(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109804541 B
(45)授权公告日 2021.05.18

(21)申请号 201780061417.0
(22)申请日 2017.09.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109804541 A
(43)申请公布日 2019.05.24
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.04.03
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2017/103007 2017.09.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/056317 ZH 2019.03.28
(73)专利权人 OPPO广东移动通信有限公司
地址 523860 广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号
(72)发明人 田晨 张加亮
(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
代理人 熊永强
(51)Int.Cl.
H02M 7/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 1767312 A,2006.05.03
CN 1767312 A,2006.05.03
DE 2558805 A1,1977.07.07
CN 106026327 A,2016.10.12
US 5442274 A,1995.08.15
WO 2017099594 A1,2017.06.15
US 2005017706 A1,2005.01.27
CN 101860236 A,2010.10.13
CN 105430812 A,2016.03.23
US 2017155335 A1,2017.06.01
US 2016233713 A1,2016.08.11
JP 2005057871 A,2005.03.03
JP 2012182954 A,2012.09.20
JP H10285819 A,1998.10.23
CN 101431250 A,2009.05.13
CN 106253422 A,2016.12.21
CN 105634073 A,2016.06.01
US 2015221204 A1,2015.08.06

审查员 周容

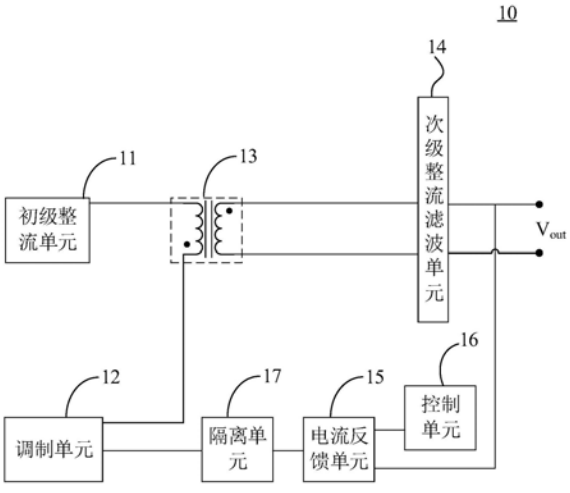
权利要求书3页 说明书17页 附图6页

(54)发明名称

电源提供电路、电源提供设备以及控制方法

(57)摘要

一种电源提供电路(10)、电源提供设备以及控制方法。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)、隔离单元(17)和控制单元(16)。该电源提供电路(10)去掉了初级侧的液态电解电容。使得电源提供电路的体积更小,使用更安全。此外,该控制单元(16)可以判断出输入的交流电的电压类型,并根据交流电的电压类型对电流反馈单元(15)中的限流值进行设置,使得电源提供电路的使用更加灵活。



CN 109804541 B

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;

调制单元,用于对所述第一电压进行调制以生成第二电压,其中,所述第二电压包含多个脉冲信号,且所述多个脉冲信号的幅值周期性地变化,在同一个周期内的脉冲信号的幅值不相等;

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;

电流反馈单元;

隔离单元;

所述电流反馈单元,用于接收所述输出电流,并在所述输出电流的电流值达到预设设定的限流值的情况下,向所述隔离单元发送反馈信号;

所述隔离单元,用于通过光电耦合的方式将所述反馈信号传输至所述调制单元;

所述调制单元,用于根据所述反馈信号,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所述限流值以下;

控制单元,用于判断所述交流电的电压类型,在所述交流电的电压为第一类电压时,将所述电流反馈单元的限流值设定为第一电流值,在所述交流电的电压为第二类电压时,将所述电流反馈单元的限流值设定为第二电流值,其中所述第一类电压的幅值大于所述第二类电压的幅值,所述第一电流值大于所述第二电流值;

其中,所述电源提供电路还包括:

第一整流单元,用于接收所述第三电压,并对所述第三电压进行整流,得到第四电压;

第一滤波单元,用于接收所述第四电压,并对所述第四电压进行滤波,得到第五电压;

电压信号转换单元,用于将所述第五电压转换成用于指示所述交流电的电压类型的指示信号,所述指示信号为高电平和低电平中的一种;

所述控制单元用于接收所述指示信号,并根据所述指示信号,判断所述交流电的电压类型。

2.如权利要求1所述的电源提供电路,其特征在于,所述电压信号转换单元用于对所述第五电压进行采样,所述指示信号为所述第五电压的采样电压。

3.如权利要求1所述的电源提供电路,其特征在于,所述电压信号转换单元用于根据所述第五电压判断所述交流电的电压的类型,并根据判断出的所述交流电的电压的类型生成所述指示信号,当所述指示信号为高电平时,所述指示信号用于指示所述交流电属于第一类电压,当所述指示信号为低电平时,所述指示信号用于指示所述交流电属于第二类电压;或者,当所述指示信号为高电平时,所述指示信号用于指示所述交流电属于第二类电压,当所述指示信号为低电平时,所述指示信号用于指示所述交流电属于第一类电压。

4.如权利要求3所述的电源提供电路,其特征在于,所述电压信号转换单元包括稳压管和三极管,所述稳压管被配置为在所述交流电的电压属于第一类电压时,所述稳压管和所述三极管均导通,所述三极管的集电极处于低电平;在所述交流电的电压属于第二类电压时,所述稳压管和所述三极管均截止,所述三极管的集电极处于高电平,所述指示信号为所述三极管的集电极的电压信号。

5.如权利要求1-4中任一项所述的电源提供电路，其特征在于，所述控制单元还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。

6.如权利要求5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。

7.如权利要求6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：

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。

8.如权利要求6或7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：

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。

9.一种电源提供设备，其特征在于，包括如权利要求1-8中任一项所述的电源提供电路。

10.如权利要求9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。

11.一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：

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，其中，所述第二电压包含多个脉冲信号，且所述多个脉冲信号的幅值周期性地变化，在同一个周期内的脉冲信号的幅值不相等；

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；

电流反馈单元；

隔离单元；

所述电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并在所述输出电流的电流值达到预设设定的限流值的情况下，向所述隔离单元发送反馈信号；

所述隔离单元，用于通过光电耦合的方式将所述反馈信号传输至所述调制单元；

所述调制单元，用于根据所述反馈信号，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所述限流值以下；

所述控制方法包括：

所述电源提供电路中的控制单元判断所述交流电的电压类型；

在所述交流电的电压为第一类电压时，将所述电流反馈单元的限流值设定为第一电流值；

在所述交流电的电压为第二类电压时，将所述电流反馈单元的限流值设定为第二电流值；

其中所述第一类电压的幅值大于所述第二类电压的幅值，所述第一电流值大于所述第二电流值；

其中，所述电源提供电路还包括：

第一整流单元，用于接收所述第三电压，并对所述第三电压进行整流，得到第四电压；

第一滤波单元，用于接收所述第四电压，并对所述第四电压进行滤波，得到第五电压；

电压信号转换单元，用于将所述第五电压转换成用于指示所述交流电的电压类型的指示信号，所述指示信号为高电平和低电平中的一种；

所述电源提供电路中的控制单元判断所述交流电的电压，包括：

所述控制单元接收所述指示信号，并根据所述指示信号，判断所述交流电的电压类型。

12.如权利要求11所述的控制方法，其特征在于，所述控制方法还包括：

所述控制单元与待充电设备通信，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。

13.如权利要求12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。

14.如权利要求13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，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。

15.如权利要求13或14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，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电阶段对应的充电电流相匹配。

电源提供电路、电源提供设备以及控制方法

技术领域

[0001] 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、电源提供设备以及控制方法。

背景技术

[0002] 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。

[0003] 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。

发明内容

[0004] 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。

[0005] 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；电流反馈单元；隔离单元；所述电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并在所述输出电流的电流值达到预设设定的限流值的情况下，向所述隔离单元发送反馈信号；所述隔离单元，用于通过光电耦合的方式将所述反馈信号传输至所述调制单元；所述调制单元，用于根据所述反馈信号执行对所述第一电压进行调制以生成第二信号的过程，以将所述输出电流的电流值限定在所述限流值以下；控制单元，用于判断所述交流电的电压，在所述交流电的电压为第一类电压时，将所述电流反馈单元的限流值设定为第一电流值，在所述交流电的电压为第二类电压时，将所述电流反馈单元的限流值设定为第二电流值，其中所述第一类电压的幅值大于所述第二类电压的幅值，所述第一电流值大于所述第二电流值。

[0006] 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。

[0007] 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；电流反馈单元；隔离单元；所述电流反馈单元，用于接收所述输出电流，并在所述输出电流的电流值达到预设设定的限流值的情况下，向所述隔离单元发送反馈信号；所述隔离单元，用于通过光电耦合的方式将所述反馈信号传输至所述调制单元；所述调制单元，用于根据所述反馈信号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所述限流值以下；所述控制方法包括：所述电源提供电路中的控制单元

判断所述交流电的电压;在所述交流电的电压为第一类电压时,将所述电流反馈单元的限流值设定为第一电流值;在所述交流电的电压为第二类电压时,将所述电流反馈单元的限流值设定为第二电流值;其中所述第一类电压的幅值大于所述第二类电压的幅值,所述第一电流值大于所述第二电流值。

[0008] 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交流电的电压类型对电流反馈单元的限流值进行设置,使得当交流电的有效值(或幅值)较大时,电流反馈单元的限流值较大,当交流电的有效值(或幅值)较小时,电流反馈单元的限流值较小,从而使得电源提供电路的使用更加灵活和安全。

附图说明

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 图3是传统电源提供电路调制前后的电压波形对比图。

[0012] 图4是本发明实施例提供的将第一电压调制后得到的第二电压的波形示例图。

[0013] 图5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。

[0014] 图6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。

[0015] 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。

[0016] 图8是本发明实施例提供的快充过程的示意性流程图。

[0017] 图9是本发明实施例提供的电源提供设备的示意性结构图。

[0018] 图10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

[0019] 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。

[0020] 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。

[0021] 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、次级整流滤波单元14、电流反馈单元15和隔离单元17。下面对电源提供电路10的各个组成部分分别进行详细介绍。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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,也可以采用频率调制的方式对第一电压进行调制。

[0026] 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。

[0027] 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可用于对第二变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。

[0028] 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14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。

[0029] 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。

[0030] 电流反馈单元15可用于接收电源提供电路10的输出电流，并在该输出电流的电流值达到预设设定的限流值的情况下，向隔离单元17(如光电耦合器)发送反馈信号；

[0031] 隔离单元17可用于以光电耦合的方式将该反馈信号发送至调制单元12；

[0032] 调制单元12还可用于根据反馈信号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限流值以下。

[0033] 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。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会接收到电流反馈单元15发送的反馈信号。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。

[0034] 作为一个示例，电流反馈单元15可以包括电流采样单元和运放。电流采样单元可用于对电源提供电路10的输出电流进行采样，并将电源提供电路10的输出电流对应的采样电压传输至运放的负输入端。电流反馈单元15的正输入端的电压为参考电压。该参考电压的电压值的大小决定了电流反馈单元15的限流值的大小。因此，可以通过调整电流反馈单元15的正输入端的电压，对电流反馈单元15的限流值进行调整。

[0035] 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信号需要先经过光耦进行光电转换。

[0036] 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，而次级整流滤波单元14中的电容(如固态电容)输出直流电的能力较弱，很容易出现过载(过载时电源提供电路10的输出电流会大幅增加)的现象。因此，需要利用电流反馈单元15对电源提供电路10的输出电流进行实时监控，将输出电流的电流值始终限制在设定的限流值以下，避免发生过载现象。

[0037] 第一整流单元接收到的输入的交流电(市电)的电压类型有多种，例如可以是220V

的交流电，也可以是110V的交流电。交流点的电压越高，电源提供电路10在单位时间内能够从交流电中抽取的能量越高，相应地，电源提供电路10的直流能力也相应越高。因此，在利用恒定直流电为待充电设备充电的过程中，电源提供电路10可以根据交流电的电压类型为电流反馈单元15设置对应的限流值。

[0038] 具体地，电源提供电路10还可包括控制单元16。控制单元16例如可以是微控制单元(micro-control unit，MCU)。该控制单元16可以通过向电源提供电路10中的其他单元发送控制信号的方式对电源提供电路10中的其他单元进行控制。控制单元16可用于判断交流电的电压。在交流电的电压为第一类电压时，控制单元16可以将电流反馈单元15的限流值设定为第一电流值；在交流电的电压为第二类电压时，控制单元16可以将电流反馈单元15的限流值设定为第二电流值。第一类电压的幅值(或有效值)大于第二类电压的幅值(或有效值)，且第一电流值大于第二电流值。换句话说，交流电的电压的幅值(或有效值)越高，则电源提供电路10的直流输出能力也就越强，在这种情况下，本发明实施例通过控制单元16为电流反馈单元15配置较高的限流值，使得电源提供电路10可以在更大的电流范围内工作；交流电的电压的幅值(或有效值)越低，则电源提供电路10的直流输出能力也就越弱，在这种情况下，本发明实施例通过电流反馈单元15为电流反馈单元15配置较低的限流值，以保证充电过程的安全性。

[0039] 控制单元16对电流反馈单元15的限流值的调整方式可以有多种。例如，控制单元16可以与电流反馈单元15中的运放的正输入端相连，控制单元16可以通过调整该正输入端接收到的参考电压调整电流反馈单元15的限流值。

[0040] 应理解，第一电流值和第二电流值可以根据电源提供电路10在第一类交流电和第二类交流电下可达到的直流输出能力计算得到，本发明实施例对此不做具体限定。例如，可以在系统设计完成之后，对电源提供电路10在第一类交流电和第二类交流电下可达到的直流输出能力进行测量，从而计算出该第一电流值和第二电流值。

[0041] 本发明实施例对控制单元16判断交流电的电压类型的方式不做具体限定。例如，可以根据初级整流单元11输出的第一电压判断交流电的类型(或大小)，或者，可以根据次级整流滤波单元14接收到的第三电压判断交流电的类型(或大小)。下面结合具体的实施例，对交流电的电压类型的判断方式进行详细的举例说明。

[0042] 可选地，在一些实施例中，如图5所示，电源提供电路10还可包括第一整流单元51、第一滤波单元52和电压信号转换单元53。第一整流单元51可用于接收第三电压，并对第三电压进行整流，得到第四电压。第一滤波单元52可用于接收第四电压，并对第四电压进行滤波，得到第五电压。电压信号转换单元53可用于将第五电压转换成用于指示交流电的电压类型的指示信号。控制单元16可用于接收指示信号，并根据指示信号，判断交流电的电压类型。

[0043] 应理解，经过第一整流单元51的整流操作以及第一滤波单元52的滤波操作之后，最终得到的第五电压的电压值与输入的交流电的有效值(220V或110V)或幅值成正比。在一些实施例中，第五电压也可称为正激电压(forward voltage)。本发明实施例可以利用第五电压判断交流电的电压类型。下面给出几种具体的判断方式。

[0044] 作为一个示例，电压信号转换单元53可用于对第五电压进行采样。相应地，电压信号转换单元53输出的指示信号可以为第五电压的采样电压。以图6为例，上述次级整流滤波

单元14可以包括主要由用于同步整流的SR芯片、开关管Q1和二极管D1构成的次级同步整流单元，以及主要由电容C2构成的次级滤波单元。第一整流单元51可以由图6中的二极管D2实现，用于对变压器13的次级绕组输出的第三电压进行整流，得到第四电压。第二滤波单元52可以由图6中的电容C1实现，用于对二极管D2输出的第四电压进行滤波，得到第五电压。电压信号转换单元53可以由图6中的电阻R1和电阻R2实现，用于对电压信号进行采样，得到采样电压。该采样电压可用于表示第五电压的大小。由于第五电压与交流电的电压有效值(或幅值)成正比，因此该采样电压也可用于表示交流电的电压有效值(或幅值)，进而表示交流电的电压类型，比如采样电压可用于表示输入的交流电是220V交流电还是110V交流电。控制单元16可用于接收该采样电压，并根据该采样电压推断交流电的电压类型。如图6所示，控制单元16例如可以通过模/数转换器(analog-to-digital converter，ADC)与电阻R1和电阻R2的分压点相连，以获取采样电压。

[0045] 作为另一个示例，电压信号转换单元53可用于根据第五电压判断交流电的电压的类型，并根据判断出的交流电的电压的类型生成指示信号，指示信号为高电平和低电平中的一种，当指示信号为高电平时，指示信号用于指示交流电属于第一类电压，当指示信号为低电平时，指示信号用于指示交流电属于第二类电压；或者，当指示信号为高电平时，指示信号用于指示交流电属于第二类电压，当指示信号为低电平时，指示信号用于指示交流电属于第一类电压。

[0046] 本发明实施例根据第五电压生成高电平或低电平，以指示交流电的电压类型，这样可以简化控制器16的判断逻辑。

[0047] 下面结合图7，给出电压信号转换单元53将第五电压转换成高电平或低电平的一种实现方式。

[0048] 如图7所示，电压信号转换单元53包括稳压管ZD和三极管S1。稳压管ZD可以被配置为在交流电的电压属于第一类电压时，稳压管ZD和三极管S1均导通，三极管S1的集电极处于低电平；在交流电的电压属于第二类电压时，稳压管ZD和三极管S1均截止，三极管S1的集电极处于高电平。控制单元16可以与三极管S1的集电极相连，并将该集电极上的电压信号作为指示交流电的电压类型的指示信号。

[0049] 例如，当输入的交流电为220V的交流电时，电阻R1、稳压管ZD和电阻R2之间的分压使得稳压管ZD雪崩导通，三极管S1的栅极接收到一个较高的电压，从而控制三极管S1导通。在这种情况下，三极管S1的集电极的电压为低电平，指示交流电为220V的交流电。当输入的交流电为110V的交流电时，电阻R1、稳压管ZD和电阻R2之间的分压使得稳压管ZD处于截止状态，三极管S1的栅极的电压为低电平，从而控制三极管S1截止在这种情况下，三极管S1的集电极的电压为高电平，指示交流电为110V的交流电。

[0050] 需要说明的是，图7仅是电压信号转换单元53的实现形式的举例说明。实际上，该电压信号转换单元53的功能还可以通过其他器件实现，如比较器等。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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，以实现对电池的充电电压和/或充电电流的管理。

[0055] 举例来说，电池的充电过程可包括涓流充电阶段，恒流充电阶段和恒压充电阶段中的一个或者多个。在涓流充电阶段，变换电路可利用电流反馈环使得在涓流充电阶段进入到电池的电流满足电池所预期的充电电流大小(譬如第一充电电流)。在恒流充电阶段，变换电路可利用电流反馈环使得在恒流充电阶段进入电池的电流满足电池所预期的充电电流大小(譬如第二充电电流，该第二充电电流可大于第一充电电流)。在恒压充电阶段，变换电路可利用电压反馈环使得在恒压充电阶段加载到电池两端的电压的大小满足电池所预期的充电电压大小。

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。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。

[0061] 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16还可用于与待充电设备通信，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。

[0062] 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：涓流充电阶段、恒压充电阶段、恒流充电阶段。

[0063] 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，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。

[0064] 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，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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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，以满足电池所预期的充电电压和/或充电电流的需求。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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,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,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。

[0076] 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恒定电压值，输出电流的波形可以随负载的变化而变化。

[0077] 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16)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。

[0078] 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。

[0079] 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平高低来确认主、从设备的身份。

[0080] 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。

[0081] 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，即电源提供电路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。

[0082] 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，即电源提供电路10工作在第一充电模式下为待充电设备充电。

[0083] 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。

[0084] 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，以协商电源提供电路10与待充电设备之间的充电模式。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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指示当前电源提供电路10的输出电压合适、偏高或偏低。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 下面结合图8，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8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8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。

[0099] 如图8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：

[0100] 阶段1：

[0101] 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I2(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T1时间)内电源提供电路10的输出电流大于或等于I2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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 阶段2：

[0105] 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。

[0106] 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。

[0107] 阶段3：

[0108] 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。

[0109] 阶段4：

[0110] 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。

[0111] 阶段5：

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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ΔV(ΔV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。

[0115] 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。

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 以上对图8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。

[0124] 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。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。

[0125] 本发明实施例还提供一种电源提供设备，如图9所示，该电源提供设备900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900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，也可以是电脑等能够提供电源和数据服务的其他设备。

[0126] 上文结合图1-图9，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10，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。

[0127] 该电源提供电路可以包括初级整流单元、调制单元、变压器、次级整流滤波单元、电流反馈单元和控制单元。

[0128] 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。

[0129] 调制单元可用于对第一电压进行调制以生成第二电压。

[0130] 变压器可用于根据第二电压生成第三电压。

[0131] 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。

[0132] 电流反馈单元可用于接收输出电流，并在输出电流的电流值达到预设设定的限流值的情况下，向隔离单元发送反馈信号。

[0133] 隔离单元可用于通过光电耦合的方式将反馈信号传输至调制单元。

[0134] 调制单元还可用于根据反馈信号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限流值以下。

[0135] 图10的方法可以包括步骤1010-1030。

[0136] 在步骤1010中，电源提供电路中的控制单元判断交流电的电压。

[0137] 在步骤1020中，在交流电的电压为第一类电压时，将电流反馈单元的限流值设定为第一电流值。

[0138] 在步骤1030中，在交流电的电压为第二类电压时，将电流反馈单元的限流值设定为第二电流值。

[0139] 第一类电压的幅值大于第二类电压的幅值，第一电流值大于第二电流值。

[0140] 可选地，在一些实施例中，图11的方法还可包括：控制单元与待充电设备通信，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。

[0141] 可选地，在一些实施例中，电源提供电路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。

[0142] 可选地，在一些实施例中，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课包括：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。

[0143] 可选地，在一些实施例中，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。

[0144] 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、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。

[0145] 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。

[0146] 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。

[0147] 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。

[0148] 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。

[0149] 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。

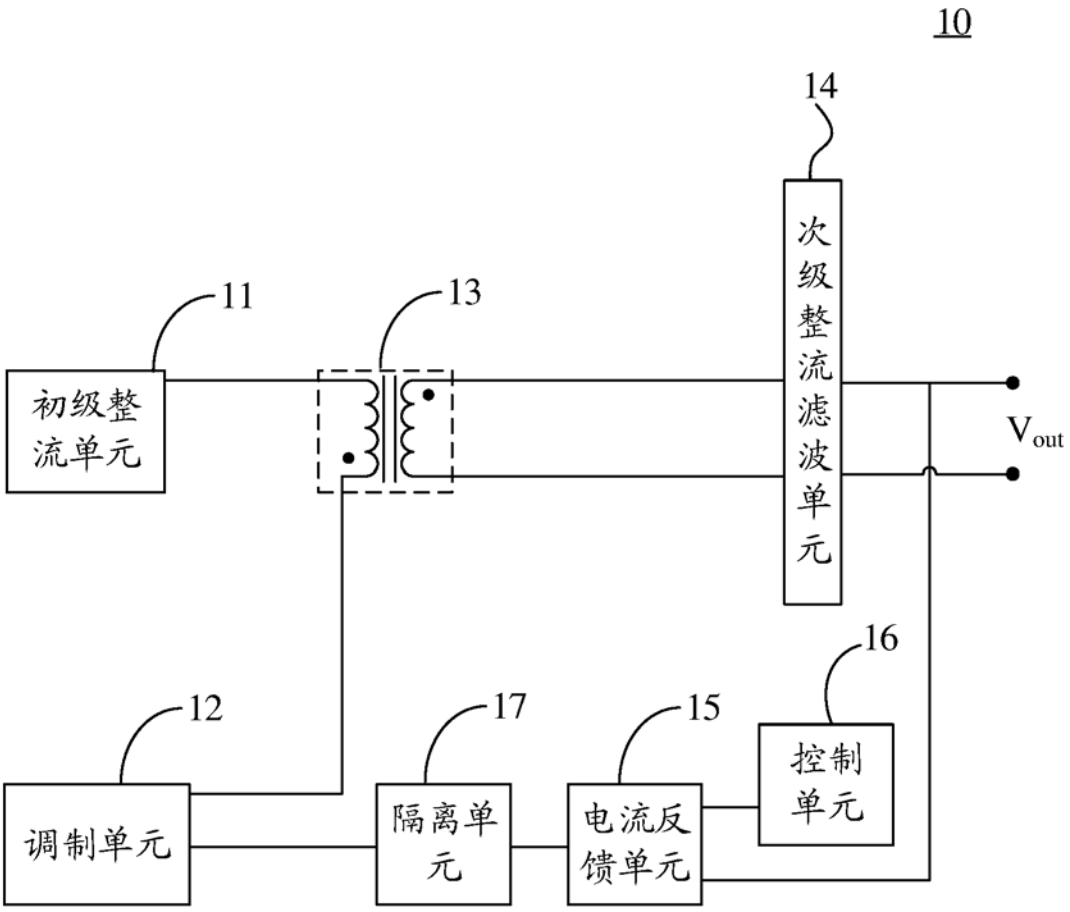

10
14
次级整流滤波单元
11
13
初级整流单元
Vout
16
12
17
15
控制单元
调制单元
隔离单元
电流反馈单元

图1

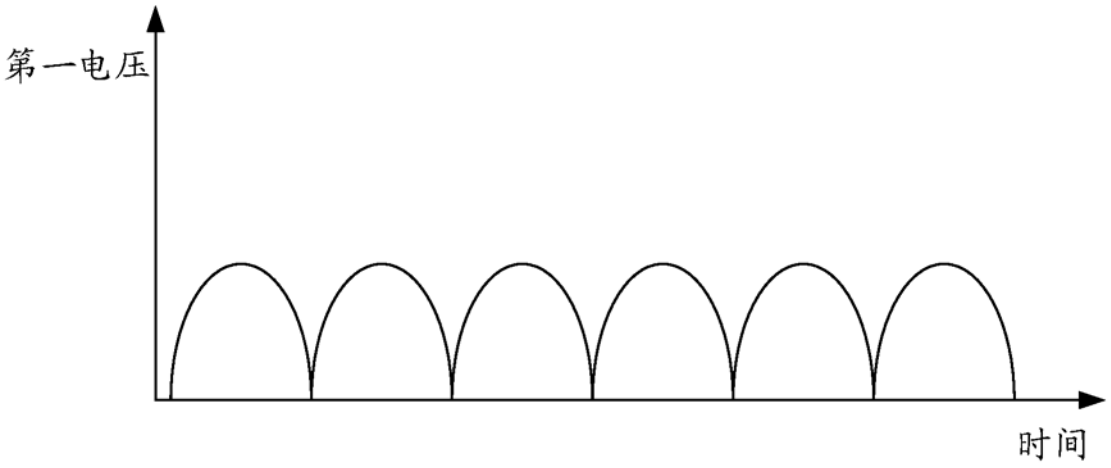

第一电压
时间

图2

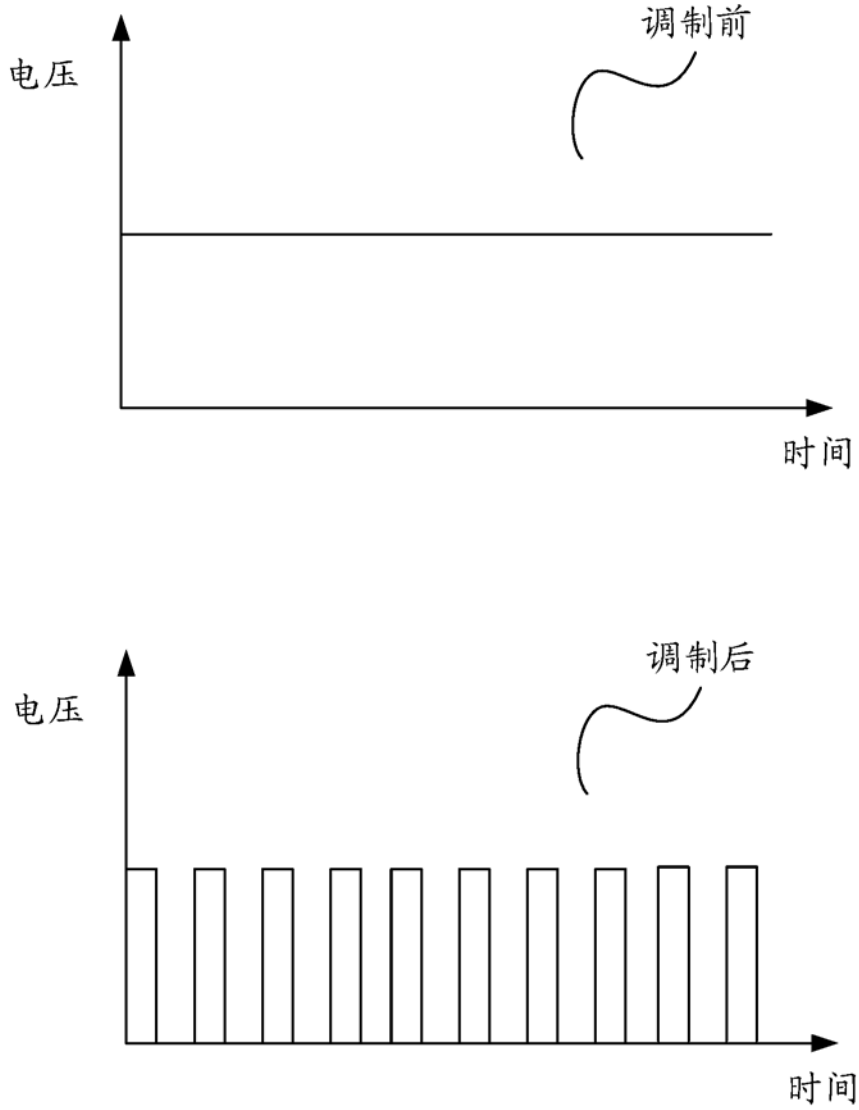


图3

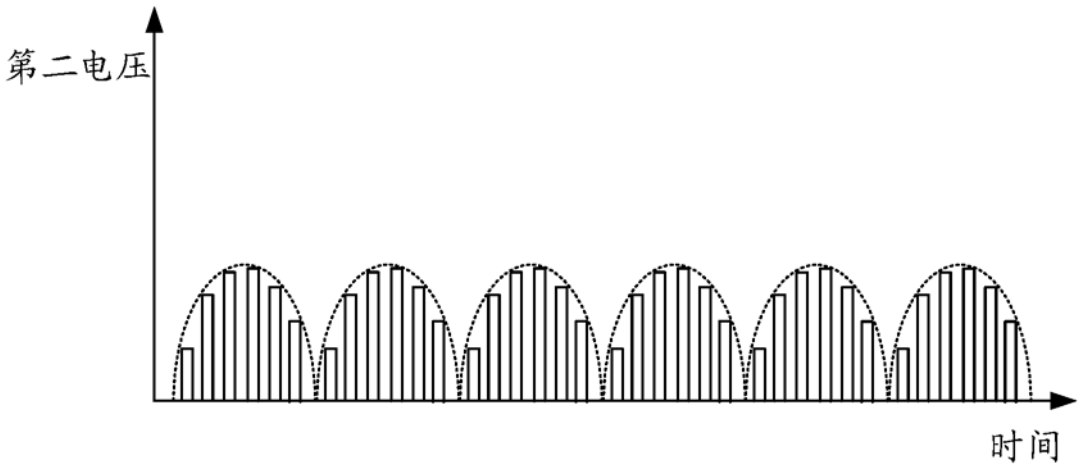


图4

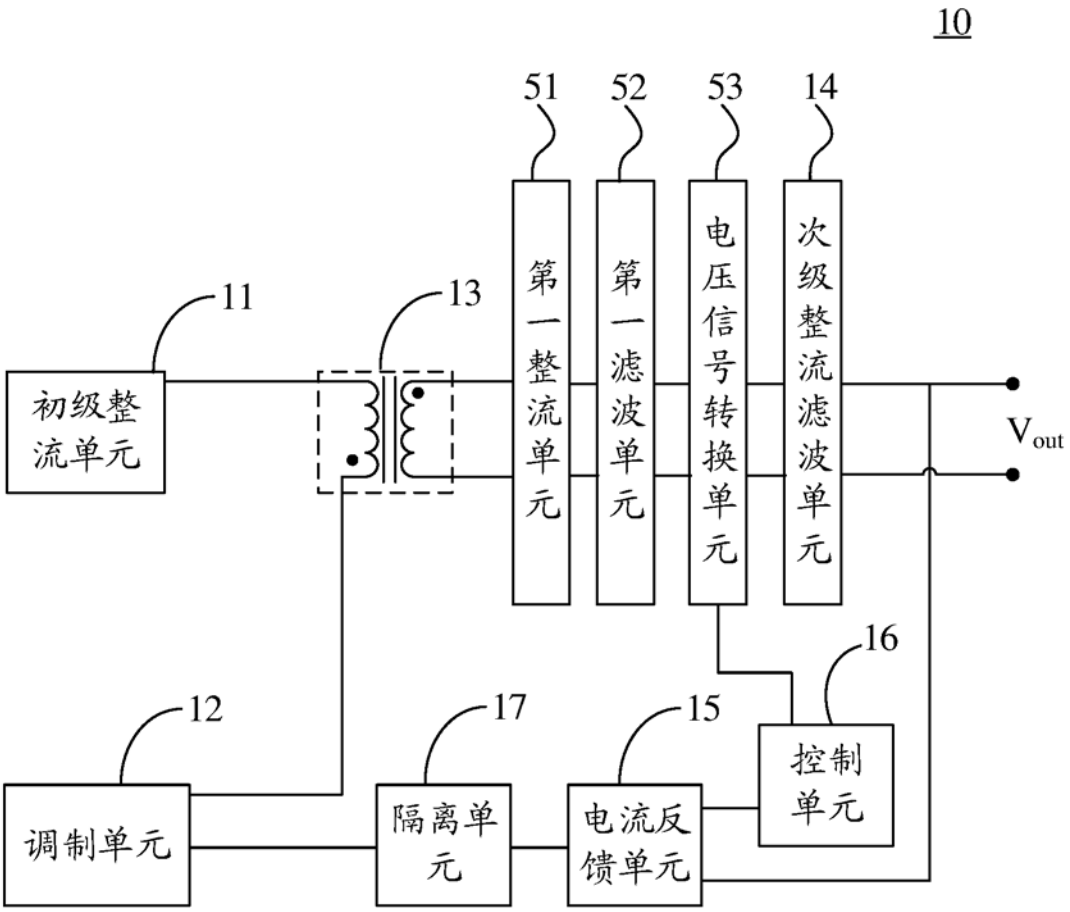

10
51
52
53
14
11
13
初级整流单元
第一整流单元
第一滤波单元
电压信号转换单元
次级整流滤波单元
Vout
16
12
17
15
控制单元
调制单元
隔离单元
电流反馈单元

图5

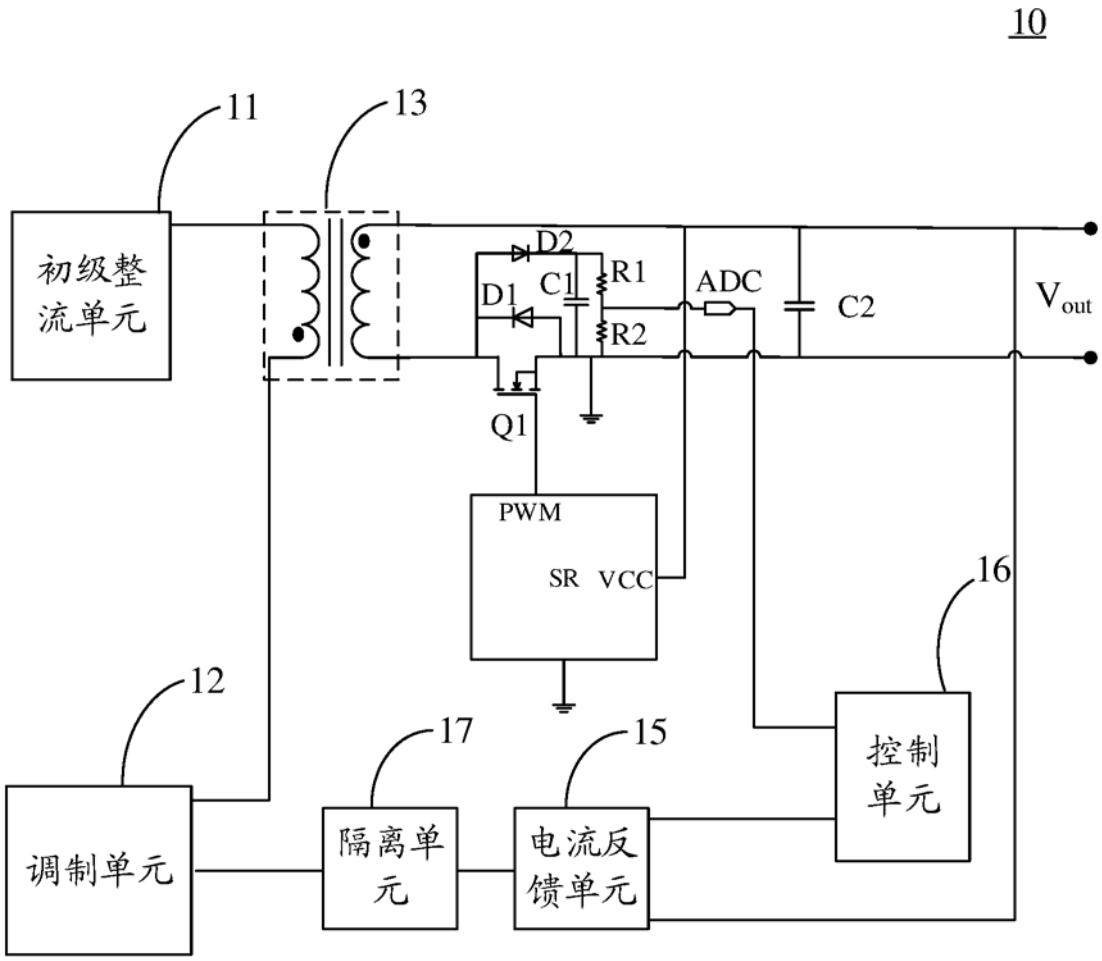

10
11
13
初级整流单元
D2
D1
C1
R1
R2
ADC
C2
V_{out}
Q1
PWM
SR VCC
16
12
17
15
控制单元
调制单元
隔离单元
电流反馈单元

图6

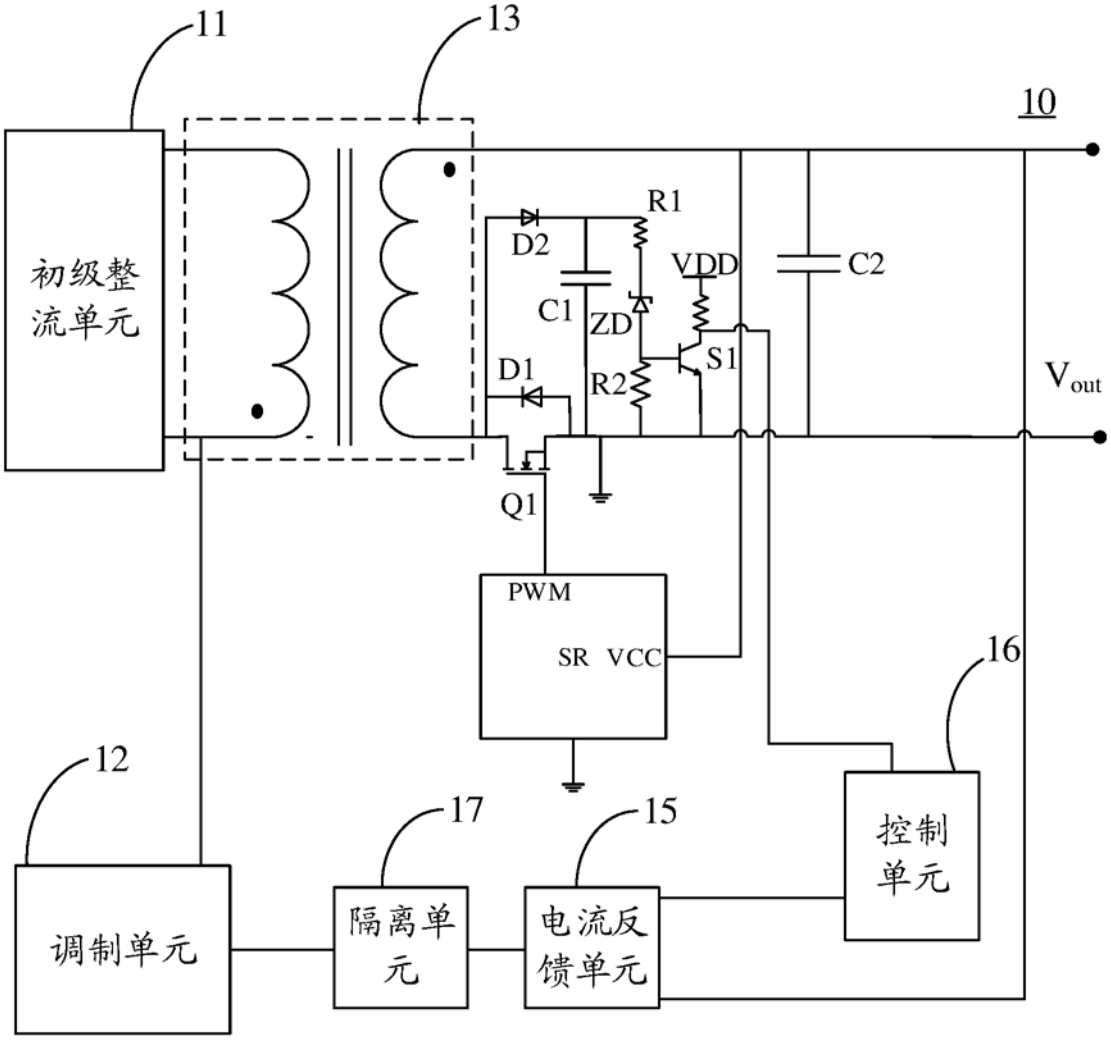

11
13
10
初级整流单元
R1
D2
VDD
C2
C1
ZD
S1
D1
R2
Vout
Q1
PWM
SR VCC
16
12
17
15
控制单元
调制单元
隔离单元
电流反馈单元

图7

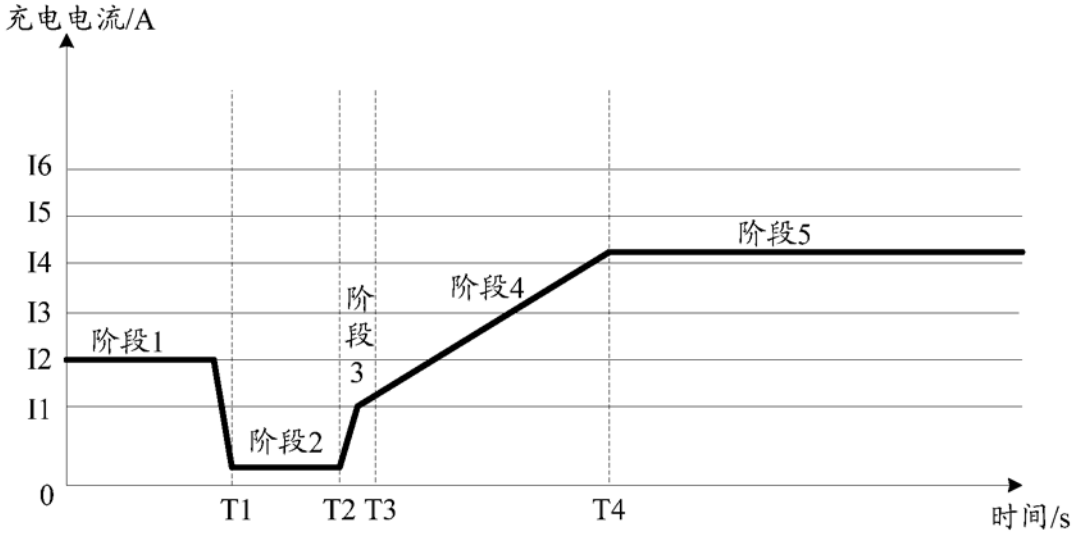

充电电流/A
I6
I5
I4
I3
I2
I1
0
阶段1
阶段2
阶段3
阶段4
阶段5
T1
T2 T3
T4
时间/s

图8

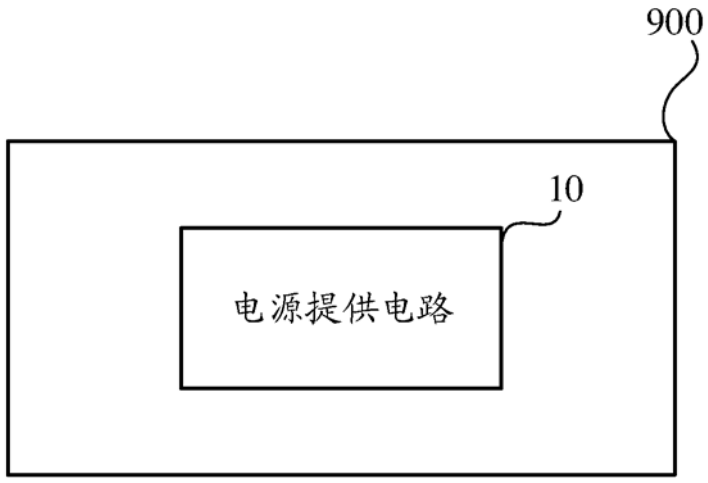

900
10
电源提供电路

图9

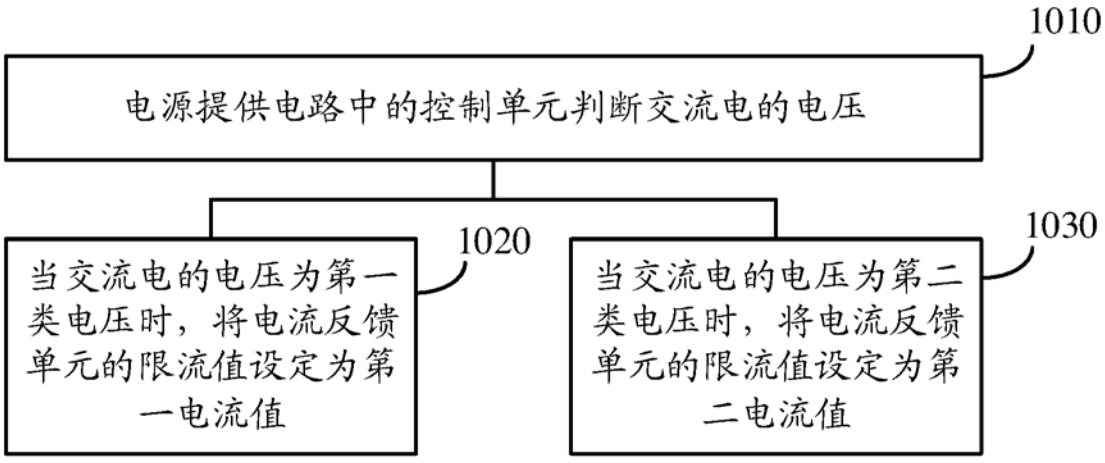

1010
电源提供电路中的控制单元判断交流电的电压
1020
当交流电的电压为第一类电压时，将电流反馈单元的限流值设定为第一电流值
1030
当交流电的电压为第二类电压时，将电流反馈单元的限流值设定为第二电流值

图10