为电源提供电路对其输出电流的峰值大小的管理和控制提供了基础。

#### 附图说明

- 图 1 是本发明一个实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。  
20 图 2 是本发明实施例提供的待调制的第一电压的波形示例图。  
图 3 是传统电源提供电路调制前后的电压波形对比图。  
图 4 是本发明实施例提供的对第一电压调制后得到的第二电压的波形示例图。  
图 5 是本发明实施例提供的经过次级整流滤波后的输出电流的波形的示  
25 例图。  
图 6 是本发明另一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。  
图 7 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。  
图 8 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。  
图 9 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。  
30 图 10 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。  
图 11 是本发明实施例提供的反馈电压、比较器的输出信号以及电源提

供电路的输出电流的信号时序关系图。

图 12 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。

图 13 是本发明实施例提供的反馈电压、三极管集电极的电压信号以及电源提供电路的输出电流的信号时序关系图。

5 图 14 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。

图 15 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。

图 16 是本发明又一实施例提供的电源提供电路的示意性结构图。

图 17 是本发明实施例提供的快充过程的示意性流程图。

图 18 是本发明实施例提供的电源提供设备的示意性结构图。

10 图 19 是本发明实施例提供的控制方法的示意性流程图。

### 具体实施方式

相关技术中的电源提供电路的初级侧既设置有初级整流单元，也设置有初级滤波单元。初级滤波单元一般包含一个或多个液态电解电容。液态电解电容具有容值大，滤波能力强的特点。该液态电解电容的存在使得电源提供电路的输出可以为恒定直流电。但是，液态电解电容具有寿命短、易爆浆等特性，导致电源提供电路使用寿命短，且不安全。此外，利用恒定直流电为待充电设备中的电池充电会导致电池的极化和析锂现象，从而可能会降低该电池的使用寿命。

20 为了提高电源提供电路的使用寿命和安全性，并缓解电池在充电过程的极化和析锂现象。本发明实施例提供一种去掉了初级侧的液态电解电容的电源提供电路。该电源提供电路可用于为待充电设备中的电池进行充电。本申请所提及的待充电设备可以是移动终端，如“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

25

30

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  
5 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。

如图 1 所示，本发明实施例提供的电源提供电路 10 可以包括初级整流单元 11、调制单元 12、变压器 13 和次级整流滤波单元 14。下面对电源提供  
10 电路 10 的各个组成部分分别进行详细介绍。

初级整流单元 11 可用于对输入的交流电进行整流以输出电压值周期性变化的第一电压。在一些情况下，输入的交流电(AC)也可称为市电。输入的交流电例如可以是 220V 的交流电，也可以是 110V 的交流电，本发明实施例对此不做具体限定。

15 第一电压的电压波形为周期性变化的波形。如图 2 所示，该第一电压的波形可以为脉动波形，或称馒头波。

本发明实施例对初级整流单元 11 的形式不做具体限定。初级整流单元 11 可以采用四个二极管构成的全桥整流电路，也可以采用其他形式的整流电路，如半桥整流电路。

20 调制单元 12 可用于对第一电压进行调制以生成第二电压。在某些情况下，调制单元 12 也可称为斩波单元或斩波器。或者，在某些情况下，调制单元 12 也可称为截波单元或截波器。本发明实施例对调制单元 12 的工作方式不做具体限定。作为一个示例，调制单元 12 可以采用脉冲宽度调制(pulse width modulation, PWM)的方式对第一电压进行调制，也可以采用频率调  
25 制的方式对第一电压进行调制。

需要说明的是，在相关技术中，初级整流单元 11 输出的电压(对应于本发明实施例的第一电压)需要先经过初级滤波单元(包含一个或多个液态电解电容)进行滤波，形成恒定直流电。该恒定直流电的电压波形通常为直线，即图 3 所示的调制前的电压波形。接着，调制单元对该恒定电压进行调  
30 制(斩波)，形成如图 3 所示的调制后的电压，从图 3 可以看出，经过调制单元的处理，恒定的电压信号被斩成许多小的幅值相等的方波脉冲信号。相

比而言，本发明实施例提供的电源提供电路去掉了用于初级滤波的液态电解电容，直接对初级整流输出的电压值周期性变化的第一电压进行调制。以第一电压的波形为图 2 所示的波形为例，调制后得到的第二电压的波形可以参见图 4。从图 4 可以看出，第二电压同样包含许多小的脉冲信号，但这些脉冲信号的幅值并不相等，而是周期性变化的。图 4 的虚线为组成第二电压的脉冲信号的包络。对比图 2 可以看出，组成第二电压的脉冲信号的包络与第一电压的波形基本相同。

变压器 13 可用于根据第二电压生成第三电压。换句话说，变压器 13 可用于将第二电压从变压器的初级耦合至次级，得到第三电压。例如，变压器 13 可用于对第二电压进行变压相关操作，得到第三电压。变压器 13 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 13 可以包括初级绕组和次级绕组。变压器 13 中的初级绕组和次级绕组的形式，以及初级绕组、次级绕组与电源提供电路 10 中的其他单元的连接方式与电源提供电路 10 所采用的开关电源的类型有关。例如，电源提供电路 10 可以是基于反激式开关电源的电源提供电路，也可以是基于正激式开关电源的电源提供电路，还可以是基于推挽式开关电源的电源提供电路。电源提供电路所基于的开关电源的类型不同，变压器 13 的初级绕组、次级绕组的具体形式和连接方式就会相应不同，本发明实施例对此不做具体限定。图 1 示出的仅是变压器 13 的一种可能的连接方式。

次级整流滤波单元 14 可以包括次级整流单元和次级滤波单元。本发明实施例对次级整流单元的整流方式不做具体限定。作为一个示例，次级整流单元可以使用同步整流 ( synchronous rectifier , SR ) 芯片，对变压器的次级绕组感应到的电压 ( 或电流 ) 进行同步整流。作为另一示例，次级整流单元可以采用二极管进行次级整流。次级滤波单元可用于对次级整流之后的电压进行次级滤波。次级滤波单元可以包括一个或多个固态电容，或者也可以包括固态电容与普通电容 ( 如陶瓷电容 ) 的组合。

经过次级整流滤波单元 14 的处理，可以得到电源提供电路 10 的输出电流。图 5 中的实线是输出电流的波形的一个示例。从图 5 可以看出，输出电流的波形并非是电流值恒定的波形，而是电流值周期性变化的波形，原因解释如下。

由于电源提供电路 10 的初级侧去掉了液态电解电容，使得输入变压器

13 的第二电压由幅值周期性变化的许多小的脉冲信号组成。同样地，变压器 13 向次级侧传输的第三电压也由幅值周期性变化的许多小的脉冲信号组成。次级整流滤波单元 14 中设置有次级滤波电容，但与液态电解电容相比，次级滤波电容通常会选取一些容值较低的固态电容。固态电容的容值一般较低，滤波能力相对较弱。因此，次级滤波电容的主要功能在于将次级整流之后输出的许多小的脉冲信号滤成周期性变化的连续信号，该连续信号的波形一般为与这些小的脉冲信号的包络类似的波形。

进一步地，从图 5 可以看出，输出电流的波形并非完整的脉动波形，输出电流的波形的波峰和波谷均未达到脉动波形（图 5 中的虚线）的波峰和波谷。输出电流的波形的波峰未达到脉动波形的波峰的主要原因在于电源提供电路 10 一般会监控自身的输出电压和/或输出电流，并对输出电压进行限压和/或对输出电流进行限流操作。该限压和/或限流操作会将脉动波形的波峰限制在预设的幅值以下，从而形成了如图 5 所示的经过削峰处理之后的输出电流的波形。

15 输出电流的波形的波谷未达到脉动波形的波谷的主要原因在于次级整流滤波单元 14 中的次级滤波电容对次级侧的供电线路上的电压具有钳位作用，使得次级侧的供电线路上的电压和电流均无法达到 0 点。具体地，当次级侧的供电线路上的电压下降至与次级滤波电容的电压值相等时，次级滤波电容会进入放电状态，使得供电线路上的电压不再继续下降，从而将输出电流的波形的波谷“钳位”在大于 0 的某个数值，该数值的具体大小与次级滤波电容的容值有关，本发明实施例对此不做具体限定。

由上文的描述可以看出，本发明实施例提供的电源提供电路 10 去掉了初级侧的液态电解电容，从而降低了电源提供电路的体积，并提高了电源提供电路的使用寿命和安全性。

25 在电池的充电过程中，经常需要采集并调整电源提供电路的输出电流的幅值以匹配电池的各个充电阶段。本发明实施例中，由于电源提供电路 10 的输出电流的电流值是周期性变化的，因此，需要采集的是电源提供电路 10 的输出电流的峰值。

30 如图 1 所示，本发明实施例提供的电源提供电路 10 还可包括电流反馈单元 15 和电流采集控制单元 16，能够用来采集电源提供电路 10 的输出电流的峰值，从而为后续控制和输出电流管理提供条件。下面对电流反馈单元 15

和电流采集控制单元 16 进行详细地举例说明。

电流反馈单元 15 可用于接收电源提供电路 10 的输出电流，并根据电源提供电路 10 的输出电流向调制单元 12 发送反馈电压；

5 调制单元 12 还可用于根据该反馈电压对第一电压进行调制，以将电源提供电路 10 的输出电流的电流值限定在预先设定的限流值以下。

下面以调制单元 12 为基于 PWM 控制器的调制单元为例，说明调制单元 12 对第一电压进行调制以生成第二电压的过程。电源提供电路 10 刚开始工作时，电源提供电路 10 的输出电流比较小，电源提供电路 10 接收到的反馈电压通常为大于 0 的电压。在这种情况下，调制单元 12 可以以不断增大 PWM 控制信号的占空比的方式对第一电压进行调制以生成第二电压，使得电源提供电路 10 在单位时间内可以从输入的交流电中抽取更多的能量，从而使得电源提供电路 10 的输出电流不断增大。在电源提供电路 10 的输出电流达到电流反馈单元 15 对应的限流值时，调制单元 12 接收到的电流反馈单元 15 的反馈电压会变成低电平。此时，调制单元 12 可以以控制 PWM 控制信号的占空比保持不变的方式对第一电压进行调制以生成第二电压，使得电源提供电路 10 的输出电流不超过该限流值。

20 电流反馈单元 15 可以直接与调制单元 12 相连，也可以通过光耦与调制单元 12 间接相连，本发明实施例对此不做具体限定。如果电流反馈单元 15 通过光耦与调制单元 12 间接相连，则电流反馈单元 15 向调制单元发送到的反馈电压需要先经过光耦进行光电转换。

上述预先设定的限流值是指电流反馈单元 15 对应的限流值。以电流反馈单元 15 是基于运放的电流反馈单元为例，该限流值的取值可以由该运放的参考电压限定。

25 反馈电压可以理解为调制单元 12 和电流反馈单元 15 之间的反馈点的电压。反馈点的位置与调制单元 12 和电流反馈单元 15 之间的连接方式有关。作为一个示例，电源提供电路 10 的初级侧和次级侧通过隔离单元（如光耦单元）相互隔离，此时，反馈点可以位于调制单元 12 和电流反馈单元 15 之间，并具体可以位于隔离单元与电流反馈单元 15 之间。

30 图 16 给出了电流反馈单元 15 的一种可能的实现方式。参见图 16，电流反馈单元 15 可以包括检流计 151，检流电阻 R1，电阻 R2，电阻 R3，以及第一运放 OPA1。

检流计 151 可用于检测流过检流电阻 R1 的电流。电阻 R2 和电阻 R3 可用于对检流计 151 输出的电压信号进行分压，得到采样电压。该采样电压的电压值可用于表示电源提供电路 10 的输出电流的大小。

第一运放 OPA1 的负输入端可用于接收电阻 R2 和电阻 R3 分压之后得到的采样电压。第一运放 OPA1 的正输入端可用于接收参考电压。该参考电压可用于表示电源输出电路 10 的输出电流的限流值（即输出电流的阈值）。图 16 给出了参考电压的一种可选的配置方式，即可以由电源提供电路 10 中的负责控制功能的 MCU 通过 DAC1 配置第一运放 OPA1 的参考电压。当然，第一运放 OPA1 的参考电压还可以采用其他方式进行配置，也可以设置成固定值，本发明实施例对此不做具体限定。

如图 6 所示，进一步地，在一些实施例中，电源提供电路 10 还可包括上拉单元 61。上拉单元 61 可以连接在电流反馈单元 15 和调制单元 12 之间。该上拉单元 61 可用于当电流反馈单元 15 中的运放处于饱和状态时，将反馈电压上拉至高电平。上拉单元 61 的使用可以改善反馈电压的信号质量，使得反馈电压的电压值呈现为周期性变化的高电平和低电平。反馈电压与电源提供电路 10 的输出电流是同步变化的。

本发明实施例利用反馈电压与电源提供电路 10 的输出电流同步关系，对电源提供电路 10 的输出电流的峰值的出现时机进行判断。因此，反馈电压高低电平呈现的越明显，利用该反馈电压判断出的输出电流的峰值的出现时机也就越准确。图 16 给出了上拉单元 61 的一种可能的实现方式。参见图 16，该上拉单元 61 可以是上拉电阻 R8。上拉电阻 R8 的一端可以连接在电流反馈单元 15 和调制单元 12 之间。上拉电阻 R8 另一端可以与电源提供电路 10 的 VDD 相连。

进一步地，在一些实施例中，如图 7 所示，电源提供电路 10 还可包括隔离单元 71 和防倒灌的二极管 72。隔离单元 71 可以位于电流反馈单元 15 和调制单元 12 之间。隔离单元 71 可用于将电源提供电路 10 的初级侧和次级侧相互隔离，以防止初级侧和次级侧的信号的相互干扰。隔离单元 71 例如可以是光耦单元，也可以是其他类型的隔离单元，本发明实施例对此不做具体限定。防倒灌的二极管 72，可以位于上拉单元 61 和隔离单元 71 之间。图 16 给出了隔离单元 71 的一种可能的实现方式。参见图 16，隔离单元 71 为光耦 OC。此外，图 7 中的二极管 72 对应于图 16 中的二极管 D1。

如图 8 所示，进一步地，在一些实施例中，电流反馈单元 15 是基于运放的电流反馈单元，电源提供电路 10 还可包括运放的补偿单元 81（或称运放的补偿网络）。补偿单元 81 的输入端可以与二极管 72 的正极相连，补偿单元 81 的输出端可以与电流反馈单元 15 中的输入端相连。

5 图 16 中，电流反馈单元 15 所基于的运放为运放第一运放 OPA1。图 16 给出了第一运放 OPA1 的补偿单元的一种可能的实现方式。参见图 16，第一运放 OPA1 的补偿单元可以包含电阻 R6 和电容 C1。需要说明的是，电阻 R6 和电容 C1 形成的电路具有滤波作用（RC 滤波电路）。如果将第一运放 OPA1 的补偿单元与反馈点均设置在二极管 D1 的负极一侧，则第一运放  
10 OPA1 的补偿单元会对反馈电压进行一定程度的滤波，使得反馈电压的高低电平不明显，这样可能会降低基于反馈电压判断出的输出电流的峰值的准确性。采用图 8 或图 16 所示的布置方式之后，第一运放 OPA1 的补偿单元与反馈点分别位于二极管的两侧。二极管具有隔离作用，使得第一运放 OPA1 的补偿单元不会影响反馈电压，从而可以提高基于反馈电压判断出的输出电  
15 流的峰值的准确性。

电流采集控制单元 16 可用于接收反馈电压；根据反馈电压判断输出电流的电流值是否处于峰值；并在输出电流的电流值处于峰值时，对输出电流的峰值进行采集。

20 本发明实施例对电流采集控制单元 16 的实现方式不做具体限定。下面结合图 9-图 15 进行详细的举例说明。

可选地，作为一个实施例，如图 9 所示，电流采集控制单元 16 可以包括电平判断单元 161、控制单元 162 和采样保持单元 163。电平判断单元 161 可用于对反馈电压进行判断以生成结果信号。控制单元 162 可根据电平判断单元 161 输出的结果信号确定输出电流的电流值是否处于峰值，并在输出电  
25 流的电流值处于峰值时，控制采样保持单元 163 对输出电流的峰值进行采集。

电平判断单元 161 的实现方式可以有多种。作为一个示例，如图 10 所示，电平判断单元 161 可以包括比较器 1611。比较器 1611 可以被配置成当反馈电压为高电平时，比较器 1611 的输出信号为低电平；当反馈电压为低电平时，比较器 1611 的输出信号为高电平。图 11 是反馈电压、比较器 1611  
30 的输出信号以及电源提供电路 10 的输出电流的信号时序关系图。从图 11 可以看出，比较器 1611 的输出信号的上升沿到来时，电源提供电路 10 的输出

电流达到峰值。因此，控制单元 162 可以采集比较器 1611 的输出信号的上升沿，并当采集到输出信号的上升沿时，控制采样保持单元 163 对输出电流的峰值进行采集。

5 作为另一个示例，如图 12 所示，电平判断单元 161 可以包括开关单元 1612 和三极管 1613。开关单元 1612 可以被配置成当反馈电压为高电平时，开关单元 1612 导通；当反馈电压为低电平时，开关单元 1612 截止。三极管 1613 可以被配置成当开关单元 1612 导通时，三极管 1613 导通，三极管 1613 的集电极处于低电平；当开关单元 1612 截止时，三极管 1613 断开，三极管 1613 的集电极处于高电平。从图 13 可以看出，三极管 1613 的集电极的电压信号的上升沿到来时，电源提供电路 10 的输出电流达到峰值。因此，控制单元 162 可用于采集三极管 1613 的集电极的电压信号的上升沿，并当采集到该集电极的电压信号的上升沿时，控制采样保持单元 163 对输出电流的峰值进行采集。

15 开关单元 1612 的实现方式以及开关单元 1612 和三极管 1613 的连接方式可以有多种。作为一个示例，如图 14 所示，开关单元 1612 可以为稳压管 ZD1。当反馈电压为高电平时，稳压管 ZD1 雪崩导通，从而使得三极管 1613 导通，三极管的集电极为低电平；当反馈电压为低电平时，稳压管 ZD1 截止，从而使得三极管 1613 截止，三极管的集电极为高电平。作为另一个示例，如图 15 所示，开关单元 1612 可以为 AP432 芯片。当反馈电压为高电平时，AP432 芯片导通，三极管的集电极为低电平；当反馈电压为低电平时，AP432 芯片截止，从而使得三极管 1613 截止，三极管的集电极为高电平。

20 采样保持单元 163 可以在控制单元 162 的控制下周期性进入采样状态和保持状态。采样保持单元 163 一般主要由电容和开关管等器件组成。电容可用于对电源提供电路 10 的输出电流进行采样和保持，电容两端的电压可用于表示电源提供电路 10 的输出电流的大小。开关管可用于控制电容放电，从而使得采样保持电路重新进入采样状态。采样保持单元 163 可以参照传统采样保持单元的结构设计，此处不再详述。图 16 以控制单元 162 为 MCU 为例，给出了电平判断单元 161 和采样保持单元 163 围绕 MCU 的一种可选的布置方式。

30 可选地，在一些实施例中，电源提供电路 10 除了包含上文描述的电流反馈单元 15，还可以电压反馈单元。图 16 给出了电压反馈单元的一种可能

的实现方式。参见图 16，电压反馈单元可以包括第二运放 OPA2、电阻 R4 和电阻 R5。电阻 R4 和电阻 R5 可用于对电源提供电路 10 的输出电压进行采样。第二运放 OPA2 可根据电阻 R4 和电阻 R5 采样后的电压以及 MCU 通过 DAC2 输入的参考电压对电源提供电路 10 进行电压反馈控制。在电源提供电路 10 中同时设置硬件形式的电压反馈单元和电流反馈单元，可以提高电源提供电路 10 对输出电压和输出电流变化的响应速度，从而提高了充电过程的安全性。

相关技术中提到了用于为待充电设备进行充电的一电源提供电路。该电源提供电路工作在恒压模式下。在恒压模式下，该电源提供电路的输出电压基本维持恒定，比如 5V，9V，12V 或 20V 等。

该电源提供电路的输出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内的变换电路进行变换，以得到待充电设备内的电池所预期的充电电压和/或充电电流。

变换电路可用于对电源提供电路的输出电压进行变换，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。该变换电路可以具有电压反馈模块的功能，和/或，具有电流反馈模块的功能，以实现对该电池的充电电压和/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到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的大小满足电池所预期的充电电压大小。

作为一种示例，当电源提供电路输出的电压大于电池所预期的充电电压时，变换电路可用于对电源提供电路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，当电源提供电路输出的电压小于电池所预期的充电电压时，变换电路可用于对电源提供电路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。

5 作为又一示例，以电源提供电路输出 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）可对电源提供电路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。

10 作为又一示例，以电源提供电路输出 5V 恒定电压为例，当电源提供电路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）可对电源提供电路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。

15 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内部。待充电设备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内的热量很难及时移除，进而引发待充电设备的异常。

20 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的温度升高，影响用户在充电时的使用体验。  
25 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，使得电源提供电路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。

本发明实施例还提供一种电源提供电路 10。该电源提供电路 10 中的控制单元（例如可以是图 16 中的 MCU）还可用于与待充电设备通信（例如通

过图 16 所示的通信接口 )，以调整电源提供电路 10 的输出功率，使得电源提供电路 10 的输出电压和/或输出电流与待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配。

5 应理解，电池当前所处的充电阶段可以包括以下阶段中的至少一个：涪流充电阶段、恒压充电阶段、恒流充电阶段。

以电池当前所处的充电阶段为恒压充电阶段为例，上述与待充电设备通信，以调整电源提供电路的输出功率，使得电源提供电路的输出电压和/或输出电流与待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配可包括：在电池的恒压充电阶段，与待充电设备进行通信，以调整电源提供电路的输出功率，  
10 使得电源提供电路的输出电压与恒压充电阶段对应的充电电压相匹配。

以电池当前所处的充电阶段为恒流充电阶段为例，上述与待充电设备通信，以调整电源提供电路的输出功率，使得电源提供电路的输出电压和/或输出电流与待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配可包括：在电池的恒流充电阶段，与待充电设备进行通信，以调整电源提供电路的输出功率，  
15 使得电源提供电路的输出电流与恒流充电阶段对应的充电电流相匹配。

下面对本发明实施例提供的具有通信功能的电源提供电路 10 进行更为详细的举例说明。

该电源提供电路 10 可以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。该电源提供电路 10 可以根据获取到的  
20 的电池的状态信息来调节电源提供电路 10 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，电源提供电路 10 调节后输出的电压可直接加载到电池两端为电池充电（下称“直充”）。进一步地，在电池充电过程的恒流充电阶段，电源提供电路 10 调节后输出的电压可直接加载在电  
池的两端为电池充电。

25 该电源提供电路 10 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  
对电池的充电电压和/或充电电流的管理。

该电源提供电路 10 根据获取到的电池的状态信息来调节电源提供电路 10 自身的  
30 输出电压可以指：该电源提供电路 10 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电源提供电路 10 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。

该电源提供电路 10 根据实时获取到的电池的状态信息来调节电源提供电路 10 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，电源提供电路 10 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电源提供电路 10 自身的输出电压，以满足  
5 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至少一个。在涓流充电阶段，电源提供电路 10 可在涓流充电阶段输出一第一充电电流对电池进行充电以满足电池所预期的充电电流的需求（第一充电电流可为恒定直流电流）。在恒流充电阶段，电源提供电路  
10 10 可利用电流反馈环使得在恒流充电阶段由电源提供电路 10 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，可为脉动波形的电流，该第二充电电流可大于第一充电电流，可以是恒流充电阶段的脉动波形的电流峰值大于涓流充电阶段的恒定直流电流大小，而恒流充电阶段的恒流可以指的是脉动波形的电流峰值或平均值保持基本不变）。在恒  
15 压充电阶段，电源提供电路 10 可利用电压反馈环使得在恒压充电阶段由电源提供电路 10 输出到待充电设备的电压（即恒定直流电压）保持恒定。

举例来说，本发明实施例中提及的电源提供电路 10 可用于控制待充电设备内电池的恒流充电阶段。在其他实施例中，待充电设备内电池的涓流充电阶段和恒压充电阶段的控制功能也可由本发明实施例提及的电源提供电  
20 路 10 和待充电设备内额外的充电芯片来协同完成。相较于恒流充电阶段，电池在涓流充电阶段和恒压充电阶段接受的充电功率较小，待充电设备内部充电芯片的效率转换损失和热量累积是可以接受的。需要说明的是，本发明实施例中提及的恒流充电阶段或恒流阶段可以是指对电源提供电路 10 的输出电流进行控制的充电模式，并非要求电源提供电路 10 的输出电流保持完  
25 全恒定不变，例如可以是泛指电源提供电路 10 输出的脉动波形的电流峰值或平均值保持基本不变，或者是一个时间段保持基本不变。例如，实际中，电源提供电路 10 在恒流充电阶段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）可具有  $N$  个恒流阶段（ $N$  为一个不小于 2 的整数），分段恒流充电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 个恒流阶段从第 1 个阶段到第 N 个阶段依次被执行。当恒流阶段中的当前恒流阶段转到下一个恒流阶段后，脉动波形的电流峰值或平均值可变小；当电池电压到达充电终止电压阈值时，恒流阶段中的前一个恒流阶段会转到下一个恒流阶段。相邻两个恒流阶段之间的  
5 电流转换过程可以是渐变的，或，也可以是台阶式的跳跃变化。

进一步地，在电源提供电路 10 的输出电流为电流值周期性变化的电流（如脉动直流电）的情况下，恒流模式可以指对周期性变化的电流的峰值或均值进行控制的充电模式，即控制电源提供电路 10 的输出电流的峰值不超过恒流模式对应的电流。此外，电源提供电路 10 的输出电流为交流电的情  
10 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。

可选地，在一些实施例中，电源提供电路 10 可以支持第一充电模式和第二充电模式，电源提供电路 10 在第二充电模式下对电池的充电速度快于电源提供电路 10 在第一充电模式下对电池的充电速度。换句话说，相较于工作在第一充电模式下的电源提供电路来说，工作在第二充电模式下的电源  
15 提供电路充满相同容量的电池的耗时更短。进一步地，在一些实施例中，在第一充电模式下，电源提供电路 10 通过第二充电通道为电池充电，在第二充电模式下，电源提供电路 10 通过第一充电通道为电池充电。

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电源提供电路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）来对待充电设备中的电池进行充电，  
20 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，电源提供电路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）来对待充电设备中的电池进行充电，  
25 相较于普通充电模式而言，电源提供电路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。

上文指出，电源提供电路 10 的输出电流可以具有电流值周期性变化的波形。该波形可以是指电源提供电路 10 工作在第二充电模式下的输出电流的波形。在第一充电模式下，电源提供电路 10 的输出电压的电压值可以为  
30 恒定电压值，输出电流的波形可以随负载的变化而变化。

进一步地，待充电设备可以与电源提供电路 10（或与电源提供电路 10

中的控制单元)进行双向通信,以控制在第二充电模式下的电源提供电路 10 的输出(即控制第二充电模式下的电源提供电路 10 提供的充电电压和/或充电电流)。待充电设备可以包括充电接口,待充电设备可以通过充电接口中的数据线 5 与电源提供电路 10 进行通信。以充电接口为 USB 接口为例,数据线可以是 USB 接口中的 D+线和/或 D-线。或者,待充电设备也可以与电源提供电路 10 进行无线通信。

本发明实施例对电源提供电路 10 与待充电设备的通信内容,以及待充电设备对电源提供电路 10 在第二充电模式下的输出的控制方式不作具体限定,例如,待充电设备可以与电源提供电路 10 通信,交互待充电设备中的 10 电池的当前总电压和/或当前总电量,并基于电池的当前总电压和/或当前总电量调整电源提供电路 10 的输出电压或输出电流。下面结合具体的实施例对待充电设备与电源提供电路 10 之间的通信内容,以及待充电设备对在第二充电模式下的电源提供电路 10 的输出的控制方式进行详细描述。

本发明实施例的上述描述并不会对电源提供电路 10 与待充电设备的主从性进行限定,换句话说,电源提供电路 10 与待充电设备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,通过比较电源提供电路 10 侧和待充电设备侧相对于大地的电 15 平高低来确认主、从设备的身份。

本发明实施例并未对电源提供电路 10 与待充电设备之间双向通信的具体实现方式作出限制,即言,电源提供电路 10 与待充电设备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 20 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 30 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，即电源提供电  
5 路 10 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充电。

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  
10 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，即电源提供电  
15 路 10 工作在第一充电模式下为待充电设备充电。

可选地，在一些实施例中，当待充电设备作为主设备发起通信会话，电源提供电  
20 路 10 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，无需要待充电设备对电源提供电 路 10 的第一响应或第一回复做出针对性的第二响应，即可认为电源提供电 路 10 与待充电设备之间完成了一次充电模式的协商过程，进而电源提供电 路 10 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进行充电。

可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电 路 10 进行双向通  
25 信，以控制在第二充电模式下的电源提供电 路 10 的输出的过程包括：待充电设备与电源提供电 路 10 进行双向通信，以协商电源提供电 路 10 与待充电设备之间的充电模式。

可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电 路 10 进行双向通  
30 信，以协商电源提供电 路 10 与待充电设备之间的充电模式包括：待充电设备接收电源提供电 路 10 发送的第一指令，第一指令用于询问待充电设备是否开启第二充电模式；待充电设备向电源提供电 路 10 发送第一指令的回复指令，第一指令的回复指令用于指示待充电设备是否同意开启第二充电模式；在待充电设备同意开启第二充电模式的情况下，待充电设备控制电源提

供电路 10 通过第一充电通道为电池充电。

可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以控制在第二充电模式下的电源提供电路 10 的输出的过程，包括：待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以确定在第二充电模式下的电  
5 源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电压。

可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以确定在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电压包括：待充电设备接收电源提供电路 10 发送的第二指令，第二指令用于询问电源提供电路 10 的输出电压与待充电设备的电池的  
10 当前总电压是否匹配；待充电设备向电源提供电路 10 发送第二指令的回复指令，第二指令的回复指令用于指示电源提供电路 10 的输出电压与电池的当前总电压匹配、偏高或偏低。可替换地，第二指令可用于询问将电源提供电路 10 的当前输出电压作为在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备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  
15 指示当前电源提供电路 10 的输出电压合适、偏高或偏低。

电源提供电路 10 的当前输出电压与电池的当前总电压匹配，或者电源提供电路 10 的当前输出电压适合作为在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电压可以指：电源提供电路 10 的  
20 当前输出电压与电池的当前总电压之间的差值在预设范围内（通常在几百毫伏的量级）。当前输出电压与电池当前总电压偏高包括：电源提供电路 10 的输出电压与电池的当前总电压之间的差值高于预设范围。当前输出电压与电池当前总电压偏低包括：电源提供电路 10 的输出电压与电池的当前总电压之间的差值低于预设范围。

可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以控制在第二充电模式下的电源提供电路 10 的输出的过程可包括：待  
25 充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以确定在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流。

可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以确定在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流可包括：待充电设备接收电源提供电路 10 发送的第三  
30 指令，第三指令用于询问待充电设备当前支持的最大充电电流；待充电设备

向电源提供电路 10 发送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当前支持的最大充电电流，以便电源提供电路 10 基于待充电设备当前支持的最大充电电流确定在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流。

- 5 待充电设备当前支持的最大充电电流可根据待充电设备的电池的容量、电芯体系等得出，或者为预设值。

应理解，待充电设备根据待充电设备当前支持的最大充电电流确定在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流的方式有多种。例如，电源提供电路 10 可以将待充电设备当前支持的最大充电电流确定为在第二充电模式下的电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流，也可以综合考虑待充电设备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电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备进行充电的充电电流。

15 可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以控制在第二充电模式下的电源提供电路 10 的输出的过程可包括：在使用第二充电模式充电的过程中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以调整电源提供电路 10 的输出电流。

20 在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以调整电源提供电路 10 的输出电流可包括：待充电设备接收电源提供电路 10 发送的第四指令，第四指令用于询问电池的当前总电压；待充电设备向电源提供电路 10 发送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总电压，以便电源提供电路 10 根据电池的当前总电压，调整电源提供电路 10 的输出电流。

25 可选地，在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以控制在第二充电模式下电源提供电路 10 的输出的过程可包括：待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以确定充电接口是否接触不良。

30 在一些实施例中，待充电设备与电源提供电路 10 进行双向通信，以便确定充电接口是否接触不良可包括：待充电设备接收电源提供电路 10 发送的第四指令，第四指令用于询问待充电设备的电池的当前电压；待充电设备向电源提供电路 10 发送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的电池的当前电压，以便电源提供电路 10 根据电源提供电路

10 的输出电压和待充电设备的电池的当前电压，确定充电接口是否接触不良。例如，电源提供电路 10 确定电源提供电路 10 的输出电压和待充电设备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电源提供电路 10 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。

5 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进行确定。例如，待充电设备向电源提供电路 10 发送第六指令，第六指令用于询问电源提供电路 10 的输出电压；待充电设备接收电源提供电路 10 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电源提供电路 10 的输出电压；待充电设备根据电池的当前电压和电源提供电路 10 的输出电压，确定充电接口是否接触不良。在待充电设备确定充电接口接触不良后，待充电设备可以向电源提供电路 10 发送第五指令，第五指令用于指示充电接口接触不良。电源提供电路 10 在接收到第五指令之后，可以退出第二充电模式。

10 下面结合图 17，更加详细地描述电源提供电路 10 与待充电设备之间的通信过程。应注意，图 17 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 17 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 17 所示，电源提供电路 10 和待充电设备之间的通信流程（或称快充通信流程）可以包括以下五个阶段：

阶段 1：

待充电设备与电源提供电路 10 连接后，待充电设备可以通过数据线 D+、D- 检测电源提供电路 10 的类型。当检测到电源提供电路 10 为如适配器等专门用于充电的电源提供电路时，待充电设备吸收的电流可以大于预设的电流阈值  $I_2$ （例如可以是 1A）。当电源提供电路 10 检测到预设时长（例如，可以是连续  $T_1$  时间）内电源提供电路 10 的输出电流大于或等于  $I_2$  时，则电源提供电路 10 可以认为待充电设备对于电源提供电路的类型识别已经完成。接着，电源提供电路 10 开启与待充电设备之间的协商过程，向待充电设备发送指令 1（对应于上述第一指令），以询问待充电设备是否同意电源提供电路 10 以第二充电模式对待充电设备进行充电。

当电源提供电路 10 收到待充电设备发送的指令 1 的回复指令，且该指

令 1 的回复指令指示待充电设备不同意电源提供电路 10 以第二充电模式对待充电设备进行充电时，电源提供电路 10 再次检测电源提供电路 10 的输出电流。当电源提供电路 10 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，电源提供电路 10 再次向待充电设备发送指令 1，询问待充电设备是否同意电源提供电路 10 以第二充电模式对待充电设备进行充电。电源提供电路 10 重复阶段 1 的上述步骤，直到待充电设备同意电源提供电路 10 以第二充电模式对待充电设备进行充电，或电源提供电路 10 的输出电流不再满足大于或等于 I2 的条件。

当待充电设备同意电源提供电路 10 以第二充电模式对待充电设备进行充电后，通信流程进入阶段 2。

阶段 2：

电源提供电路 10 向待充电设备发送指令 2（对应于上述第二指令），以询问电源提供电路 10 的输出电压（当前的输出电压）与待充电设备中的电池的当前电压是否匹配。

待充电设备向电源提供电路 10 发送指令 2 的回复指令，以指示电源提供电路 10 的输出电压与待充电设备电池的当前电压匹配、偏高或偏低。如果针对指令 2 的回复指令指示电源提供电路 10 的输出电压偏高或偏低，电源提供电路 10 可以将电源提供电路 10 的输出电压调低或调高，并再次向待充电设备发送指令 2，重新询问电源提供电路 10 的输出电压与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确定电源提供电路 10 的输出电压与待充电设备电池的当前电压匹配，进入阶段 3。电源提供电路 10 的输出电压的调整方式可以有多种。例如，可以预先为电源提供电路 10 的输出电压设置由低到高的多个电压档位，电压档位越高，表明电源提供电路 10 的输出电压越大。如果指令 2 的回复指令指示电源提供电路 10 的输出电压偏高，则可以将电源提供电路 10 的输出电压的电压档位从当前电压档位调低一个档位；如果指令 2 的回复指令指示电源提供电路 10 的输出电压偏低，则可以将电源提供电路 10 的输出电压的电压档位从当前电压档位调高一个档位。

阶段 3：

电源提供电路 10 向待充电设备发送指令 3（对应于上述第三指令），询问待充电设备当前支持的最大充电电流。待充电设备向电源提供电路 10 发

送指令 3 的回复指令，以指示待充电设备当前支持的最大充电电流，并进入阶段 4。

阶段 4：

5 电源提供电路 10 根据待充电设备当前支持的最大充电电流，确定在第二充电模式下电源提供电路 10 输出的用于对待充电设备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：

10 在进入恒流充电阶段后，电源提供电路 10 可以每间隔一段时间向待充电设备发送指令 4( 对应于上述第四指令 )，询问待充电设备电池的当前电压。待充电设备可以向电源提供电路 10 发送指令 4 的回复指令，以反馈电池的当前电压。电源提供电路 10 可以根据电池的当前电压，判断充电接口的接触是否良好，以及是否需要降低电源提供电路 10 的输出电流。当电源提供电路 10 判断充电接口的接触不良时，可以向待充电设备发送指令 5( 对应于上述第五指令 )，电源提供电路 10 会退出第二充电模式，然后复位并重新进入阶段 1。

15 可选地，在一些实施例中，在阶段 2 中，从待充电设备同意电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备进行充电到电源提供电路 10 将电源提供电路 10 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，则电源提供电路 10 或待充电设备可以判定通信过程异常，复位以重新进入阶段 1。

20 可选地，在一些实施例中，在阶段 2 中，当电源提供电路 10 的输出电压比待充电设备电池的当前电压高 $\Delta V$ ( $\Delta V$  可以设定为 200~500mV)时，待充电设备可以向电源提供电路 10 发送指令 2 的回复指令，以指示电源提供电路 10 的输出电压与待充电设备的电池的电压匹配。

25 可选地，在一些实施例中，在阶段 4 中，电源提供电路 10 的输出电流的调整速度可以控制一定范围之内，这样可以避免由于调整速度过快而导致充电过程发生异常。

可选地，在一些实施例中，在阶段 5 中，电源提供电路 10 的输出电流的变化幅度可以控制在 5% 以内。

30 可选地，在一些实施例中，在阶段 5 中，电源提供电路 10 可以实时监测充电通路的阻抗。具体地，电源提供电路 10 可以根据电源提供电路 10 的

输出电压、输出电流及待充电设备反馈的电池的当前电压，监测充电通路的阻抗。当“充电通路的阻抗” > “待充电设备的通路阻抗+充电线缆的阻抗”时，可以认为充电接口接触不良，电源提供电路 10 停止在第二充电模式下对待充电设备进行充电。

5 可选地，在一些实施例中，电源提供电路 10 开启在第二充电模式下对待充电设备进行充电之后，电源提供电路 10 与待充电设备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（或电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备的充电过程的停止）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，待充电设备不同意电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备进行充电，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，当电源提供电路 10 与待充电设备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，待充电设备同意电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备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，当待充电设备检测到电池出现异常时，充电过程停止，复位并重新进入阶段 1。然后，待充电设备不同意电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备进行充电。当电池恢复正常，且满足阶段 1 的要求后，待充电设备同意电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备进行充电。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 17 示出的通信步骤或操作仅是示例。例如，在阶段 1 中，待充电设备与电源提供电路 10 连接后，待充电设备与电源提供电路 10 之间的握手通信也可以由待充电设备发起，即待充电设备发送指令 1，询问电源提供电路 10 是否开启第二充电模式。当待充电设备接收到电源提供电路 10 的回复指令指示电源提供电路 10 同意电源提供电路 10 在第二充电模式下对待充电设备进行充电时，电源提供电路 10 开始在第二充电模式下对待充电设

备的电池进行充电。

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，待充电设备可以向电源提供电路 10 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。

5 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，表示待充电设备的电池已经被充满，停止整个充电过程。

本发明实施例还提供一种电源提供设备，如图 18 所示，该电源提供设备 1800 可以包括上文任意实施例提供的电源提供电路 10。该电源提供设备 1800 例如可以是适配器或移动电源（power bank）等专门用于充电的设备，  
10 也可以是电脑等能够提供电源和数据服务的其他设备。

上文结合图 1-图 18，详细描述了本发明实施例提供的电源提供电路和电源提供设备。下文结合图 19，详细描述本发明实施例提供的电源提供电路的控制方法。该电源提供电路可以是上文任意实施例描述的电源提供电路 10，与电源提供电路相关的描述可以参见前文，此处适当省略重复的描述。

15 该电源提供电路包括初级整流单元、调制单元、变压器、次级整流滤波单元和电流反馈单元。

初级整流单元可用于对输入的交流电进行整流以输出电压值周期性变化的第一电压。

调制单元可用于对第一电压进行调制以生成第二电压。

20 变压器可用于根据第二电压生成第三电压。

次级整流滤波单元可用于对第三电压进行整流和滤波以生成电源提供电路的输出电流。该输出电流的电流值为周期性变换的电流值。

电流反馈单元可用于接收输出电流，并根据输出电流向调整单元发送反馈电压；

25 调制单元还可用于根据反馈电压执行对第一电压进行调制以生成第二电压的过程，以将输出电流的电流值限定在预先设定的限流值以下。

图 19 的方法可包括步骤 1910-1930。在步骤 1910 中，接收反馈电压。在步骤 1920 中，根据反馈电压判断输出电流的电流值是否处于峰值。在步骤 1930 中，在输出电流的电流值处于峰值的情况下，对输出电流的峰值进  
30 行采集。

可选地，作为一个实施例，图 19 的方法还可包括与待充电设备通信，

以调整电源提供电路的输出功率,使得电源提供电路的输出电压和/或输出电流与待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配。

可选地,作为一个实施例,电源提供电路 10 对电池的充电阶段包括涓流充电阶段、恒压充电阶段、恒流充电阶段中的至少一个。

5 可选地,作为一个实施例,上述与待充电设备通信,以调整电源提供电路的输出功率,使得电源提供电路的输出电压和/或输出电流与待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配可包括:在电池的恒压充电阶段,与待充电设备进行通信,以调整电源提供电路的输出功率,使得电源提供电路的输出电压与恒压充电阶段对应的充电电压相匹配。

10 可选地,作为一个实施例,上述与待充电设备通信,以调整电源提供电路的输出功率,使得电源提供电路的输出电压和/或输出电流与待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配可包括:在电池的恒流充电阶段,与待充电设备进行通信,以调整电源提供电路的输出功率,使得电源提供电路的输出电流与恒流充电阶段对应的充电电流相匹配。

15 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其他任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本发明实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、  
20 或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(digital subscriber line, DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数  
25 据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如数字视频光盘(digital video disc, DVD))或者半导体介质(例如固态硬盘(solid state disk, SSD))等。

30 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申请的范围。

5 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。

10 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。

15 另外，在本申请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。

20 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请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申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请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、一种电源提供电路，其特征在于，包括：

初级整流单元，用于对输入的交流电进行整流以输出电压值周期性变化的第一电压；

5 调制单元，用于对所述第一电压进行调制以生成第二电压；

变压器，用于根据所述第二电压生成第三电压；

次级整流滤波单元，用于对所述第三电压进行整流和滤波以生成所述电源提供电路的输出电流，所述输出电流的电流值为周期性变化的电流值；

10 电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并根据所述输出电流向所述调制单元发送反馈电压；

所述调制单元，用于根据所述反馈电压执行对所述第一电压进行调制以生成第二电压的过程，以将所述输出电流的电流值限定在预先设定的限流值以下；

15 电流采集控制单元，用于接收所述反馈电压，根据所述反馈电压判断所述输出电流的电流值是否处于峰值，并在所述输出电流的电流值处于峰值时，对所述输出电流的峰值进行采集。

2、如权利要求 1 所述的电源提供电路，其特征在于，所述电流反馈单元是基于运放的电流反馈单元，

所述电源提供电路还包括：

20 上拉单元，连接在所述电流反馈单元和所述调制单元之间，用于当所述电流反馈单元中的运放处于饱和状态时，将所述反馈电压上拉至高电平。

3、如权利要求 2 所述的电源提供电路，其特征在于，所述上拉单元为上拉电阻，所述上拉电阻的一端连接在所述电流反馈单元和所述调制单元之间，所述上拉电阻的另一端与所述电源提供电路的 VDD 端相连。

25 4、如权利要求 2 或 3 所述的电源提供电路，其特征在于，所述电源提供电路还包括：

隔离单元，位于所述电流反馈单元和所述调制单元之间，用于隔离所述电源提供电路的初级侧和次级侧；

防倒灌的二极管，位于所述上拉单元和所述隔离单元之间。

30 5、如权利要求 4 所述的电源提供电路，其特征在于，所述电源提供电路还包括：

所述电流反馈单元中的运放的补偿单元，所述补偿单元的输入端与所述二极管的正极相连，所述补偿单元的输出端与所述电流反馈单元中的运放的输入端相连。

5 6、如权利要求 2-5 中任一项所述的电源提供电路，其特征在于，所述电流采集控制单元包括：

电平判断单元，用于对所述反馈电压进行判断以生成结果信号；

控制单元和采样保持单元，所述控制单元用于根据所述结果信号确定所述输出电流的电流值是否处于峰值，并在所述输出电流的电流值处于峰值时，控制所述采样保持单元对所述输出电流的峰值进行采集。

10 7、如权利要求 6 所述的电源提供电路，其特征在于，所述电平判断单元包括比较器，所述比较器被配置成当所述反馈电压为高电平时，所述比较器的输出信号为低电平，当所述反馈电压为低电平时，比较器的输出信号为高电平，所述控制单元用于采集所述比较器的输出信号的上升沿，并当采集到所述输出信号的上升沿时，控制所述采样保持单元对所述输出电流的峰值进行采集。

15 8、如权利要求 6 所述的电源提供电路，其特征在于，所述电平判断单元包括：

开关单元，所述开关单元被配置成当所述反馈电压为高电平时，所述开关单元导通，当所述反馈电压为低电平时，所述开关单元截止；

20 三极管，所述三极管被配置成当所述开关单元导通时，所述三极管导通，所述三极管的集电极处于低电平，当所述开关单元截止时，所述三极管断开，所述三极管的集电极处于高电平，所述控制单元用于采集所述集电极的电压信号的上升沿，并当采集到所述集电极的电压信号的上升沿时，控制所述采样保持单元对所述输出电流的峰值进行采集。

25 9、如权利要求 8 所述的电源提供电路，其特征在于，所述开关单元为稳压管或 AP432 芯片。

10、如权利要求 1-9 中任一项所述的电源提供电路，其特征在于，所述电源提供电路还包括：

30 控制单元，用于与待充电设备通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压和/或输出电流与所述待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配。

11、如权利要求 10 所述的电源提供电路，其特征在于，所述电源提供电路对所述电池的充电阶段包括涓流充电阶段、恒压充电阶段、恒流充电阶段中的至少一个。

12、如权利要求 11 所述的电源提供电路，其特征在于，所述与待充电设备通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压和/或输出电流与所述待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配，包括：

10 在所述电池的恒压充电阶段，与所述待充电设备进行通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压与所述恒压充电阶段对应的充电电压相匹配。

13、如权利要求 11 或 12 所述的电源提供电路，其特征在于，所述与待充电设备通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压和/或输出电流与所述待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配，包括：

15 在所述电池的恒流充电阶段，与所述待充电设备进行通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电流与所述恒流充电阶段对应的充电电流相匹配。

14、一种电源提供设备，其特征在于，包括如权利要求 1-13 中任一项所述的电源提供电路。

20 15、如权利要求 14 所述的电源提供设备，其特征在于，所述电源提供设备为适配器。

16、一种电源提供电路的控制方法，其特征在于，所述电源提供电路包括：

25 初级整流单元，用于对输入的交流电进行整流以输出电压值周期性变化的第一电压；

调制单元，用于对所述第一电压进行调制以生成第二电压；

变压器，用于根据所述第二电压生成第三电压；

次级整流滤波单元，用于对所述第三电压进行整流和滤波以生成所述电源提供电路的输出电流，所述输出电流的电流值为周期性变换的电流值；

30 电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并根据所述输出电流向所述调制单元发送反馈电压；

所述调制单元，用于根据所述反馈电压执行对所述第一电压进行调制以生成第二电压的过程，以将所述输出电流的电流值限定在预先设定的限流值以下；

所述控制方法包括：

5 接收所述反馈电压；

根据所述反馈电压判断所述输出电流的电流值是否处于峰值；

在所述输出电流的电流值处于峰值时，对所述输出电流的峰值进行采集。

10 17、如权利要求 16 所述的控制方法，其特征在于，所述控制方法还包括：

与待充电设备通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压和/或输出电流与所述待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配。

15 18、如权利要求 17 所述的控制方法，其特征在于，所述电源提供电路对所述电池的充电阶段包括涓流充电阶段、恒压充电阶段、恒流充电阶段中的至少一个。

19、如权利要求 18 所述的控制方法，其特征在于，所述与待充电设备通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压和/或输出电流与所述待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配，  
20 包括：

在所述电池的恒压充电阶段，与所述待充电设备进行通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压与所述恒压充电阶段对应的充电电压相匹配。

20、如权利要求 18 或 19 所述的控制方法，其特征在于，所述与待充电  
25 设备通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电压和/或输出电流与所述待充电设备中的电池当前所处的充电阶段相匹配，包括：

在所述电池的恒流充电阶段，与所述待充电设备进行通信，以调整所述电源提供电路的输出功率，使得所述电源提供电路的输出电流与所述恒流充  
30 电阶段对应的充电电流相匹配。

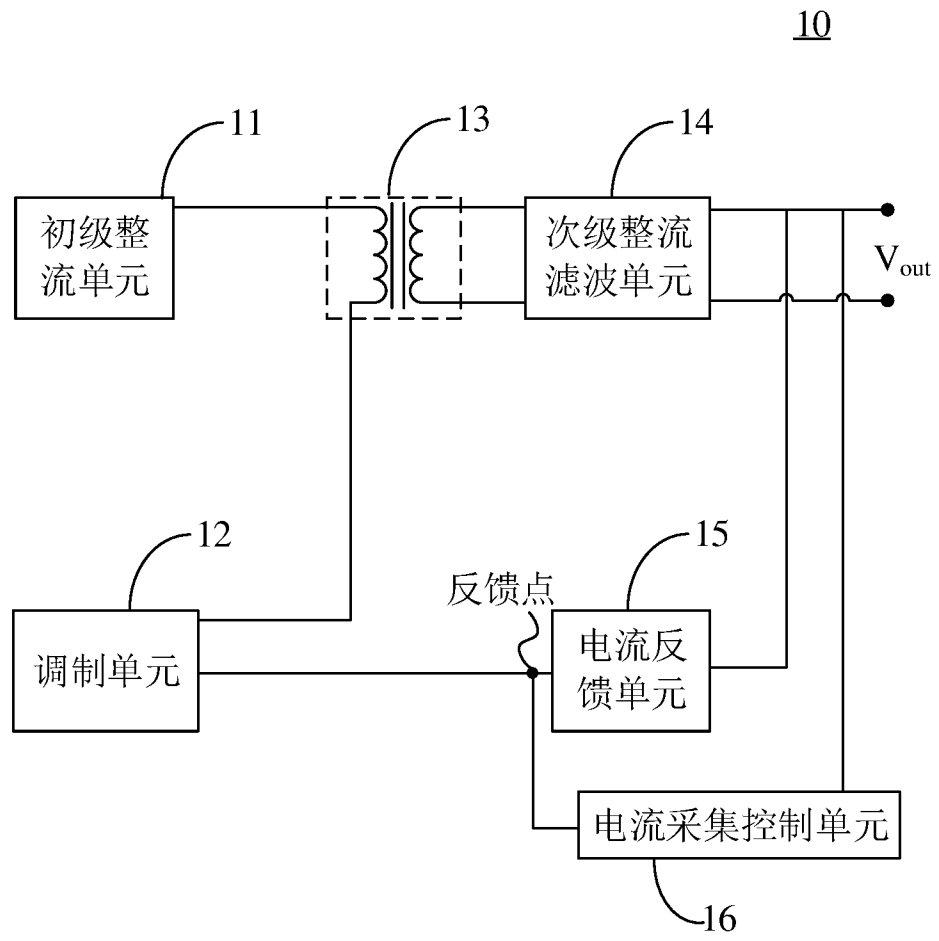


图 1

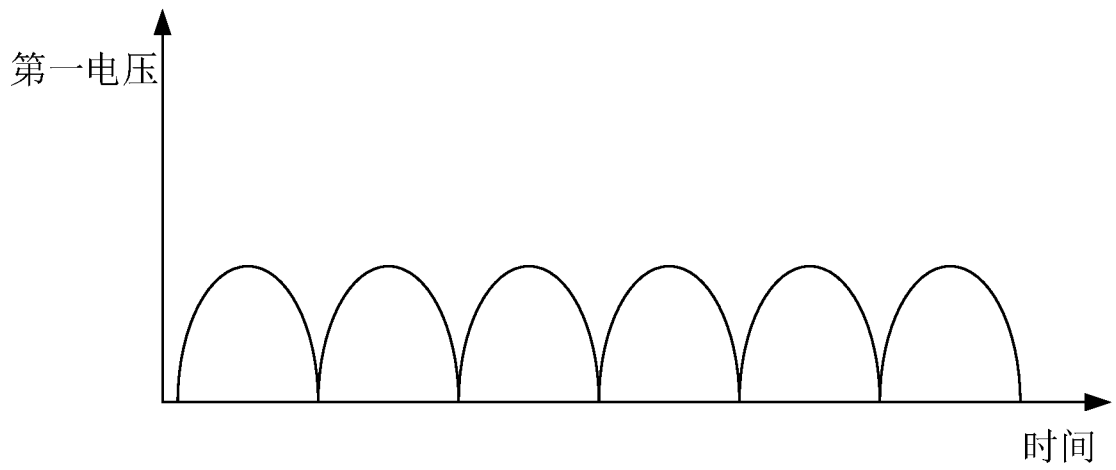


图 2

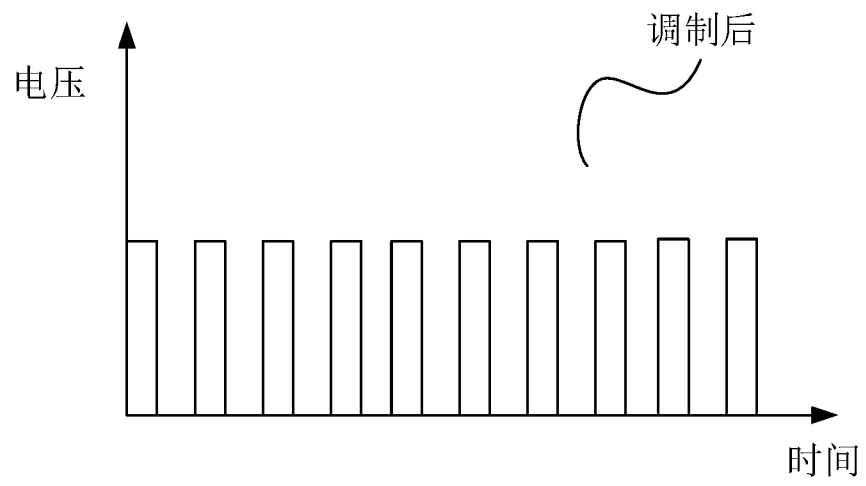
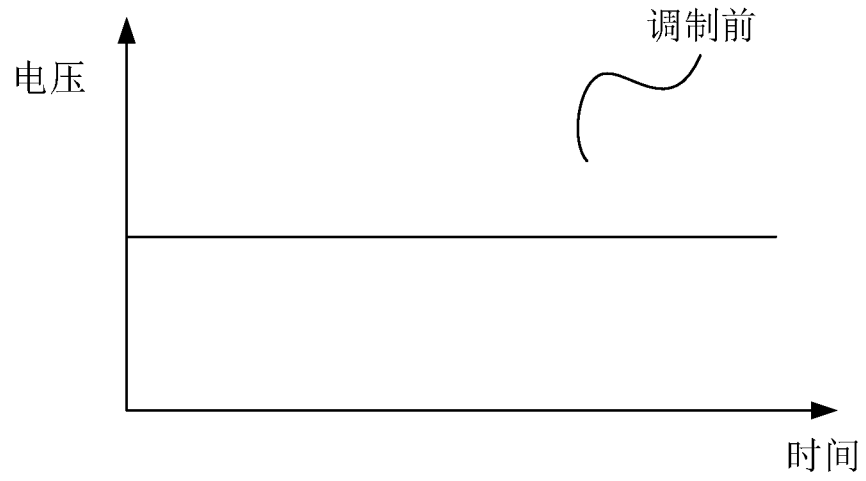


图 3

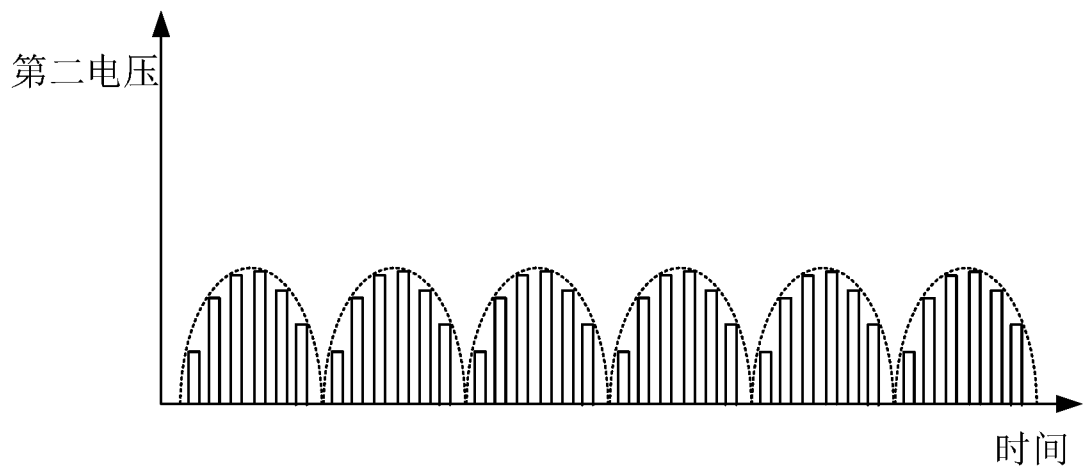


图 4

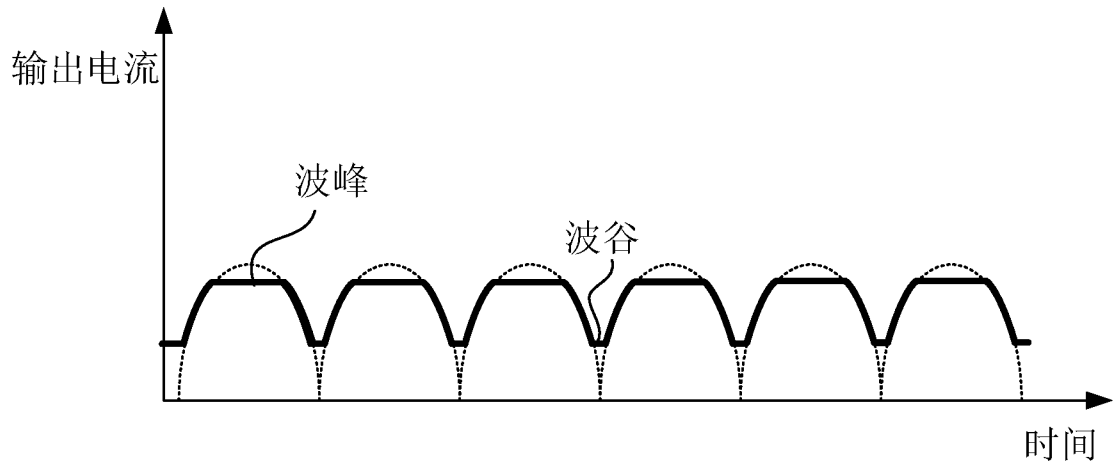


图 5

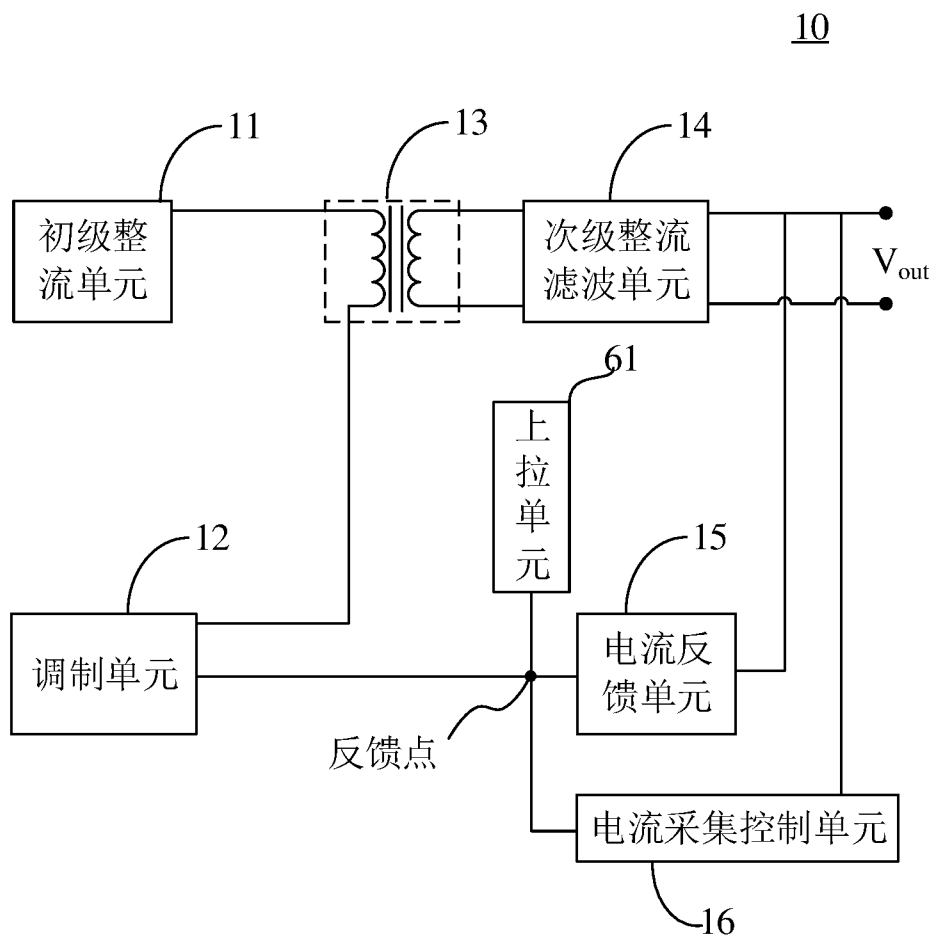


图 6

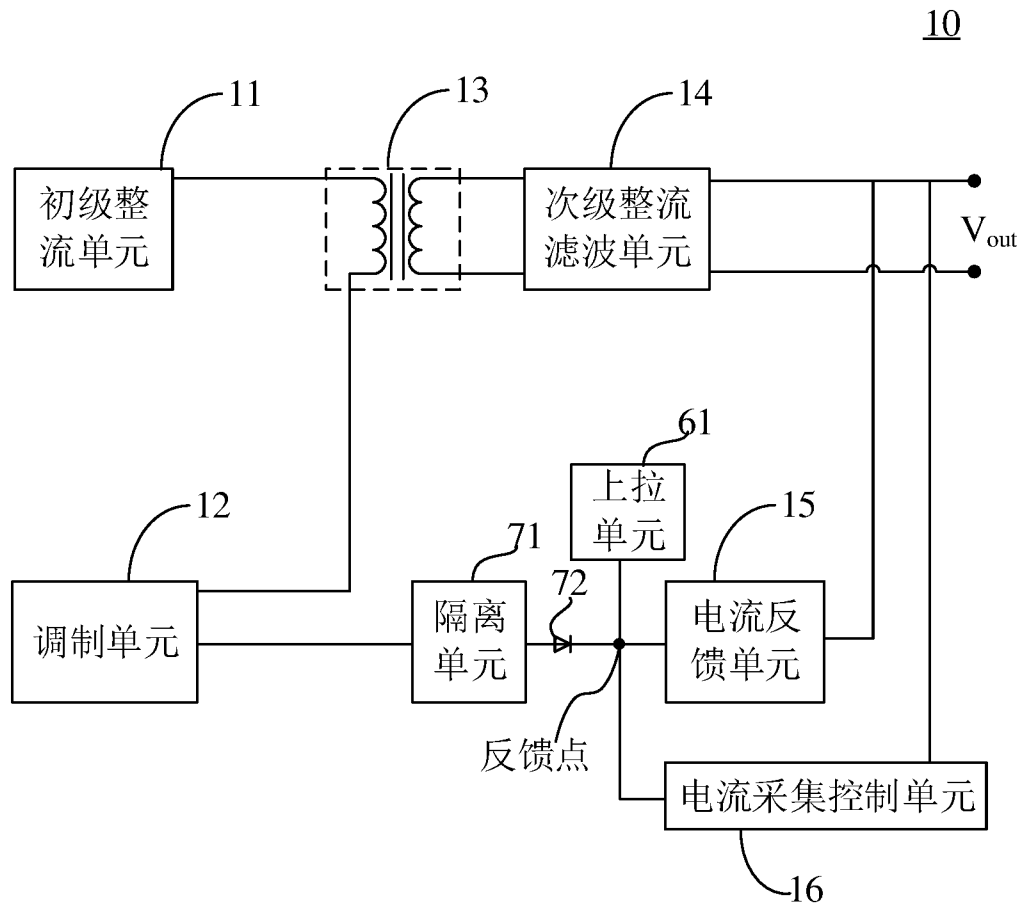


图 7

10

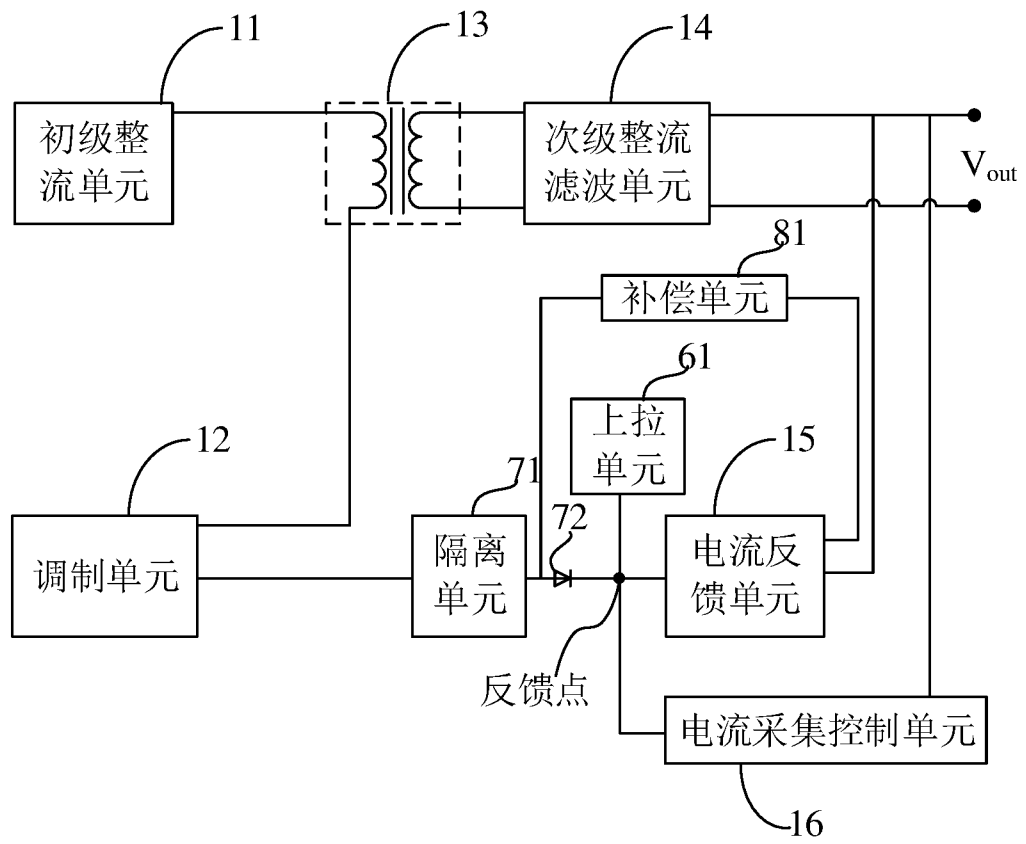


图 8

10

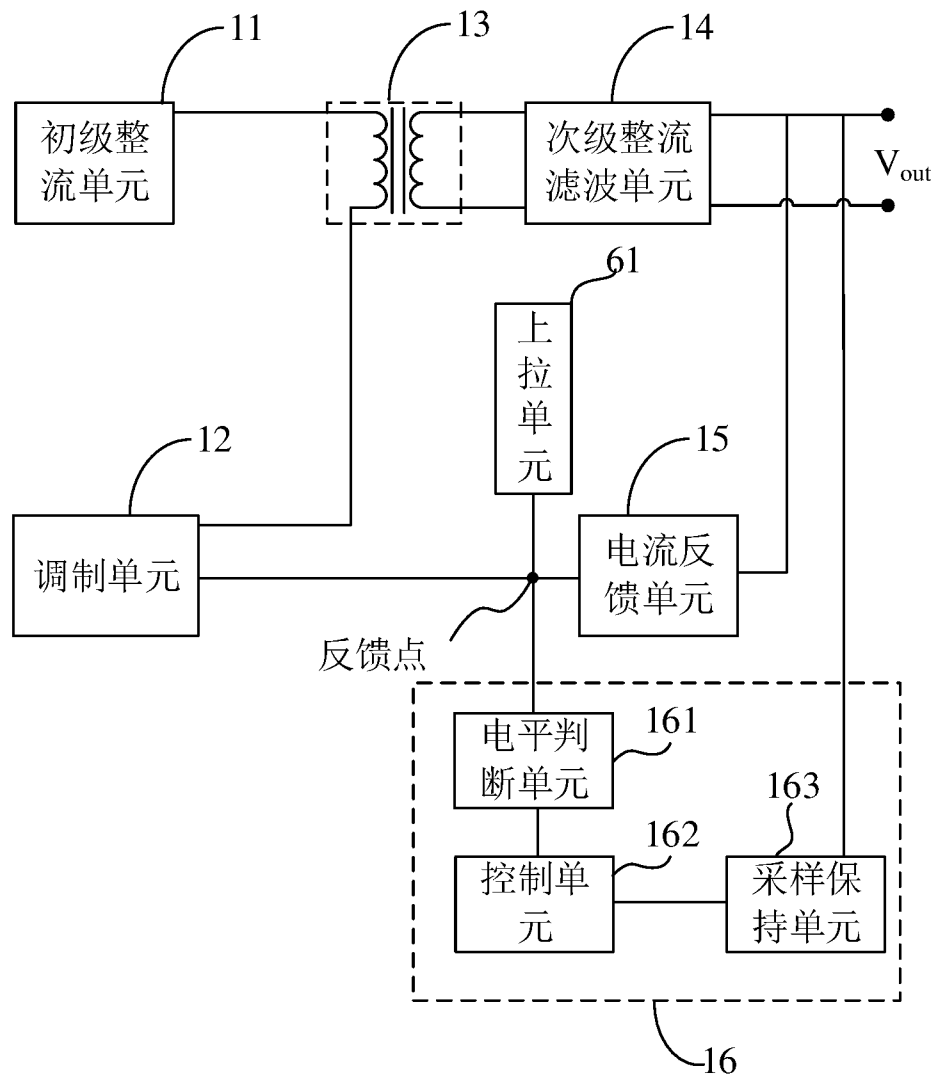


图 9

10

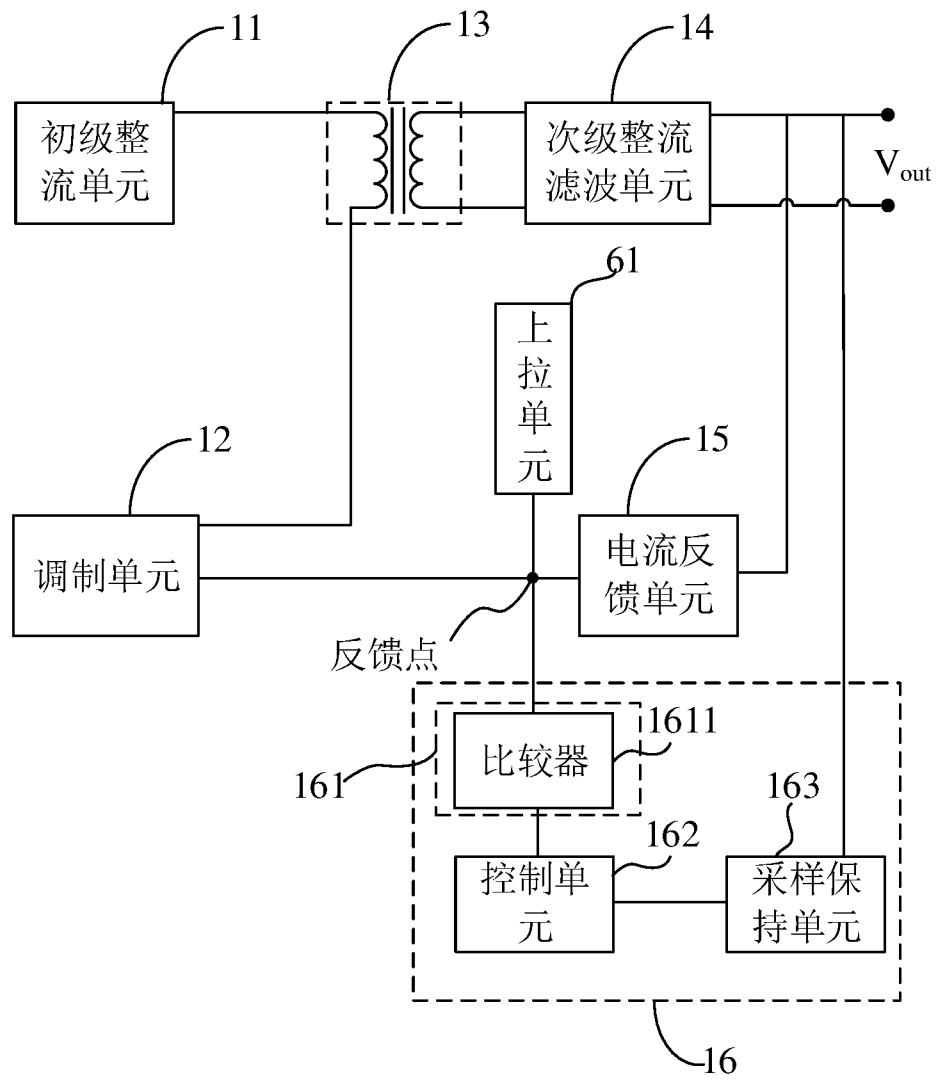


图 10

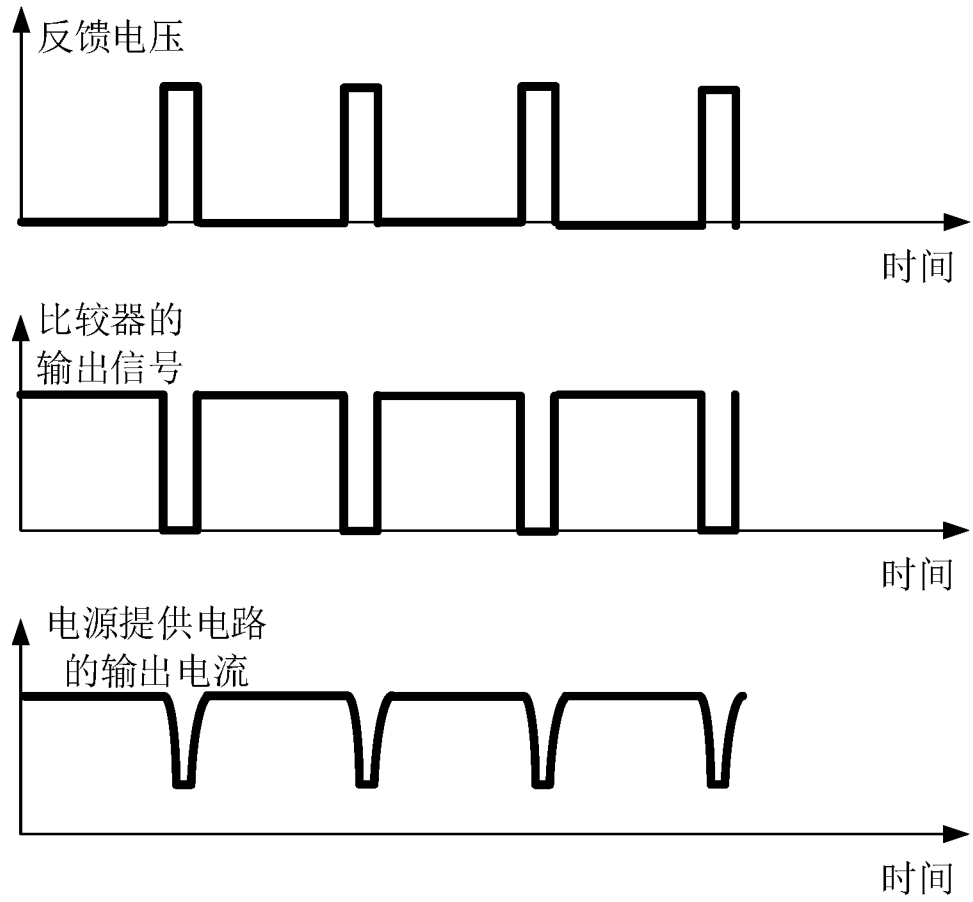


图 11

10

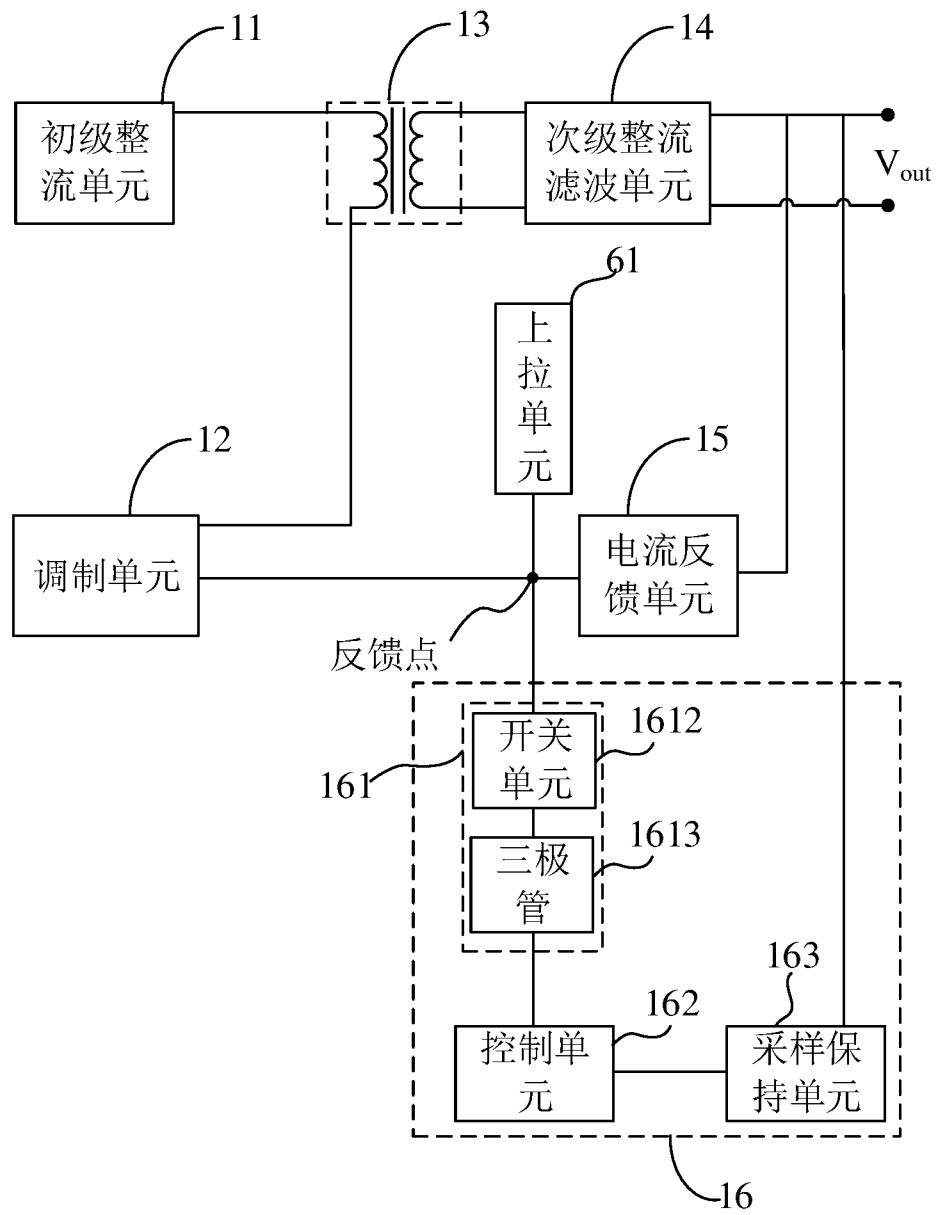


图 12

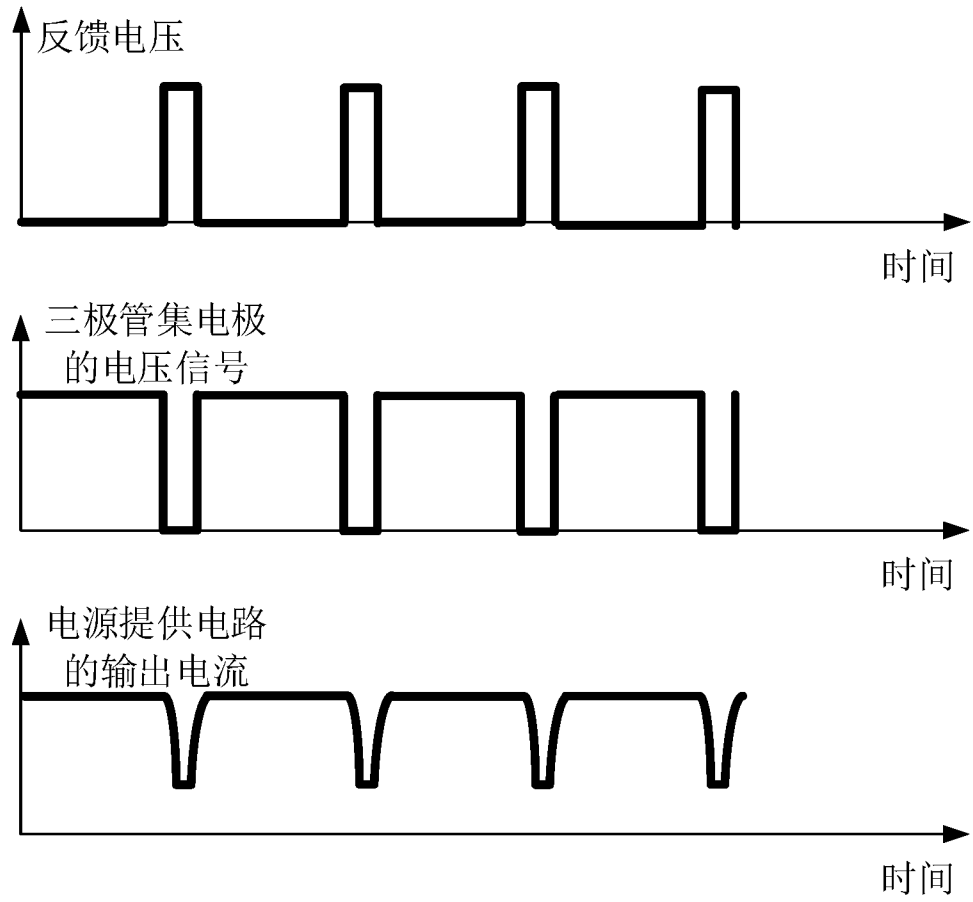


图 13

10

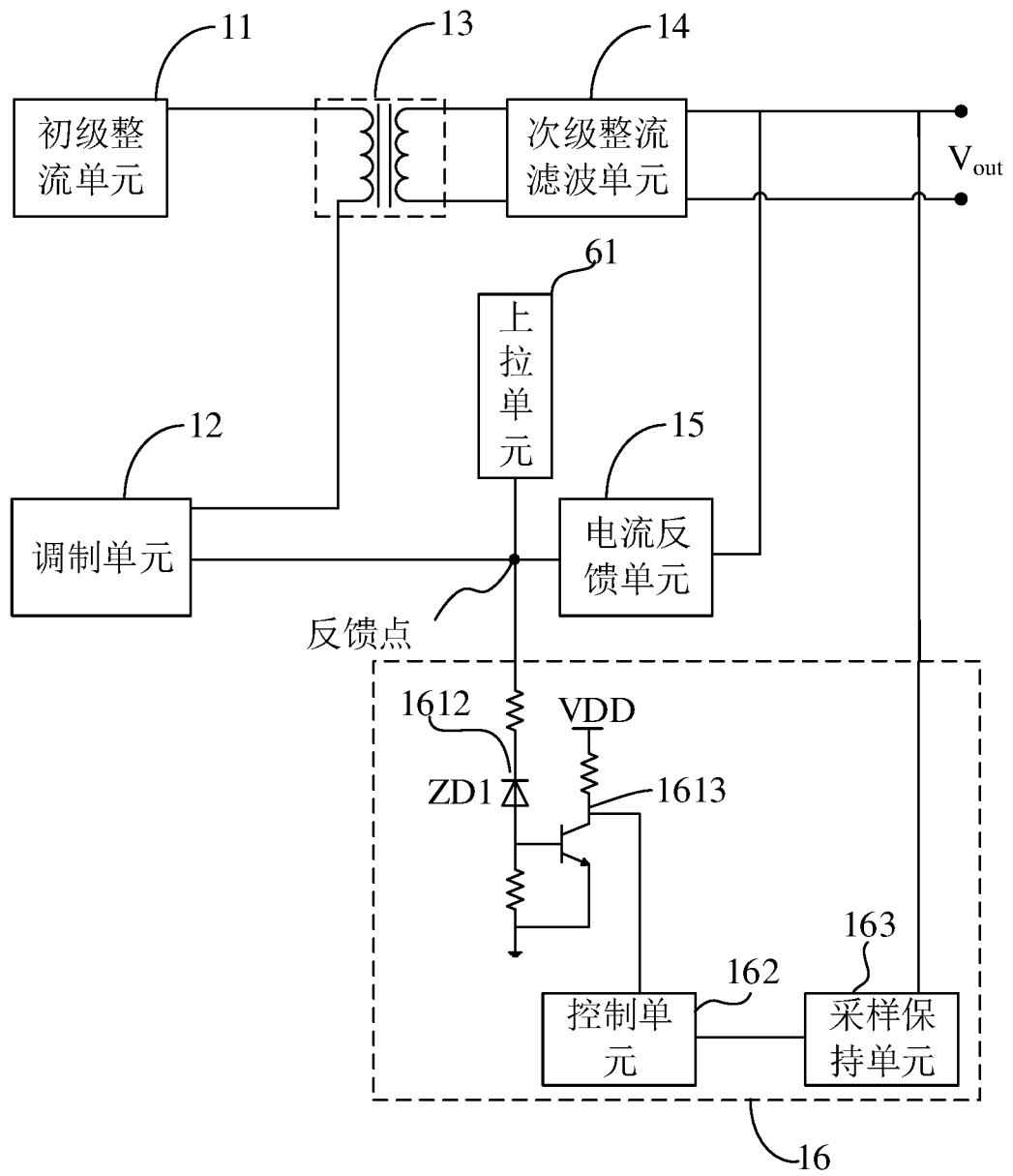


图 14

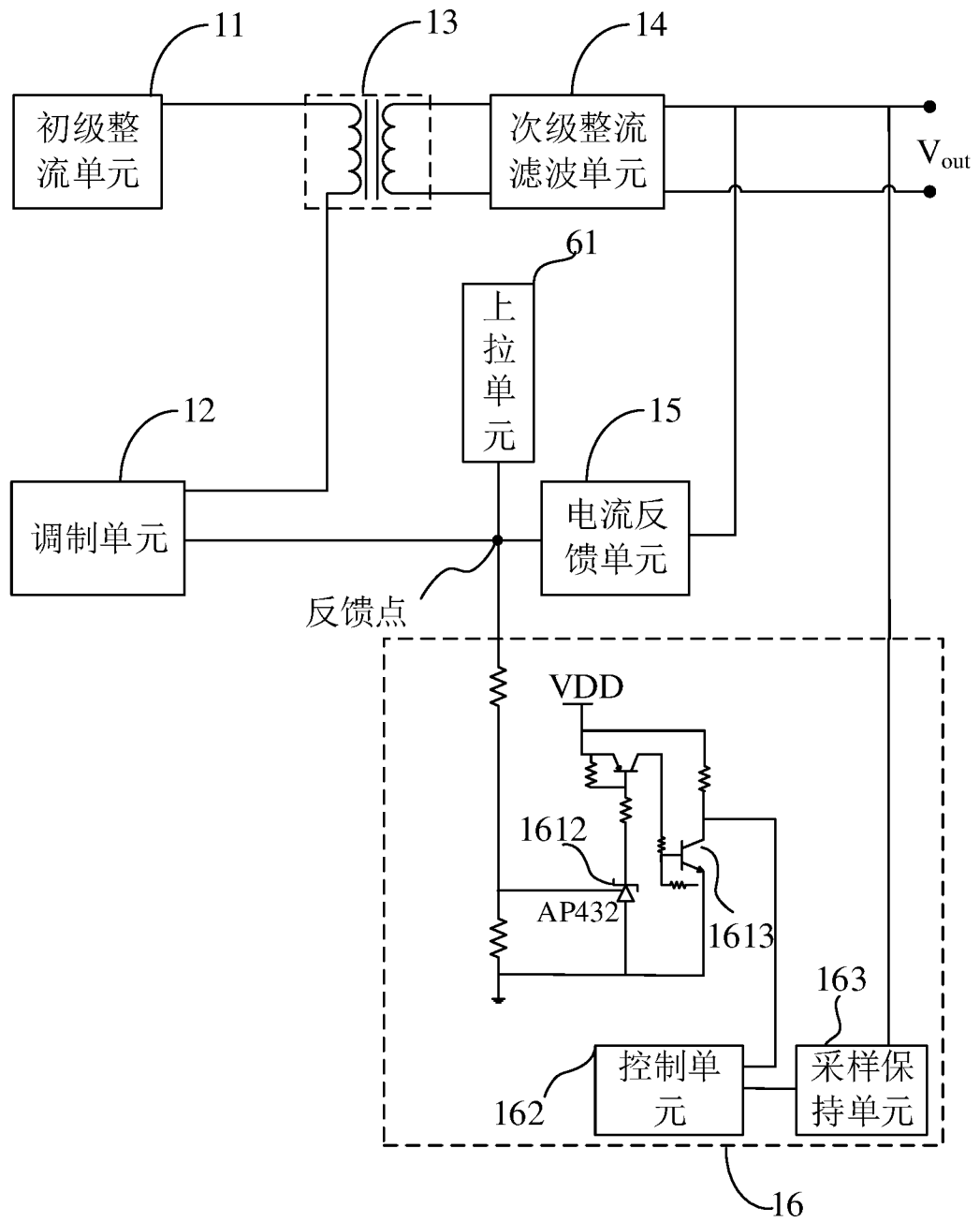


图 15



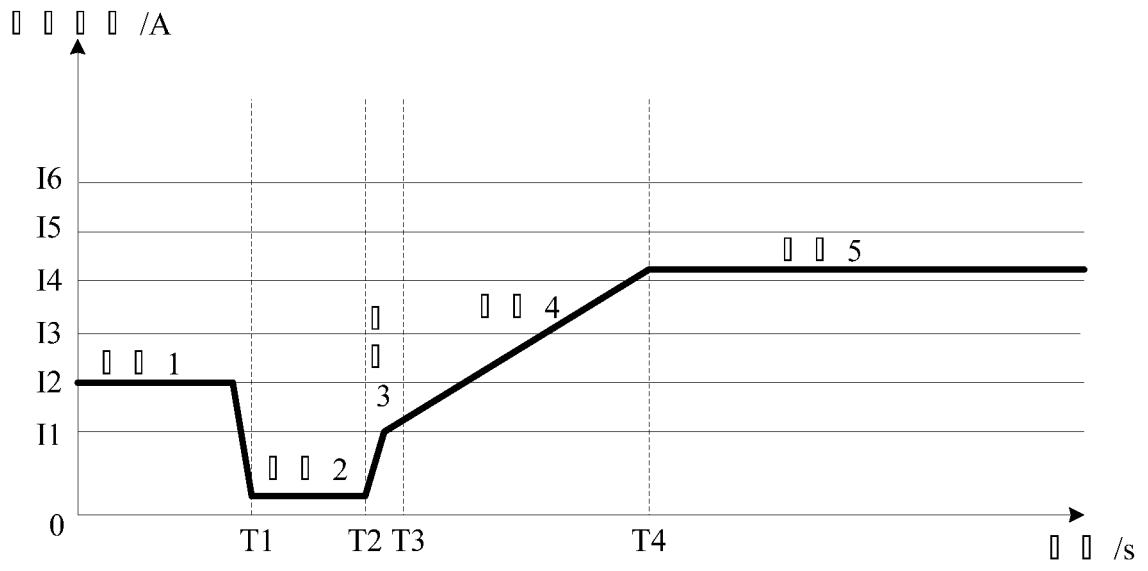


图 17

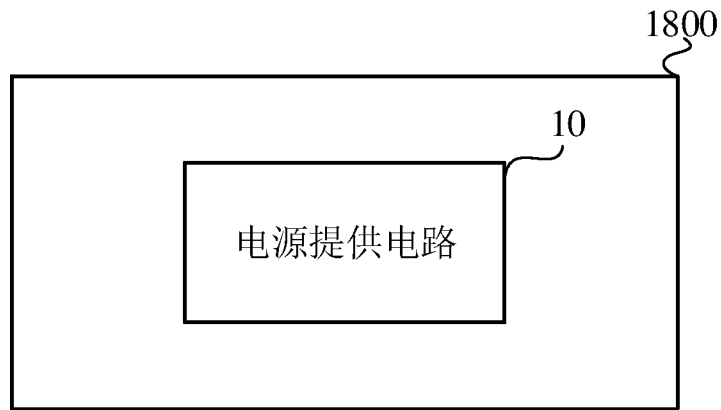


图 18

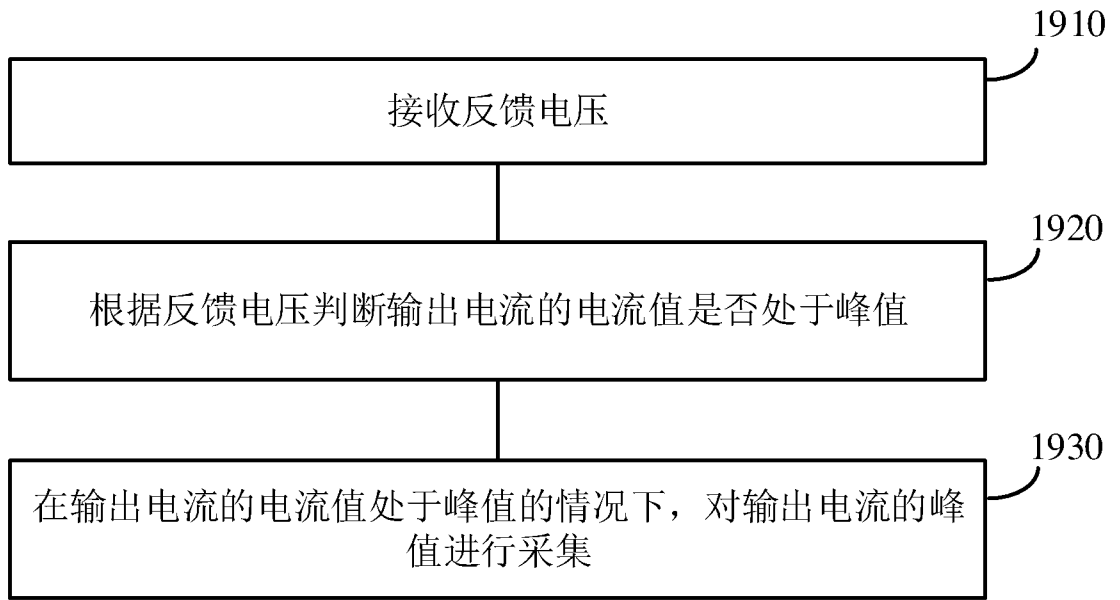


图 19

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2017/103008

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 7/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT, IEEE: 电源, 调制, 反馈, 变压器, 整流, 峰值, 采集, power, supply, filter, circuit, rectifier, transformer, isolation, feedback, voltage, sampling

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101860236 A (MA, Shengmao) 13 October 2010 (13.10.2010), description, paragraphs [0005]-[0027], and figures 1 and 2	1-20
A	CN 102185481 A (MA, Shengmao) 14 September 2011 (14.09.2011), entire document	1-20
A	CN 101125388 A (BEIHANG UNIVERSITY) 20 February 2008 (20.02.2008), entire document	1-20
A	CN 205232031 U (HUIZHOU SUNWAY ELECTRONICS CO., LTD.) 11 May 2016 (11.05.2016), entire document	1-20
A	CN 102710148 A (GIANTEC SEMICONDUCTOR INC.) 03 October 2012 (03.10.2012), entire document	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">06 June 2018</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">27 June 2018</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">ZHANG, Qianzhen</p> <p>Telephone No. (86-10) 53961401</p>

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2017/103008

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101860236 A	13 October 2010	None	
CN 102185481 A	14 September 2011	CN 102185481 B	25 September 2013
CN 101125388 A	20 February 2008	CN 100469505 C	18 March 2009
CN 205232031 U	11 May 2016	None	
CN 102710148 A	03 October 2012	None	

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H02M 7/04 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT, IEEE: 电源, 调制, 反馈, 变压器, 整流, 峰值, 采集, power, supply, filter, circuit, rectifier, transformer, isolation, feedback, voltage, sampling</p>																				
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 101860236 A (马生茂) 2010年 10月 13日 (2010 - 10 - 13) 说明书第[0005]-[0027]段, 及附图1-2</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102185481 A (马生茂) 2011年 9月 14日 (2011 - 09 - 14) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101125388 A (北京航空航天大学) 2008年 2月 20日 (2008 - 02 - 20) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 205232031 U (惠州市盛微电子有限公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102710148 A (聚辰半导体上海有限公司) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 101860236 A (马生茂) 2010年 10月 13日 (2010 - 10 - 13) 说明书第[0005]-[0027]段, 及附图1-2	1-20	A	CN 102185481 A (马生茂) 2011年 9月 14日 (2011 - 09 - 14) 全文	1-20	A	CN 101125388 A (北京航空航天大学) 2008年 2月 20日 (2008 - 02 - 20) 全文	1-20	A	CN 205232031 U (惠州市盛微电子有限公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 全文	1-20	A	CN 102710148 A (聚辰半导体上海有限公司) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN 101860236 A (马生茂) 2010年 10月 13日 (2010 - 10 - 13) 说明书第[0005]-[0027]段, 及附图1-2	1-20																		
A	CN 102185481 A (马生茂) 2011年 9月 14日 (2011 - 09 - 14) 全文	1-20																		
A	CN 101125388 A (北京航空航天大学) 2008年 2月 20日 (2008 - 02 - 20) 全文	1-20																		
A	CN 205232031 U (惠州市盛微电子有限公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 全文	1-20																		
A	CN 102710148 A (聚辰半导体上海有限公司) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 全文	1-20																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2018年 6月 6日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 6月 27日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>张乾桢</p> <p>电话号码 86-(10)-53961401</p>																		

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2017/103008

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	101860236	A	2010年 10月 13日	无	
CN	102185481	A	2011年 9月 14日	CN 102185481	B 2013年 9月 25日
CN	101125388	A	2008年 2月 20日	CN 100469505	C 2009年 3月 18日
CN	205232031	U	2016年 5月 11日	无	
CN	102710148	A	2012年 10月 3日	无	