



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I674741 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：107131354

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 06 日

(51)Int. Cl. : **H02M3/28 (2006.01)**

(30)優先權：2017/09/22 世界智慧財產權組織 PCT/CN2017/103008

(71)申請人：大陸商 O P P O 廣東移動通信有限公司 (中國大陸) GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD. (CN)

中國大陸

(72)發明人：田晨 TIAN, CHEN (CN)；張加亮 ZHANG, JIALIANG (CN)

(74)代理人：蔡清福；蔡駁理

(56)參考文獻：

TW 201624900A

TW 201633687A

CN 205882812U

審查人員：張正中

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：19 共 59 頁

(54)名稱

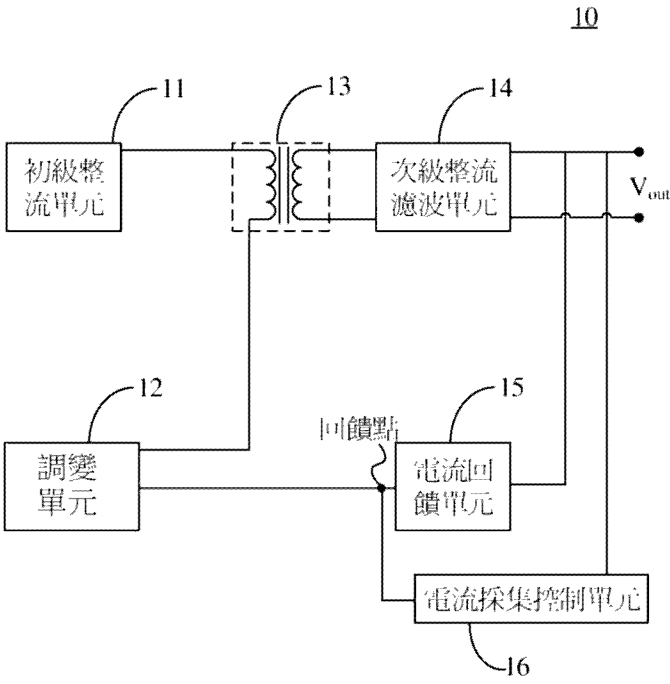
電源供應電路、電源供應裝置和控制方法

(57)摘要

提供一種電源供應電路、電源供應裝置和控制方法。該電源供應電路包括初級整流單元、調變單元、變壓器、次級整流濾波單元、電流回饋單元和電流採集控制單元。該電源供應電路去掉了初級側的液態電解電容，且該電源供應電路的輸出電流的電流值為週期性變化的電流值。該電源供應電路可以根據電流回饋單元輸出的回饋電壓判斷輸出電流何時處於峰值，從而使得電源供應電路可以對輸出電流的峰值大小進行管理和控制。

A power supply circuit, a power supply device, and a control method are provided. The power supply circuit includes a primary rectification unit, a modulation unit, a transformer, a secondary rectification filtering unit, a current feedback unit, and a current acquisition control unit. The power supply circuit removes the liquid electrolytic capacitor on the primary side, and the current value of the output current of the power supply circuit provides a periodically varying current value. The power supply circuit can determine when the output current is at a peak according to the feedback voltage outputted by the current feedback unit, so that the power supply circuit can manage and control the peak value of the output current.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

10 . . . 電源供應電
路

11 . . . 初級整流單
元

12 . . . 調變單元

13 . . . 變壓器

14 . . . 次級整流濾
波單元

15 . . . 電流回饋單
元

16 . . . 電流採集控
制單元

【發明說明書】

【中文發明名稱】 電源供應電路、電源供應裝置和控制方法

【英文發明名稱】 Power Supply Circuit, Power Supply Device And Control Method

【技術領域】

【0001】本申請涉及充電領域，並且更爲具體地，涉及一種電源供應電路、電源供應裝置和控制方法。

【先前技術】

【0002】電源供應電路通常包含初級轉換單元和次級轉換單元。初級轉換單元一般包括初級整流單元和初級濾波單元。初級濾波單元通常需要使用一或複數大容量的液態電解電容（如液態鋁製電解電容）對初級整流後的電壓進行初級濾波。

【0003】液態電解電容具有壽命短、易爆漿等缺陷，導致傳統電源供應電路使用壽命短，且不安全。

【發明內容】

【0004】本申請提供一種電源供應電路、電源供應裝置以及控制方法，可以提高電源供應電路的使用壽命和安全性。

【0005】第一方面，提供一種電源供應電路，包括：初級整流單元，用於對輸入的交流電進行整流以輸出電壓值週期性變化的第一電壓；調變單元，用於對該第一電壓進行調變以產生第二電壓；變壓器，用於根據該第二電壓產生第三電壓；次級整流濾波單元，用於對該第三電壓進行整流和

濾波以產生該電源供應電路的輸出電流，該輸出電流的電流值為週期性變換的電流值；電流回饋單元，用於接收該輸出電流，並根據該輸出電流向該調變單元發送回饋電壓；該調變單元，用於根據該回饋電壓執行對該第一電壓進行調變以產生第二電壓的程序，以將該輸出電流的電流值限定在預先設定的限流值以下；電流採集控制單元，用於接收該回饋電壓，根據該回饋電壓判斷該輸出電流的電流值是否處於峰值，並在該輸出電流的電流值處於峰值時，對該輸出電流的峰值進行採集。

【0006】第二方面，提供一種電源供應裝置，包括如第一方面所述的電源供應電路。

【0007】第三方面，提供一種電源供應電路的控制方法，該電源供應電路包括：初級整流單元，用於對輸入的交流電進行整流以輸出電壓值週期性變化的第一電壓；調變單元，用於對該第一電壓進行調變以產生第二電壓；變壓器，用於根據該第二電壓產生第三電壓；次級整流濾波單元，用於對該第三電壓進行整流和濾波以產生該電源供應電路的輸出電流，該輸出電流的電流值為週期性變換的電流值；電流回饋單元，用於接收該輸出電流，並根據該輸出電流向該調變單元發送回饋電壓；該調變單元，用於根據該回饋電壓執行對該第一電壓進行調變以產生第二電壓的程序，以將該輸出電流的電流值限定在預先設定的限流值以下；該控制方法包括：接收該回饋電壓；根據該回饋電壓判斷該輸出電流的電流值是否處於峰值；並在該輸出電流的電流值處於峰值時，對該輸出電流的峰值進行採集。

【0008】本申請提供的電源供應電路去掉了初級側的液態電解電容，降低了電源供應電路的體積，並提高了電源供應電路的使用壽命和安全性。進一步地，該電源供應電路可以根據電流回饋單元輸出的回饋電壓判斷電源

供應電路的輸出電流何時處於峰值，從而為電源供應電路對其輸出電流的峰值大小的管理和控制提供了基礎。

【圖式簡單說明】

【0009】

第1圖是本發明一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第2圖是本發明實施例提供的待調變的第一電壓的波形示例圖。

第3圖是傳統電源供應電路調變前後的電壓波形對比圖。

第4圖是本發明實施例提供的對第一電壓調變後得到的第二電壓的波形示例圖。

第5圖是本發明實施例提供的經過次級整流濾波後的輸出電流的波形的示例圖。

第6圖是本發明另一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第7圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第8圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第9圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第10圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第11圖是本發明實施例提供的回饋電壓、比較器的輸出訊號以及電源供應電路的輸出電流的訊號時序關係圖。

第12圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第13圖是本發明實施例提供的回饋電壓、三極管集電極的電壓訊號以及電源供應電路的輸出電流的訊號時序關係圖。

第14圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第15圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第16圖是本發明又一實施例提供的電源供應電路的示意性結構圖。

第17圖是本發明實施例提供的快充程序的示意性流程圖。

第18圖是本發明實施例提供的電源供應裝置的示意性結構圖。

第19圖是本發明實施例提供的控制方法的示意性流程圖。

【實施方式】

【0010】相關技術中的電源供應電路的初級側既設置有初級整流單元，也設置有初級濾波單元。初級濾波單元一般包含一或複數液態電解電容。液態電解電容具有容值大，濾波能力強的特點。該液態電解電容的存在使得電源供應電路的輸出可以為恆定直流電。但是，液態電解電容具有壽命短、易爆漿等特性，導致電源供應電路使用壽命短，且不安全。此外，利用恆定直流電為待充電裝置中的電池充電會導致電池的極化和析鋰現象，從而可能會降低該電池的使用壽命。

【0011】為提高電源供應電路的使用壽命和安全性，並緩解電池在充電程序的極化和析鋰現象。本發明實施例提供一種去掉了初級側的液態電解電容的電源供應電路。該電源供應電路可用於為待充電裝置中的電池進行充電。本申請所提及的待充電裝置可以是行動終端，如“通訊終端”(或簡稱為“終端”)，包括但不限於被設置成經由有線線路連接(如經由公共交換電話網路(public switched telephone network, PSTN)、數位用戶線路(digital subscriber line, DSL)、數位電纜、直接電纜連線，以及/或另一資料連接/網路)和/或經由(例如，針對蜂巢網路、無線區域網路(wireless local area network, WLAN)、諸如手持數位視訊廣播(digital video broadcasting handheld, DVB-H)網路的數位電視網路、衛星網路、調幅-調頻(amplitude modulation-frequency modulation, AM-FM)廣播發送器，以及/或另一通訊終

端的)無線介面接收/發送通訊訊號的裝置。被設置成通過無線介面通訊的通訊終端可以被稱為“無線通訊終端”、“無線終端”以及/或“行動終端”。行動終端的示例包括，但不限於衛星或蜂巢電話；可以組合蜂巢無線電電話與資料處理、傳真以及資料通訊能力的個人通訊系統(personal communication system, PCS)終端；可以包括無線電電話、呼叫器、網際網路/內部網路存取、Web瀏覽器、記事簿、日曆以及/或全球定位系統(global positioning system, GPS)接收器的個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)；以及常規膝上型和/或掌上型接收器或包括無線電電話收發器的其它電子裝置。

【0012】如第1圖所示，本發明實施例提供的電源供應電路10可以包括初級整流單元11、調變單元12、變壓器13和次級整流濾波單元14。下面對電源供應電路10的各個組成部分分別進行詳細介紹。

【0013】初級整流單元11可用於對輸入的交流電進行整流以輸出電壓值週期性變化的第一電壓。在一些情況下，輸入的交流電(AC)也可稱為市電。輸入的交流電例如可以是220V的交流電，也可以是110V的交流電，本發明實施例對此不做具體限定。

【0014】第一電壓的電壓波形為週期性變化的波形。如第2圖所示，該第一電壓的波形可以為脈動波形，或稱鰻頭波。

【0015】本發明實施例對初級整流單元11的形式不做具體限定。初級整流單元11可以採用四個二極體構成的全橋整流電路，也可以採用其他形式的整流電路，如半橋整流電路。

【0016】調變單元12可用於對第一電壓進行調變以產生第二電壓。在某些情況下，調變單元12也可稱為斬波單元或斬波器。或者，在某些情況下，調變單元12也可稱為截波單元或截波器。本發明實施例對調變單元12的工

作方式不做具體限定。作為一示例，調變單元12可以採用脈衝寬度調變（pulse width modulation，PWM）的方式對第一電壓進行調變，也可以採用頻率調變的方式對第一電壓進行調變。

【0017】需要說明的是，在相關技術中，初級整流單元11輸出的電壓（對應於本發明實施例的第一電壓）需要先經過初級濾波單元（包含一或複數液態電解電容）進行濾波，形成恆定直流電。該恆定直流電的電壓波形通常為直線，即第3圖所示的調變前的電壓波形。接著，調變單元對該恆定電壓進行調變（斬波），形成如第3圖所示的調變後的電壓，從第3圖可以看出，經過調變單元的處理，恆定的電壓訊號被斬成許多小的幅值相等的方波脈衝訊號。相比而言，本發明實施例提供的電源供應電路去掉了用於初級濾波的液態電解電容，直接對初級整流輸出的電壓值週期性變化的第一電壓進行調變。以第一電壓的波形為第2圖所示的波形為例，調變後得到的第二電壓的波形可以參見第4圖。從第4圖可以看出，第二電壓同樣包含許多小的脈衝訊號，但這些脈衝訊號的幅值並不相等，而是週期性變化的。第4圖的虛線為組成第二電壓的脈衝訊號的包絡。對比第2圖可以看出，組成第二電壓的脈衝訊號的包絡與第一電壓的波形基本相同。

【0018】變壓器13可用於根據第二電壓產生第三電壓。換句話說，變壓器13可用於將第二電壓從變壓器的初級耦合至次級，得到第三電壓。例如，變壓器13可用於對第二變壓進行變壓相關操作，得到第三電壓。變壓器13可以是普通變壓器，也可以是工作頻率為50KHz-2MHz的高頻變壓器。變壓器13可以包括初級繞組和次級繞組。變壓器13中的初級繞組和次級繞組的形式，以及初級繞組、次級繞組與電源供應電路10中的其他單元的連接方式與電源供應電路10所採用的開關電源的類型有關。例如，電源供應電路10可以是基於反馳式開關電源的電源供應電路，也可以是基於順向式開

關電源的電源供應電路，還可以是基於推挽式開關電源的電源供應電路。電源供應電路所基於的開關電源的類型不同，變壓器13的初級繞組、次級繞組的具體形式和連接方式就會相應不同，本發明實施例對此不做具體限定。第1圖示出的僅是變壓器13的一種可能的連接方式。

【0019】次級整流濾波單元14可以包括次級整流單元和次級濾波單元。本發明實施例對次級整流單元的整流方式不做具體限定。作為一示例，次級整流單元可以使用同步整流（synchronous rectifier，SR）晶片，對變壓器的次級繞組感應到的電壓（或電流）進行同步整流。作為另一示例，次級整流單元可以採用二極體進行次級整流。次級濾波單元可用於對次級整流之後的電壓進行次級濾波。次級濾波單元可以包括一或複數固態電容，或者也可以包括固態電容與普通電容（如陶瓷電容）的組合。

【0020】經過次級整流濾波單元14的處理，可以得到電源供應電路10的輸出電流。第5圖中的實線是輸出電流的波形的一示例。從第5圖可以看出，輸出電流的波形並非是電流值恆定的波形，而是電流值週期性變化的波形，原因解釋如下。

【0021】由於電源供應電路10的初級側去掉了液態電解電容，使得輸入變壓器13的第二電壓由幅值週期性變化的許多小的脈衝訊號組成。同樣地，變壓器13向次級側傳輸的第三電壓也由幅值週期性變化的許多小的脈衝訊號組成。次級整流濾波單元14中設置有次級濾波電容，但與液態電解電容相比，次級濾波電容通常會選取一些容值較低的固態電容。固態電容的容值一般較低，濾波能力相對較弱。因此，次級濾波電容的主要功能在於將次級整流之後輸出的許多小的脈衝訊號濾成週期性變化的連續訊號，該連續訊號的波形一般為與這些小的脈衝訊號的包絡類似的波形。

【0022】進一步地，從第5圖可以看出，輸出電流的波形並非完整的脈動波形，輸出電流的波形的波峰和波谷均未達到脈動波形（第5圖中的虛線）的波峰和波谷。輸出電流的波形的波峰未達到脈動波形的波峰的主要原因在於電源供應電路10一般會監控自身的輸出電壓和/或輸出電流，並對輸出電壓進行限壓和/或對輸出電流進行限流操作。該限壓和/或限流操作會將脈動波形的波峰限制在預設的幅值以下，從而形成了如第5圖所示的經過削峰處理之後的輸出電流的波形。

【0023】輸出電流的波形的波谷未達到脈動波形的波谷的主要原因在於次級整流濾波單元14中的次級濾波電容對次級側的供電線路上的電壓具有鉗位作用，使得次級側的供電線路上的電壓和電流均無法達到0點。具體地，當次級側的供電線路上的電壓下降至與次級濾波電容的電壓值相等時，次級濾波電容會進入放電狀態，使得供電線路上的電壓不再繼續下降，從而將輸出電流的波形的波谷“鉗位”在大於0的某個數值，該數值的具體大小與次級濾波電容的容值有關，本發明實施例對此不做具體限定。

【0024】由上文的描述可以看出，本發明實施例提供的電源供應電路10去掉了初級側的液態電解電容，從而降低了電源供應電路的體積，並提高了電源供應電路的使用壽命和安全性。

【0025】在電池的充電程序中，經常需要採集並調整電源供應電路的輸出電流的幅值以匹配電池的各個充電階段。本發明實施例中，由於電源供應電路10的輸出電流的電流值是週期性變化的，因此，需要採集的是電源供應電路10的輸出電流的峰值。

【0026】如第1圖所示，本發明實施例提供的電源供應電路10還可包括電流回饋單元15和電流採集控制單元16，能夠用來採集電源供應電路10的輸出

電流的峰值，從而為後續控制和輸出電流管理提供條件。下面對電流回饋單元15和電流採集控制單元16進行詳細地舉例說明。

【0027】電流回饋單元15可用於接收電源供應電路10的輸出電流，並根據電源供應電路10的輸出電流向調變單元12發送回饋電壓；

【0028】調變單元12還可用於根據該回饋電壓對第一電壓進行調變，以將電源供應電路10的輸出電流的電流值限定在預先設定的限流值以下。

【0029】下面以調變單元12為基於PWM控制器的調變單元為例，說明調變單元12對第一電壓進行調變以產生第二電壓的程序。電源供應電路10剛開始工作時，電源供應電路10的輸出電流比較小，電源供應電路10接收到的回饋電壓通常為大於0的電壓。在這種情況下，調變單元12可以以不斷增大PWM控制訊號的占空比的方式對第一電壓進行調變以產生第二電壓，使得電源供應電路10在單位時間內可以從輸入的交流電中抽取更多的能量，從而使得電源供應電路10的輸出電流不斷增大。在電源供應電路10的輸出電流達到電流回饋單元15對應的限流值時，調變單元12接收到的電流回饋單元15的回饋電壓會變成低電位準。此時，調變單元12可以以控制PWM控制訊號的占空比保持不變的方式對第一電壓進行調變以產生第二電壓，使得電源供應電路10的輸出電流不超過該限流值。

【0030】電流回饋單元15可以直接與調變單元12相連，也可以通過光耦與調變單元12間接相連，本發明實施例對此不做具體限定。如果電流回饋單元15通過光耦與調變單元12間接相連，則電流回饋單元15向調變單元發送到的回饋電壓需要先經過光耦進行光電轉換。

【0031】上述預先設定的限流值是指電流回饋單元15對應的限流值。以電流回饋單元15是基於運算放大器的電流回饋單元為例，該限流值的取值可以由該運算放大器的參考電壓限定。

【0032】回饋電壓可以理解為調變單元12和電流回饋單元15之間的回饋點的電壓。回饋點的位置與調變單元12和電流回饋單元15之間的連接方式有關。作為一示例，電源供應電路10的初級側和次級側通過隔離單元（如光耦單元）相互隔離，此時，回饋點可以位於調變單元12和電流回饋單元15之間，並具體可以位於隔離單元與電流回饋單元15之間。

【0033】第16圖給出了電流回饋單元15的一種可能的實現方式。參見第16圖，電流回饋單元15可以包括檢流計151，檢流電阻R1，電阻R2，電阻R3，以及第一運算放大器OPA1。

【0034】檢流計151可用於檢測流過檢流電阻R1的電流。電阻R2和電阻R3可用於對檢流計151輸出的電壓訊號進行分壓，得到取樣電壓。該取樣電壓的電壓值可用於表示電源供應電路10的輸出電流的大小。

【0035】第一運算放大器OPA1的負輸入端可用於接收電阻R2和電阻R3分壓之後得到的取樣電壓。第一運算放大器OPA1的正輸入端可用於接收參考電壓。該參考電壓可用於表示電源輸出電路10的輸出電流的限流值（即輸出電流的臨界值）。第16圖給出了參考電壓的一種可選的配置方式，即可以由電源供應電路10中的負責控制功能的MCU通過DAC1配置第一運算放大器OPA1的參考電壓。當然，第一運算放大器OPA1的參考電壓還可以採用其他方式進行配置，也可以設置成固定值，本發明實施例對此不做具體限定。

【0036】如第6圖所示，進一步地，在一些實施例中，電源供應電路10還可包括上拉單元61。上拉單元61可以連接在電流回饋單元15和調變單元12之間。該上拉單元61可用於當電流回饋單元15中的運算放大器處於飽和狀態時，將回饋電壓上拉至高電位準。上拉單元61的使用可以改善回饋電壓的

訊號品質，使得回饋電壓的電壓值呈現為週期性變化的高電位準和低電位準。回饋電壓與電源供應電路10的輸出電流是同步變化的。

【0037】本發明實施例利用回饋電壓與電源供應電路10的輸出電流同步關係，對電源供應電路10的輸出電流的峰值的出現時機進行判斷。因此，回饋電壓高低電位準呈現的越明顯，利用該回饋電壓判斷出的輸出電流的峰值的出現時機也就越準確。第16圖給出了上拉單元61的一種可能的實現方式。參見第16圖，該上拉單元61可以是上拉電阻R8。上拉電阻R8的一端可以連接在電流回饋單元15和調變單元12之間。上拉電阻R8另一端可以與電源供應電路10的VDD相連。

【0038】進一步地，在一些實施例中，如第7圖所示，電源供應電路10還可包括隔離單元71和防倒灌的二極體72。隔離單元71可以位於電流回饋單元15和調變單元12之間。隔離單元71可用於將電源供應電路10的初級側和次級側相互隔離，以防止初級側和次級側的訊號的相互干擾。隔離單元71例如可以是光耦單元，也可以是其他類型的隔離單元，本發明實施例對此不做具體限定。防倒灌的二極體72，可以位於上拉單元61和隔離單元71之間。第16圖給出了隔離單元71的一種可能的實現方式。參見第16圖，隔離單元71為光耦OC。此外，第7圖中的二極體72對應於第16圖中的二極體D1。

【0039】如第8圖所示，進一步地，在一些實施例中，電流回饋單元15是基於運算放大器的電流回饋單元，電源供應電路10還可包括運算放大器的補償單元81（或稱運算放大器的補償網路）。補償單元81的輸入端可以與二極體72的正極相連，補償單元81的輸出端可以與電流回饋單元15中的輸入端相連。

【0040】第16圖中，電流回饋單元15所基於的運算放大器為第一運算放大器OPA1。第16圖給出了第一運算放大器OPA1的補償單元的一種可能的實

現方式。參見第16圖，第一運算放大器OPA1的補償單元可以包含電阻R6和電容C1。需要說明的是，電阻R6和電容C1形成的電路具有濾波作用（RC濾波電路）。如果將第一運算放大器OPA1的補償單元與回饋點均設置在二極體D1的負極一側，則第一運算放大器OPA1的補償單元會對回饋電壓進行一定程度的濾波，使得回饋電壓的高低電位準不明顯，這樣可能會降低基於回饋電壓判斷出的輸出電流的峰值的準確性。採用第8圖或第16圖所示的佈置方式之後，第一運算放大器OPA1的補償單元與回饋點分別位於二極體的兩側。二極體具有隔離作用，使得第一運算放大器OPA1的補償單元不會影響回饋電壓，從而可以提高基於回饋電壓判斷出的輸出電流的峰值的準確性。

【0041】電流採集控制單元16可用於接收回饋電壓；根據回饋電壓判斷輸出電流的電流值是否處於峰值；並在輸出電流的電流值處於峰值時，對輸出電流的峰值進行採集。

【0042】本發明實施例對電流採集控制單元16的實現方式不做具體限定。下面結合第9圖至第15圖進行詳細的舉例說明。

【0043】可選地，作為一實施例，如第9圖所示，電流採集控制單元16可以包括電位準判斷單元161、控制單元162和取樣保持單元163。電位準判斷單元161可用於對回饋電壓進行判斷以產生結果訊號。控制單元162可根據電位準判斷單元161輸出的結果訊號確定輸出電流的電流值是否處於峰值，並在輸出電流的電流值處於峰值時，控制取樣保持單元163對輸出電流的峰值進行採集。

【0044】電位準判斷單元161的實現方式可以有多種。作為一示例，如第10圖所示，電位準判斷單元161可以包括比較器1611。比較器1611可以被配置成當回饋電壓為高電位準時，比較器1611的輸出訊號為低電位準；當回饋

電壓為低電位準時，比較器1611的輸出訊號為高電位準。第11圖是回饋電壓、比較器1611的輸出訊號以及電源供應電路10的輸出電流的訊號時序關係圖。從第11圖可以看出，比較器1611的輸出訊號的上升沿到來時，電源供應電路10的輸出電流達到峰值。因此，控制單元162可以採集比較器1611的輸出訊號的上升沿，並當採集到輸出訊號的上升沿時，控制取樣保持單元163對輸出電流的峰值進行採集。

【0045】作為另一示例，如第12圖所示，電位準判斷單元161可以包括開關單元1612和三極管1613。開關單元1612可以被配置成當回饋電壓為高電位準時，開關單元1612導通；當回饋電壓為低電位準時，開關單元1612截止。三極管1613可以被配置成當開關單元1612導通時，三極管1613導通，三極管1613的集電極處於低電位準；當開關單元1612截止時，三極管1613斷開，三極管1613的集電極處於高電位準。從第13圖可以看出，三極管1613的集電極的電壓訊號的上升沿到來時，電源供應電路10的輸出電流達到峰值。因此，控制單元162可用於採集三極管1613的集電極的電壓訊號的上升沿，並當採集到該集電極的電壓訊號的上升沿時，控制取樣保持單元163對輸出電流的峰值進行採集。

【0046】開關單元1612的實現方式以及開關單元1612和三極管1613的連接方式可以有多種。作為一示例，如第14圖所示，開關單元1612可以為穩壓管ZD1。當回饋電壓為高電位準時，穩壓管ZD1雪崩導通，從而使得三極管1613導通，三極管的集電極為低電位準；當回饋電壓為低電位準時，穩壓管ZD1截止，從而使得三極管1613截止，三極管的集電極為高電位準。作為另一示例，如第15圖所示，開關單元1612可以為AP432晶片。當回饋電壓為高電位準時，AP432晶片導通，三極管的集電極為低電位準；當回饋

電壓為低電位準時，AP432晶片截止，從而使得三極管1613截止，三極管的集電極為高電位準。

【0047】取樣保持單元163可以在控制單元162的控制下週期性進入取樣狀態和保持狀態。取樣保持單元163一般主要由電容和開關管等裝置組成。電容可用於對電源供應電路10的輸出電流進行取樣和保持，電容兩端的電壓可用於表示電源供應電路10的輸出電流的大小。開關管可用於控制電容放電，從而使得取樣保持電路重新進入取樣狀態。取樣保持單元163可以參照傳統取樣保持單元的結構設計，此處不再詳述。第16圖以控制單元162為MCU為例，給出了電位準判斷單元161和取樣保持單元163圍繞MCU的一種可選的佈置方式。

【0048】可選地，在一些實施例中，電源供應電路10除了包含上文描述的電流回饋單元15，還可以電壓回饋單元。第16圖給出了電壓回饋單元的一種可能的實現方式。參見第16圖，電壓回饋單元可以包括第二運算放大器OPA2、電阻R4和電阻R5。電阻R4和電阻R5可用於對電源供應電路10的輸出電壓進行取樣。第二運算放大器OPA2可根據電阻R4和電阻R5取樣後的電壓以及MCU通過DAC2輸入的參考電壓對電源供應電路10進行電壓回饋控制。在電源供應電路10中同時設置硬體形式的電壓回饋單元和電流回饋單元，可以提高電源供應電路10對輸出電壓和輸出電流變化的回應速度，從而提高了充電程序的安全性。

【0049】相關技術中提到了用於為待充電裝置進行充電的一電源供應電路。該電源供應電路工作在恆壓模式下。在恆壓模式下，該電源供應電路的輸出電壓基本維持恆定，比如5V，9V，12V或20V等。

【0050】該電源供應電路的輸出電壓並不適合直接載入到電池兩端，而是需要先經過待充電裝置內的變換電路進行變換，以得到待充電裝置內的電池所預期的充電電壓和/或充電電流。

【0051】變換電路可用於對電源供應電路的輸出電壓進行變換，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流的需求。

【0052】作為一種示例，該變換電路可指充電管理模組，例如充電積體電路（integrated circuit，IC）。在電池的充電程序中，用於對電池的充電電壓和/或充電電流進行管理。該變換電路可以具有電壓回饋模組的功能，和/或，具有電流回饋模組的功能，以實現對電池的充電電壓和/或充電電流的管理。

【0053】舉例來說，電池的充電程序可包括涓流充電階段，恆流充電階段和恆壓充電階段中的一或者複數。在涓流充電階段，變換電路可利用電流回饋環使得在涓流充電階段進入到電池的電流滿足電池所預期的充電電流大小（譬如第一充電電流）。在恆流充電階段，變換電路可利用電流回饋環使得在恆流充電階段進入電池的電流滿足電池所預期的充電電流大小（譬如第二充電電流，該第二充電電流可大於第一充電電流）。在恆壓充電階段，變換電路可利用電壓回饋環使得在恆壓充電階段載入到電池兩端的電壓的大小滿足電池所預期的充電電壓大小。

【0054】作為一種示例，當電源供應電路輸出的電壓大於電池所預期的充電電壓時，變換電路可用於對電源供應電路輸出的電壓進行降壓處理，以使降壓轉換後得到的充電電壓滿足電池所預期的充電電壓需求。作為又一種示例，當電源供應電路輸出的電壓小於電池所預期的充電電壓時，變換電路可用於對電源供應電路輸出的電壓進行升壓處理，以使升壓轉換後得到的充電電壓滿足電池所預期的充電電壓需求。

【0055】作為又一示例，以電源供應電路輸出5V恆定電壓為例，當電池包括單個電芯（以鋰電池電芯為例，單個電芯的充電截止電壓為4.2V）時，變換電路（例如Buck降壓電路）可對電源供應電路輸出的電壓進行降壓處理，以使得降壓後得到的充電電壓滿足電池所預期的充電電壓需求。

【0056】作為又一示例，以電源供應電路輸出5V恆定電壓為例，當電源供應電路為串聯有二及二以上單電芯的電池（以鋰電池電芯為例，單個電芯的充電截止電壓為4.2V）充電時，變換電路（例如Boost升壓電路）可對電源供應電路輸出的電壓進行升壓處理，以使得升壓後得到的充電電壓滿足電池所預期的充電電壓需求。

【0057】變換電路受限於電路轉換效率低下的原因，致使未被轉換部分的電能以熱量的形式散失。這部分熱量會聚焦在待充電裝置內部。待充電裝置的設計空間和散熱空間都很小（例如，使用者使用的行動終端實體尺寸越來越輕薄，同時行動終端內密集排布了大量的電子元器件以提升行動終端的性能），這不但提升了變換電路的設計難度，還會導致聚焦在待充電裝置內的熱量很難及時移除，進而引發待充電裝置的異常。

【0058】例如，變換電路上聚集的熱量可能會對變換電路附近的電子元器件造成熱干擾，引發電子元器件的工作異常。又如，變換電路上聚集的熱量，可能會縮短變換電路及附近電子元件的使用壽命。又如，變換電路上聚集的熱量，可能會對電池造成熱干擾，進而導致電池充放電異常。又如變換電路上聚集的熱量，可能會導致待充電裝置的溫度升高，影響使用者在充電時的使用體驗。又如，變換電路上聚集的熱量，可能會導致變換電路自身的短路，使得電源供應電路輸出的電壓直接載入在電池兩端而引起充電異常，如果電池長時間處於過壓充電狀態，甚至會引發電池的爆炸，危及用戶安全。

【0059】本發明實施例還提供一種電源供應電路10。該電源供應電路10中的控制單元(例如可以是第16圖中的MCU)還可用於與待充電裝置通訊(例如通過第16圖所示的通訊介面)，以調整電源供應電路10的輸出功率，使得電源供應電路10的輸出電壓和/或輸出電流與待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配。

【0060】應理解，電池當前所處的充電階段可以包括以下階段中的至少一個：涓流充電階段、恆壓充電階段、恆流充電階段。

【0061】以電池當前所處的充電階段為恆壓充電階段為例，上述與待充電裝置通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配可包括：在電池的恆壓充電階段，與待充電裝置進行通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓與恆壓充電階段對應的充電電壓相匹配。

【0062】以電池當前所處的充電階段為恆流充電階段為例，上述與待充電裝置通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配可包括：在電池的恆流充電階段，與待充電裝置進行通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電流與恆流充電階段對應的充電電流相匹配。

【0063】下面對本發明實施例提供的具有通訊功能的電源供應電路10進行更為詳細的舉例說明。

【0064】該電源供應電路10可以獲取電池的狀態資訊。電池的狀態資訊可以包括電池當前的電量資訊和/或電壓資訊。該電源供應電路10可以根據獲取到的電池的狀態資訊來調節電源供應電路10自身的輸出電壓，以滿足電

池所預期的充電電壓和/或充電電流的需求，電源供應電路10調節後輸出的電壓可直接載入到電池兩端為電池充電（下稱“直充”）。進一步地，在電池充電程序的恆流充電階段，電源供應電路10調節後輸出的電壓可直接載入在電池的兩端為電池充電。

【0065】該電源供應電路10可以具有電壓回饋模組的功能和電流回饋模組的功能，以實現對電池的充電電壓和/或充電電流的管理。

【0066】該電源供應電路10根據獲取到的電池的狀態資訊來調節電源供應電路10自身的輸出電壓可以指：該電源供應電路10能夠即時獲取到電池的狀態資訊，並根據每次所獲取到的電池的即時狀態資訊來調節電源供應電路10自身輸出的電壓，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流。

【0067】該電源供應電路10根據即時獲取到的電池的狀態資訊來調節電源供應電路10自身的輸出電壓可以指：隨著充電程序中電池電壓的不斷上升，電源供應電路10能夠獲取到充電程序中不同時刻電池的當前狀態資訊，並根據電池的當前狀態資訊來即時調節電源供應電路10自身的輸出電壓，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流的需求。

【0068】舉例來說，電池的充電程序可包括涓流充電階段、恆流充電階段和恆壓充電階段中的至少一個。在涓流充電階段，電源供應電路10可在涓流充電階段輸出一第一充電電流對電池進行充電以滿足電池所預期的充電電流的需求（第一充電電流可為恆定直流電流）。在恆流充電階段，電源供應電路10可利用電流回饋環使得在恆流充電階段由電源供應電路10輸出且進入到電池的電流滿足電池所預期的充電電流的需求（譬如第二充電電流，可為脈動波形的電流，該第二充電電流可大於第一充電電流，可以是恆流充電階段的脈動波形的電流峰值大於涓流充電階段的恆定直流電流大小，而恆流充電階段的恆流可以指的是脈動波形的電流峰值或平均值保持

基本不變)。在恆壓充電階段，電源供應電路10可利用電壓回饋環使得在恆壓充電階段由電源供應電路10輸出到待充電裝置的電壓（即恆定直流電壓）保持恆定。

【0069】舉例來說，本發明實施例中提及的電源供應電路10可用於控制待充電裝置內電池的恆流充電階段。在其他實施例中，待充電裝置內電池的涓流充電階段和恆壓充電階段的控制功能也可由本發明實施例提及的電源供應電路10和待充電裝置內額外的充電晶片來協同完成。相較於涓流充電階段，電池在涓流充電階段和恆壓充電階段接受的充電功率較小，待充電裝置內部充電晶片的效率轉換損失和熱量累積是可以接受的。需要說明的是，本發明實施例中提及的恆流充電階段或恆流階段可以是指對電源供應電路10的輸出電流進行控制的充電模式，並非要求電源供應電路10的輸出電流保持完全恆定不變，例如可以是泛指電源供應電路10輸出的脈動波形的電流峰值或平均值保持基本不變，或者是一個時間段保持基本不變。例如，實際中，電源供應電路10在恆流充電階段通常採用分段恆流的方式進行充電。

【0070】分段恆流充電（Multi-stage constant current charging）可具有N個恆流階段（N為一個不小於2的整數），分段恆流充電以預定的充電電流開始第一階段充電，該分段恆流充電的N個恆流階段從第1個階段到第N個階段依次被執行。當恆流階段中的當前恆流階段轉到下一恆流階段後，脈動波形的電流峰值或平均值可變小；當電池電壓到達充電終止電壓臨界值時，恆流階段中的前一恆流階段會轉到下一恆流階段。相鄰二恆流階段之間的電流轉換程序可以是漸變的，或，也可以是臺階式的跳躍變化。

【0071】進一步地，在電源供應電路10的輸出電流為電流值週期性變化的電流（如脈動直流電）的情況下，恆流模式可以指對週期性變化的電流的

峰值或均值進行控制的充電模式，即控制電源供應電路10的輸出電流的峰值不超過恆流模式對應的電流。此外，電源供應電路10的輸出電流為交流電的情況下，恆流模式可以指對交流電的峰值進行控制的充電模式。

【0072】可選地，在一些實施例中，電源供應電路10可以支援第一充電模式和第二充電模式，電源供應電路10在第二充電模式下對電池的充電速度快於電源供應電路10在第一充電模式下對電池的充電速度。換句話說，相較於工作在第一充電模式下的電源供應電路來說，工作在第二充電模式下的電源供應電路充滿相同容量的電池的耗時更短。進一步地，在一些實施例中，在第一充電模式下，電源供應電路10通過第二充電通道為電池充電，在第二充電模式下，電源供應電路10通過第一充電通道為電池充電。

【0073】第一充電模式可為普通充電模式，第二充電模式可為快速充電模式。該普通充電模式是指電源供應電路輸出相對較小的電流值（通常小於2.5A）或者以相對較小的功率（通常小於15W）來對待充電裝置中的電池進行充電，在普通充電模式下想要完全充滿一較大容量電池（如3000毫安培時容量的電池），通常需要花費數個小時的時間；而在快速充電模式下，電源供應電路能夠輸出相對較大的電流（通常大於2.5A，比如4.5A，5A甚至更高）或者以相對較大的功率（通常大於等於15W）來對待充電裝置中的電池進行充電，相較於普通充電模式而言，電源供應電路在快速充電模式下完全充滿相同容量電池所需要的充電時間能夠明顯縮短、充電速度更快。

【0074】上文指出，電源供應電路10的輸出電流可以具有電流值週期性變化的波形。該波形可以是指電源供應電路10工作在第二充電模式下的輸出電流的波形。在第一充電模式下，電源供應電路10的輸出電壓的電壓值可以為恆定電壓值，輸出電流的波形可以隨負載的變化而變化。

【0075】進一步地，待充電裝置可以與電源供應電路10（或與電源供應電路10中的控制單元）進行雙向通訊，以控制在第二充電模式下的電源供應電路10的輸出（即控制第二充電模式下的電源供應電路10提供的充電電壓和/或充電電流）。待充電裝置可以包括充電介面，待充電裝置可以通過充電介面中的資料線與電源供應電路10進行通訊。以充電介面為USB介面為例，資料線可以是USB介面中的D+線和/或D-線。或者，待充電裝置也可以與電源供應電路10進行無線通訊。

【0076】本發明實施例對電源供應電路10與待充電裝置的通訊內容，以及待充電裝置對電源供應電路10在第二充電模式下的輸出的控制方式不作具體限定，例如，待充電裝置可以與電源供應電路10通訊，交互待充電裝置中的電池的當前總電壓和/或當前總電量，並基於電池的當前總電壓和/或當前總電量調整電源供應電路10的輸出電壓或輸出電流。下面結合具體的實施例對待充電裝置與電源供應電路10之間的通訊內容，以及待充電裝置對在第二充電模式下的電源供應電路10的輸出的控制方式進行詳細描述。

【0077】本發明實施例的上述描述並不會對電源供應電路10與待充電裝置的主從性進行限定，換句話說，電源供應電路10與待充電裝置中的任何一方均可作為主裝置方發起雙向通訊會話，相應地另外一方可以作為從裝置方對主裝置方發起的通訊做出第一回應或第一回覆。作為一種可行的方式，可以在通訊程序中，通過比較電源供應電路10側和待充電裝置側相對於大地的電位準高低來確認主、從裝置的身份。

【0078】本發明實施例並未對電源供應電路10與待充電裝置之間雙向通訊的具體實現方式作出限制，即言，電源供應電路10與待充電裝置中的任何一方作為主裝置方發起通訊會話，相應地另外一方作為從裝置方對主裝置方發起的通訊會話做出第一回應或第一回覆，同時主裝置方能夠針對該從

裝置方的第一回應或第一回覆做出第二回應，即可認為主、從裝置之間完成了一次充電模式的協商程序。作為一種可行的實施方式，主、從裝置方之間可以在完成多次充電模式的協商後，再執行主、從裝置方之間的充電操作，以確保協商後的充電程序安全、可靠的被執行。

【0079】作為主裝置方能夠根據該從裝置方針對通訊會話的第一回應或第一回覆做出第二回應的一種方式可以是：主裝置方能夠接收到該從裝置方針對通訊會話所做出的第一回應或第一回覆，並根據接收到的該從裝置的第一回應或第一回覆做出針對性的第二回應。作為舉例，當主裝置方在預設的時間內接收到該從裝置方針對通訊會話的第一回應或第一回覆，主裝置方會對該從裝置的第一回應或第一回覆做出針對性的第二回應具體為：主裝置方與從裝置方完成了一次充電模式的協商，主裝置方與從裝置方之間根據協商結果按照第一充電模式或者第二充電模式執行充電操作，即電源供應電路10根據協商結果工作在第一充電模式或者第二充電模式下為待充電裝置充電。

【0080】作為主裝置方能夠根據該從裝置方針對通訊會話的第一回應或第一回覆做出進一步的第二回應的一種方式還可以是：主裝置方在預設的時間內沒有接收到該從裝置方針對通訊會話的第一回應或第一回覆，主裝置方也會對該從裝置的第一回應或第一回覆做出針對性的第二回應。作為舉例，當主裝置方在預設的時間內沒有接收到該從裝置方針對通訊會話的第一回應或第一回覆，主裝置方也會對該從裝置的第一回應或第一回覆做出針對性的第二回應具體為：主裝置方與從裝置方完成了一次充電模式的協商，主裝置方與從裝置方之間按照第一充電模式執行充電操作，即電源供應電路10工作在第一充電模式下為待充電裝置充電。

【0081】可選地，在一些實施例中，當待充電裝置作為主裝置發起通訊會話，電源供應電路10作為從裝置對主裝置方發起的通訊會話做出第一回應或第一回覆後，無需要待充電裝置對電源供應電路10的第一回應或第一回覆做出針對性的第二回應，即可認為電源供應電路10與待充電裝置之間完成了一次充電模式的協商程序，進而電源供應電路10能夠根據協商結果確定以第一充電模式或者第二充電模式為待充電裝置進行充電。

【0082】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以控制在第二充電模式下的電源供應電路10的輸出的程序包括：待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以協商電源供應電路10與待充電裝置之間的充電模式。

【0083】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以協商電源供應電路10與待充電裝置之間的充電模式包括：待充電裝置接收電源供應電路10發送的第一指令，第一指令用於詢問待充電裝置是否開啓第二充電模式；待充電裝置向電源供應電路10發送第一指令的回覆指令，第一指令的回覆指令用於指示待充電裝置是否同意開啓第二充電模式；在待充電裝置同意開啓第二充電模式的情況下，待充電裝置控制電源供應電路10通過第一充電通道為電池充電。

【0084】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以控制在第二充電模式下的電源供應電路10的輸出的程序，包括：待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電壓。

【0085】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電壓包括：待充電裝置接收電源供應電路10發送的第

二指令，第二指令用於詢問電源供應電路10的輸出電壓與待充電裝置的電池的當前總電壓是否匹配；待充電裝置向電源供應電路10發送第二指令的回覆指令，第二指令的回覆指令用於指示電源供應電路10的輸出電壓與電池的當前總電壓匹配、偏高或偏低。可替換地，第二指令可用於詢問將電源供應電路10的當前輸出電壓作為在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電壓是否合適，第二指令的回覆指令可用於指示當前電源供應電路10的輸出電壓合適、偏高或偏低。

【0086】電源供應電路10的當前輸出電壓與電池的當前總電壓匹配，或者電源供應電路10的當前輸出電壓適合作為在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電壓可以指：電源供應電路10的當前輸出電壓與電池的當前總電壓之間的差值在預設範圍內（通常在幾百毫伏的量級）。當前輸出電壓與電池當前總電壓偏高包括：電源供應電路10的輸出電壓與電池的當前總電壓之間的差值高於預設範圍。當前輸出電壓與電池當前總電壓偏低包括：電源供應電路10的輸出電壓與電池的當前總電壓之間的差值低於預設範圍。

【0087】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以控制在第二充電模式下的電源供應電路10的輸出的程序可包括：待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流。

【0088】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流可包括：待充電裝置接收電源供應電路10發送的第三指令，第三指令用於詢問待充電裝置當前支援的最大充電電流；待充電裝置向電源供應電路10發送第三指令的回覆指令，第三指令的回覆指令

用於指示待充電裝置當前支援的最大充電電流，以便電源供應電路10基於待充電裝置當前支援的最大充電電流確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流。

【0089】待充電裝置當前支援的最大充電電流可根據待充電裝置的電池的容量、電芯體系等得出，或者為預設值。

【0090】應理解，待充電裝置根據待充電裝置當前支援的最大充電電流確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流的方式有多種。例如，電源供應電路10可以將待充電裝置當前支援的最大充電電流確定為在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流，也可以綜合考慮待充電裝置當前支援的最大充電電流以及自身的電流輸出能力等因素之後，確定在第二充電模式下的電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流。

【0091】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以控制在第二充電模式下的電源供應電路10的輸出的程序可包括：在使用第二充電模式充電的程序中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以調整電源供應電路10的輸出電流。

【0092】在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以調整電源供應電路10的輸出電流可包括：待充電裝置接收電源供應電路10發送的第四指令，第四指令用於詢問電池的當前總電壓；待充電裝置向電源供應電路10發送第四指令的回覆指令，第四指令的回覆指令用於指示電池的當前總電壓，以便電源供應電路10根據電池的當前總電壓，調整電源供應電路10的輸出電流。

【0093】可選地，在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以控制在第二充電模式下電源供應電路10的輸出的程序可包括：

待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以確定充電介面是否接觸不良。

【0094】在一些實施例中，待充電裝置與電源供應電路10進行雙向通訊，以便確定充電介面是否接觸不良可包括：待充電裝置接收電源供應電路10發送的第四指令，第四指令用於詢問待充電裝置的電池的當前電壓；待充電裝置向電源供應電路10發送第四指令的回覆指令，第四指令的回覆指令用於指示待充電裝置的電池的當前電壓，以便電源供應電路10根據電源供應電路10的輸出電壓和待充電裝置的電池的當前電壓，確定充電介面是否接觸不良。例如，電源供應電路10確定電源供應電路10的輸出電壓和待充電裝置的當前電壓的壓差大於預設的電壓臨界值，則表明此時壓差除以電源供應電路10輸出的當前電流值所得到的阻抗大於預設的阻抗臨界值，即可確定充電介面接觸不良。

【0095】可選地，在一些實施例中，充電介面接觸不良也可由待充電裝置進行確定。例如，待充電裝置向電源供應電路10發送第六指令，第六指令用於詢問電源供應電路10的輸出電壓；待充電裝置接收電源供應電路10發送的第六指令的回覆指令，第六指令的回覆指令用於指示電源供應電路10的輸出電壓；待充電裝置根據電池的當前電壓和電源供應電路10的輸出電壓，確定充電介面是否接觸不良。在待充電裝置確定充電介面接觸不良後，待充電裝置可以向電源供應電路10發送第五指令，第五指令用於指示充電介面接觸不良。電源供應電路10在接收到第五指令之後，可以退出第二充電模式。

【0096】下面結合第17圖，更加詳細地描述電源供應電路10與待充電裝置之間的通訊程序。應注意，第17圖的例子僅僅是爲了幫助本領域技術人員理解本發明實施例，而非要將本發明實施例限於所例示的具體數值或具體

場景。本領域技術人員根據所給出的第17圖的例子，顯然可以進行各種等價的修改或變化，這樣的修改或變化也落入本發明實施例的範圍內。

【0097】如第17圖所示，電源供應電路10和待充電裝置之間的通訊流程（或稱快充通訊流程）可以包括以下五個階段：

階段1：

【0098】待充電裝置與電源供應電路10連接後，待充電裝置可以通過資料線D+、D-檢測電源供應電路10的類型。當檢測到電源供應電路10為如適配器等專門用於充電的電源供應電路時，待充電裝置吸收的電流可以大於預設的電流臨界值I2（例如可以是1A）。當電源供應電路10檢測到預設時長（例如，可以是連續T1時間）內電源供應電路10的輸出電流大於或等於I2時，則電源供應電路10可以認為待充電裝置對於電源供應電路的類型識別已經完成。接著，電源供應電路10開啓與待充電裝置之間的協商程序，向待充電裝置發送指令1（對應於上述第一指令），以詢問待充電裝置是否同意電源供應電路10以第二充電模式對待充電裝置進行充電。

【0099】當電源供應電路10收到待充電裝置發送的指令1的回覆指令，且該指令1的回覆指令指示待充電裝置不同意電源供應電路10以第二充電模式對待充電裝置進行充電時，電源供應電路10再次檢測電源供應電路10的輸出電流。當電源供應電路10的輸出電流在預設的連續時長內（例如，可以是連續T1時間）仍然大於或等於I2時，電源供應電路10再次向待充電裝置發送指令1，詢問待充電裝置是否同意電源供應電路10以第二充電模式對待充電裝置進行充電。電源供應電路10重複階段1的上述步驟，直到待充電裝置同意電源供應電路10以第二充電模式對待充電裝置進行充電，或電源供應電路10的輸出電流不再滿足大於或等於I2的條件。

【0100】當待充電裝置同意電源供應電路10以第二充電模式對待充電裝置進行充電後，通訊流程進入階段2。

階段2：

【0101】電源供應電路10向待充電裝置發送指令2（對應於上述第二指令），以詢問電源供應電路10的輸出電壓（當前的輸出電壓）與待充電裝置中的電池的當前電壓是否匹配。

【0102】待充電裝置向電源供應電路10發送指令2的回覆指令，以指示電源供應電路10的輸出電壓與待充電裝置電池的當前電壓匹配、偏高或偏低。如果針對指令2的回覆指令指示電源供應電路10的輸出電壓偏高或偏低，電源供應電路10可以將電源供應電路10的輸出電壓調低或調高，並再次向待充電裝置發送指令2，重新詢問電源供應電路10的輸出電壓與電池的當前電壓是否匹配。重複階段2的上述步驟直到待充電裝置確定電源供應電路10的輸出電壓與待充電裝置電池的當前電壓匹配，進入階段3。電源供應電路10的輸出電壓的調整方式可以有多種。例如，可以預先為電源供應電路10的輸出電壓設置由低到高的複數電壓檔位元，電壓檔位元越高，表明電源供應電路10的輸出電壓越大。如果指令2的回覆指令指示電源供應電路10的輸出電壓偏高，則可以將電源供應電路10的輸出電壓的電壓檔位元從當前電壓檔位元調低一檔位；如果指令2的回覆指令指示電源供應電路10的輸出電壓偏低，則可以將電源供應電路10的輸出電壓的電壓檔位元從當前電壓檔位元調高一檔位。

階段3：

【0103】電源供應電路10向待充電裝置發送指令3（對應於上述第三指令），詢問待充電裝置當前支援的最大充電電流。待充電裝置向電源供應電路10

發送指令3的回覆指令，以指示待充電裝置當前支援的最大充電電流，並進入階段4。

階段4：

【0104】電源供應電路10根據待充電裝置當前支援的最大充電電流，確定在第二充電模式下電源供應電路10輸出的用於對待充電裝置進行充電的充電電流，然後進入階段5，即恆流充電階段。

階段5：

【0105】在進入恆流充電階段後，電源供應電路10可以每間隔一段時間向待充電裝置發送指令4（對應於上述第四指令），詢問待充電裝置電池的當前電壓。待充電裝置可以向電源供應電路10發送指令4的回覆指令，以回饋電池的當前電壓。電源供應電路10可以根據電池的當前電壓，判斷充電介面的接觸是否良好，以及是否需要降低電源供應電路10的輸出電流。當電源供應電路10判斷充電介面的接觸不良時，可以向待充電裝置發送指令5（對應於上述第五指令），電源供應電路10會退出第二充電模式，然後重定並重新進入階段1。

【0106】可選地，在一些實施例中，在階段2中，從待充電裝置同意電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置進行充電到電源供應電路10將電源供應電路10的輸出電壓調整到合適的充電電壓所經歷的時間可以控制在一定範圍之內。如果該時間超出預定範圍，則電源供應電路10或待充電裝置可以判定通訊程序異常，重置以重新進入階段1。

【0107】可選地，在一些實施例中，在階段2中，當電源供應電路10的輸出電壓比待充電裝置電池的當前電壓高 ΔV （ ΔV 可以設定為200~500mV）時，待充電裝置可以向電源供應電路10發送指令2的回覆指令，以指示電源供應電路10的輸出電壓與待充電裝置的電池的電壓匹配。

【0108】可選地，在一些實施例中，在階段4中，電源供應電路10的輸出電流的調整速度可以控制一定範圍之內，這樣可以避免由於調整速度過快而導致充電程序發生異常。

【0109】可選地，在一些實施例中，在階段5中，電源供應電路10的輸出電流的變化幅度可以控制在5%以內。

【0110】可選地，在一些實施例中，在階段5中，電源供應電路10可以即時監測充電通路的阻抗。具體地，電源供應電路10可以根據電源供應電路10的輸出電壓、輸出電流及待充電裝置回饋的電池的當前電壓，監測充電通路的阻抗。當“充電通路的阻抗” > “待充電裝置的通路阻抗+充電線纜的阻抗”時，可以認為充電介面接觸不良，電源供應電路10停止在第二充電模式下對待充電裝置進行充電。

【0111】可選地，在一些實施例中，電源供應電路10開啓在第二充電模式下對待充電裝置進行充電之後，電源供應電路10與待充電裝置之間的通訊時間間隔可以控制在一定範圍之內，避免通訊間隔過短而導致通訊程序發生異常。

【0112】可選地，在一些實施例中，充電程序的停止（或電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置的充電程序的停止）可以分為可恢復的停止和不可恢復的停止兩種。

【0113】例如，當檢測到待充電裝置的電池充滿或充電介面接觸不良時，充電程序停止，充電通訊程序重置，充電程序重新進入階段1。然後，待充電裝置不同意電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置進行充電，則通訊流程不進入階段2。這種情況下的充電程序的停止可以視為不可恢復的停止。

【0114】又例如，當電源供應電路10與待充電裝置之間出現通訊異常時，充電程序停止，充電通訊程序重置，充電程序重新進入階段1。在滿足階段1的要求後，待充電裝置同意電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置進行充電以恢復充電程序。這種情況下的充電程序的停止可以視為可恢復的停止。

【0115】又例如，當待充電裝置檢測到電池出現異常時，充電程序停止，重置並重新進入階段1。然後，待充電裝置不同意電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置進行充電。當電池恢復正常，且滿足階段1的要求後，待充電裝置同意電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置進行充電。這種情況下的快充程序的停止可以視為可恢復的停止。

【0116】以上對第17圖示出的通訊步驟或操作僅是示例。例如，在階段1中，待充電裝置與電源供應電路10連接後，待充電裝置與電源供應電路10之間的握手通訊也可以由待充電裝置發起，即待充電裝置發送指令1，詢問電源供應電路10是否開啓第二充電模式。當待充電裝置接收到電源供應電路10的回覆指令指示電源供應電路10同意電源供應電路10在第二充電模式下對待充電裝置進行充電時，電源供應電路10開始在第二充電模式下對待充電裝置的電池進行充電。

【0117】又如，在階段5之後，還可包括恆壓充電階段。具體地，在階段5中，待充電裝置可以向電源供應電路10回饋電池的當前電壓，當電池的當前電壓達到恆壓充電電壓臨界值時，充電階段從恆流充電階段轉入恆壓充電階段。在恆壓充電階段中，充電電流逐漸減小，當電流下降至某一臨界值時，表示待充電裝置的電池已經被充滿，停止整個充電程序。

【0118】本發明實施例還提供一種電源供應裝置，如第18圖所示，該電源供應裝置1800可以包括上文任意實施例提供的電源供應電路10。該電源供

應裝置1800例如可以是適配器或行動電源（power bank）等專門用於充電的裝置，也可以是電腦等能夠提供電源和資料服務的其他裝置。

【0119】上文結合第1圖至第18圖，詳細描述了本發明實施例提供的電源供應電路和電源供應裝置。下文結合第19圖，詳細描述本發明實施例提供的電源供應電路的控制方法。該電源供應電路可以是上文任意實施例描述的電源供應電路10，與電源供應電路相關的描述可以參見前文，此處適當省略重複的描述。

【0120】該電源供應電路包括初級整流單元、調變單元、變壓器、次級整流濾波單元和電流回饋單元。

【0121】初級整流單元可用於對輸入的交流電進行整流以輸出電壓值週期性變化的第一電壓。

【0122】調變單元可用於對第一電壓進行調變以產生第二電壓。

【0123】變壓器可用於根據第二電壓產生第三電壓。

【0124】次級整流濾波單元可用於對第三電壓進行整流和濾波以產生電源供應電路的輸出電流。該輸出電流的電流值為週期性變換的電流值。

【0125】電流回饋單元可用於接收輸出電流，並根據輸出電流向調整單元發送回饋電壓；

【0126】調變單元還可用於根據回饋電壓執行對第一電壓進行調變以產生第二電壓的程序，以將輸出電流的電流值限定在預先設定的限流值以下。

【0127】第19圖的方法可包括步驟1910-1930。在步驟1910中，接收回饋電壓。在步驟1920中，根據回饋電壓判斷輸出電流的電流值是否處於峰值。在步驟1930中，在輸出電流的電流值處於峰值的情況下，對輸出電流的峰值進行採集。

【0128】可選地，作為一實施例，第19圖的方法還可包括與待充電裝置通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配。

【0129】可選地，作為一實施例，電源供應電路10對電池的充電階段包括涓流充電階段、恆壓充電階段、恆流充電階段中的至少一。

【0130】可選地，作為一實施例，上述與待充電裝置通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配可包括：在電池的恆壓充電階段，與待充電裝置進行通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓與恆壓充電階段對應的充電電壓相匹配。

【0131】可選地，作為一實施例，上述與待充電裝置通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配可包括：在電池的恆流充電階段，與待充電裝置進行通訊，以調整電源供應電路的輸出功率，使得電源供應電路的輸出電流與恆流充電階段對應的充電電流相匹配。

【0132】在上述實施例中，可以全部或部分地通過軟體、硬體、韌體或者其他任意組合來實現。當使用軟體實現時，可以全部或部分地以電腦程式產品的形式實現。該電腦程式產品包括一或複數電腦指令。在電腦上載入和執行該電腦程式指令時，全部或部分地產生按照本發明實施例所述的流程或功能。該電腦可以是通用電腦、專用電腦、電腦網路、或者其他可程式設計裝置。該電腦指令可以儲存在電腦可讀儲存媒體中，或者從一電腦可讀儲存媒體向另一電腦可讀儲存媒體傳輸，例如，該電腦指令可以從一網站站點、電腦、伺服器或資料中心通過有線（例如同軸電纜、光纖、數位用戶線路（digital subscriber line，DSL））或無線（例如紅外、無線、微

波等)方式向另一網站站點、電腦、伺服器或資料中心進行傳輸。該電腦可讀儲存媒體可以是電腦能夠存取的任何可用媒體或者是包含一或複數可用媒體整合的伺服器、資料中心等資料存放裝置。該可用媒體可以是磁性媒體(例如,軟碟、硬碟、磁帶)、光媒體(例如數位視訊光碟(digital video disc, DVD))、或者半導體媒體(例如固態硬碟(solid state disk, SSD))等。

【0133】本領域普通技術人員可以意識到,結合本文中所揭露的實施例描述的各示例的單元及演算法步驟,能夠以電子硬體、或者電腦軟體和電子硬體的結合來實現。這些功能究竟以硬體還是軟體方式來執行,取決於技術方案的特定應用和設計約束條件。專業技術人員可以對每一特定的應用來使用不同方法來實現所描述的功能,但是這種實現不應認為超出本申請的範圍。

【0134】在本申請所提供的幾個實施例中,應該理解到,所揭露的系統、裝置和方法,可以通過其它的方式實現。例如,以上所描述的裝置實施例僅僅是示意性的,例如,該單元的劃分,僅僅為一種邏輯功能劃分,實際實現時可以有另外的劃分方式,例如複數單元或元件可以結合或者可以整合到另一系統,或一些特徵可以忽略,或不執行。另一點,所顯示或討論的相互之間的耦合或直接耦合或通訊連接可以是通過一些介面,裝置或單元的間接耦合或通訊連接,可以是電性,機械或其它的形式。

【0135】該作為分離部件說明的單元可以是或者也可以不是實體上分開的,作為單元顯示的部件可以是或者也可以不是實體單元,即可以位於一地方,或者也可以分佈到複數網路單元上。可以根據實際的需要選擇其中的部分或者全部單元來實現本實施例方案的目的。

【0136】另外，在本申請各個實施例中的各功能單元可以整合在一處理單元中，也可以是各個單元單獨實體存在，也可以二或二以上單元整合在一單元中。

【0137】以上所述，僅為本申請的具體實施方式，但本申請的保護範圍並不侷限於此，任何熟悉本技術領域的技術人員在本申請揭露的技術範圍內，可輕易想到變化或替換，都應涵蓋在本申請的保護範圍之內。因此，本申請的保護範圍應以該申請專利範圍的保護範圍為準。

【符號說明】

【0138】

C1：電容

D1：二極體

OPA1：第一運算放大器

OPA2：第二運算放大器

R1：檢流電阻

R2、R3、R4、R5、R6：電阻

10：電源供應電路

11：初級整流單元

12：調變單元

13：變壓器

14：次級整流濾波單元

15：電流回饋單元

16：電流採集控制單元

61：上拉單元

71：隔離單元
72：防倒灌的二極體
81：補償單元
151：檢流計
161：電位準判斷單元
162：控制單元
163：取樣保持單元
1611：比較器
1612：開關單元
1613：三極管
1800：電源供應裝置

I674741

【發明摘要】

【中文發明名稱】 電源供應電路、電源供應裝置和控制方法

【英文發明名稱】 Power Supply Circuit, Power Supply Device And Control
Method

【中文】

提供一種電源供應電路、電源供應裝置和控制方法。該電源供應電路包括初級整流單元、調變單元、變壓器、次級整流濾波單元、電流回饋單元和電流採集控制單元。該電源供應電路去掉了初級側的液態電解電容，且該電源供應電路的輸出電流的電流值為週期性變化的電流值。該電源供應電路可以根據電流回饋單元輸出的回饋電壓判斷輸出電流何時處於峰值，從而使得電源供應電路可以對輸出電流的峰值大小進行管理和控制。

【英文】

A power supply circuit, a power supply device, and a control method are provided. The power supply circuit includes a primary rectification unit, a modulation unit, a transformer, a secondary rectification filtering unit, a current feedback unit, and a current acquisition control unit. The power supply circuit removes the liquid electrolytic capacitor on the primary side, and the current value of the output current of the power supply circuit provides a periodically varying current value. The power supply circuit can determine when the output current is at a peak according to the feedback voltage outputted by the current feedback unit, so that the power supply circuit can manage and control the peak value of the output current.

【指定代表圖】 第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

- 10：電源供應電路
- 11：初級整流單元
- 12：調變單元
- 13：變壓器
- 14：次級整流濾波單元
- 15：電流回饋單元
- 16：電流採集控制單元

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種電源供應電路，其特徵在於，包括：

一初級整流單元，用於對輸入的交流電進行整流以輸出電壓值週期性變化的一第一電壓；

一調變單元，用於對該第一電壓進行調變以產生一第二電壓；

一變壓器，用於根據該第二電壓產生一第三電壓；

一次級整流濾波單元，用於對該第三電壓進行整流和濾波以產生該電源供應電路的一輸出電流，該輸出電流的電流值為週期性變化的電流值；

一電流回饋單元，用於接收該輸出電流，並根據該輸出電流向該調變單元發送一回饋電壓；

該調變單元，用於根據該回饋電壓執行對該第一電壓進行調變以產生該第二電壓的程序，以將該輸出電流的電流值限定在預先設定的限流值以下；

一電流採集控制單元，用於接收該回饋電壓，根據該回饋電壓判斷該輸出電流的電流值是否處於峰值，並在該輸出電流的電流值處於峰值時，對該輸出電流的峰值進行採集；

該電流回饋單元是基於一運算放大器，

該電源供應電路還包括：

一上拉單元，連接在該電流回饋單元和該調變單元之間，用於當該電流回饋單元中的運算放大器處於飽和狀態時，將該回饋電壓上拉至高電位準。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的電源供應電路，其中，該上拉單元為一上拉電阻，該上拉電阻的一端連接在該電流回饋單元和該調變單元之間，該上拉電阻的另一端與該電源供應電路的VDD端相連。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述的電源供應電路，其中，該電源供應電路還包括：

一隔離單元，位於該電流回饋單元和該調變單元之間，用於隔離該電源供應電路的初級側和次級側；

一防倒灌的二極體，位於該上拉單元和該隔離單元之間。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述的電源供應電路，其中，該電源供應電路還包括：

該電流回饋單元中的運算放大器的一補償單元，該補償單元的輸入端與該二極體的正極相連，該補償單元的輸出端與該電流回饋單元中的運算放大器的輸入端相連。

【第5項】如申請專利範圍第1項所述的電源供應電路，其中，該電流採集控制單元包括：

一電位準判斷單元，用於對該回饋電壓進行判斷以產生結果訊號；

一控制單元和一取樣保持單元，該控制單元用於根據該結果訊號確定該輸出電流的電流值是否處於峰值，並在該輸出電流的電流值處於峰值時，控制該取樣保持單元對該輸出電流的峰值進行採集。

【第6項】如申請專利範圍第5項所述的電源供應電路，其中，該電位準判斷單元包括一比較器，該比較器被配置成當該回饋電壓為高電位準時，該比較器的輸出訊號為低電位準，當該回饋電壓為低電位準時，比較器的輸出訊號為高電位準，該控制單元用於採集該比較器的輸出訊號的上升沿，並當採集到該輸出訊號的上升沿時，控制該取樣保持單元對該輸出電流的峰值進行採集。

【第7項】如申請專利範圍第5項所述的電源供應電路，其中，該電位準判斷單元包括：

一開關單元，該開關單元被配置成當該回饋電壓為高電位準時，該開關單元導通，當該回饋電壓為低電位準時，該開關單元截止；

一三極管，該三極管被配置成當該開關單元導通時，該三極管導通，該三極管的集電極處於低電位準，當該開關單元截止時，該三極管斷開，該三極管的集電極處於高電位準，該控制單元用於採集該集電極的電壓訊號的上升沿，並當採集到該集電極的電壓訊號的上升沿時，控制該取樣保持單元對該輸出電流的峰值進行採集。

【第8項】如申請專利範圍第7項所述的電源供應電路，其中，該開關單元為一穩壓管或一AP432晶片。

【第9項】如申請專利範圍第1項至第8項中任一項所述的電源供應電路，其中，該電源供應電路還包括：

一控制單元，用於與一待充電裝置通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與該待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配。

【第10項】如申請專利範圍第9項所述的電源供應電路，其中，該電源供應電路對該電池的充電階段包括一涓流充電階段、一恆壓充電階段、一恆流充電階段中的至少一個。

【第11項】如申請專利範圍第10項所述的電源供應電路，其中，該與一待充電裝置通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與該待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配，包括：

在該電池的一恆壓充電階段，與該待充電裝置進行通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓與該恆壓一充電階段對應的充電電壓相匹配。

【第12項】如申請專利範圍第10項或第11項所述的電源供應電路，其中，該與待充電裝置通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的

輸出電壓和/或輸出電流與該待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配，包括：

在該電池的一恆流充電階段，與該待充電裝置進行通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電流與該恆流充電階段對應的充電電流相匹配。

【第13項】一種電源供應裝置，其特徵在於，包括如申請專利範圍第1項至第12項中任一項所述的電源供應電路。

【第14項】如申請專利範圍第13項所述的電源供應裝置，其中，該電源供應裝置為一適配器。

【第15項】一種電源供應電路的控制方法，其特徵在於，該電源供應電路包括：
一初級整流單元，用於對輸入的交流電進行整流以輸出電壓值週期性變化的一第一電壓；

一調變單元，用於對該第一電壓進行調變以產生一第二電壓；

一變壓器，用於根據該第二電壓產生一第三電壓；

一次級整流濾波單元，用於對該第三電壓進行整流和濾波以產生該電源供應電路的一輸出電流，該輸出電流的電流值為週期性變換的電流值；

一電流回饋單元，用於接收該輸出電流，並根據該輸出電流向該調變單元發送一回饋電壓；

該調變單元，用於根據該回饋電壓執行對該第一電壓進行調變以產生該第二電壓的程序，以將該輸出電流的電流值限定在預先設定的限流值以下；

該電流回饋單元是基於一運算放大器，

該電源供應電路還包括：

一上拉單元，連接在該電流回饋單元和該調變單元之間，用於當該電流回饋單元中的運算放大器處於飽和狀態時，將該回饋電壓上拉至高電位準；

該控制方法包括：

接收該回饋電壓；

根據該回饋電壓判斷該輸出電流的電流值是否處於峰值；

在該輸出電流的電流值處於峰值時，對該輸出電流的峰值進行採集。

【第16項】如申請專利範圍第15項所述的控制方法，其中，該控制方法還包括：

與一待充電裝置通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與該待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配。

【第17項】如申請專利範圍第15項所述的控制方法，其中，該電源供應電路對該電池的充電階段包括一涓流充電階段、一恆壓充電階段、恆流充電階段中的至少一個。

【第18項】如申請專利範圍第17項所述的控制方法，其中，該與一待充電裝置通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與該待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配，包括：

在該電池的恆壓充電階段，與該待充電裝置進行通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓與該恆壓充電階段對應的充電電壓相匹配。

【第19項】如申請專利範圍第15項或第17項所述的控制方法，其中，該與一待充電裝置通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電壓和/或輸出電流與該待充電裝置中的電池當前所處的充電階段相匹配，包括：

在該電池的恆流充電階段，與該待充電裝置進行通訊，以調整該電源供應電路的輸出功率，使得該電源供應電路的輸出電流與該恆流充電階段對應的充電電流相匹配。