



(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 I666849 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：106137238

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H02J7/04 (2006.01)** **H02J3/00 (2006.01)**

(30)優先權：2017/01/07	世界智慧財產權組織	PCT/CN2017/070530
2016/02/05	世界智慧財產權組織	PCT/CN2016/073679
2016/07/26	中國大陸	201610600612.3

(71)申請人：廣東歐珀移動通信有限公司(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 M391795

TW 201547175A

CN 105098945A

US 2011/0026275A1

審查人員：黃釗田

申請專利範圍項數：31 項 圖式數：15 共 85 頁

(54)名稱

用於終端的充電系統、充電方法以及電源適配器

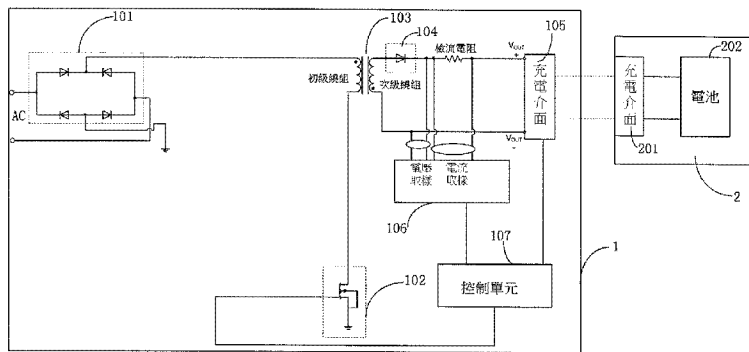
SYSTEM AND METHOD FOR CHARGING TERMINAL AND POWER ADAPTER

(57)摘要

本發明揭露了一種用於終端的充電系統、充電方法以及電源適配器，其中，充電系統包括電源適配器和終端，電源適配器包括：第一整流單元、開關單元、變壓器、第二整流單元、第一充電介面、取樣單元、控制單元，控制單元輸出控制訊號至開關單元，並根據取樣單元取樣的電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號的占空比進行調節，以使第二整流單元輸出的第三脈動波形的電壓滿足充電需求；終端包括第二充電介面和電池，第二充電介面與電池相連，當第二充電介面與第一充電介面連接時，第二充電介面將第三脈動波形的電壓載入至電池，使得電源適配器輸出的脈動波形的電壓直接載入至電池，從而可以實現電源適配器的小型化、低成本，提高電池的使用壽命。

The present disclosure provides a system and a method for charging a terminal and a power adapter. The system includes a power adapter and a terminal. The power adapter includes a first rectifier unit, a switch unit, a transformer, a second rectifier unit, a first charging interface, a sampling unit, and a control unit. The control unit is configured to output a control signal to the switch unit and to adjust a duty ratio of the control signal according to a voltage sampling value and/or a current sampling value sampled by the sampling unit so that voltage of a third ripple waveform outputted by the second rectifier unit satisfies charging demands. The terminal includes a second charging interface and a battery. The second charging interface is coupled to the battery. When the second charging interface is coupled to the first charging interface, the second charging interface loads the voltage of the third ripple waveform to the battery, so that voltage of a ripple waveform outputted by the power adapter is directly supplied to the battery, thereby realizing miniaturization and low cost of the power adapter and improving the service life of the battery.

符號簡單說明：



第1A圖

1. . . 電源適配器

2 . . . 終端

101、104 . . . 整流
單元

102 · · · 開關單元

103 · · · 變壓器

105、201・・・充電
介面

106 · · · 取樣單元

107 · · · 控制單元

202 · · · 電池

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於終端的充電系統、充電方法以及電源適配器

【英文發明名稱】 System And Method For Charging Terminal And Power Adapter

【技術領域】

【0001】本發明涉及終端裝置技術領域，特別涉及一種用於終端的充電系統、一種用於終端的充電方法以及一種電源適配器。

【先前技術】

【0002】目前，行動終端（例如智慧手機）越來越受到消費者的青睞，但是行動終端耗電量大，需要經常充電。

【0003】通常行動終端是通過電源適配器來進行充電。其中，電源適配器一般包括初級整流電路、初級濾波電路、變壓器、次級整流電路、次級濾波電路以及控制電路等，這樣電源適配器通過將輸入的220V交流電轉換為適於行動終端需求的穩定低壓直流電（例如5V），以提供給行動終端的電源管理裝置和電池，實現行動終端的充電。

【0004】但是，隨著電源適配器的功率變大，例如從5W向10W、15W、25W等更大功率升級時，需要更多能夠承受高功率和實現更好精度控制的電子元裝置進行適配，這不僅會增加電源適配器的體積，同時也會增加適配器的生產成本和製造難度。

【0005】此外，現在電源適配器中的電流檢測一般是使用檢流電阻和運放來實現。由於電源適配器的功率變大，檢測電流也變得越來越大，這就對

檢流電路的動態範圍提出了更高的要求，並要保證運放不會飽和，但如果把運放的動態範圍做大（選擇更小的檢流電阻/降低放大器的放大倍數），當用小電流充電時，由於運放的特性，導致小電流檢測的精度無法保證，影響電源適配器的應用。

【發明內容】

【0006】 本申請是基於發明人對以下問題的認識和研究而做出的：

發明人在研究時發現，隨著電源適配器的功率變大，電源適配器在對行動終端的電池進行充電時，容易造成電池極化電阻變大、電池溫升較高，從而降低電池的使用壽命，影響電池的可靠性和安全性。

【0007】 並且，通常交流電源供電時，大多數裝置都無法直接使用交流電工作，這是因為交流電例如50Hz的220V市電是間斷性地輸出電能，而為了不“間斷”，需要使用電解電容器儲能，從而當供電處於波谷時，供電的持續依賴電解電容器的儲能來維持穩定的電能供應。所以，交流電源通過電源適配器給行動終端充電時，都是先將交流電源提供的交流電例如220V的交流電轉換為穩定的直流電以供給行動終端。然而電源適配器是為行動終端的電池充電，從而間接為行動終端供電，供電的持續性有電池作為保障，這樣電源適配器在給電池充電時就可以不需要連續輸出穩定的直流電。

【0008】 為此，本發明的第一個目的在於提出一種電源適配器，能夠將輸出的脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可以實現電源適配器的小型化、低成本，提高電池的使用壽命，並且採用放大倍數可調的運算放大器來進行電流取樣，保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性。

【0009】本發明的第二個目的在於提出一種用於終端的充電系統。本發明的第三個目的在於提出一種用於終端的充電方法。

【0010】為達到上述目的，本發明第一方面實施例提出的一種電源適配器，包括：第一整流單元，該第一整流單元用於對輸入的交流電進行整流以輸出第一脈動波形的電壓；開關單元，該開關單元用於根據控制訊號對該第一脈動波形的電壓進行調製；變壓器，該變壓器用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓；第二整流單元，該第二整流單元用於對該第二脈動波形的電壓進行整流以輸出第三脈動波形的電壓，該第三脈動波形的電壓用於載入至終端的電池；第一電流取樣電路，該第一電流取樣電路用於對該第二整流單元輸出的電流進行取樣以獲得電流取樣值，該第一電流取樣電路包括放大倍數可調的運算放大器；控制單元，該控制單元分別與該第一電流取樣電路和該開關單元相連，該控制單元輸出該控制訊號至該開關單元，並根據充電模式調節該運算放大器的放大倍數，以及根據該電流取樣值對該控制訊號的占空比進行調節，以使該第三脈動波形的電壓滿足該終端的充電需求。

【0011】根據本發明實施例的電源適配器，能夠輸出第三脈動波形的電壓，並在給終端充電時將第三脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可實現脈動的輸出電壓/電流直接對電池進行快速充電。其中，脈動的輸出電壓/電流的大小週期性變換，與傳統的恆壓恆流相比，能夠降低鋰電池的析鋰現象，提高電池的使用壽命，以及有利於降低電池的極化效應、提高充電速度、減少電池的發熱，保證終端充電時的安全可靠。此外，由於輸出的是脈動波形的電壓，從而無需設置電解電容，不僅可以實現電源適配器的簡單化、小型化，還可大大降低成本。並且，在不同充電模式時通過調節運算放大器的放大倍數，來實現對第二整流單元輸出的電流進行相應檢

測，可以保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【0012】為達到上述目的，本發明第二方面實施例提出的一種用於終端的充電系統，包括：終端，該終端包括電池；上述的電源適配器，該電源適配器用於給該終端充電。

【0013】根據本發明實施例的用於終端的充電系統，通過控制電源適配器輸出第三脈動波形的電壓，並將電源適配器輸出的第三脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可實現脈動的輸出電壓/電流直接對電池進行快速充電。其中，脈動的輸出電壓/電流的大小週期性變換，與傳統的恆壓恆流相比，能夠降低鋰電池的析鋰現象，提高電池的使用壽命，以及有利於降低電池的極化效應、提高充電速度、減少電池的發熱，保證終端充電時的安全可靠。此外，由於電源適配器輸出的是脈動波形的電壓，從而無需在電源適配器中設置電解電容，不僅可以實現電源適配器的簡單化、小型化，還可大大降低成本。並且，在不同充電模式時通過調節運算放大器的放大倍數，來實現對第二整流單元輸出的電流進行相應檢測，可以保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【0014】為達到上述目的，本發明第三方面實施例提出的一種用於終端的充電方法，包括以下步驟：當電源適配器給終端充電時，對輸入的交流電進行一次整流以輸出第一脈動波形的電壓；通過控制開關單元以對該第一脈動波形的電壓進行調製，並通過變壓器的變換以輸出第二脈動波形的電壓；對該第二脈動波形的電壓進行二次整流以輸出第三脈動波形的電壓，並將該第三脈動波形的電壓載入至該終端的電池；通過第一電流取樣電路對二次整流後的電流進行取樣以獲得電流取樣值，其中，該第一電流取樣電路包括放大倍數可調的運算放大器；根據充電模式調節該運算放大器的

放大倍數，並根據該電流取樣值對輸出至該開關單元的控制訊號的占空比進行調節，以使該第三脈動波形的電壓滿足充電需求。

【0015】根據本發明實施例的用於終端的充電方法，通過控制電源適配器輸出滿足充電需求的第三脈動波形的電壓，並將電源適配器輸出的第三脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可實現脈動的輸出電壓/電流直接對電池進行快速充電。其中，脈動的輸出電壓/電流的大小週期性變換，與傳統的恆壓恆流相比，能夠降低鋰電池的析鋰現象，提高電池的使用壽命，以及有利於降低電池的極化效應、提高充電速度、減少電池的發熱，保證終端充電時的安全可靠。此外，由於電源適配器輸出的是脈動波形的電壓，從而無需在電源適配器中設置電解電容，不僅可以實現電源適配器的簡單化、小型化，還可大大降低成本。並且，在不同充電模式時通過調節運算放大器的放大倍數，來實現對第二整流單元輸出的電流進行相應檢測，可以保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【圖式簡單說明】

【0016】第1A圖為根據本發明一個實施例的用於終端的充電系統採用反馳式開關電源的方框示意圖；

第1B圖為根據本發明一個實施例的用於終端的充電系統採用順向式開關電源的方框示意圖；

第1C圖為根據本發明一個實施例的用於終端的充電系統採用推挽式開關電源的方框示意圖；

第1D圖為根據本發明一個實施例的用於終端的充電系統採用半橋式開關電源的方框示意圖；

第1E圖為根據本發明一個實施例的用於終端的充電系統採用全橋式開關電源的方框示意圖；

第2A圖為根據本發明實施例的用於終端的充電系統的方框示意圖；

第2B圖為根據本發明一個實施例的第一電流取樣電路的電路示意圖；

第3圖為根據本發明一個實施例的電源適配器輸出到電池的充電電壓波形示意圖；

第4圖為根據本發明一個實施例的電源適配器輸出到電池的充電電流波形示意圖；

第5圖為根據本發明一個實施例的輸出至開關單元的控制訊號示意圖；

第6圖為根據本發明一個實施例的快充過程的示意圖；

第7A圖為根據本發明一個實施例的用於終端的充電系統的方框示意圖；

第7B圖為根據本發明一個實施例的電源適配器帶有LC濾波電路的方框示意圖；

第8圖為根據本發明另一個實施例的用於終端的充電系統的方框示意圖；

第9圖為根據本發明又一個實施例的用於終端的充電系統的方框示意圖；

第10圖為根據本發明還一個實施例的用於終端的充電系統的方框示意圖；

第11圖為根據本發明一個實施例的取樣單元的方框示意圖；

第12圖為根據本發明再一個實施例的用於終端的充電系統的方框示意圖；

第13圖為根據本發明一個實施例的終端的方框示意圖；

第14圖為根據本發明另一個實施例的終端的方框示意圖；以及

第15圖為根據本發明實施例的用於終端的充電方法的流程圖。

【實施方式】

【0017】 下面詳細描述本發明的實施例，該實施例的示例在附圖中示出，其中自始至終相同或類似的標號表示相同或類似的元件或具有相同或類似功能的元件。下面通過參考附圖描述的實施例是示例性的，旨在用於解釋本發明，而不能理解為對本發明的限制。

【0018】 在描述本發明實施例提出的用於終端的充電系統、電源適配器以及用於終端的充電方法之前，先來描述一下相關技術中給終端等待充電裝置充電的電源適配器，即下述可稱為“相關適配器”。

【0019】 相關適配器工作在恆壓模式下時，其輸出的電壓基本維持恆定，比如 5V、9V、12V 或 20V 等。

【0020】 相關適配器輸出的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（如終端）內的變換電路進行變換，以得到待充電裝置（如終端）內的電池所預期的充電電壓和/或充電電流。

【0021】 變換電路用於對相關適配器輸出的電壓進行變換，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流的需求。

【0022】 作為一種示例，該變換電路可指充電管理模組，例如終端中的充電 IC，在電池的充電過程中，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。

【0023】 舉例來說，電池的充電過程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個或者複數。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滿足電池所預期的充電電壓大小。

【0024】作為一種示例，當相關適配器輸出的電壓大於電池所預期的充電電壓時，變換電路可用於對相關適配器輸出的電壓進行降壓轉換處理，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，當相關適配器輸出的電壓小於電池所預期的充電電壓時，變換電路可用於對相關適配器輸出的電壓進行升壓轉換處理，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。

【0025】作為又一示例，以相關適配器輸出 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）可對相關適配器輸出的電壓進行降壓轉換處理，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。

【0026】作為又一示例，以相關適配器輸出 5V 恆定電壓為例，當相關適配器為串聯有兩個及兩個以上單電芯的電池（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）可對相關適配器輸出的電壓進行升壓轉換處理，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。

【0027】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（如終端）內部，而待充電裝置（如終端）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大小越來越輕薄，同時行動終端內密集排布了大量的電子元裝置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（如終端）內的熱量很難及時散出，進而會引發待充電裝置（如終端）的異常。

【0028】舉例來說，比如，變換電路上聚集的熱量，可能會對變換電路附近的電子元裝置造成熱干擾，引發電子元裝置的工作異常；和/或，比如，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；和/或，比如，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；和/或，比如，變換電路上聚集的熱量，可能會導致待充電裝置（如終端）的溫度升高，影響使用者在充電時的使用體驗；和/或，比如，變換電路上聚集的熱量，可能會導致變換電路自身的短路，使得相關適配器輸出的電壓直接載入在電池兩端而引起充電異常，當電池長時間處於過壓充電情況下，甚至會引發電池的爆炸，具有一定的安全隱患。

【0029】而本發明實施例提供的電源適配器能夠獲取電池的狀態資訊，電池的狀態資訊至少包括電池當前的電量資訊和/或電壓資訊，該電源適配器根據獲取到的電池的狀態資訊來調節電源適配器自身的輸出電壓，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流的需求，電源適配器調節後輸出的電壓可直接載入到電池兩端為電池充電，其中，該電源適配器輸出的是脈動波形的電壓。

【0030】該電源適配器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。

【0031】該電源適配器根據獲取到的電池的狀態資訊來調節其自身的輸出電壓可以指：該電源適配器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適配器自身輸出的電壓，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流。

【0032】該電源適配器根據即時獲取到的電池的狀態資訊來調節其自身的輸出電壓可以指：隨著充電過程中電池的充電電壓不斷上升，電源適配器能夠獲取到充電過程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適配器自身的輸出電壓，以滿足電池所預期的充電電壓和/或充電電流的需求，電源適配器調節後輸出的電壓可直接載入到電池兩端為電池充電。

【0033】舉例來說，電池的充電過程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個或者複數。在涓流充電階段，電源適配器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（第一充電電流可為脈動波形的電流）。在恆流充電階段，電源適配器可利用電流回饋環使得在恆流充電階段由電源適配器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，同樣是脈動波形的電流，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脈動波形的電流峰值，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，電源適配器可利用電壓回饋環使得在恆壓充電

階段由電源適配器輸出到待充電裝置（如終端）的電壓（即脈動波形的電壓）保持恆定。

【0034】舉例來說，本發明實施例中提及的電源適配器可主要用於控制待充電裝置（如終端）內電池的恆流充電階段。在其他實施例中，待充電裝置（如終端）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適配器和待充電裝置（如終端）內額外的充電晶片來協同完成；相較於恆流充電階段，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（如終端）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適配器的輸出電流進行控制的充電模式，並非要求電源適配器的輸出電流保持完全恆定不變，例如可以是泛指電源適配器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，電源適配器在恆流充電階段通常採用分段恆流的方式進行充電。

【0035】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 個恆流階段從第一階段到第(N-1)個階段依次被執行，當恆流階段中的前一個恆流階段轉到下一個恆流階段後，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，恆流階段中的前一個恆流階段會轉到下一個恆流階段。相鄰兩個恆流階段之間的電流轉換過程可以是漸變的，或，也可以是臺階式的跳躍變化。

【0036】進一步地，需要說明的是，本發明實施例中所使用到的“終端”可包括，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絡(PSTN)、數位用戶線路(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(WLAN)、諸如 DVB-H 網路的數位電視網路、衛星網路、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(PCS)終端；可以包括無線電電話、傳呼機、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(GPS)接收器的 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。

【0037】此外，在本發明的實施例中，電源適配器輸出的脈動波形的電壓直接載入到終端的電池上以對電池進行充電時，充電電流是以脈動波例如饅頭波的形式表徵出來，可以理解是充電電流以間歇的方式為電池充電，該充電電流的週期跟隨輸入交流電例如交流電網的頻率進行變化，例如，充電電流的週期所對應的頻率為電網頻率的整數倍或倒數倍。並且，充電電流以間歇的方式為電池充電時，該充電電流對應的電流波形可以是與電網同步的一個或一組脈衝組成。

【0038】下面參照附圖來描述根據本發明實施例提出的用於終端的充電系統和電源適配器、用於終端的充電方法。

【0039】結合第 1A 圖至第 14 圖所示，本發明實施例提出的用於終端的充電系統包括電源適配器 1 和終端 2。

【0040】如第 2A 圖和第 2B 圖所示，電源適配器 1 包括：第一整流單元 101、開關單元 102、變壓器 103、第二整流單元 104、第一充電介面 105、第一電流取樣電路 1061 和控制單元 107。第一整流單元 101 對輸入的交流電(市電，例如 AC220V)進行整流以輸出第一脈動波形的電壓例如餛飩波電壓，其中，如第 1A 圖所示，第一整流單元 101 可以是四個二極體構成的全橋整流電路。開關單元 102 用於根據控制訊號對第一脈動波形的電壓進行調製，其中，開關單元 102 可由 MOS 電晶體構成，通過對 MOS 電晶體進行 PWM (Pulse Width Modulation，脈衝寬度調製) 控制以對餛飩波電壓進行斬波調製。變壓器 103 用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓，第二整流單元 104 用於對該第二脈動波形的電壓進行整流以輸出第三脈動波形的電壓，其中，第二整流單元 104 可由二極體或 MOS 電晶體組成，能夠實現次級同步整流，從而第三脈動波形與調製後的第一脈動波形保持同步，需要說明的是，第三脈動波形與調製後的第一脈動波形保持同步，具體是指第三脈動波形的相位與調製後的第一脈動波形的相位保持一致，第三脈動波形的幅值與調製後的第一脈動波形的幅值變化趨勢保持一致。第一充電介面 105 與第二整流單元 104 相連，第一電流取樣電路 1061 用於對第二整流單元 104 輸出的電流進行取樣以獲得電流取樣值，該第一電流取樣電路 1061 包括放大倍數可調的運算放大器 10611，控制單元 107 分別與第一電流取樣電路 1061 和開關單元 102 相連，控制單元 107 輸出控制訊號至開關單元 102，並根據充電模式調節運算放大器 10611 的

放大倍數以適應不同的電流檢測需要，以及根據電流取樣值對控制訊號的占空比進行調節，以使該第二整流單元 104 輸出的第三脈動波形的電壓滿足充電需求。

【0041】如第 2A 圖所示，終端 2 包括第二充電介面 201 和電池 202，第二充電介面 201 與電池 202 相連，其中，當第二充電介面 201 與第一充電介面 105 連接時，第二充電介面 201 將第三脈動波形的電壓載入至電池 202，實現對電池 202 的充電。

【0042】在本發明的一個實施例中，如第 1A 圖所示，電源適配器 1 可採用反馳式開關電源。具體而言，變壓器 103 包括初級繞組和次級繞組，初級繞組的一端與第一整流單元 101 的第一輸出端相連，第一整流單元 101 的第二輸出端接地，初級繞組的另一端與開關單元 102 相連（例如，該開關單元 102 為 MOS 電晶體，則此處是指初級繞組的另一端與 MOS 電晶體的汲極相連），變壓器 103 用於根據調製後的第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓。

【0043】其中，變壓器 103 為高頻變壓器，其工作頻率可以為 50KHz-2MHz，高頻變壓器將調製後的第一脈動波形的電壓耦合到次級，由次級繞組進行輸出。在本發明的實施例中，採用高頻變壓器，可以利用高頻變壓器相較於低頻變壓器（低頻變壓器又被稱為商頻變壓器，主要用於指市電的頻率，比如，50Hz 或者 60Hz 的交流電）體積小的特點，從而能夠實現電源適配器 1 的小型化。

【0044】根據本發明的一個實施例，如第 1B 圖所示，上述電源適配器 1 還可採用順向式開關電源。具體而言，變壓器 103 包括第一繞組、第二繞

組和第三繞組，第一繞組的同名端通過一個反向二極體與第一整流單元 101 的第二輸出端相連，第一繞組的異名端與第二繞組的同名端相連後與第一整流單元 101 的第一輸出端相連，第二繞組的異名端與開關單元 102 相連，第三繞組與第二整流單元 104 相連。其中，反向二極體起到反削峰作用，第一繞組產生的感應電動勢通過反向二極體可以對反電動勢進行限幅，並把限幅能量返回給第一整流單元的輸出，對第一整流單元的輸出進行充電，並且流過第一繞組中的電流產生的磁場可以使變壓器的鐵芯退磁，使變壓器鐵芯中的磁場強度恢復到初始狀態。變壓器 103 用於根據調製後的第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓。

【0045】根據本發明的一個實施例，如第 1C 圖所示，上述電源適配器 1 還可採用推挽式開關電源。具體而言，該變壓器包括第一繞組、第二繞組、第三繞組和第四繞組，該第一繞組的同名端與該開關單元相連，該第一繞組的異名端與該第二繞組的同名端相連後與該第一整流單元的第一輸出端相連，該第二繞組的異名端與該開關單元相連，該第三繞組的異名端與該第四繞組的同名端相連，該變壓器用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓。

【0046】如第 1C 圖所示，開關單元 102 包括第一 MOS 電晶體 Q1 和第二 MOS 電晶體 Q2，變壓器 103 包括第一繞組、第二繞組、第三繞組和第四繞組，第一繞組的同名端與開關單元 102 中的第一 MOS 電晶體 Q1 的汲極相連，第一繞組的異名端與第二繞組的同名端相連，且第一繞組的異名端與第二繞組的同名端之間的節點與第一整流單元 101 的第一輸出端相連，第二繞組的異名端與開關單元 102 中的第二 MOS 電晶體 Q2 的汲極相連，

第一 MOS 電晶體 Q1 的源極與第二 MOS 電晶體 Q2 的源極相連後與第一整流單元 101 的第二輸出端相連，第三繞組的同名端與第二整流單元 104 的第一輸入端相連，第三繞組的異名端與第四繞組的同名端相連，且第三繞組的異名端與第四繞組的同名端之間的節點接地，第四繞組的異名端與第二整流單元 104 的第二輸入端相連。

【0047】如第 1C 圖所示，第二整流單元 104 的第一輸入端與第三繞組的同名端相連，第二整流單元 104 的第二輸入端與第四繞組的異名端相連，第二整流單元 104 用於對該第二脈動波形的電壓進行整流以輸出第三脈動波形的電壓。第二整流單元 104 可包括兩個二極體，一個二極體的陽極與第三繞組的同名端相連，另一個二極體的陽極與第四繞組的異名端相連，兩個二極體的陰極連接到一起。

【0048】根據本發明的一個實施例，如第 1D 圖所示，上述電源適配器 1 還可採用半橋式開關電源。具體而言，開關單元 102 包括第一 MOS 電晶體 Q1、第二 MOS 電晶體 Q2 和第一電容 C1、第二電容 C2，第一電容 C1 與第二電容 C2 串聯後並聯在第一整流單元 101 的輸出端，第一 MOS 電晶體 Q1 與第二 MOS 電晶體 Q2 串聯後並聯在第一整流單元 101 的輸出端，變壓器 103 包括第一繞組、第二繞組、第三繞組，第一繞組的同名端與串聯的第一電容 C1 和第二電容 C2 之間的節點相連，第一繞組的異名端與串聯的第一 MOS 電晶體 Q1 和第二 MOS 電晶體 Q2 之間的節點相連，第二繞組的同名端與第二整流單元 104 的第一輸入端相連，第二繞組的異名端與第三繞組的同名端相連後接地，第三繞組的異名端與第二整流單元 104 的第二

輸入端相連。變壓器 103 用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓。

【0049】根據本發明的一個實施例，如第 1E 圖所示，上述電源適配器 1 還可採用全橋式開關電源。具體而言，開關單元 102 包括第一 MOS 電晶體 Q1、第二 MOS 電晶體 Q2 和第三 MOS 電晶體 Q3、第四 MOS 電晶體 Q4，第三 MOS 電晶體 Q3 與第四 MOS 電晶體 Q4 串聯後並聯在第一整流單元 101 的輸出端，第一 MOS 電晶體 Q1 與第二 MOS 電晶體 Q2 串聯後並聯在第一整流單元 101 的輸出端，變壓器 103 包括第一繞組、第二繞組、第三繞組，第一繞組的同名端與串聯的第三 MOS 電晶體 Q3 與第四 MOS 電晶體 Q4 之間的節點相連，第一繞組的異名端與串聯的第一 MOS 電晶體 Q1 和第二 MOS 電晶體 Q2 之間的節點相連，第二繞組的同名端與第二整流單元 104 的第一輸入端相連，第二繞組的異名端與第三繞組的同名端相連後接地，第三繞組的異名端與第二整流單元 104 的第二輸入端相連。變壓器 103 用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓。

【0050】因此，在本發明的實施例中，上述電源適配器 1 可採用反馳式開關電源、順向式開關電源、推挽式開關電源、半橋式開關電源和全橋式開關電源中的任意一種來輸出脈動波形的電壓。

【0051】進一步地，在本發明的一個實施例中，如第 1A 圖所示，第二整流單元 104 與變壓器 103 的次級繞組相連，第二整流單元 104 用於對第二脈動波形的電壓進行整流以輸出第三脈動波形的電壓。其中，第二整流單元 104 可由二極體構成，實現次級同步整流，從而第三脈動波形與調製後的第一脈動波形保持同步，需要說明的是，第三脈動波形與調製後的第一脈

動波形保持同步，具體是指第三脈動波形的相位與調製後的第一脈動波形的相位保持一致，第三脈動波形的幅值與調製後的第一脈動波形的幅值變化趨勢保持一致。第一充電介面 105 與第二整流單元 104 相連，取樣單元 106 可包括第一電流取樣電路 1061 和第一電壓取樣電路 1062，取樣單元 106 用於對第二整流單元 104 輸出的電壓和/或電流進行取樣以獲得電壓取樣值和/或電流取樣值，控制單元 107 分別與取樣單元 106 和開關單元 102 相連，控制單元 107 輸出控制訊號至開關單元 102，並根據電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號的占空比進行調節，以使該第二整流單元 104 輸出的第三脈動波形的電壓滿足充電需求。

【0052】如第 1A 圖所示，終端 2 包括第二充電介面 201 和電池 202，第二充電介面 201 與電池 202 相連，其中，當第二充電介面 201 與第一充電介面 105 連接時，第二充電介面 201 將第三脈動波形的電壓載入至電池 202，實現對電池 202 的充電。

【0053】其中，需要說明的是，第三脈動波形的電壓滿足充電需求，是指第三脈動波形的電壓和電流需滿足電池充電時的充電電壓和充電電流。也就是說，控制單元 107 根據取樣到的電源適配器輸出的電壓和/或電流來調節控制訊號例如 PWM 訊號的占空比，即時地調整第二整流單元 104 的輸出，實現閉環調節控制，從而使得第三脈動波形的電壓滿足終端 2 的充電需求，保證電池 202 被安全可靠地充電，具體通過 PWM 訊號的占空比來調節輸出到電池 202 的充電電壓波形如第 3 圖所示，通過 PWM 訊號的占空比來調節輸出到電池 202 的充電電流波形如第 4 圖所示。

【0054】可以理解的是，在對 PWM 訊號的占空比進行調節時，可根據電壓取樣值、也可根據電流取樣值、或者根據電壓取樣值和電流取樣值來生成調節指令。

【0055】因此，在本發明的實施例中，通過控制開關單元 102，直接對整流後的第一脈動波形的電壓即餛飩波電壓進行 PWM 斬波調製，送到高頻變壓器，通過高頻變壓器從初級耦合到次級，然後經過同步整流後還原成餛飩波電壓/電流，直接輸送到電池，實現對電池的快速充電。其中，餛飩波的電壓幅值，可通過 PWM 訊號的占空比進行調節，實現電源適配器的輸出滿足電池的充電需求。由此可知，本發明實施例的電源適配器，取消初級、次級的電解電容器，通過餛飩波電壓直接對電池充電，從而可以減小電源適配器的體積，實現電源適配器的小型化，並可大大降低成本。

【0056】其中，在本發明的一個具體示例中，控制單元 107 可以為 MCU（Micro Controller Unit，微控制處理器），即可以是集成有開關驅動控制功能、同步整流功能、電壓電流調節控制功能的微處理器。

【0057】根據本發明的一個實施例，控制單元 107 還用於根據電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號的頻率進行調節，即可控制輸出至開關單元 102 的 PWM 訊號持續輸出一段時間後再停止輸出，停止預定時間後再次開啓 PWM 訊號的輸出，這樣使得載入至電池的電壓是斷續的，實現電池斷續充電，從而可避免電池連續充電時發熱嚴重而導致安全隱患，提高了電池充電可靠性和安全性。

【0058】對於鋰電池而言，在低溫條件下，由於鋰電池自身離子和電子導電能力的下降，充電過程中容易引起極化程度的加劇，持續充電的方式會

使得這種極化表現的愈加明顯，同時也增加了析鋰形成的可能性，從而影響電池的安全性能。並且，持續的充電會引起由於充電而形成熱的不斷積累，造成電池內部溫度的不斷上升，當溫度超過一定限值時，會使得電池性能的發揮受到限制，同時增加了安全隱患。

【0059】而在本發明的實施例中，通過對控制訊號的頻率進行調節，使得電源適配器間斷性輸出，即相當於在電池充電的過程中引入電池靜置過程，能夠緩解持續充電中可能由極化引起的析鋰現象，並且減弱生成熱的持續積累的影響，達到降溫的效果，保證電池充電的可靠和安全。

【0060】其中，輸出至開關單元 102 的控制訊號可如第 5 圖所示，先持續一段時間輸出 PWM 訊號，然後停止輸出一段時間，再持續一段時間輸出 PWM 訊號，實現輸出至開關單元 102 的控制訊號是間隔的，並且頻率可調。

【0061】如第 1A 圖所示，控制單元 107 與第一充電介面 105 相連，控制單元 107 還用於通過第一充電介面 105 與終端 2 進行通訊以獲取終端 2 的狀態資訊。這樣，控制單元 107 還用於根據終端的狀態資訊、電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號例如 PWM 訊號的占空比進行調節。

【0062】其中，終端的狀態資訊可包括該電池的電量、該電池的溫度、該電池的電壓、該終端的介面資訊、該終端的通路阻抗的資訊等。

【0063】具體而言，第一充電介面 105 包括：電源線和資料線，電源線用於為電池充電，資料線用於與終端進行通訊。當第二充電介面 201 與第一充電介面 105 連接時，電源適配器 1 與終端 2 之間可相互發送通訊詢問指令，並在接收到相應的應答指令後，電源適配器 1 與終端 2 之間建立通訊

連接，控制單元 107 可以獲取到終端 2 的狀態資訊，從而與終端 2 協商充電模式和充電參數（如充電電流、充電電壓），並對充電過程進行控制。

【0064】其中，電源適配器和/或終端支援的充電模式可以包括第二充電模式和第一充電模式。第一充電模式的充電速度大於第二充電模式的充電速度（例如，第一充電模式的充電電流大於第二充電模式的充電電流）。一般而言，第二充電模式可以理解為額定輸出電壓為 5V，額定輸出電流小於等於 2.5A 的充電模式，此外，在第二充電模式下，電源適配器輸出埠資料線中的 D+和 D-可以短路。而本發明實施例中的第一充電模式則不同，本發明實施例的第一充電模式下電源適配器可以利用資料線中的 D+和 D-與終端進行通訊以實現資料交換，即電源適配器與終端之間可相互發送快速充電指令：電源適配器向終端發送快速充電詢問指令，在接收到終端的快速充電應答指令後，根據終端的應答指令，電源適配器獲取到終端的狀態資訊，開啓第一充電模式，第一充電模式下的充電電流可以大於 2.5A，例如，可以達到 4.5A，甚至更大。但本發明實施例對第二充電模式不作具體限定，只要電源適配器支援兩種充電模式，其中一種充電模式的充電速度（或電流）大於另一種充電模式的充電速度，則充電速度較慢的充電模式就可以理解為第二充電模式。相對充電功率而言，第一充電模式下的充電功率可大於等於 15W。

【0065】即言，控制單元 107 通過第一充電介面 105 與終端 2 進行通訊以確定充電模式，其中，充電模式包括第一充電模式和第二充電模式。

【0066】具體地說，該電源適配器與終端通過通用序列匯流排（Universal Serial Bus，USB）介面相連，該 USB 介面可以是普通的 USB 介面，也可

以是 micro USB 介面，或者其他類型的 USB 介面。USB 介面中的資料線即第一充電介面中的資料線用於該電源適配器和該終端進行雙向通訊，該資料線可以是 USB 介面中的 D+線和/或 D-線，所謂雙向通訊可以指電源適配器和終端雙方進行資訊的交互。

【0067】其中，該電源適配器通過該 USB 介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定使用該第一充電模式為該終端充電。

【0068】需要說明的是，在電源適配器與終端協商是否採用第一充電模式為該終端充電的過程中，電源適配器可以僅與終端保持連接狀態，不充電，也可以採用第二充電模式為終端充電，還可以採用小電流為終端充電，本發明實施例對此不作具體限定。

【0069】該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流，為該終端充電。電源適配器確定採用第一充電模式為終端充電之後，可以直接將充電電流調整至第一充電模式對應的充電電流，也可以與終端協商第一充電模式的充電電流，例如，根據終端中的電池的當前電量來確定第一充電模式對應的充電電流。

【0070】在本發明實施例中，電源適配器並非盲目地增大輸出電流進行快速充電，而是需要與終端進行雙向通訊，協商是否可以採用第一充電模式，與現有技術相比，提升了快速充電過程的安全性。

【0071】可選地，作為一個實施例，控制單元 107 通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊以確定使用該第一充電模式為該終端充電時，該控制單元向該終端發送第一指令，該第一指令用於詢問該終端是否

開啓該第一充電模式；該控制單元從該終端接收該第一指令的回復指令，該第一指令的回復指令用於指示該終端同意開啓該第一充電模式。

【0072】可選地，作為一個實施例，在該控制單元向該終端發送該第一指令之前，該電源適配器與該終端之間通過該第二充電模式充電，並在該控制單元確定該第二充電模式的充電時長大於預設臨界值後，向該終端發送該第一指令。

【0073】應理解，當電源適配器確定該第二充電模式的充電時長大於預設臨界值後，電源適配器可以認為終端已經識別自己為電源適配器，可以開啓快充詢問通訊了。

【0074】可選地，作為一個實施例，該電源適配器確定採用大於或等於預設的電流臨界值的充電電流充電預設時長後，向該終端發送該第一指令。

【0075】可選地，作為一個實施例，該控制單元還用於通過控制該開關單元以控制該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流，並在該電源適配器以該第一充電模式對應的充電電流為該終端充電之前，該控制單元通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電壓，並控制該電源適配器將充電電壓調整至該第一充電模式對應的充電電壓。

【0076】可選地，作為一個實施例，該控制單元通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電壓時，該控制單元向該終端發送第二指令，該第二指令用於詢問該電源適配器的當前輸出電壓是否適合作為該第一充電模式的充電電壓；該控制單元接收該終端發送的該第二指令的回復指令，該第二指令的回復指令用於指示該

電源適配器的當前輸出電壓合適、偏高或偏低；該控制單元根據該第二指令的回復指令，確定該第一充電模式的充電電壓。

【0077】可選地，作為一個實施例，該控制單元在控制該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流之前，還通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電流。

【0078】可選地，作為一個實施例，該控制單元通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電流時，該控制單元向該終端發送第三指令，該第三指令用於詢問該終端當前支援的最大充電電流；該控制單元接收該終端發送的該第三指令的回復指令，該第三指令的回復指令用於指示該終端當前支援的最大充電電流；該控制單元根據該第三指令的回復指令，確定該第一充電模式的充電電流。

【0079】電源適配器可以直接將上述最大充電電流確定為第一充電模式的充電電流，或者將充電電流設置為小於該最大充電電流的某一電流值。

【0080】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制單元還通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以通過控制該開關單元不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0081】電源適配器可以不斷詢問終端的當前狀態資訊，如詢問終端的電池電壓、電池電量等，從而不斷調整電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0082】可選地，作為一個實施例，該控制單元通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以通過控制該開關單元不斷調整該電源適

配器輸出至電池的充電電流時，該控制單元向該終端發送第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；該控制單元接收該終端發送的該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓；該控制單元根據該電池的當前電壓，通過控制該開關單元以調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0083】可選地，作為一個實施例，該控制單元根據該電池的當前電壓，以及預設的電池電壓值和充電電流值的對應關係，通過控制該開關單元以將該電源適配器輸出至電池的的充電電流調整至該電池的當前電壓對應的充電電流值。

【0084】具體地，電源適配器可以預先儲存電池電壓值和充電電流值的對應關係，電源適配器也可通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，從終端側獲取到儲存在終端內的電池電壓值和充電電流值的對應關係。

【0085】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制單元還通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良，其中，當確定該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良時，該控制單元控制該電源適配器退出該第一充電模式。

【0086】可選地，作為一個實施例，在確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良之前，該控制單元還用於從該終端接收用於指示該終端的通路阻抗的資訊，其中，該控制單元向該終端發送第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的電壓；該控制單元接收該終端發送的該

第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的電壓；該控制單元根據該電源適配器的輸出電壓和該電池的電壓，確定該電源適配器到該電池的通路阻抗；該控制單元根據該電源適配器到該電池的通路阻抗、該終端的通路阻抗，以及該電源適配器和該終端之間的充電線線路的通路阻抗，確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良。

【0087】終端可以預先記錄其通路阻抗，例如，同一型號的終端由於結構一樣，在出廠設置時，將該終端的通路阻抗設置為同一值。同理，電源適配器可以預先記錄充電線路的通路阻抗。當電源適配器獲取到終端的電池兩端的電壓時，就可以根據電源適配器到電池兩端的壓降以及通路的電流，確定整個通路的通路阻抗，當整個通路的通路阻抗 $>$ 終端的通路阻抗 $+$ 充電線路的通路阻抗，或整個通路的通路阻抗 $-($ 終端的通路阻抗 $+$ 充電線路的通路阻抗 $)>$ 阻抗臨界值時，可認為該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良。

【0088】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器退出該第一充電模式之前，該控制單元還向該終端發送第五指令，該第五指令用於指示該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良。

【0089】電源適配器發送完第五指令，可以退出第一充電模式或進行重定。

【0090】以上從電源適配器的角度詳細描述了根據本發明實施例的快速充電過程，下面將從終端的角度描述根據本發明實施例的快速充電過程。

【0091】應理解，終端側描述的電源適配器與終端的交互及相關特性、功能等與電源適配器側的描述相應，為了簡潔，適當省略重複的描述。

【0092】根據本發明的一個實施例，如第 13 圖所示，終端 2 還包括充電控制開關 203 和控制器 204，充電控制開關 203 例如電子開關裝置構成的開關電路連接在第二充電介面 201 與電池 202 之間，充電控制開關 203 在控制器 204 的控制下用於關斷或開通電池 202 的充電過程，這樣也可以從終端側來控制電池 202 的充電過程，保證電池 202 充電的安全可靠。

【0093】並且，如第 14 圖所示，終端 2 還包括通訊單元 205，通訊單元 205 用於通過第二充電介面 201 和第一充電介面 105 建立控制器 204 與控制單元 107 之間的雙向通訊。即終端 2 與電源適配器 1 可通過 USB 介面中的資料線進行雙向通訊，該終端 2 支援第二充電模式和第一充電模式，其中該第一充電模式的充電電流大於該第二充電模式的充電電流，該通訊單元 205 與該控制單元 107 進行雙向通訊以便該電源適配器 1 確定使用該第一充電模式為該終端 2 充電，以使該控制單元 107 控制該電源適配器 1 按照該第一充電模式對應的充電電流進行輸出，為該終端 2 內的電池 202 充電。

【0094】本發明實施例中，電源適配器 1 並非盲目地增大輸出電流進行快速充電，而是需要與終端 2 進行雙向通訊，協商是否可以採用第一充電模式，與現有技術相比，提升了快速充電過程的安全性。

【0095】可選地，作為一個實施例，該控制器通過通訊單元接收該控制單元發送的第一指令，該第一指令用於詢問該終端是否開啓該第一充電模式；該控制器通過通訊單元向該控制單元發送該第一指令的回復指令，該第一指令的回復指令用於指示該終端同意開啓該第一充電模式。

【0096】可選地，作為一個實施例，在該控制器通過通訊單元接收該控制單元發送的第一指令之前，該電源適配器通過該第二充電模式為該終端內

的電池充電，該控制單元在確定該第二充電模式的充電時長大於預設臨界值後，該控制單元向終端內的通訊單元發送該第一指令，該控制器通過通訊單元接收該控制單元發送的該第一指令。

【0097】可選地，作為一個實施例，該電源適配器按照該第一充電模式對應的充電電流進行輸出，以為該終端內的電池充電之前，該控制器通過通訊單元與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電壓。

【0098】可選地，作為一個實施例，該控制器接收該控制單元發送的第二指令，該第二指令用於詢問該電源適配器的當前輸出電壓是否適合作為該第一充電模式的充電電壓；該控制器向該控制單元發送該第二指令的回復指令，該第二指令的回復指令用於指示該電源適配器的當前輸出電壓合適、偏高或偏低。

【0099】可選地，作為一個實施例，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電流。

【0100】其中，該控制器接收該控制單元發送的第三指令，該第三指令用於詢問該終端當前支援的最大充電電流；該控制器向該控制單元發送該第三指令的回復指令，該第三指令的回復指令用於指示該終端內的電池當前支援的最大充電電流，以便該電源適配器根據該最大充電電流確定該第一充電模式對應的充電電流。

【0101】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0102】其中，該控制器接收該控制單元發送的第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；該控制器向該控制單元發送該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓，以便該電源適配器根據該電池的當前電壓，不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0103】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制器通過通訊單元與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良。

【0104】其中，該控制器接收該控制單元發送的第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；該控制器向該控制單元發送該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓，以便該控制單元根據該電源適配器的輸出電壓和該電池的當前電壓，確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良。

【0105】可選地，作為一個實施例，該控制器接收該控制單元發送的第五指令，該第五指令用於指示該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良。

【0106】為了開啓和使用第一充電模式，電源適配器可以與終端進行快充通訊流程，經過一次或多次握手協商，實現電池的快速充電。下面結合第 6 圖，詳細描述本發明實施例的快充通訊流程，以及快充過程包括的各個階段。應理解，第 6 圖示出的通訊步驟或操作僅是示例，本發明實施例還可以執行其它操作或者第 6 圖中的各種操作的變形。此外，第 6 圖中的各

個階段可以按照與第 6 圖呈現的不同的順序來執行，並且也可能並非要執行第 6 圖中的全部操作。其中，需要說明的是，第 6 圖中的曲線是充電電流的峰值或平均值的變化趨勢，並非是實際充電電流曲線。

【0107】如第 6 圖所示，快充過程可以包含五個階段：

【0108】階段 1：

終端與電源提供裝置連接後，終端可以通過資料線 D+、D- 檢測電源提供裝置的類型，當檢測到電源提供裝置為電源適配器時，則終端吸收的電流可以大於預設的電流臨界值 I_2 （例如可以是 1A）。當電源適配器檢測到預設時長（例如，可以是連續 T1 時間）內電源適配器輸出電流大於或等於 I_2 時，則電源適配器認為終端對於電源提供裝置的類型識別已經完成，電源適配器開啓適配器與終端之間的握手通訊，電源適配器發送指令 1（對應於上述第一指令）詢問終端是否開啓第一充電模式（或稱為閃充）。

【0109】當電源適配器收到終端的回復指令指示終端不同意開啓第一充電模式時，則再次檢測電源適配器的輸出電流，當電源適配器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 I_2 時，再次發起請求詢問終端是否開啓第一充電模式，重複階段 1 的上述步驟，直到終端答覆同意開啓第一充電模式，或電源適配器的輸出電流不再滿足大於或等於 I_2 的條件。

【0110】當終端同意開啓第一充電模式後，快充充電過程開啓，快充通訊流程進入第 2 階段。

【0111】階段 2：

電源適配器輸出的餡頭波電壓可以包括複數檔位元，電源適配器向終端發送指令 2（對應於上述第二指令）詢問終端電源適配器的輸出電壓是否匹配電池當前電壓（或是否合適，即是否適合作為第一充電模式下的充電電壓），即是否滿足充電需求。

【0112】終端答覆電源適配器的輸出電壓偏高或偏低或匹配，如電源適配器接收到終端關於適配器的輸出電壓偏高或偏低的回饋時，則控制單元通過調節 PWM 訊號的占空比將電源適配器的輸出電壓調整一格檔位元，並再次向終端發送指令 2，重新詢問終端電源適配器的輸出電壓是否匹配。

【0113】重複階段 2 以上步驟直到終端答覆電源適配器其輸出電壓處於匹配檔位元後，進入第 3 階段。

【0114】階段 3：

當電源適配器收到終端答覆電源適配器的輸出電壓匹配的回饋後，電源適配器向終端發送指令 3（對應於上述第三指令），詢問終端當前支援的最大充電電流，終端答覆電源適配器其當前支持的最大充電電流值，並進入第 4 階段。

【0115】階段 4：

電源適配器接收終端答覆的當前支援的最大充電電流值的回饋後，電源適配器可以設置其輸出電流基準值，控制單元 107 根據該電流基準值調節 PWM 訊號的占空比，使得電源適配器的輸出電流滿足終端充電電流需求，即進入恆流階段，這裡的恆流階段是指電源適配器的輸出電流峰值或平均值基本保持不變（也就是說輸出電流峰值或平均值的變化幅度很小，比如

在輸出電流峰值或平均值的 5%範圍內變化)，即第三脈動波形的電流峰值在每個週期保持恆定。

【0116】階段 5：

當進入電流恆定變化階段時，電源適配器每間隔一段時間發送指令 4（對應於上述第四指令），詢問終端電池的當前電壓，終端可以向電源適配器回饋終端電池的當前電壓，電源適配器可以根據終端關於終端電池的當前電壓的回饋，判斷 USB 接觸即第一充電介面與第二充電介面之間接觸是否良好以及是否需要降低終端當前的充電電流值。當電源適配器判斷為 USB 接觸不良，發送指令 5（對應於上述第五指令），之後重定以重新進入階段 1。

【0117】可選地，在一些實施例中，在階段 1 中，終端回復指令 1 時，指令 1 對應的資料中可以附帶該終端的通路阻抗的資料（或資訊），終端通路阻抗資料可以用於在階段 5 判斷 USB 接觸是否良好。

【0118】可選地，在一些實施例中，在階段 2 中，從終端同意啟動第一充電模式，到電源適配器將電壓調整到合適值的時間可以控制在一定範圍之內，該時間超出預定範圍則終端可以判定為請求異常，進行快速重置。

【0119】可選地，在一些實施例中，在階段 2 中，可以在電源適配器的輸出電壓調整到相較於電池當前電壓高於 ΔV (ΔV 約為 200~500mV) 時，終端對電源適配器作出關於電源適配器的輸出電壓合適/匹配的回饋。其中，在終端對電源適配器作出關於電源適配器的輸出電壓不合適（即偏高或偏低）的回饋時，控制單元 107 根據電壓取樣值對 PWM 訊號的占空比進行調節，從而對電源適配器的輸出電壓進行調整。

【0120】可選地，在一些實施例中，在階段 4 中，電源适配器的輸出電流值的大小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導致快充異常中斷。

【0121】可選地，在一些實施例中，在階段 5 中，電源适配器的輸出電流值的大小的變化幅度可以控制在 5% 以內，即可以認定為恆流階段。

【0122】可選地，在一些實施例中，在階段 5 中，電源适配器即時監測充電迴路阻抗，即通過測量電源适配器的輸出電壓、當前充電電流及讀取的終端電池電壓，監測整個充電迴路阻抗。當測出充電迴路阻抗 $>$ 終端通路阻抗+快充資料線阻抗時，可以認為 USB 接觸不良，進行快充重置。

【0123】可選地，在一些實施例中，開啓第一充電模式之後，電源适配器與終端之間的通訊時間間隔可以控制在一定範圍之內，避免出現快充重置。

【0124】可選地，在一些實施例中，第一充電模式（或快速充電過程）的停止可以分為可恢復的停止和不可恢復的停止兩種：

例如，當終端檢測到電池充滿或 USB 接觸不良時，快充停止並重置，進入階段 1，終端不同意開啓第一充電模式，快充通訊流程不進入階段 2，此時停止的快充過程可以為不可恢復的停止。

【0125】又例如，當終端和電源适配器之間出現通訊異常時，快充停止並重置以進入階段 1，在滿足階段 1 要求後，終端同意開啓第一充電模式以恢復快充充電過程，此時停止的快充過程可以為可恢復的停止。

【0126】還例如，當終端檢測到電池出現異常時，快充停止並重置以進入階段 1，在進入階段 1 後，終端不同意開啓第一充電模式。直到電池恢復

正常，且滿足階段 1 要求後，終端同意開啓快充以恢復快充過程，此時停止的快充過程可以爲可恢復的停止。

【0127】需要特別說明地，以上對第 6 圖示出的通訊步驟或操作僅是示例，舉例來說，在階段 1 中，終端與適配器進行連接後，終端與適配器之間的握手通訊也可以由終端發起，即終端發送指令 1 詢問適配器是否開啓第一充電模式（或稱爲閃充），當終端接收到電源適配器的回復指令指示電源適配器同意開啓第一充電模式時，快速充電過程開啓。

【0128】需要特別說明地，以上對第 6 圖示出的通訊步驟或操作僅是示例，舉例來說，在階段 5 之後，還可包括一恆壓充電階段，即，在階段 5 中，終端可以向電源適配器回饋終端電池的當前電壓，隨著終端電池的電壓不斷上升，當該終端電池的當前電壓達到恆壓充電電壓臨界值時，充電轉入恆壓充電階段，控制單元 107 根據該電壓基準值（即恆壓充電電壓臨界值）調節 PWM 訊號的占空比，使得電源適配器的輸出電壓滿足終端充電電壓需求，即基本保持電壓恆定變化，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停止充電，此時標識電池已經被充滿。其中，這裡的恆壓充電指的是第三脈動波形的峰值電壓基本保持恆定。

【0129】可以理解的是，在本發明的實施例中，獲取電源適配器的輸出電壓是指獲取的是第三脈動波形的峰值電壓或電壓平均值，獲取電源適配器的輸出電流是指獲取的是第三脈動波形的峰值電流或電流平均值。

【0130】在本發明的一個實施例中，如第 7A 圖所示，電源適配器 1 還包括：串聯的可控開關 108 和濾波單元 109，串聯的可控開關 108 和濾波單元 109 與第二整流單元 104 的第一輸出端相連，其中，控制單元 107 還用於在確

定充電模式為第二充電模式時，控制可控開關 108 閉合，以及在確定充電模式為第一充電模式時，控制可控開關 108 斷開。並且，在第二整流單元 104 的輸出端還並聯一組或多組小電容，不僅可以起到降噪作用，還可以減少湧浪現象的發生。或者，在第二整流單元 104 的輸出端還可連接有 LC 濾波電路或 π 型濾波電路，以濾除紋波干擾。其中，如第 7B 圖所示，在第二整流單元 104 的輸出端連接有 LC 濾波電路。需要說明的是，LC 濾波電路或 π 型濾波電路中的電容都是小電容，佔用空間很小。

【0131】其中，濾波單元 109 包括濾波電容，該濾波電容可支援 5V 的標充，即對應第二充電模式，可控開關 108 可由半導體開關裝置例如 MOS 電晶體構成。電源適配器採用第二充電模式（或稱標充）對終端中的電池進行充電時，控制單元 107 控制可控開關 108 閉合，將濾波單元 109 存取電路，從而可以對第二整流單元的輸出進行濾波，這樣可以更好地相容直流充電技術，即將直流電載入至終端的電池，實現對電池的直流充電。例如，一般情況下，濾波單元包括並聯的電解電容和普通電容即支持 5V 標充的小電容（如固態電容）。由於電解電容佔用的體積比較大，為了減少電源適配器的尺寸，可以去掉電源適配器內的電解電容，保留一個容值較小的電容。當使用第二充電模式時，可以控制該小電容所在支路導通，對電流進行濾波，實現小功率穩定輸出，對電池直流充電；當使用第一充電模式時，可以控制小電容所在支路斷開，第二整流單元 104 的輸出不經過濾波，直接輸出脈動波形的電壓/電流，施加到電池，實現電池快速充電。

【0132】針對第二整流單元 104 的輸出電流進行取樣而言，在本發明的一個實施例中，第一電流取樣電路 1061 可以採用放大倍數可調的運算放大器，

具體如第 2B 圖所示，通過控制單元 107 來調節運算放大器的放大倍數，以適應不同的電流檢測需要。

【0133】其中，控制單元 107 通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊以確定使用該第一充電模式為該終端充電時，需要檢測大電流，降低該運算放大器 10611 的放大倍數以使該運算放大器不會飽和；控制單元 107 通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊以確定使用該第二充電模式為該終端充電時，需要檢測小電流，提高該運算放大器的放大倍數以提升該第一電流取樣電路的電流檢測精度。

【0134】具體而言，在本發明的一個實施例中，如第 2B 圖所示，第一電流取樣電路 1061 包括：第一電阻 R1、第二電阻 R2、第三電阻 R3、第一濾波電容 C11、第二濾波電容 C12 和運算放大器 10611。第一電阻 R1 的一端與第二整流單元 104 的輸出端相連，第二電阻 R2 的一端分別與第一電阻 R1 的一端和第二整流單元 104 的輸出端相連，第二電阻 R2 的另一端與運算放大器 10611 的第一輸入端相連，第二電阻 R2 的另一端還通過第一濾波電容 C11 接地；第三電阻 R3 的一端與第一電阻 R1 的另一端相連，第三電阻 R3 的另一端與運算放大器 10611 的第二輸入端相連，第三電阻 R3 的另一端還通過第二濾波電容 C12 接地，運算放大器 10611 的調節端與控制單元 107 相連，運算放大器 10611 的輸出端與控制單元 107 的電流取樣端相連。其中，第一電阻 R1 是檢流電阻。

【0135】因此，本發明實施例的用於終端的充電系統，採用放大倍數可調的運算放大器來進行電流取樣，能夠保證不同充電模式都能對電流進行精

確檢測，保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【0136】根據本發明的一個實施例，控制單元 107 還用於在確定充電模式為第一充電模式時根據終端的狀態資訊獲取第一充電模式對應的充電電流和/或充電電壓，並根據第一充電模式對應的充電電流和/或充電電壓對控制訊號例如 PWM 訊號的占空比進行調節。也就是說，在確定當前充電模式為第一充電模式時，控制單元 107 根據獲取的終端的狀態資訊例如電池的電壓、電量、溫度、終端的運行參數、以及終端上運行的應用程式的耗電資訊等獲取第一充電模式對應的充電電流和/或充電電壓，然後根據獲取的充電電流和/或充電電壓來調節控制訊號的占空比，使得電源適配器的輸出滿足充電需求，實現電池的快速充電。

【0137】其中，終端的狀態資訊包括電池的溫度。並且，當電池的溫度大於第一預設溫度臨界值或電池的溫度小於第二預設溫度臨界值時，如果當前充電模式為第一充電模式，則將第一充電模式切換為第二充電模式，其中，第一預設溫度臨界值大於第二預設溫度臨界值。即言，當電池的溫度過低（例如，對應小於第二預設溫度臨界值）或過高（例如，對應大於第一預設溫度臨界值）時，均不適合進行快充，所以需要將第一充電模式切換為第二充電模式。在本發明的實施例中，第一預設溫度臨界值和第二預設溫度臨界值可根據實際情況進行設定或寫入控制單元（比如，電源適配器 MCU）的儲存中。

【0138】在本發明的一個實施例中，控制單元 107 還用於在電池的溫度大於預設的高溫保護臨界值時控制開關單元 102 關斷，即在電池的溫度超過

高溫保護臨界值時，控制單元 107 需要採用高溫保護策略，控制開關單元 102 處於斷開狀態，使得電源適配器停止給電池充電，實現對電池的高溫保護，提高了充電的安全性。該高溫保護臨界值與該第一溫度臨界值可以不同，也可以相同。較佳地，該高溫保護臨界值大於該第一溫度臨界值。

【0139】在本發明的另一個實施例中，該控制器還用於獲取該電池的溫度，並在該電池的溫度大於預設的高溫保護臨界值時，控制該充電控制開關關斷，即通過終端側來關斷充電控制開關，從而關斷電池的充電過程，保證充電安全。

【0140】並且，在本發明的一個實施例中，該控制單元還用於獲取該第一充電介面的溫度，並在該第一充電介面的溫度大於預設的保護溫度時，控制該開關單元關斷。即在充電介面的溫度超過一定溫度時，控制單元 107 也需要執行高溫保護策略，控制開關單元 102 斷開，使得電源適配器停止給電池充電，實現對充電介面的高溫保護，提高了充電的安全性。

【0141】當然，在本發明的另一個實施例中，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊以獲取該第一充電介面的溫度，並在該第一充電介面的溫度大於預設的保護溫度時，控制該充電控制開關（請參閱第 13 圖和第 14 圖）關斷，即通過終端側來關斷充電控制開關，關斷電池的充電過程，保證充電安全。

【0142】具體地，在本發明的一個實施例中，如第 8 圖所示，電源適配器 1 還包括驅動單元 110 例如 MOSFET 驅動器，驅動單元 110 連接在開關單元 102 與控制單元 107 之間，驅動單元 110 用於根據控制訊號驅動開關單

元 102 的開通或關斷。當然，需要說明的是，在本發明的其他實施例中，驅動單元 110 也可集成在控制單元 107 中。

【0143】並且，如第 8 圖所示，電源適配器 1 還包括隔離單元 111，隔離單元 111 連接在驅動單元 110 與控制單元 107 之間，實現電源適配器 1 的初級和次級之間的訊號隔離（或變壓器 103 的初級繞組和次級繞組之間的訊號隔離）。其中，隔離單元 111 可以採用光耦隔離的方式，也可採用其他隔離的方式。通過設置隔離單元 111，控制單元 107 就可設置在電源適配器 1 的次級側（或變壓器 103 的次級繞組側），從而便於與終端 2 進行通訊，使得電源適配器 1 的空間設計變得更為簡單、容易。

【0144】當然，可以理解的是，在本發明的其他實施例中，控制單元 107、驅動單元 110 均可以設置在初級側，這時可在控制單元 107 與取樣單元 106 之間設置隔離單元 111 實現電源適配器 1 的初級和次級之間的訊號隔離。

【0145】並且，需要說明的是，在本發明的實施例中，控制單元 107 設置在次級側時，需要設置隔離單元 111，隔離單元 111 也可集成在控制單元 107 中。也就是說，在初級向次級傳遞訊號或次級向初級傳遞訊號時，通常需要設置隔離單元來進行訊號隔離。

【0146】在本發明的一個實施例中，如第 9 圖所示，電源適配器 1 還包括輔助繞組和供電單元 112，輔助繞組根據調製後的第一脈動波形的電壓生成第四脈動波形的電壓，供電單元 112 與輔助繞組相連，供電單元 112（例如包括濾波穩壓模組、電壓轉換模組等）用於對第四脈動波形的電壓進行轉換以輸出直流電，分別給驅動單元 110 和/或控制單元 107 供電。供電單

元 112 可以是由濾波小電容、穩壓晶片等裝置構成，實現對第四脈動波形的電壓進行處理、轉換，輸出 3.3V 或 5V 等低電壓直流電。

【0147】也就是說，驅動單元 110 的供電電源可以由供電單元 112 對第四脈動波形的電壓轉換得到，控制單元 107 設置在初級側時，其供電電源也可以由供電單元 112 對第四脈動波形的電壓轉換得到。其中，如第 9 圖所示，控制單元 107 設置在初級側時，供電單元 112 提供兩路直流電輸出，以分別給驅動單元 110 和控制單元 107 供電，在控制單元 107 與取樣單元 106 之間設置光耦隔離單元 111 實現電源適配器 1 的初級和次級之間的訊號隔離。

【0148】當控制單元 107 設置在初級側且集成有驅動單元 110 時，供電單元 112 單獨給控制單元 107 供電。當控制單元 107 設置在次級側、驅動單元 110 設置在初級側時，供電單元 112 單獨給驅動單元 110 供電，控制單元 107 的供電由次級提供例如通過一個供電單元將第二整流單元 104 輸出的第三脈動波形的電壓轉換為直流電源來供給控制單元 107。

【0149】並且，在本發明的實施例中，第一整流單元 101 的輸出端還並聯有複數小電容，起到濾波作用。或者，第一整流單元 101 的輸出端連接有 LC 濾波電路。

【0150】在本發明的另一個實施例中，如第 10 圖所示，電源適配器 1 還包括第一電壓檢測單元 113，第一電壓檢測單元 113 分別與輔助繞組和控制單元 107 相連，第一電壓檢測單元 113 用於檢測第四脈動波形的電壓以生成電壓檢測值，其中，控制單元 107 還用於根據電壓檢測值對控制訊號的占空比進行調節。

【0151】也就是說，控制單元 107 可根據第一電壓檢測單元 113 檢測到的輔助繞組輸出的電壓來反映第二整流單元 104 輸出的電壓，然後根據電壓檢測值對控制訊號的占空比進行調節，使得第二整流單元 104 的輸出匹配電池的充電需求。

【0152】具體而言，在本發明的一個實施例中，如第 11 圖所示，取樣單元 106 包括：第一電流取樣電路 1061 和第一電壓取樣電路 1062。其中，第一電流取樣電路 1061 用於對第二整流單元 104 輸出的電流進行取樣以獲得電流取樣值，第一電壓取樣電路 1062 用於對第二整流單元 104 輸出的電壓進行取樣以獲得電壓取樣值。

【0153】可選地，第一電流取樣電路 1061 可通過對連接在第二整流單元 104 的第一輸出端的電阻（檢流電阻）上的電壓進行取樣以實現對第二整流單元 104 輸出的電流進行取樣。第一電壓取樣電路 1062 可通過對第二整流單元 104 的第一輸出端和第二輸出端之間的電壓進行取樣以實現對第二整流單元 104 輸出的電壓進行取樣。

【0154】並且，在本發明的一個實施例中，如第 11 圖所示，第一電壓取樣電路 1062 包括峰值電壓取樣保持單元、過零取樣單元、洩放單元和 AD 取樣單元。峰值電壓取樣保持單元用於對第三脈動波形的電壓的峰值電壓進行取樣並保持，過零取樣單元用於對第三脈動波形的電壓的過零點進行取樣，洩放單元用於在過零點時對峰值電壓取樣保持單元進行洩放，AD 取樣單元用於對峰值電壓取樣保持單元中的峰值電壓進行取樣以獲得電壓取樣值。

【0155】通過在第一電壓取樣電路 1062 中設置峰值電壓取樣保持單元、過零取樣單元、洩放單元和 AD 取樣單元，從而能夠實現對第二整流單元 104 輸出的電壓實現精確取樣，並保證電壓取樣值能夠與第一脈動波形的電壓保持同步，即相位同步，幅值變化趨勢保持一致。

【0156】根據本發明的一個實施例，如第 12 圖所示，電源適配器 1 還包括第二電壓取樣電路 114，第二電壓取樣電路 114 用於取樣第一脈動波形的電壓，第二電壓取樣電路 114 與控制單元 107 相連，其中，在第二電壓取樣電路 114 取樣到的電壓值大於第一預設電壓值時，控制單元 107 控制開關單元 102 開通第一預設時間以對第一脈動波形中的湧浪電壓、尖峰電壓等進行放電工作。

【0157】如第 12 圖所示，第二電壓取樣電路 114 可連接到第一整流單元 101 的第一輸出端和第二輸出端，實現對第一脈動波形的電壓進行取樣，控制單元 107 對第二電壓取樣電路 114 取樣到的電壓值進行判斷，如果第二電壓取樣電路 114 取樣到的電壓值大於第一預設電壓值，則說明電源適配器 1 受到雷擊干擾，出現湧浪電壓，此時需要把湧浪電壓洩放掉，來保證充電的安全可靠，控制單元 107 控制開關單元 102 開通一段時間，形成洩放通路，將由雷擊造成的湧浪電壓洩放，防止雷擊對電源適配器給終端充電時造成的干擾，有效地提高終端充電時的安全性。其中，第一預設電壓值可根據實際情況進行標定。

【0158】在本發明的一個實施例中，在電源適配器 1 給終端 2 的電池 202 充電的過程中，控制單元 107 還用於在取樣單元 106 取樣到的電壓值大於第二預設電壓值時，控制開關單元 102 關斷，即言，控制單元 107 還對取

樣單元 106 取樣到的電壓值的大小進行判斷，如果取樣單元 106 取樣到的電壓值大於第二預設電壓值，則說明電源適配器 1 輸出的電壓過高，此時控制單元 107 通過控制開關單元 102 關斷，使得電源適配器 1 停止給終端 2 的電池 202 充電，即，控制單元 107 通過控制開關單元 102 的關斷來實現電源適配器 1 的過壓保護，保證充電安全。

【0159】當然，在本發明的一個實施例中，該控制器 204 通過與該控制單元 107 進行雙向通訊以獲取該取樣單元 106 取樣到的電壓值（第 13 圖和第 14 圖），並在該取樣單元 106 取樣到的電壓值大於第二預設電壓值時，控制該充電控制開關 203 關斷，即通過終端 2 側來關斷充電控制開關 203，進而關斷電池 202 的充電過程，保證充電安全。

【0160】並且，控制單元 107 還用於在取樣單元 106 取樣到的電流值大於預設電流值時，控制開關單元 102 關斷，即言，控制單元 107 還對取樣單元 106 取樣到的電流值大小進行判斷，如果取樣單元 106 取樣到的電流值大於預設電流值，則說明電源適配器 1 輸出的電流過大，此時控制單元 107 通過控制開關單元 102 關斷，使得電源適配器 1 停止給終端充電，即，控制單元 107 通過控制開關單元 102 的關斷來實現電源適配器 1 的過流保護，保證充電安全。

【0161】同樣地，該控制器 204 通過與該控制單元 107 進行雙向通訊以獲取取樣單元 106 取樣到的電流值（第 13 圖和第 14 圖），並在該取樣單元 106 取樣到的電流值大於預設電流值時，控制該充電控制開關 203 關斷，即通過終端 2 側來關斷充電控制開關 203，進而關斷電池 202 的充電過程，保證充電安全。

【0162】其中，第二預設電壓值和預設電流值均可根據實際情況進行設定或寫入控制單元（比如，電源適配器 1 的控制單元 107 中，例如微控制處理器 MCU）的儲存中。

【0163】在本發明的實施例中，終端可以為行動終端例如手機、行動電源例如充電寶、多媒體播放機、筆記型電腦、穿戴式裝置等。

【0164】根據本發明實施例的用於終端的充電系統，通過控制電源適配器輸出第三脈動波形的電壓，並將電源適配器輸出的第三脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可實現脈動的輸出電壓/電流直接對電池進行快速充電。其中，脈動的輸出電壓/電流的大小週期性變換，與傳統的恆壓恆流相比，能夠降低鋰電池的析鋰現象，提高電池的使用壽命，並且還能夠減少充電介面的觸點的起弧的機率和強度，提高充電介面的壽命，以及有利於降低電池的極化效應、提高充電速度、減少電池的發熱，保證終端充電時的安全可靠。此外，由於電源適配器輸出的是脈動波形的電壓，從而無需在電源適配器中設置電解電容，不僅可以實現電源適配器的簡單化、小型化，還可大大降低成本。並且，在不同充電模式時通過調節運算放大器的放大倍數，來實現對第二整流單元輸出的電流進行相應檢測，可以保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【0165】並且，本發明的實施例還提出了一種電源適配器，該電源適配器包括：第一整流單元，該第一整流單元用於對輸入的交流電進行整流以輸出第一脈動波形的電壓；開關單元，該開關單元用於根據控制訊號對該第一脈動波形的電壓進行調製；變壓器，該變壓器用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出第二脈動波形的電壓；第二整流單元，該第二整流單

元用於對該第二脈動波形的電壓進行整流以輸出第三脈動波形的電壓；第一充電介面，該第一充電介面與該第二整流單元相連，該第一充電介面用於在與終端的第二充電介面連接時，通過該第二充電介面將該第三脈動波形的電壓載入至該終端的電池，其中，該第二充電介面與該電池相連；第一電流取樣電路，該第一電流取樣電路用於對該第二整流單元輸出的電流進行取樣以獲得電流取樣值，該第一電流取樣電路包括放大倍數可調的運算放大器；控制單元，該控制單元分別與該第一電流取樣電路和該開關單元相連，該控制單元輸出該控制訊號至該開關單元，並根據充電模式調節該運算放大器的放大倍數，以及根據該電流取樣值對該控制訊號的占空比進行調節，以使該第三脈動波形的電壓滿足充電需求。

【0166】根據本發明實施例的電源適配器，通過第一充電介面輸出第三脈動波形的電壓，並通過終端的第二充電介面將第三脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可實現脈動的輸出電壓/電流直接對電池進行快速充電。其中，脈動的輸出電壓/電流的大小週期性變換，與傳統的恆壓恆流相比，能夠降低鋰電池的析鋰現象，提高電池的使用壽命，並且還能夠減少充電介面的觸點的起弧的機率和強度，提高充電介面的壽命，以及有利於降低電池的極化效應、提高充電速度、減少電池的發熱，保證終端充電時的安全可靠。此外，由於輸出的是脈動波形的電壓，從而無需設置電解電容，不僅可以實現電源適配器的簡單化、小型化，還可大大降低成本。並且，在不同充電模式時通過調節運算放大器的放大倍數，來實現對第二整流單元輸出的電流進行相應檢測，可以保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【0167】第 15 圖為根據本發明實施例的用於終端的充電方法的流程圖。如第 15 圖所示，該用於終端的充電方法包括以下步驟：

S1，當電源適配器的第一充電介面與終端的第二充電介面連接時，對輸入到電源適配器的交流電進行一次整流以輸出第一脈動波形的電壓。

【0168】即言，通過電源適配器中的第一整流單元對輸入的交流電（即市電，例如 220V、50Hz 或 60Hz）的交流市電進行整流，並輸出第一脈動波形的電壓（例如 100Hz 或 120Hz）的饅頭波電壓。

【0169】S2，通過控制開關單元以對第一脈動波形的電壓進行調製，並通過變壓器的變換以輸出第二脈動波形的電壓。

【0170】其中，開關單元可由 MOS 電晶體構成，通過對 MOS 電晶體進行 PWM 控制以對饅頭波電壓進行斬波調製。然後，由變壓器將調製後的第一脈動波形的電壓耦合到次級，由次級繞組進行輸出第二脈動波形的電壓。

【0171】在本發明的實施例中，可採用高頻變壓器進行變換，這樣變壓器的體積可以很小，從而能夠實現電源適配器大功率、小型化設計。

【0172】S3，對第二脈動波形的電壓進行二次整流以輸出第三脈動波形的電壓，其中，可通過第二充電介面將第三脈動波形的電壓載入至終端的電池，實現對終端電池的充電。

【0173】在本發明的一個實施例中，通過第二整流單元對第二脈動波形的電壓進行二次整流，第二整流單元可由二極體或 MOS 電晶體構成，實現次級同步整流，從而調製後的第一脈動波形與第三脈動波形保持同步。

【0174】S4，通過第一電流取樣電路對二次整流後的電流進行取樣以獲得電流取樣值，其中，第一電流取樣電路包括放大倍數可調的運算放大器。

【0175】S5，根據充電模式調節運算放大器的放大倍數，並根據電流取樣值對輸出至開關單元的控制訊號的占空比進行調節，以使第三脈動波形的電壓滿足充電需求。

【0176】根據本發明的一個實施例，還根據該電流取樣值對該控制訊號的頻率進行調節。

【0177】另外，還可對二次整流後的電壓進行取樣以獲得電壓取樣值，並根據電壓取樣值和/或電流取樣值對控制開關單元的控制訊號的占空比進行調節，以使第三脈動波形的電壓滿足充電需求。

【0178】需要說明的是，第三脈動波形的電壓滿足充電需求，是指第三脈動波形的電壓和電流需滿足電池充電時的充電電壓和充電電流。也就是說，可根據取樣到的電源適配器輸出的電壓和/或電流來調節控制訊號例如 PWM 訊號的占空比，即時地調整電源適配器的輸出，實現閉環調節控制，從而使得第三脈動波形的電壓滿足終端的充電需求，保證電池安全可靠地充電，具體通過 PWM 訊號的占空比來調節輸出到電池的充電電壓波形如第 3 圖所示，通過 PWM 訊號的占空比來調節輸出到電池的充電電流波形如第 4 圖所示。

【0179】因此，在本發明的實施例中，通過控制開關單元直接對全橋整流後的第一脈動波形的電壓即餛飩波電壓進行 PWM 斬波調製，送到高頻變壓器，通過高頻變壓器從初級耦合到次級，然後經過同步整流後還原成餛飩波電壓/電流，直接輸送到終端的電池，實現電池快速充電。其中，餛飩波的電壓幅值，可通過 PWM 訊號的占空比進行調節，實現電源適配器的輸出滿足電池的充電需求。由此可以取消電源適配器中初級、次級的電解

電容器，通過餛頭波電壓直接對電池充電，從而可以減小電源適配器的體積，實現電源適配器的小型化，並可大大降低成本。

【0180】在本發明的一個實施例中，當通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊以確定使用該第一充電模式為該終端充電時，降低該運算放大器的放大倍數以使該運算放大器不會飽和；當通過該第一充電介面中的資料線與該終端進行雙向通訊以確定使用該第二充電模式為該終端充電時，提高該運算放大器的放大倍數以提升該第一電流取樣電路的電流檢測精度。

【0181】根據本發明的一個實施例，還根據電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號的頻率進行調節，即可控制輸出至開關單元的 PWM 訊號持續輸出一段時間後再停止輸出，停止預定時間後再次開啓 PWM 訊號的輸出，這樣使得載入至電池的電壓是斷續的，實現電池斷續充電，從而可避免電池連續充電時發熱嚴重而導致安全隱患，提高了電池充電可靠性和安全性。其中，輸出至開關單元的控制訊號可如第 5 圖所示。

【0182】進一步地，上述的用於終端的充電方法還包括：通過第一充電介面與終端進行通訊以獲取終端的狀態資訊，以根據終端的狀態資訊、電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號的占空比進行調節。

【0183】也就是說，當第二充電介面與第一充電介面連接時，電源適配器與終端之間可相互發送通訊詢問指令，並在接收到相應的應答指令後，電源適配器與終端之間建立通訊連接，這樣可以獲取到終端的狀態資訊，從而與終端協商充電模式和充電參數（如充電電流、充電電壓），並對充電過程進行控制。

【0184】根據本發明的一個實施例，還通過變壓器的變換以生成第四脈動波形的電壓，並檢測第四脈動波形的電壓以生成電壓檢測值，以根據電壓檢測值對控制訊號的占空比進行調節。

【0185】具體而言，變壓器中還可設置有輔助繞組，輔助繞組可根據調製後的第一脈動波形的電壓生成第四脈動波形的電壓，這樣，通過檢測第四脈動波形的電壓可以反映電源適配器的輸出電壓，從而根據電壓檢測值對控制訊號的占空比進行調節，使得電源適配器的輸出匹配電池的充電需求。

【0186】在本發明的一個實施例中，對二次整流後的電壓進行取樣以獲得電壓取樣值，包括：對該二次整流後的電壓的峰值電壓進行取樣並保持，並對該二次整流後的電壓的過零點進行取樣；在該過零點時對該峰值電壓進行取樣並保持的峰值電壓取樣保持單元進行洩放；對該峰值電壓取樣保持單元中的峰值電壓進行取樣以獲得該電壓取樣值。由此，能夠實現對電源適配器輸出的電壓實現精確取樣，並保證電壓取樣值能夠與第一脈動波形的電壓保持同步，即相位和幅值變化趨勢保持一致。

【0187】進一步地，在本發明的一個實施例中，上述的用於終端的充電方法還包括：取樣該第一脈動波形的電壓，並在取樣到的電壓值大於第一預設電壓值時控制該開關單元開通第一預設時間以對第一脈動波形中的湧浪電壓進行放電工作。

【0188】通過對第一脈動波形的電壓進行取樣，然後對取樣到的電壓值進行判斷，如果取樣到的電壓值大於第一預設電壓值，則說明電源適配器受到雷擊干擾，出現湧浪電壓，此時需要把湧浪電壓洩放掉，來保證充電的

安全可靠，需要控制開關單元開通一段時間，形成洩放通路，將由雷擊造成的湧浪電壓洩放，防止雷擊對電源適配器給終端充電時造成的干擾，有效地提高終端充電時的安全可靠性。其中，第一預設電壓值可根據實際情況進行標定。

【0189】根據本發明的一個實施例，還通過第一充電介面與終端進行通訊以確定充電模式，並在確定充電模式為第一充電模式時根據終端的狀態資訊獲取第一充電模式對應的充電電流和/或充電電壓，以根據第一充電模式對應的充電電流和/或充電電壓對控制訊號的占空比進行調節，其中，充電模式包括第一充電模式和第二充電模式。

【0190】也就是說，在確定當前充電模式為第一充電模式時，可根據獲取的終端的狀態資訊例如電池的電壓、電量、溫度、終端的運行參數、以及終端上運行的應用程式的耗電資訊等獲取第一充電模式對應的充電電流和/或充電電壓，然後根據獲取的充電電流和/或充電電壓來調節控制訊號的占空比，使得電源適配器的輸出滿足充電需求，實現電池的快速充電。

【0191】其中，終端的狀態資訊包括電池的溫度。並且，當該電池的溫度高於第一預設溫度臨界值或該電池的溫度小於第二預設溫度臨界值時，如果當前充電模式為第一充電模式，則將第一充電模式切換為第二充電模式，其中，該第一預設溫度臨界值大於該第二預設溫度臨界值。即言，當電池的溫度過低（例如，對應小於第二預設溫度臨界值）或過高（例如，對應大於第一預設溫度臨界值）時，均不適合進行快充，所以需要將第一充電模式切換為第二充電模式。在本發明的實施例中，第一預設溫度臨界值和第二預設溫度臨界值可根據實際情況進行標定。

【0192】在本發明的一個實施例中，當該電池的溫度大於預設的高溫保護臨界值時，控制該開關單元關斷，即在電池的溫度超過高溫保護臨界值時，需要採用高溫保護策略，控制開關單元斷開，使得電源適配器停止給電池充電，實現對電池的高溫保護，提高了充電的安全性。該高溫保護臨界值與該第一溫度臨界值可以不同，也可以相同。較佳地，該高溫保護臨界值大於該第一溫度臨界值。

【0193】在本發明的另一個實施例中，該終端還獲取該電池的溫度，並在該電池的溫度大於預設的高溫保護臨界值時，控制該電池停止充電，即可以通過終端側來關斷充電控制開關，從而關斷電池的充電過程，保證充電安全。

【0194】並且，在本發明的一個實施例中，該用於終端的充電方法還包括：獲取該第一充電介面的溫度，並在該第一充電介面的溫度大於預設的保護溫度時，控制該開關單元關斷。即在充電介面的溫度超過一定溫度時，控制單元也需要執行高溫保護策略，控制開關單元斷開，使得電源適配器停止給電池充電，實現對充電介面的高溫保護，提高了充電的安全性。

【0195】當然，在本發明的另一個實施例中，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊以獲取該第一充電介面的溫度，並在該第一充電介面的溫度大於預設的保護溫度時，控制該電池停止充電。即可以通過終端側來關斷充電控制開關，從而關斷電池的充電過程，保證充電安全。

【0196】並且，在電源適配器給終端充電的過程中，當電壓取樣值大於第二預設電壓值時，控制開關單元關斷。即言，在電源適配器給終端充電的過程中，還對電壓取樣值的大小進行判斷，如果電壓取樣值大於第二預設

電壓值，則說明電源適配器輸出的電壓過高，此時通過控制開關單元關斷，使得電源適配器停止給終端充電，即，通過控制開關單元的關斷來實現電源適配器的過壓保護，保證充電安全。

【0197】當然，在本發明的一個實施例中，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊以獲取該電壓取樣值，並在該電壓取樣值大於第二預設電壓值時，控制該電池停止充電，即可以通過終端側來關斷充電控制開關，從而關斷電池的充電過程，保證充電安全。

【0198】在本發明的一個實施例中，在電源適配器給終端充電的過程中，當該電流取樣值大於預設電流值時，控制該開關單元關斷。即言，在電源適配器給終端充電的過程中，還對電流取樣值的大小進行判斷，如果電流取樣值大於預設電流值，則說明電源適配器輸出的電流過大，此時通過控制開關單元關斷，使得電源適配器停止給終端充電，即，通過控制開關單元的關斷來實現電源適配器的過流保護，保證充電安全。

【0199】同樣地，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊以獲取該電流取樣值，並在該電流取樣值大於預設電流值時，控制該電池停止充電，即可以通過終端側來關斷充電控制開關，從而關斷電池的充電過程，保證充電安全。

【0200】其中，第二預設電壓值和預設電流值均可根據實際情況進行標定。

【0201】在本發明的實施例中，該終端的狀態資訊可包括該電池的電量、該電池的溫度、該終端的電壓/電流、該終端的介面資訊、該終端的通路阻抗的資訊等。

【0202】具體地說，該電源適配器與終端可通過 USB 介面相連，該 USB 介面可以是普通的 USB 介面，也可以是 micro USB 介面。USB 介面中的資料線即第一充電介面中的資料線用於該電源適配器和該終端進行雙向通訊，該資料線可以是 USB 介面中的 D+線和/或 D-線，所謂雙向通訊可以指電源適配器和終端雙方進行資訊的交互。

【0203】其中，該電源適配器通過該 USB 介面中的資料線與該終端進行雙向通訊，以確定使用該第一充電模式為該終端充電。

【0204】可選地，作為一個實施例，該電源適配器通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊以確定使用該第一充電模式為該終端充電時，該電源適配器向該終端發送第一指令，該第一指令用於詢問該終端是否開啓該第一充電模式；該電源適配器從該終端接收該第一指令的回復指令，該第一指令的回復指令用於指示該終端同意開啓該第一充電模式。

【0205】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器向該終端發送該第一指令之前，該電源適配器與該終端之間通過該第二充電模式充電，並在確定該第二充電模式的充電時長大於預設臨界值後，該電源適配器向該終端發送該第一指令。

【0206】可以理解的是，當電源適配器確定該第二充電模式的充電時長大於預設臨界值後，電源適配器可以認為終端已經識別自己為電源適配器，可以開啓快充詢問通訊了。

【0207】可選地，作為一個實施例，還通過控制該開關單元以控制該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流，並在該電源適配器以該第一充電模式對應的充電電流為該終端充電之前，通過該第一充

電介面與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電壓，並控制該電源適配器將充電電壓調整至該第一充電模式對應的充電電壓。

【0208】可選地，作為一個實施例，該通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電壓，包括：該電源適配器向該終端發送第二指令，該第二指令用於詢問該電源適配器的當前輸出電壓是否適合作為該第一充電模式的充電電壓；該電源適配器接收該終端發送的該第二指令的回復指令，該第二指令的回復指令用於指示該電源適配器的當前輸出電壓合適、偏高或偏低；該電源適配器根據該第二指令的回復指令，確定該第一充電模式的充電電壓。

【0209】可選地，作為一個實施例，在控制該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流之前，還通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電流。

【0210】可選地，作為一個實施例，該通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電流，包括：該電源適配器向該終端發送第三指令，該第三指令用於詢問該終端當前支援的最大充電電流；該電源適配器接收該終端發送的該第三指令的回復指令，該第三指令的回復指令用於指示該終端當前支援的最大充電電流；該電源適配器根據該第三指令的回復指令，確定該第一充電模式的充電電流。

【0211】電源適配器可以直接將上述最大充電電流確定為第一充電模式的充電電流，或者將充電電流設置為小於該最大充電電流的某一電流值。

【0212】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，還通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊，以通過控制該開關單元不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0213】其中，電源適配器可以不斷詢問終端的當前狀態資訊，從而不斷調整充電電流，如詢問終端的電池電壓、電池電量等。

【0214】可選地，作為一個實施例，該通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊，以通過控制該開關單元不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流，包括：該電源適配器向該終端發送第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；該電源適配器接收該終端發送的該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓；根據該電池的當前電壓，通過控制該開關單元以調整該充電電流。

【0215】可選地，作為一個實施例，該根據該電池的當前電壓，通過控制該開關單元以調整該充電電流，包括：根據該電池的當前電壓，以及預設的電池電壓值和充電電流值的對應關係，通過控制該開關單元以將該電源適配器輸出至電池的充電電流調整至該電池的當前電壓對應的充電電流值。

【0216】具體地，電源適配器可以預先儲存電池電壓值和充電電流值的對應關係。

【0217】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，還通過該第一充電介面與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良，其中，當確

定該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良時，控制該電源適配器退出該第一充電模式。

【0218】可選地，作為一個實施例，在確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良之前，該電源適配器從該終端接收用於指示該終端的通路阻抗的資訊，其中，該電源適配器向該終端發送第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的電壓；該電源適配器接收該終端發送的該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的電壓；根據該電源適配器的輸出電壓和該電池的電壓，確定該電源適配器到該電池的通路阻抗；以及根據該電源適配器到該電池的通路阻抗、該終端的通路阻抗，以及該電源適配器和該終端之間的充電線線路的通路阻抗，確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良。

【0219】可選地，作為一個實施例，在控制該電源適配器退出該第一充電模式之前，還向該終端發送第五指令，該第五指令用於指示該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良。

【0220】電源適配器發送完第五指令，可以退出第一充電模式或進行重定。

【0221】以上從電源適配器的角度詳細描述了根據本發明實施例的快速充電過程，下面將從終端的角度描述根據本發明實施例的快速充電過程。

【0222】在本發明的實施例中，該終端支援第二充電模式和第一充電模式，其中該第一充電模式的充電電流大於該第二充電模式的充電電流，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊以便該電源適配器確定使用該第一充電模式為該終端充電，其中，該電源適配器按照該第一充電模式對應的充電電流進行輸出，為該終端內的電池充電。

【0223】可選地，作為一個實施例，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊以便該電源適配器確定使用該第一充電模式為該終端充電，包括：該終端接收該電源適配器發送的第一指令，該第一指令用於詢問該終端是否開啓該第一充電模式；該終端向該電源適配器發送該第一指令的回復指令，該第一指令的回復指令用於指示該終端同意開啓該第一充電模式。

【0224】可選地，作為一個實施例，在該終端接收該電源適配器發送的第一指令之前，該終端與該電源適配器之間通過該第二充電模式充電，該電源適配器在確定該第二充電模式的充電時長大於預設臨界值後，該終端接收該電源適配器發送的該第一指令。

【0225】可選地，作為一個實施例，該電源適配器按照該第一充電模式對應的充電電流進行輸出，以為該終端內的電池充電之前，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電壓。

【0226】可選地，作為一個實施例，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電壓，包括：該終端接收該電源適配器發送的第二指令，該第二指令用於詢問該電源適配器的當前輸出電壓是否適合作為該第一充電模式的充電電壓；該終端向該電源適配器發送該第二指令的回復指令，該第二指令的回復指令用於指示該電源適配器的當前輸出電壓合適、偏高或偏低。

【0227】可選地，作為一個實施例，在該終端從該電源適配器接收該第一充電模式對應的充電電流，為該終端內的電池充電之前，該終端通過該第

二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電流。

【0228】其中，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電流，包括：該終端接收該電源適配器發送的第三指令，該第三指令用於詢問該終端當前支援的最大充電電流；該終端向該電源適配器發送該第三指令的回復指令，該第三指令的回復指令用於指示該終端當前支援的最大充電電流，以便該電源適配器根據該最大充電電流確定該第一充電模式對應的充電電流。

【0229】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0230】其中，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流，包括：該終端接收該電源適配器發送的第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；該終端向該電源適配器發送該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓，以便根據該電池的當前電壓，不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【0231】可選地，作為一個實施例，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良。

【0232】其中，終端通過該第二充電介面與該電源適配器進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良，包括：該終端接收該電源適配器發送的第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；該終端向該電源適配器發送該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓，以便該電源適配器根據該電源適配器的輸出電壓和該電池的當前電壓，確定該第一充電介面與該第二充電介面之間是否接觸不良。

【0233】可選地，作為一個實施例，該終端還接收該電源適配器發送的第五指令，該第五指令用於指示該第一充電介面與該第二充電介面之間接觸不良。

【0234】為了開啓和使用第一充電模式，電源適配器可以與終端進行快充通訊流程，經過一次或多次握手協商，實現電池的快速充電。具體可參見第 6 圖，為詳細地描述本發明實施例的快充通訊流程，以及快充過程包括的各個階段。應理解，第 6 圖示出的通訊步驟或操作僅是示例，本發明實施例還可以執行其它操作或者第 6 圖中的各種操作的變形。此外，第 6 圖中的各個階段可以按照與第 6 圖呈現的不同的順序來執行，並且也可能並非要執行第 6 圖中的全部操作。

【0235】綜上所述，根據本發明實施例的用於終端的充電方法，通過控制電源適配器輸出滿足充電需求的第三脈動波形的電壓，並將電源適配器輸出的第三脈動波形的電壓直接載入至終端的電池，從而可實現脈動的輸出電壓/電流直接對電池進行快速充電。其中，脈動的輸出電壓/電流的大小週期性變換，與傳統的恆壓恆流相比，能夠降低鋰電池的析鋰現象，提高電

池的使用壽命，並且還能夠減少充電介面的觸點的起弧的機率和強度，提高充電介面的壽命，以及有利於降低電池的極化效應、提高充電速度、減少電池的發熱，保證終端充電時的安全可靠。此外，由於電源適配器輸出的是脈動波形的電壓，從而無需在電源適配器中設置電解電容，不僅可以實現電源適配器的簡單化、小型化，還可大大降低成本。並且，在不同充電模式時通過調節運算放大器的放大倍數，來實現對第二整流單元輸出的電流進行相應檢測，可以保證電流檢測功能在檢測精度和動態範圍的相容性，擴展了應用範圍。

【0236】在本發明的描述中，需要理解的是，術語“中心”、“縱向”、“橫向”、“長度”、“寬度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“後”、“左”、“右”、“豎直”、“水準”、“頂”、“底”、“內”、“外”、“順時針”、“逆時針”、“軸向”、“徑向”、“周向”等指示的方位或位置關係為基於附圖所示的方位或位置關係，僅是爲了便於描述本發明和簡化描述，而不是指示或暗示所指的裝置或元件必須具有特定的方位、以特定的方位構造和操作，因此不能理解爲對本發明的限制。

【0237】此外，術語“第一”、“第二”僅用於描述目的，而不能理解爲指示或暗示相對重要性或者隱含指明所指示的技術特徵的數量。由此，限定有“第一”、“第二”的特徵可以明示或者隱含地包括至少一個該特徵。在本發明的描述中，“複數”的含義是至少兩個，例如兩個，三個等，除非另有明確具體的限定。

【0238】在本發明中，除非另有明確的規定和限定，術語“安裝”、“相連”、“連接”、“固定”等術語應做廣義理解，例如，可以是固定連接，也可以是

可拆卸連接，或成一體；可以是機械連接，也可以是電連接；可以是直接相連，也可以通過中間媒介間接相連，可以是兩個元件內部的連通或兩個元件的相互作用關係，除非另有明確的限定。對於本領域的普通技術人員而言，可以根據具體情況理解上述術語在本發明中的具體含義。

【0239】在本發明中，除非另有明確的規定和限定，第一特徵在第二特徵“上”或“下”可以是第一和第二特徵直接接觸，或第一和第二特徵通過中間媒介間接接觸。而且，第一特徵在第二特徵“之上”、“上方”和“上面”可是第一特徵在第二特徵正上方或斜上方，或僅僅表示第一特徵水準高度高於第二特徵。第一特徵在第二特徵“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特徵在第二特徵正下方或斜下方，或僅僅表示第一特徵水準高度小於第二特徵。

【0240】在本說明書的描述中，參考術語“一個實施例”、“一些實施例”、“示例”、“具體示例”、或“一些示例”等的描述意指結合該實施例或示例描述的具體特徵、結構、材料或者特點包含於本發明的至少一個實施例或示例中。在本說明書中，對上述術語的示意性表述不必須針對的是相同的實施例或示例。而且，描述的具體特徵、結構、材料或者特點可以在任一個或複數實施例或示例中以合適的方式結合。此外，在不相互矛盾的情況下，本領域的技術人員可以將本說明書中描述的不同實施例或示例以及不同實施例或示例的特徵進行結合和組合。

【0241】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個特定的應用

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發明的範圍。

【0242】所屬領域的技術人員可以清楚地瞭解到，為描述的方便和簡潔，上述描述的系統、裝置和單元的具體工作過程，可以參考前述方法實施例中的對應過程，在此不再贅述。

【0243】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集成到另一個系統，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。

【0244】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，即可以位於一個地方，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。

【0245】另外，在本發明各個實施例中的各功能單元可以集成在一個處理單元中，也可以是各個單元單獨實體存在，也可以兩個或兩個以上單元集成在一個單元中。

【0246】該功能如果以軟體功能單元的形式實現並作為獨立的產品銷售或使用時，可以儲存在一個電腦可讀取儲存媒體中。基於這樣的理解，本發明的技術方案本質上或者說對現有技術做出貢獻的部分或者該技術方案的

部分可以以軟體產品的形式體現出來，該電腦軟體產品儲存在一個儲存媒體中，包括若干指令用以使得一台電腦裝置（可以是個人電腦，伺服器，或者網路裝置等）執行本發明各個實施例該方法的全部或部分步驟。而前述的儲存媒體包括：隨身碟、行動硬碟、唯讀記憶體（ROM，Read-Only Memory）、隨機存取記憶體（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光碟等各種可以儲存程式碼的媒體。

【0247】儘管上面已經示出和描述了本發明的實施例，可以理解的是，上述實施例是示例性的，不能理解為對本發明的限制，本領域的普通技術人員在本發明的範圍內可以對上述實施例進行變化、修改、替換和變型。

【符號說明】

【0248】1：電源適配器

2：終端

101、104：整流單元

102：開關單元

103：變壓器

105、201：充電介面

106：取樣單元

107：控制單元

108：可控開關

109：濾波單元

110：驅動單元

111：隔離單元

112：供電單元

113：電壓檢測單元

114：電壓取樣電路

202：電池

203：充電控制開關

204：控制器

205：通訊單元

1061：電流取樣電路

1062：電壓取樣電路

10611：運算放大器

C1、C2：電容

R1、R2、R3：電阻

C11、C12：濾波電容

MCU：Micro Controller Unit，微控制處理器

PWM：Pulse Width Modulation，脈衝寬度調製

Q1、Q2、Q3、Q4：MOS電晶體



I666849

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於終端的充電系統、充電方法以及電源適配器

【英文發明名稱】 System And Method For Charging Terminal And Power Adapter

公告本

【中文】

本發明揭露了一種用於終端的充電系統、充電方法以及電源適配器，其中，充電系統包括電源適配器和終端，電源適配器包括：第一整流單元、開關單元、變壓器、第二整流單元、第一充電介面、取樣單元、控制單元，控制單元輸出控制訊號至開關單元，並根據取樣單元取樣的電壓取樣值和/或電流取樣值對控制訊號的占空比進行調節，以使第二整流單元輸出的第三脈動波形的電壓滿足充電需求；終端包括第二充電介面和電池，第二充電介面與電池相連，當第二充電介面與第一充電介面連接時，第二充電介面將第三脈動波形的電壓載入至電池，使得電源適配器輸出的脈動波形的電壓直接載入至電池，從而可以實現電源適配器的小型化、低成本，提高電池的使用壽命。

【英文】

The present disclosure provides a system and a method for charging a terminal and a power adapter. The system includes a power adapter and a terminal. The power adapter includes a first rectifier unit, a switch unit, a transformer, a second rectifier unit, a first charging interface, a sampling unit, and a control unit. The control unit is configured to output a control signal to the switch unit and to adjust a duty ratio of the control signal according to a voltage sampling value and/or a current sampling value sampled by the sampling unit so that voltage of a third ripple waveform outputted by the second

rectifier unit satisfies charging demands. The terminal includes a second charging interface and a battery. The second charging interface is coupled to the battery. When the second charging interface is coupled to the first charging interface, the second charging interface loads the voltage of the third ripple waveform to the battery, so that voltage of a ripple waveform outputted by the power adapter is directly supplied to the battery, thereby realizing miniaturization and low cost of the power adapter and improving the service life of the battery.

【指定代表圖】 第1A圖

【代表圖之符號簡單說明】

1：電源適配器

2：終端

101、104：整流單元

102：開關單元

103：變壓器

105、201：充電介面

106：取樣單元

107：控制單元

202：電池

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種電源適配器，其特徵在於，包括：

一第一整流單元，該第一整流單元用於對輸入的交流電進行整流以輸出一第一脈動波形的電壓；

一開關單元，該開關單元用於根據控制訊號對該第一脈動波形的電壓進行調製；

一變壓器，該變壓器用於根據調製後的該第一脈動波形的電壓輸出一第二脈動波形的電壓；

一第二整流單元，該第二整流單元用於對該第二脈動波形的電壓進行整流以輸出一第三脈動波形的電壓，該第三脈動波形的電壓用於載入至終端的電池；

一第一電流取樣電路，該第一電流取樣電路用於對該第二整流單元輸出的電流進行取樣以獲得電流取樣值，該第一電流取樣電路包括放大倍數可調的運算放大器；

一控制單元，該控制單元分別與該第一電流取樣電路和該開關單元相連，該控制單元輸出該控制訊號至該開關單元，並根據充電模式調節該運算放大器的放大倍數，以及根據該電流取樣值對該控制訊號的占空比進行調節，以使該第三脈動波形的電壓滿足該終端的充電需求。

【第2項】如申請專利範圍第 1 項所述的電源適配器，其中，該控制單元，還用於根據該電流取樣值對該控制訊號的頻率進行調節。

【第3項】如申請專利範圍第 1 項所述的電源適配器，其中，該電源適配器在給該終端充電時與該終端進行通訊，該控制單元通過該電源適配器與該終端

進行通訊以確定充電模式，其中，該充電模式包括一第一充電模式和一第二充電模式。

【第4項】如申請專利範圍第 3 項所述的電源適配器，其中，

該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊以確定使用該第一充電模式為該終端充電時，降低該運算放大器的放大倍數以使該運算放大器不會飽和；

該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊以確定使用該第二充電模式為該終端充電時，提高該運算放大器的放大倍數以提升該第一電流取樣電路的電流檢測精度。

【第5項】如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述的電源適配器，其中，該第一電流取樣電路還包括：

一第一電阻，該第一電阻的一端與該第二整流單元的輸出端相連；

一第二電阻，該第二電阻的一端分別與該第一電阻的一端和該第二整流單元的輸出端相連，該第二電阻的另一端與該運算放大器的第一輸入端相連，該第二電阻的另一端還通過第一濾波電容接地；

一第三電阻，該第三電阻的一端與該第一電阻的另一端相連，該第三電阻的另一端與該運算放大器的第二輸入端相連，該第三電阻的另一端還通過第二濾波電容接地，該運算放大器的調節端與該控制單元相連。

【第6項】如申請專利範圍第 3 項所述的電源適配器，其中，該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊以確定使用該第一充電模式為該終端充電時，

該控制單元向該終端發送一第一指令，該第一指令用於詢問該終端是否開啓該第一充電模式；

該控制單元從該終端接收該第一指令的回復指令，該第一指令的回復指令用於指示該終端同意開啓該第一充電模式。

【第7項】如申請專利範圍第 6 項所述的電源適配器，其中，在該控制單元向該終端發送該第一指令之前，該電源適配器與該終端之間通過該第二充電模式充電，並在該控制單元確定該第二充電模式的充電時長大於預設閾值後，向該終端發送該第一指令。

【第8項】如申請專利範圍第 6 項所述的電源適配器，其中，該控制單元還用於通過控制該開關單元以控制該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流，並在該電源適配器以該第一充電模式對應的充電電流為該終端充電之前，

該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電壓，並控制該電源適配器將充電電壓調整至該第一充電模式對應的充電電壓。

【第9項】如申請專利範圍第 8 項所述的電源適配器，其中，該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電壓時，

該控制單元向該終端發送一第二指令，該第二指令用於詢問該電源適配器的當前輸出電壓是否適合作為該第一充電模式的充電電壓；

該控制單元接收該終端發送的該第二指令的回復指令，該第二指令的回復指令用於指示該電源適配器的當前輸出電壓合適、偏高或偏低；

該控制單元根據該第二指令的回復指令，確定該第一充電模式的充電電壓。

【第10項】如申請專利範圍第 8 項所述的電源適配器，其中，該控制單元在控制該電源適配器將充電電流調整至該第一充電模式對應的充電電流之前，還通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電流。

【第11項】如申請專利範圍第 10 項所述的電源適配器，其中，該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以確定該第一充電模式對應的充電電流時，

該控制單元向該終端發送一第三指令，該第三指令用於詢問該終端當前支援的最大充電電流；

該控制單元接收該終端發送的該第三指令的回復指令，該第三指令的回復指令用於指示該終端當前支援的最大充電電流；

該控制單元根據該第三指令的回復指令，確定該第一充電模式的充電電流。

【第12項】如申請專利範圍第 6 項所述的電源適配器，其中，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制單元還通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以通過控制該開關單元不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【第13項】如申請專利範圍第 12 項所述的電源適配器，其中，該控制單元通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以通過控制該開關單元不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流時，

該控制單元向該終端發送一第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；

該控制單元接收該終端發送的該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓；

該控制單元根據該電池的當前電壓，通過控制該開關單元以調整該充電電流。

【第14項】如申請專利範圍第 13 項所述的電源適配器，其中，該控制單元根據該電池的當前電壓，以及一預設的電池電壓值和充電電流值的對應關係，通過控制該開關單元以將該電源適配器輸出至電池的充電電流調整至該電池的當前電壓對應的充電電流值。

【第15項】如申請專利範圍第 12 項所述的電源適配器，其中，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制單元還通過該電源適配器與該終端進行雙向通訊，以確定該電源適配器與該終端之間的充電連接是否接觸不良，其中，

當確定該電源適配器與該終端之間的充電連接接觸不良時，該控制單元控制該電源適配器退出該第一充電模式。

【第16項】如申請專利範圍第 15 項所述的電源適配器，其中，在確定該電源適配器與該終端之間的充電連接是否接觸不良之前，該控制單元還用於從該終端接收用於指示該終端的通路阻抗的資訊，其中，

該控制單元向該終端發送一第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的電壓；

該控制單元接收該終端發送的該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的電壓；

該控制單元根據該電源适配器的輸出電壓和該電池的電壓，確定該電源适配器到該電池的通路阻抗；

該控制單元根據該電源适配器到該電池的通路阻抗、該終端的通路阻抗，以及該電源适配器和該終端之間的充電線線路的通路阻抗，確定該電源适配器與該終端之間的充電連接是否接觸不良。

【第17項】如申請專利範圍第 16 項所述的電源适配器，其中，在該電源适配器退出該第一充電模式之前，該控制單元還向該終端發送一第五指令，該第五指令用於指示該電源适配器與該終端之間的充電連接接觸不良。

【第18項】一種用於終端的充電系統，其特徵在於，包括：

一終端，該終端包括一電池；

如申請專利範圍第 1 項至第 17 項中任一項所述的電源适配器，該電源适配器用於給該終端充電。

【第19項】如申請專利範圍第 18 項所述的用於終端的充電系統，其中，該終端支援一第二充電模式和一第一充電模式，其中該第一充電模式的充電電流大於該第二充電模式的充電電流，該終端中的控制器通過與該電源适配器中的控制單元進行雙向通訊以便該電源适配器確定使用該第一充電模式為該終端充電，以使該控制單元控制該電源适配器按照該第一充電模式對應的充電電流進行輸出，為該終端內的電池充電。

【第20項】如申請專利範圍第 19 項所述的用於終端的充電系統，其中，

該控制器接收該控制單元發送的一第一指令，該第一指令用於詢問該終端是否開啓該第一充電模式；

該控制器向該控制單元發送該第一指令的回復指令，該第一指令的回復指令用於指示該終端同意開啓該第一充電模式。

【第21項】如申請專利範圍第 20 項所述的用於終端的充電系統，其中，在該控制器接收該控制單元發送的一第一指令之前，該終端與該電源適配器之間通過該第二充電模式充電，該控制單元在確定該第二充電模式的充電時長大於預設閾值後，該控制器接收該控制單元發送的該第一指令。

【第22項】如申請專利範圍第 19 項所述的用於終端的充電系統，其中，該電源適配器按照該第一充電模式對應的充電電流進行輸出，以爲該終端內的電池充電之前，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電壓。

【第23項】如申請專利範圍第 22 項所述的用於終端的充電系統，其中，該控制器接收該控制單元發送的一第二指令，該第二指令用於詢問該電源適配器的當前輸出電壓是否適合作爲該第一充電模式的充電電壓；

該控制器向該控制單元發送該第二指令的回復指令，該第二指令的回復指令用於指示該電源適配器的當前輸出電壓合適、偏高或偏低。

【第24項】如申請專利範圍第 23 項所述的用於終端的充電系統，其中，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該第一充電模式對應的充電電流。

【第25項】如申請專利範圍第 24 項所述的用於終端的充電系統，其中，該控制器接收該控制單元發送的一第三指令，該第三指令用於詢問該終端當前支援的最大充電電流；

該控制器向該控制單元發送該第三指令的回復指令，該第三指令的回復指令用於指示該終端當前支援的一最大充電電流，以便該電源適配器根據該最大充電電流確定該第一充電模式對應的充電電流。

【第26項】如申請專利範圍第 20 項所述的用於終端的充電系統，其中，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【第27項】如申請專利範圍第 20 項所述的用於終端的充電系統，其中，該控制器接收該控制單元發送的一第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的一電池的當前電壓；

該控制器向該控制單元發送該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓，以便該電源適配器根據該電池的當前電壓，不斷調整該電源適配器輸出至電池的充電電流。

【第28項】如申請專利範圍第 22 項所述的用於終端的充電系統，其中，在該電源適配器使用該第一充電模式為該終端充電的過程中，該控制器通過與該控制單元進行雙向通訊，以便該電源適配器確定該電源適配器與該終端之間的充電連接是否接觸不良。

【第29項】如申請專利範圍第 28 項所述的用於終端的充電系統，其中，該控制器接收該控制單元發送的一第四指令，該第四指令用於詢問該終端內的電池的當前電壓；

該控制器向該控制單元發送該第四指令的回復指令，該第四指令的回復指令用於指示該終端內的電池的當前電壓，以便該控制單元根據該電源適配器的輸

出電壓和該電池的當前電壓，確定該電源適配器與該終端之間的充電連接是否接觸不良。

【第30項】 如申請專利範圍第 29 項所述的用於終端的充電系統，其中，該控制器接收該控制單元發送的一第五指令，該第五指令用於指示該電源適配器與該終端之間的充電連接接觸不良。

【第31項】 一種用於終端的充電方法，其特徵在於，包括以下步驟：

當電源適配器給終端充電時，對輸入的交流電進行一次整流以輸出一第一脈動波形的電壓；

通過控制一開關單元以對該第一脈動波形的電壓進行調製，並通過變壓器的變換以輸出一第二脈動波形的電壓；

對該第二脈動波形的電壓進行二次整流以輸出一第三脈動波形的電壓，並將該第三脈動波形的電壓載入至該終端的電池；

通過第一電流取樣電路對二次整流後的電流進行取樣以獲得一電流取樣值，其中，該第一電流取樣電路包括放大倍數可調的一運算放大器；

根據充電模式調節該運算放大器的放大倍數，並根據該電流取樣值對輸出至該開關單元的控制訊號的占空比進行調節，以使該第三脈動波形的電壓滿足充電需求。