



(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 I491092 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：102104680

(22) 申請日：中華民國 96 (2007) 年 02 月 13 日

(51) Int. Cl. : **H01M10/44 (2006.01)**

(30) 優先權：2006/02/16 美國 11/356,594

(71) 申請人：高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
美國(72) 發明人：哈珊 M 阿畢德 HUSSAIN, M. ABID (US)；艾金斯 肯尼斯 C ADKINS,
KENNETH C. (US)；帕帕羅素斯 喬治歐斯 康斯坦提諾斯 PAPARRIZOS,
GEORGIOS KONSTANTINOS (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW	178897	TW	354205
TW	443660	TW	M253061
TW	M256024	US	2004/0164708A1
US	2005/0134220A1	US	2005/0253560A1
US	2005/0275377A1	US	2006/0119316A1
US	2006/0139002A1	US	2006/0255767A1

審查人員：李昭俊

申請專利範圍項數：32 項 圖式數：16 共 69 頁

(54) 名稱

切換式電池充電系統及方法

SWITCHING BATTERY CHARGING SYSTEMS AND METHODS

(57) 摘要

本發明之實施例包含用於使用一切換式穩壓器 (switching regulator) 對一電池進行充電之技術。一些實施例包含可使用數位技術組態之可程式化切換式電池充電器。其他實施例包含基於例如電池電壓或該切換式穩壓器之輸入電流等所感測的電路條件來修改電池電流之切換式電池充電器。在一實施例中，本發明包含一 USB 電池充電器。

Embodiments of the present invention include techniques for charging a battery using a switching regulator. Some embodiments include programmable switching battery chargers that can be configured using digital techniques. Other embodiments include switching battery chargers that modify the battery current based on sensed circuit conditions such as battery voltage or input current to the switching regulator. In one embodiment, the present invention includes a USB battery charger.

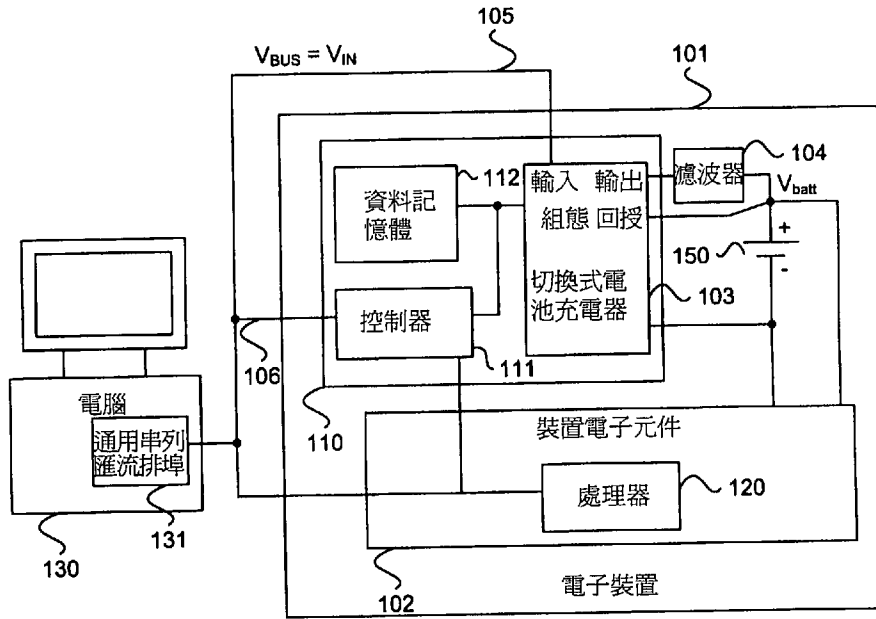
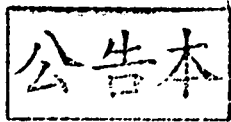


圖1B

- 101 . . . 電子裝置
- 102 . . . 裝置電子元件
- 103 . . . 切換式電池充電器
- 104 . . . 濾波器
- 105 . . . 電源端子
- 106 . . . 資料端子/資料線
- 110 . . . 電池充電系統
- 111 . . . 控制器
- 112 . . . 資料儲存裝置
- 120 . . . 處理器
- 130 . . . 電腦
- 131 . . . USB 埠/通用串列匯流排埠



發明摘要

※ 申請案號：102104680 (由96105318分案)

※ 申請日：96.2.13

※IPC 分類：H01M 10/44 (2006.01)

【發明名稱】

切換式電池充電系統及方法

SWITCHING BATTERY CHARGING SYSTEMS AND METHODS

【中文】

本發明之實施例包含用於使用一切換式穩壓器 (switching regulator) 對一電池進行充電之技術。一些實施例包含可使用數位技術組態之可程式化切換式電池充電器。其他實施例包含基於例如電池電壓或該切換式穩壓器之輸入電流等所感測的電路條件來修改電池電流之切換式電池充電器。在一實施例中，本發明包含一USB電池充電器。

【英文】

Embodiments of the present invention include techniques for charging a battery using a switching regulator. Some embodiments include programmable switching battery chargers that can be configured using digital techniques. Other embodiments include switching battery chargers that modify the battery current based on sensed circuit conditions such as battery voltage or input current to the switching regulator. In one embodiment, the present invention includes a USB battery charger.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1B ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|-----|---------------|
| 101 | 電子裝置 |
| 102 | 裝置電子元件 |
| 103 | 切換式電池充電器 |
| 104 | 濾波器 |
| 105 | 電源端子 |
| 106 | 資料端子/資料線 |
| 110 | 電池充電系統 |
| 111 | 控制器 |
| 112 | 資料儲存裝置 |
| 120 | 處理器 |
| 130 | 電腦 |
| 131 | USB埠/通用串列匯流排埠 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

切換式電池充電系統及方法

SWITCHING BATTERY CHARGING SYSTEMS AND METHODS

【技術領域】

本發明係關於電池充電器，且尤其係關於切換式電池充電系統及方法。

【先前技術】

電池已長時間被用作行動電子裝置之電力來源。電池提供允許電路運作之電流及電壓形式的能量。然而，儲存在電池中之能量的量有限，且當電子裝置在使用時電池損失電力。當電池之能量供應被耗盡時，電池之電壓將開始自其額定電壓下降，且依賴於電池來獲得電力之電子裝置將不再適當運作。對於不同類型之電子裝置而言，該等臨限值將不同。

許多類型之電池係針對單一用途而設計的。該等電池在電荷耗盡之後被丟棄。然而，某些電池設計成可再充電的。可再充電電池通常需要某種形式之電池充電系統。典型電池充電系統將電力自電源(例如AC壁式插座)轉移至電池中。再充電過程通常包含處理並調節來自電源之電壓及電流，使得供應至電池之電壓及電流滿足特定電池之充電規格。舉例而言，若供應至電池之電壓或電流過大，則電池可能會損壞或甚至會爆炸。另一方面，若供應至電池之電壓或電流過小，則充電過程可能效率非常低或完全無效。電池之充電規格的低效使用可導致(例如)非常長的充電時間。另外，若充電過程未有效地進行，則電池之電池容量(即，電池可保持之能量的量)可能不會最佳化。此外，

低效充電可影響電池之有效壽命(即，自特定電池可利用之充電/放電循環之次數)。此外，低效充電可能由於電池之特性隨著時間變化的緣故。使該等問題複雜的係以下事實：不同電池之電池特性(包含電池之指定電壓及再充電電流)可能不同。

現有電池充電器通常為靜態系統。充電器經組態以自特定電源接收電力，並基於電池之充電規格將電壓及電流提供給特定電池。然而，現有充電器之不靈活性導致上文描述之許多低效性及問題。擁有比現有系統更靈活或甚至可適於特定電池或變化之電池充電環境之電池充電系統及方法將係非常有利的。因此，需要改良電池充電過程之效率的改良之電池充電器系統及方法。本發明藉由提供切換式電池充電系統及方法來解決該等及其他問題。

【發明內容】

本發明實施例包含用於使用切換式穩壓器對電池進行充電之技術。一些實施例包含可使用數位技術進行組態之可程式化切換式電池充電器。其他實施例包含基於所感測之電路條件(例如到達切換式穩壓器之電池電壓或輸入電流)來修改電池電流之切換式電池充電器。

在一實施例中，本發明包含通用串列匯流排(USB)電池充電器，該USB電池充電器包括：切換式穩壓器，其具有至少一切換式電晶體，該切換式電晶體具有第一輸入及第一輸出，其中該切換式電晶體之第一輸入耦合至USB電源；濾波器，其具有第一輸入及第一輸出，其中該濾波器之第一輸入耦合至該切換式電晶體之第一輸出；及電池，其耦合至該濾波器之第一輸出，其中該切換式穩壓器經組態以接收USB電壓，並據此來向切換式電晶體之控制端子產生切換信號，且其中經由濾波器將切換式電晶體之輸出處的切換電流及切換電壓耦合以產生經濾波之電流及經濾波之電壓來對電池進行充電。

在一實施例中，電壓控制器感測經濾波之電壓以控制切換式電晶

體的控制端子處之切換信號。

在一實施例中，電壓控制器包含耦合至可程式化資料儲存元件之第一輸入、耦合至至少一電壓感測輸入之第二輸入，及耦合至切換式電晶體之控制輸入的輸出，其中可程式化資料儲存元件組態電壓控制器以當該電池上之電壓高於第一臨限值時產生到達該電池之程式化電壓。

在一實施例中，電流控制器感測經濾波之電流以控制切換式電晶體的控制端子處之切換信號。

在一實施例中，電流控制器包含耦合至可程式化資料儲存元件之第一輸入、耦合至至少一電流感測輸入之反饋輸入，及耦合至切換式電晶體之控制輸入的輸出，且其中可程式化資料儲存元件組態電流控制器以當該電池上之電壓低於第一臨限值時將第一程式化電流供應至該電池。

在一實施例中，本發明進一步包括：接收指示最大輸入電流之輸入信號；及程式化電流控制器以基於最大輸入電流來設定最大電池電流。

在一實施例中，電流控制器具有用於設定經濾波之電流的控制輸入，且其中電流控制器之控制輸入耦合至切換式電晶體的第一輸入或電池以隨著電池上之電壓增加而減小經濾波的電流。

在一實施例中，經濾波之電流大於進入切換式電晶體之第一輸入中的第一輸入電流，且經濾波之電流隨著電池上的電壓增加而減小。

在一實施例中，USB電壓在至少4.1伏特至5.25伏特之範圍內。

在另一實施例中，本發明包含一種自通用串列匯流排(USB)埠對電池進行充電之方法，其包括：在切換式穩壓器之輸入處自USB電源接收第一輸入電壓及第一輸入電流；將切換式穩壓器之輸出耦合至電池的端子；在電池之端子處產生第一輸出電壓及第一輸出電流；感測

進入電池中之第一輸出電流或電池上的第一輸出電壓；及響應於所感測之第一輸出電流或第一輸出電壓在切換式穩壓器之控制端子處產生切換信號。

在一實施例中，本發明進一步包括接收對應於USB埠類型之邏輯信號，其中當邏輯信號處於第一狀態時，第一輸出電流大於100 mA且第一輸入電流低於100 mA，且當邏輯信號處於第二狀態時，第一輸出電流大於500 mA且第一輸入電流低於500 mA。

在一實施例中，第一輸入電壓大於電池上之電壓，到達電池之第一輸出電流大於第一輸入電流，且其中第一輸出電流隨著電池上之第一輸出電壓的增加而減小。

在一實施例中，本發明進一步包括將充電參數儲存在可程式化資料儲存元件中，其中藉由該充電參數來設定第一輸出電流。

在一實施例中，切換式穩壓器感測第一輸出電壓並產生切換信號以控制第一輸出電壓。

在一實施例中，本發明進一步包括將充電參數儲存在可程式化資料儲存元件中，其中藉由該充電參數來設定第一輸出電壓。

在另一實施例中，本發明包含通用串列匯流排(USB)電池充電器，該USB電池充電器包括：切換式穩壓器，其具有耦合至USB電源之第一輸入、經由第一電阻器耦合至電池之第一輸出、及控制輸入；電流控制器，其具有耦合至第一電阻器之第一及第二端子的用於感測第一輸出電流之第一及第二電流感測輸入，及耦合至切換式穩壓器之控制輸入的控制輸出；及電壓控制器，其具有耦合至電池之用於感測電池上的第一輸出電壓之第一電壓感測輸入，及耦合至切換式穩壓器之控制輸入的控制輸出。

在一實施例中，電流控制器包含用於設定第一輸出電流之控制輸入，且其中對應於最大USB電流之第一邏輯信號耦合至電流控制器的

控制輸入以設定第一輸出電流。

在一實施例中，電流控制器將第一輸出電流設定為大於在切換式穩壓器之第一輸入處接收到的第一輸入電流。

在一實施例中，電流控制器之控制輸入耦合至切換式穩壓器的第一輸入或電池，且電流控制器響應於在控制輸入處接收到之控制信號隨著電池上的電壓之增加而減小第一輸出電流。

在一實施例中，本發明包含：第一可程式化資料儲存元件，其耦合至電流控制器之控制輸入以用於設定第一輸出電流，其中該第一可程式化資料儲存元件對電流控制器進行組態以當該電池上之電壓低於第一臨限值時將第一程式化電流供應至該電池；及第二可程式化資料儲存元件，其耦合至電壓控制器之控制輸入以用於設定第一輸出電壓，其中該第二可程式化資料儲存元件對電壓控制器進行組態以當該電池上之電壓高於第一臨限值時產生到達該電池之程式化恆定電壓。

在其他實施例中，本發明可耦合至其他電源。以下實施方式及所附圖式提供對本發明性質及優點之更好理解。

【圖式簡單說明】

圖1A說明包含根據本發明之一實施例之電池充電器的電子裝置。

圖1B說明包含根據本發明之一實施例之電池充電器的電子裝置。

圖2係根據本發明之一實施例之電池的例示性可程式化充電循環。

圖3說明根據本發明之一實施例之程式化電池充電參數的使用。

圖4說明根據本發明之一實施例之電池充電系統。

圖5說明根據本發明之一實施例之電池充電系統。

圖6說明根據本發明之一實施例之電池充電參數。

圖7A-B係根據本發明之一實施例之例示性充電循環。

圖8說明包含根據本發明之一實施例之切換式穩壓器的切換式電

池充電器。

圖9說明使用根據本發明之一實施例之切換式穩壓器對電池進行充電。

圖10A-B說明使用根據本發明實施例之切換式穩壓器對電池進行充電。

圖11說明根據本發明之一實施例之電池充電系統的例示性實施方案。

圖12說明根據本發明之一實施例之電池充電系統的例示性實施方案。

圖13係根據本發明之一實施例之電池充電器的實例。

圖14係根據本發明之一實施例之恆定電壓控制電路的實例。

圖15係根據本發明之一實施例之恆定電流控制電路的實例。

圖16係根據本發明之一實施例之類比控制器的實例。

【實施方式】

本文描述電池充電系統及方法之技術。以下描述內容中，為了解釋之目的，陳述大量實例及特定細節以便提供對本發明之詳盡理解。然而，熟習此項技術者將明顯可見，如申請專利範圍所界定之本發明可單獨地或與下文描述之其他特徵組合而包含該等實例中之某些或全部特徵，且可進一步包含本文描述之特徵及概念的明顯修改及等效形式。

圖1A說明系統100，其包含含有根據本發明之一實施例之切換式電池充電器103的電子裝置101。電子裝置101包含由電池150供電之裝置電子元件102。可使用切換式電池充電器103對電池進行再充電。切換式電池充電器103具有耦合至第一電源110之第一輸入，及經由下文更詳細描述之濾波器將經調節的輸出提供至至少一電池之第一輸出。本發明之一實施例包含將來自通用串列匯流排("USB")埠之電源線的

輸入電壓 V_{in} 耦合至充電器 103 中之切換式穩壓器的輸入。切換式電池充電器允許脫離 USB 埠對電池進行有效充電。

如下文更詳細描述，切換式電池充電器 103 包含切換式穩壓器。來自切換式穩壓器之輸出電壓及電流將係經切換的波形，該波形被提供至濾波器以便產生到達電池之經濾波的輸出電流及電壓。為了本描述內容之目的，切換式穩壓器之輸出將係濾波器的輸出，其包含到達電池之輸出電流(即，電池充電電流)及電池端子處之輸出電壓。如下文更詳細描述，在一實施例中，切換式電池充電器 103 耦合至 USB 埠電源，且電子裝置 101 之電池可自 USB 埠進行充電。例示性電子裝置可包含蜂巢式電話、個人數位助理、攜帶式音樂播放器，或多種其他電池運作之電子裝置。然而，多種其他電源 110 可用於其他實施例中。另外，如下所述，電池充電器 103 之不同實施例可進一步包含內部電路，其用於(例如)程式化充電參數、控制電池充電功能、控制輸出電流或電壓、感測輸入電流、電池電流及/或電壓。充電器 103 可使用此功能性來控制電壓及電流自電源 110 傳遞至電池 150 之端子。

在一實施例中，在充電循環中之第一時間週期期間，切換式電池充電器 103 在電流控制模式下運作以將受控之電流提供至電池 150。在充電循環中之第二時間週期期間，電池充電器 103 在電壓控制模式下運作以將受控之電壓提供至電池 150。在電流控制模式下，切換式充電器之輸出電流(即，進入電池中之電流)用作電路的控制參數(例如，進入電池中的電流可用於控制一控制切換之反饋迴路)。類似地，在電壓控制模式下，切換式充電器之輸出電壓(即，電池上的電壓)用作電路之控制參數(例如，電池上的電壓可用於控制一控制切換之反饋迴路)。舉例而言，當充電器處於電流控制模式時(例如，當電池電壓低於某一臨限值時)，切換式穩壓器可控制供給至電池中之輸出電流。若電池上之電壓增加至指定臨限值以上，則系統接著可自電流控制模式切換為

電壓控制模式。若電池上之電壓升高至特定位準，則隨著未受控制之電流縮減，系統接著可控制電池上的電壓(例如，藉由維持恆定電池電壓)。如下所述，本發明之一些實施例可對多種充電參數進行程式化以改變充電循環之特性。在另一實施例中，隨著電池進行充電(例如，隨著電池電壓增加)，可修改藉由切換式穩壓器103供給至電池150之電流。在一特定實例中，數位控制器響應於電池電壓之變化而改變所供給之電流。數位控制器可改變儲存在可程式化資料儲存元件(例如，暫存器或記憶體)中之所儲存的充電參數。在另一特定實例中，藉由類比控制器來改變所供給之電流，該類比控制器改變電流控制器之控制輸入處的控制信號，該電流控制器隨著電池電壓增加而控制輸出電流。

圖1B說明包含根據本發明之一實施例之電池充電器的電子裝置。電子裝置101包含由電池150供電之裝置電子元件102。可使用切換式電池充電器103對電池進行再充電。切換式電池充電器103可為可程式化切換式電池充電器。切換式電池充電器系統110可包含含有切換式穩壓器之切換式電池充電器103，該切換式穩壓器具有經耦合以接收第一電源(例如，輸入電壓 V_{in})的第一輸入，及經由濾波器104將經調節之輸出提供至至少一電池之第一輸出。切換式電池充電器103可進一步包含用於(例如)感測電池電流及電壓或輸入電流及電壓之內部電路。切換式充電器103可使用此資訊來控制電壓及電流自電源傳遞至電池端子。

在此實施例中，可自(例如)電腦130上之USB埠131對電池150進行充電。當然，應瞭解，本發明之一些實施例可用於自包含USB埠的任何電子系統對電池進行充電。USB埠可包含電源端子105(例如，VBUS)，其可耦合至切換式電池充電器103之輸入(V_{in})。USB埠可進一步包含用於藉由USB將資訊傳送至電池充電器系統110之資料端子106。USB藉由包含兩條資料線(D+、D-)、電源(VBUS)及接地(GND)

之四線電纜來傳遞信號及電力。使用兩線(D+、D-)來傳送資料信號。VBUS通常為5伏特。然而，對於高功率網路集線器埠而言，匯流排上之電壓可在4.75 V至5.25 V範圍內，或對於低功率網路集線器埠而言，其可在4.4 V至5.25 V範圍內。在暫態條件下，VBUS供應可下降至4.1 V。因此，切換式充電器可包含切換式穩壓器，該切換式穩壓器經組態以接收至少4.1伏特至5.25伏特範圍內之USB電壓以對電池進行充電。另外，最大輸入電流可為500 mA(針對USB HUB)或100 mA(針對USB HOST)。因此，切換式電池充電器應設計成以100 mA或500 mA之最大輸入電流運作。在一實施例中，電池充電器經程式化以適應不同之最大輸入電流。另外，如下所述，供應至電池之輸出電流可能大於輸入電流以改良充電。在此實例中，USB資料耦合至作為電池充電系統110之一部分包含在內之控制器111。資料可藉由USB資料線106傳遞以便(例如)對充電參數進行組態。USB資料線106可耦合至裝置電子元件102，且明確地說耦合至裝置電子元件中之處理器120。

在一實施例中，USB資料可包含指示可由USB裝置傳遞之最大輸入電流的輸入信號，且切換式電池充電器可接收該信號並對充電器中的電流控制器進行程式化以基於最大輸入電流來設定最大電池電流。舉例而言，電池充電器103可接收對應於USB埠類型之邏輯信號(例如，資料線106上之USB500/100信號)。USB埠類型指示USB埠是HOST還是HUB。因此，邏輯信號對應於最大USB電流。邏輯信號可耦合至電流控制器(例如，藉由經由下文所述之數位控制器對其進行耦合)以設定進入電池中之輸出電流。因此，當邏輯信號處於第一狀態時，到達切換式充電器之最大輸入電流為100 mA(即，USB HOST)，且當邏輯信號處於第二狀態時，到達切換式充電器之最大輸入電流為500 mA(即，USB HUB)。在下文更詳細描述之一實施例中，可藉由產生大於到達切換系統之輸入電流的進入電池中之電流來增強電池充電效率。

舉例而言，在一實施例中，當邏輯信號處於第一狀態時，到達切換式穩壓器之輸入電流可能低於100 mA(例如，USB HOST)，且到達電池之輸出電流大於100 mA。當邏輯信號處於第二狀態時，輸入電流可能低於500 mA且第一輸出電流大於500 mA。

切換式電池充電器系統110可進一步包含資料儲存裝置112，其耦合至切換式充電器103以便組態並控制充電器。資料儲存裝置112可儲存複數個充電參數以便在電池150之充電期間控制充電器103。該等參數可經重新程式化以改變電壓及/或電流或其他用於對電池進行充電之參數，且藉此改良電池充電效率。如本文使用之術語"可程式化"意謂可響應於(例如，藉由匯流排接收到的)數位信號而變化(或可變)。因此，本發明之一些實施例可在不改變實體組件之情況下進行程式化，但本文描述之其他實施例可(例如)藉由改變例如電阻器之實體組件而程式化。資料儲存裝置112可為(例如)揮發性或非揮發性記憶體，且可在不同充電循環中或在單一充電循環期間(當電池正在充電時)對充電參數進行重新程式化。如上文所提及，系統110亦可包含耦合至資料儲存裝置112及充電器103之控制器111。控制器111可用於利用充電參數來程式化資料儲存裝置112。或者，控制器111可儲存充電參數以便直接組態並控制充電器103。例如，可使用數位匯流排(例如，串列或並列)經由控制器111來程式化資料儲存裝置112中之充電參數。因此，可在(例如)電子裝置上或在例如電腦之外部系統上，在軟體的控制下改變充電參數。在一實施例中，數位匯流排耦合至I²C匯流排或通用串列匯流排或使用I²C匯流排或通用串列匯流排而實施。

在一實施例中，充電參數每一者可儲存為複數個數位位元，且不同充電參數可單獨且/或獨立地被程式化。接著可將對應於複數個充電參數之數位位元轉換成類比參數，例如電壓或電流。該類比參數又可耦合至切換式電池充電器103中之節點以視需要修改穩壓器之行爲，並

相應地改變充電的特性。在一實施例中，可使用下文描述之數位-類比轉換器("DAC")將數位位元轉換成類比參數。

在一實施例中，所儲存之充電參數在一值範圍內可能係可變的。因此，例如，可在相應電流或電壓值範圍內對例如恆定電流及/或恆定電壓之充電特性進行程式化。在一實施例中，充電參數值範圍包含至少一最高值、一最低值，及最高值與最低值之間的複數個中間值。因此，可藉由重新程式化資料儲存裝置112中之相應充電參數，將恆定電壓或電流程式化為最高值、最低值或任何中間值。此程式化之一例示性優點係使用一可程式化充電器對具有不同電壓額定值及再充電電流額定值之電池進行充電的能力。

本發明實施例進一步包含根據預定義之軟體演算法來重新程式化一或多個充電參數。用於控制充電過程之軟體可事先寫入並裝載在電子裝置上以動態地控制充電過程。舉例而言，電子裝置101可包含處理器120，該處理器120可為(例如)微處理器或微控制器。處理器120可存取揮發性或非揮發性記憶體(例如，資料儲存裝置112或被包含作為電子裝置101之一部分的另一記憶體)中之充電控制軟體，且可執行用於重新程式化資料儲存裝置112中之充電參數的演算法。該演算法可(例如)在電池正在充電時改變一或多個充電參數，或該演算法可在多個充電循環內改變一或多個充電參數。

本發明實施例可用於多種電子裝置中並用於對多種電池類型及組態進行充電。為了說明本發明某些態樣之優點，將在對鋰離子("Li⁺")電池進行充電之情境中描述一實例。然而，應瞭解，以下實例僅為了說明性目的，且亦可有利地使用本文描述之技術對例如鋰聚合物電池、鎳金屬氫化物電池(nickel metal hydride battery)或鎳鎘電池之其他類型電池(例如，具有不同電壓及充電規格)進行充電。

圖2係根據本發明之一實施例之電池的例示性可程式化充電循

環。圖2中之曲線圖展示描繪在左側垂直軸201上的進入電池中之電流("Iout")及右側垂直軸202上之電池上的電壓("Vbatt")與水平軸203上之時間("t")。虛線204展示隨著時間過去電池上之電壓，且實線205展示進入電池中之電流。此實例說明對深度耗盡之Li+電池進行充電的充電循環。本發明實施例提供對充電循環曲線之一或多個參數的可程式化控制。以兩種基本模式對電池進行充電：電流控制模式，其在此實例中自 $t=0$ 、 t_2 提供恆定電流；及電壓控制模式，其在此實例中自 $t=t_2$ 、 t_3 提供恆定電壓，兩種模式均可在一值範圍內程式化。在此實例中，電池上之電壓初始地低於某一特定臨限值(例如，3伏特)，從而指示電池被深度耗盡。因此，電流控制模式可初始地產生恆定預充電電流210(例如，100 mA)，該恆定預充電電流210可藉由儲存之充電參數來設定使得可在一值範圍內程式化預充電電流。恆定預充電電流210將促使電池電壓開始增加。當電池電壓增加至預充電臨限值211以上時，系統將增加進入電池中之電流控制(例如，達到500 mA)。在一實施例中，亦可使用儲存之充電參數來程式化預充電臨限值211。系統將偵測電池電壓，且若電壓低於預充電臨限值211，則系統將產生恆定預充電電流。當電池電壓增加至預充電臨限值211之程式化值以上時，系統將產生大於預充電電流之恆定電流212。第二恆定電流有時稱為"快速充電"電流。

當快速充電電流正傳遞至電池時，電池上之電壓將繼續如204A處所示而增加。本發明實施例亦允許程式化系統自供應受控電流變為產生受控電壓時所處之臨限值。舉例而言，對應於系統作出自電流控制至電壓控制之變換時所處的臨限值之充電參數可儲存在記憶體中。當電池上之電壓增加至程式化臨限值以上時，系統將自動地變換以向電池提供恆定電壓213。在一實施例中，藉由儲存之充電參數來設定供應至電池之電壓213(即，"浮動"電壓)。可藉由程式化相應儲存之充電參

數，將浮動電壓設定為電壓值範圍內之任何數目的電壓。當電流控制模式期間電池增加至浮動電壓時，系統將變換至電壓控制模式並維持電池處之浮動電壓213。當系統處於電壓控制模式時，進入電池中的電流207將開始減小(即，"縮減"或"下降")。在一些實施例中，可能需要在電流到達某一最小臨限值(即，100 mA)之後關斷充電器。因此，當系統處於電壓控制模式時，可使用儲存之充電參數來偵測電流207。當電流207下降至最小程式化值以下時，系統將自動停閉充電器並結束充電循環。有利地，可在一值範圍內程式化以上參數以使電池使用壽命期間、不同充電循環之間或甚至在單個充電循環期間特定電池之特定特性最佳化。

圖3說明根據本發明之一實施例之程式化電池充電參數的使用。此實例說明本發明之若干特徵。在302處，將對應於電池充電特性之充電參數儲存在可程式化資料儲存元件中。可將充電參數作為複數個數位位元儲存在(例如)暫存器、揮發性記憶體陣列，或非揮發性記憶體元件中。將參數儲存為多個位元允許程式化每一參數之多個值。因此，可在一值範圍內程式化系統參數(例如，電流、電壓或臨限值)以適應較廣範圍之電池特性。在304處，感測電池上之電壓以確定電池電壓高於或是低於程式化預充電臨限值。若電池電壓低於程式化臨限值，則在306處將程式化恆定預充電電流供應至電池。在一實施例中，可在電池正在充電時改變儲存之充電參數。舉例而言，若在308處給定重新程式化指令，則可在310處改變控制恆定預充電電流之充電參數，藉此改變傳遞至電池的預充電電流值。若電池電壓增加至程式化預充電臨限值以上但仍在浮動電壓以下，則在314處供應至電池之恆定電流增加。如316及318處所示，亦可在充電期間藉由重新程式化儲存在系統中的相應充電參數來動態地改變快速充電電流。若電池上之電壓增加至程式化電流控制/電壓控制臨限值，則在322處系統自向電池供應恆定電

流變為提供恆定電壓。在324及326處，亦可在一值範圍內重新程式化浮動電壓。在320處，感測進入電池中之電流，且若縮減之電流下降至程式化臨限值以下，則在328處終止充電。

圖4說明根據本發明之一實施例之電池充電系統。電池充電器400包含切換式穩壓器410，其具有經耦合以接收電源(例如， V_{in})之輸入端子及經由濾波器耦合以將經調節的輸出提供至電池450之輸出端子。在此實例中，切換式穩壓器410之輸出處的切換電壓及電流係經由包括電感器402及電容器403之濾波器予以耦合。將經濾波之輸出電壓及經濾波之輸出電流提供至電池中。藉由將切換式穩壓器410之輸出經由電阻器401("R_{sense}")耦合至電池450來感測切換式穩壓器輸出電流(或電池輸入電流)。此實例進一步包含耦合至切換式穩壓器410之控制輸入的電流控制器420及電壓控制器430。當電池450上之電壓低於程式化臨限值時，電流控制器420係處於作用中狀態。電流控制器420包含分別用於設定預充電電流、快速充電電流及預充電臨限值的儲存之恆定預充電電流參數421、一或多個儲存之恆定快速充電參數422及儲存之預充電臨限值參數423。在此實例中，電流控制器420藉由感測經過電阻器401之電壓來控制電流(例如， C_{sense+} 、 C_{sense-})。當電池450上之電壓高於程式化臨限值時，電壓控制器430係處於作用中狀態。儲存之電池電壓參數431係用於將電流控制設定為電壓控制變換臨限值。在此實例中，電壓控制器430藉由感測電池端子處之電壓(V_{batt})並相應地調節穩壓器410之控制端子，而在電池處維持由參數431設定之恆定電壓。

本發明實施例進一步包含程式化多種與電池充電過程有關之其他參數。舉例而言，系統控制440包含用於程式化電池電流之最小臨限值的終止電流參數。若電池電流下降至由參數441設定之值以下，則充電循環將終止。另外，系統可儲存用於設定計時器442之參數。舉例而

言，可在恆定預充電電流啓始時啓動計時器。可使用可程式化計時器來量測將恆定預充電電流供應至電池之時間。若在計時器達到預定值之後電池上的電壓低於預充電臨限值，則系統可自動終止電流控制並停閉("逾時")，藉此結束充電循環。類似地，可使用程式化參數來量測將快速充電電流供應至電池之時間並設定快速充電電流之"逾時"。

在一實施例中，系統可包含可程式化熱控制。可程式化熱參數444可包含經儲存及使用以控制溫度上之系統操作的溫度下限及溫度上限參數。若電池溫度高於程式化之溫度上限限制或低於程式化之溫度下限限制，則可暫停充電。熱參數444亦可包含偏置控制參數以程式化進入電池溫度感測器中之偏置電流。在一實施例中，電池溫度感測器係外部負溫度係數熱敏電阻。因此，可程式化偏置控制允許使用(例如)具有不同熱敏電阻值之不同電池。在另一實施例中，系統可包含再充電參數443。充電循環之後，電池可自動地再充電("注滿")。舉例而言，當輸入電源仍存在時，浮動電壓可下降至程式化之再充電臨限值以下，將自動啓始新充電循環。

電池充電器400進一步包含數位控制器460，其可使用(例如)微控制器、處理器或狀態機來實施。控制器460可包含(或耦合至)非揮發性記憶體461以便儲存充電參數中之一或多個充電參數。控制器460亦可包含介面462，其用於與外部資源或位於同一電子裝置上之處理器470通信。在一實施例中，充電參數可儲存在非揮發性記憶體461中並傳遞至揮發性儲存裝置。控制器460可與處理器470介接以重新程式化非揮發性記憶體中或揮發性記憶體中之所儲存的參數。舉例而言，處理器470可包含用於改變參數之軟體充電演算法471。處理器可耦合至感測電池電壓及電流之類比至數位電路(未圖示)，且該演算法可(例如)基於電池中之所感測的電流及電壓來改變儲存之參數。

圖5說明根據本發明之一實施例之電池充電系統。電池充電器500

包含切換式穩壓器510，其具有用於接收電源之輸入及經由濾波器耦合至電池550之輸出，該濾波器包括電感器502及電容器503以及電流感測電阻器501。電流控制器520感測電阻器501中之電流並將向穩壓器510的控制輸入提供信號以便維持受控(例如，恆定的)電流。受控電流可藉由作為數位值儲存在暫存器521、522及525中之參數來程式化。舉例而言，暫存器521可儲存數位預充電參數值，且暫存器522可儲存數位快速充電參數值。該等兩個不同值可選擇性地耦合至電流控制器520以設定供應至電池之電流。暫存器525可保存用於設定預充電臨限值之數位值。暫存器525之位元可輸入至數位-類比轉換器("DAC")526，DAC 526可(例如)將位元轉譯成例如電壓之類比參數。DAC 526之電壓輸出可用作參考並與比較器527中之電池電壓進行比較。當電池電壓低於程式化之預充電臨限值時，比較器可使用選擇電路523(例如，多工器)將暫存器521中之所儲存的預充電電流值耦合至DAC 524。DAC 524進而接收對應於預充電電流之數位值並產生用於控制切換式穩壓器之類比參數以傳遞程式化的電流值。當電池電壓增加至暫存器525中程式化值以上時，比較器改變狀態，且選擇電路523將暫存器521中儲存之快速充電電流值耦合至DAC 524。DAC 524進而接收對應於快速充電電流之新數位值並產生用於控制穩壓器之類比參數以傳遞新程式化電流值。應瞭解，以開機路只是一例示性實施方案。在另一實例中，可藉由使用電池電壓驅動分壓器來控制預充電臨限值。分壓器之特定分接頭可由可程式化暫存器以數位方式選擇。選定之分接頭接著可(例如)耦合至比較器並與參考電壓進行比較。

類似地，電壓控制器530耦合至暫存器531以便儲存用於自電流控制模式變為電壓控制模式之臨限值。暫存器531將該臨限值儲存為數位值。暫存器531之數位位元輸入至DAC 532並轉換成用於維持電池上之恆定程式化電壓的類比參數。

在此實例中，使用暫存器541來程式化終止電流值。可藉由電阻器501來感測電池電流 I_{out} ，且可在差分至單端轉換器(differential-to-single ended converter)544中將差分電壓轉換成單端值。可藉由DAC 542將暫存器544中之對應於期望的終止電流之數位值轉換成電壓。可將來自差分至單端轉換器544及DAC 542兩者的電壓輸入至比較器543。當電池電流減小(縮減)至程式化值以下時，比較器可產生信號以停閉控制540並終止充電循環。

電池充電器500包含用於操縱系統中之數位資訊的控制器545。控制器可包含(例如)用於對記憶體或暫存器進行讀取及寫入之電路，以及例如藉由串列或並列匯流排與其他電子元件介接之其他系統控制功能。如上文所提及，例如，可將充電參數儲存在例如EEPROM之非揮發性記憶體546中。在此實例中，參數儲存在非揮發性記憶體546中並傳遞至暫存器521、522、525、531及541。若使用軟體演算法來修改參數，則該演算法可改變暫存器(例如，針對動態程式化)中或非揮發性記憶體(例如，針對靜態程式化)中之參數值。

圖6說明根據本發明之一實施例之電池充電參數。在此實例中，控制器645程式化多種儲存之參數以藉由用儲存在非揮發性記憶體646中的充電參數裝載暫存器來調節充電循環。舉例而言，如上文參看圖5所描述，暫存器641用於與DAC 642、差分至單端轉換器644及比較器643結合來程式化終止電流。另外，暫存器651可用於程式化預充電計時器652，且暫存器661可用於程式化快速充電計時器662。若在程式化時間週期內電池上之電壓未增加至程式化預充電臨限值以上，則計時器652可停閉充電循環。同樣，若在程式化時間週期內電池上之電壓未增加至針對恆定電壓變換臨限值的程式化恆定電流以上，則計時器662可停閉充電循環。

可利用溫度上限及溫度下限參數來程式化暫存器671及674。暫存

器671及674之數位值分別耦合至比較器673及676的輸入，並界定電壓範圍之上限及下限。比較器673及676之其他輸入耦合至偵測電池溫度的熱感測器690。若電池溫度導致高於程式化之溫度上限限制或低於溫度下限限制之電壓，則比較器將停閉充電循環以保護電池。在一實施例中，藉由暫存器677及DAC 678程式化偏置電流679以調節熱感測器上之電壓。在一特定實例中，熱感測器包含負溫度係數熱敏電阻，且可程式化偏置電流以使熱感測電路之溫度範圍最佳化。

圖7係根據本發明之一實施例之例示性充電循環。本實例可用於(例如)其中輸入電壓為USB電力端子之應用中。在以下實例中，充電循環參數中之許多充電循環參數可根據上文描述之技術程式化，且可(例如)經組態並藉由串列或並列匯流排進行充電。充電循環以開機重設(power on reset, "POR")701開始。在702處，感測或以另外方式量測輸入電壓，並將其與電池電壓及增加之偏移量進行比較。在此實例中，若輸入電壓小於電池電壓加上130 mV，則在703處系統終止充電並進入待用模式。若輸入電壓大於電池電壓加上130 mV，則在704處感測並檢查溫度。若確定電池溫度在容許範圍(即， $T(\text{hi}) > T > T(\text{lo})$)外，則系統終止充電。然而，若確定電池溫度在容許範圍內，則充電循環繼續至705。如上文所提及，溫度檢查之特性可為可程式化的。下表1-2說明用於量測電池溫度以及溫度上限及溫度下限參數之偏置電流的例示性程式化：

表1

位元1	位元0	熱敏電阻電流
0	0	100 μA (10k NTC)
0	1	40 μA (25k NTC)
1	0	10 μA (100k NTC)
1	1	0 μA (禁用)

表2

位元2	位元1	位元0	低溫度	位元2	位元1	位元0	高溫度
0	0	0	-20°C	0	0	0	+30°C
0	0	1	-15°C	0	0	1	+35°C
0	1	0	-10°C	0	1	0	+40°C
0	1	1	-5°C	0	1	1	+45°C
1	0	0	0°C	1	0	0	+50°C
1	0	1	+5°C	1	0	1	+55°C
1	1	0	+10°C	1	1	0	+60°C
1	1	1	+15°C	1	1	1	+65°C

在此實例中，系統正自USB電源輸入進行充電。因此，系統預設為100 mA USB模式並等待USB控制器指定USB類型(即，HUB或HOST)。USB HOST可供應最大100 mA，而USB HUB可供應最大500 mA。在706處，系統確定USB主機類型。對於USB HOST而言，恆定快速充電電流將保持設定在預設100 mA位準。對於USB HUB而言，恆定快速充電電流程式化為500 mA最大值。舉例而言，在一實施例中，系統可包含第一暫存器，其儲存充電參數以便以12.5 mA臺階將預充電電流自25 mA程式化為212.5 mA。另一暫存器可用於以25 mA臺階將快速充電電流自125 mA程式化為500 mA。當系統處於HOST模式時，系統禁用快速充電暫存器並抑制自預充電暫存器提供至DAC之位元使得輸出電流無法超過100 mA。

在708處，系統感測電池電壓。在此實例中，在708處系統可首先將電池電壓與可程式化臨限值進行比較以便開始"點滴式充電(trickle charge)"。若電池電壓低於2.16 V，則在709處可產生點滴式電流(例如，3 mA)且計時器切斷(即，無逾時)。根據本發明之一實施例，可藉由儲

存相應充電參數來程式化點滴式充電臨限值及恆定點滴式電流。若電池電壓增加至點滴式臨限值以上，則系統將產生程式化恆定預充電電流並繼續監控電池電壓。只要在710處電池上之電壓低於預充電臨限值，在711處系統就將處於預充電模式。如上所述，可在一值範圍內程式化預充電臨限值。下表說明(例如)可由可程式化暫存器或其他可程式化記憶體中之不同充電參數值(例如，位元0..2)程式化之不同預充電臨限值。

表3

位元2	位元1	位元0	預充電至快速充電電壓臨限值
0	0	0	2.4 V
0	0	1	2.5 V
0	1	0	2.6 V
0	1	1	2.7 V
1	0	0	2.8 V
1	0	1	2.9 V
1	1	0	3.0 V
1	1	1	3.1 V

712處，系統啟動計時器並產生程式化恆定預充電電流。下表說明(例如)可由可程式化暫存器或其他可程式化記憶體中之不同充電參數值(例如，位元0..3)程式化之不同預充電電流。

表4

位元3	位元2	位元1	位元0	預充電電流
0	0	0	0	25 mA
0	0	0	1	37.5 mA
0	0	1	0	50 mA
0	0	1	1	62.5 mA

0	1	0	0	75 mA
0	1	0	1	87.5 mA
0	1	1	0	100 mA
0	1	1	1	112.5 mA
1	0	0	0	125 mA
1	0	0	1	137.5mA
1	0	1	0	150 mA
1	0	1	1	162.5 mA
1	1	0	0	175 mA
1	1	0	1	187.5 mA
1	1	1	0	200 mA
1	1	1	1	212.5 mA

當系統正在供應恆定預充電電流時，在713處系統感測電池電壓。若電池電壓保持在程式化預充電臨限值以下，則系統將繼續供應預充電電流且計時器將繼續運作。若當714處計時器過期時電池電壓保持在預充電臨限值以下，則在715處系統將產生電池故障並在716處終止充電循環。預充電逾時亦係可程式化的。下表說明可由可程式化暫存器或記憶體中之不同充電參數值(例如，位元0..2)程式化之不同逾時。

表5

位元1	位元0	預充電逾時
0	0	2621秒
0	1	5242秒
1	0	10484秒
1	1	禁用

當預充電電流將電池電壓增加至預充電臨限值以上時，在717處系統將切換至"正常"或"快速充電"模式。在此模式下，系統將重設可

程式化快速充電計時器並供應程式化恆定電流，該程式化恆定電流對於USB HUB最大為100 mA，或對於USB HOST最大為500 mA。快速充電計時器亦可如下程式化：

表6

位元1	位元0	快速充電逾時
0	0	20972秒
0	1	41943秒
1	0	83886秒
1	1	禁用

在快速充電期間，在718處再次監控電池上之電壓。當電池上之電壓小於程式化浮動電壓("Vfloat")時，在719處充電系統將調節到達電池之程式化恆定電流。下表說明可針對USB HUB程式化之快速充電電流。USB HOST快速充電電流限於100 mA最大值。此可(例如)藉由使用預充電暫存器進行預充電，並接著在快速充電期間重新程式化暫存器以獲得較高電流來實現。

表7

位元3	位元2	位元1	位元0	快速充電電流
0	0	0	0	125 mA
0	0	0	1	150 mA
0	0	1	0	175 mA
0	0	1	1	200 mA
0	1	0	0	225 mA
0	1	0	1	250 mA
0	1	1	0	275 mA
0	1	1	1	300 mA
1	0	0	0	325 mA

1	0	0	1	350 mA
1	0	1	0	375 mA
1	0	1	1	400 mA
1	1	0	0	425 mA
1	1	0	1	450 mA
1	1	1	0	475 mA
1	1	1	1	500 mA

若在721處電池上之電壓達到浮動臨限值之前，在720處快速充電計時器過期，則在715處系統將公佈電池故障並在716處終止充電循環。然而，若在計時器過期之前電池電壓增加至程式化浮動電壓，則系統將變換為恆定電壓調節模式並設定恆定電壓計時器。提供至電池之浮動電壓亦藉由程式化指令被設定。下表說明可程式化之可用浮動電壓。自下表中可看出，可在充電器之輸出處程式化一電壓範圍。因此，使用本文所揭示技術之電池充電器可適應多種電池或電池條件。

表8

位元4	位元3	位元2	位元1	位元0	浮動電壓
0	0	0	0	0	4.000 V
0	0	0	0	1	4.020 V
0	0	0	1	0	4.040 V
0	0	0	1	1	4.060 V
0	0	1	0	0	4.080 V
0	0	1	0	1	4.100 V
0	0	1	1	0	4.120 V
0	0	1	1	1	4.140 V
0	1	0	0	0	4.160 V
0	1	0	0	1	4.180 V
0	1	0	1	0	4.200 V

0	1	0	1	1	4.220 V
0	1	1	0	0	4.240 V
0	1	1	0	1	4.260 V
0	1	1	1	0	4.280 V
0	1	1	1	1	4.300 V
1	0	0	0	0	4.320 V
1	0	0	0	1	4.340 V
1	0	0	1	0	4.360 V
1	0	0	1	1	4.380 V
1	0	1	0	0	4.400 V
1	0	1	0	1	4.420 V
1	0	1	1	0	4.440 V
1	0	1	1	1	4.460 V
1	1	0	0	0	4.480 V
1	1	0	0	1	4.500 V
1	1	0	1	0	4.520 V
1	1	0	1	1	4.540 V
1	1	1	0	0	4.560 V
1	1	1	0	1	4.580 V
1	1	1	1	0	4.600 V
1	1	1	1	1	4.620 V

當輸出處之電壓維持在程式化浮動電壓時，進入電池中之電流將開始縮減(減小)。在723處充電系統監控電流，且若在恆定電壓調節期間進入電池中之電流減小至程式化終止電流臨限值以下，則在725處系統將終止充電循環。或者，若在724處進入電池中之電流保持在程式化終止臨限值以上的時間長於程式化恆定電壓計時器，則在724處系統可能逾時，在715處產生電池故障，並在716處終止充電循環。若在計時器過期之前電流下降至程式化終止電流臨限值以下，則在725處充電器

將終止充電循環並變換至待用模式。當在待用模式下時，系統將監控電池電壓，且若電池電壓下降至預定義的位準以下(例如，程式化浮動電壓以下100 mV)，則系統可進入"注滿"循環。

圖8說明包含根據本發明之一實施例之切換式穩壓器803的切換式電池充電器801。裝置電子元件802包含自電池850接收電力之電源端子("Vcc")。當電池850耗盡時，可藉由經由切換式穩壓器803及濾波器804將來自電源810之電壓及電流耦合至電池850來對電池850進行再充電。舉例而言，如上文所提及，電源可為(例如)來自USB埠之DC電源。應瞭解，本文描述之技術亦可應用於AC電源。因此，圖8係使用DC電源之一例示性系統。切換式穩壓器803可包含切換裝置821、切換電路("切換器")822、可調節電流控制器823、輸出感測電路825，及輸入感測電路824。切換式穩壓器803與線性穩壓器之區別之處在於，切換式穩壓器803包含切換電路822，其在電晶體821之控制端子處產生切換控制信號822A。舉例而言，切換裝置821可為PMOS電晶體。然而，應瞭解，切換裝置可(例如)使用例如一或多個雙極或MOS電晶體之其他類型裝置來實施。

在電流控制模式下，輸出感測電路825感測進入電池中之輸出電流。電流控制器823耦合至輸出感測電路825以便控制輸出電流。電流控制器823自輸出感測電路接收對應於輸出電流之輸入。電流控制器823使用該等輸入來控制切換電路822，切換電路822進而向切換裝置821之控制端子提供修改輸出電流的信號。例示性切換控制方案可包含對切換裝置821之控制端子進行脈寬調變。切換式穩壓器803之輸出經由濾波器804耦合至電池850的端子。可藉由感測電池電壓或進入電池中之電流來控制電池端子處的電壓或電流。在電流控制模式下，電流控制器823可接收所感測之電池電流並修改控制信號822A以改變切換電路822及切換裝置821的行為，從而將電池電流維持在受控值。類似

地，在電壓控制模式下，電壓控制器(下文描述)可接收所感測之電池電壓並修改控制信號822A以改變切換電路822及切換裝置821的行為，從而將電池電壓維持在受控值。因此，可將進入電池中之電壓及電流維持在受控值。如下文更詳細描述，電流控制器823可包含耦合至電池上之電壓或到達切換式穩壓器的輸入電流之另一輸入，以隨著電池上之電壓增加控制對電池電流進行修改。由於電池電壓或輸入電流均可用於此目的，所以系統可能或可能不包含輸入感測電路824。

在一實施例中，切換式穩壓器803自電源810接收電壓及電流，並將大於自電源接收之電流的充電電流提供至電池。舉例而言，若自電源接收之電壓大於電池電壓，則切換式穩壓器可將大於到達切換式穩壓器之輸入電流的充電電流提供至電池中。當切換式穩壓器之輸入處的電壓大於電池上之電壓時(有時稱為"補償(Buck)"組態)，切換式穩壓器之"理想"電壓-電流關係給定如下：

$$V_{out}=C*V_{in}；及$$

$$I_{out}=I_{in}/C,$$

其中C係常數。舉例而言，在脈寬調變之切換式穩壓器中，C係切換裝置之控制輸入處的切換波形之"工作循環" D。以上等式說明輸出電流係輸入電流、輸入電壓及輸出電壓之函數，如下：

$$I_{out}=I_{in}*(V_{in}/V_{out})。$$

應瞭解，以上等式適用於"理想"補償穩壓器。在實際實施方案中，輸出由於非理想性(即，效率損失)而降級，降級量可約為10%(即，效率 $\eta=90\%$)。以上等式說明進入電池850中之充電電流可能大於輸入電流(即，輸入電壓 V_{in} 大於輸出電壓的情況)。此外，在充電循環開始時，電池電壓比在充電循環中稍後之時間點小。因此，在充電循環開始時，進入電池中的電流可能大於(即，當 V_{in}/V_{batt} 較大時，其中 $V_{batt}=V_{out}$) 在充電循環中稍後之時間點處(即，當 V_{in}/V_{batt} 較小時)進入電池中的

電流。在一實施例中，控制進入電池中之電流(即，切換式穩壓器的輸出電流)並將其設定為初始值，且隨著電池電壓增加，輸出電流減小。以上等式說明隨著電池電壓增加，進入切換式穩壓器中的電流將開始增加以獲得切換式穩壓器的輸出處之給定電流。此效果係由於以上展示之切換式穩壓器上的電壓-電流關係之緣故。舉例而言，若 I_{out} 及 V_{in} 為固定的，則 I_{in} 必須隨著 V_{out} 增加而增加。因此，不同實施例可感測輸出電壓或輸入電流，並隨著電池電壓增加而減小進入電池中之電流。

舉例而言，切換式穩壓器803可在電流控制模式下運作，其中輸出感測電路825感測切換式穩壓器之輸出電流(即，電池輸入電流)，且電流控制器823隨著電池上之電壓增加而控制進入電池中的電流而減小。在一實施例中，電流控制器823可響應於對應於不斷增加之電池電壓的控制信號而減小電池電流，該控制信號以信號通知電流控制器823減小電池電流。在另一實施例中，輸入感測電路824感測到達切換式穩壓器之輸入電流，且電流控制器823響應於對應於不斷增加之輸入電流的控制信號而減小進入電池中之電流。同等地，可監控與輸入電流或電池電壓有關之其他參數以獲得期望之資訊來調節進入電池中的電流。在一實施例中，使用控制器(下文更詳細描述)來響應於第一輸入電流或第一輸出電壓向電流控制器產生一或多個控制信號。控制器係接收所感測的參數(例如，作為類比或數位信號之輸入電流或電池電壓)並向電流控制器823產生一或多個控制信號以調節輸出處的電流之電路。感測電路、控制器及電流控制器可實施為類比電路(整體或部分地)，使得隨著電池上之切換式穩壓器輸出電壓增加而連續地減小切換式穩壓器輸出電流(即，電池充電電流)。在另一實施例中，控制器及/或電流控制器可實施為數位電路(整體或部分地)，使得隨著電池電壓增加而遞增減小電池充電電流。下文描述該等電路之實例。

圖9說明使用根據本發明之一實施例之切換式穩壓器對電池進行

充電。在901處，在切換式穩壓器的輸入處接收輸入電壓及輸入電流。在902處，將切換式穩壓器的輸出處之切換輸出電流及電壓耦合至電池之端子。舉例而言，可經由濾波器將切換式電晶體之輸出端子耦合至電池端子。在903處，在切換式穩壓器之輸出處產生輸出電壓(即，電池電壓)及輸出電流(即，電池輸入電流)。在904處，隨著電池上之輸出電壓增加而減小進入電池中的電流。如上文所提及，切換式穩壓器可藉由直接感測電池電壓、輸入電流或其他相關參數來偵測電池電壓之升高。

圖10A-B說明使用根據本發明實施例之切換式穩壓器對電池進行充電。圖10A中的曲線圖展示描繪在右側垂直軸上之電流及左側垂直軸上的電池上之電壓與水平軸上的時間。線1001展示隨著時間過去電池上之電壓，線1002展示進入電池中之電流，且線1003展示進入切換式穩壓器中之電流。此實例說明對深度耗盡之Li+電池進行充電的充電循環。以兩種基本模式對電池進行充電：電流控制模式($t=0$ 、 t_2)及電壓控制模式($t=t_2$ 、 t_3)。在此實例中，電池上之電壓初始地低於某一特定臨限值(例如，3伏特)，從而指示電池被深度耗盡。因此，電流控制模式可初始地產生恆定預充電電流1010(例如，100 mA)。恆定預充電電流1010將促使電池電壓開始增加。當電池電壓增加至預充電臨限值1020(例如，3伏特)以上時，系統將增加供給至電池之電流。第二電流有時稱為"快速充電"電流。

如圖10A中所示，進入電池中之電流可能大於由切換式穩壓器接收之電流。舉例而言，在快速充電循環開始時，進入電池中的電流可初始地設定為750 mA，而進入切換式穩壓器中之電流為500 mA。因此，隨著電池被充電，電池上之電壓將開始增加。隨著電池電壓增加，進入電池中的電流可減小使得輸入電流保持近似恆定。如上文所提及，若電池上之電壓增加，且若由切換式穩壓器供應之電流保持恆定，

則進入切換式穩壓器中的電流將開始增加。在某些應用中，可能需要將輸入電流保持在某些臨限值以下，使得進入切換式穩壓器中之總電力不會超過電源處可用的總電力。舉例而言，若電源為USB埠，則視USB埠類型(HOST或HUB)而定，最大電流可為100 mA或500 mA。在此實例中，輸入電流維持近似恆定，且進入電池中之電流隨著電池電壓增加而減小。舉例而言，當電池電壓增加至1020B處之3伏特以上時，進入電池中的電流減小至約700 mA。自圖10A可看出，電流隨著電池上之電壓增加而連續減小以維持輸入電流近似恆定。如上文所提及，可使用類比或數位技術來控制電池電流。或者，系統可感測到達切換式穩壓器之輸入電流或電池電壓以實施電池電流控制。

當在時間t2處電池上之電壓增加至臨限值1030A以上時，系統可自動地變換以將恆定電壓(即，"浮動"電壓)提供至電池。當電流控制模式期間電池增加至浮動電壓時，系統將變換至電壓控制模式並維持電池處的浮動電壓。當系統處於電壓控制模式時，進入電池中之電流1030將開始減小(即，"縮減"或"下降")。在一些實施例中，可能需要在電流到達某一最小臨限值1040之後切斷充電器。因此，當電池電流下降至最小值以下時，在時間t3處系統可自動停閉充電器並結束充電循環。

圖10B說明到達切換式穩壓器之輸入電流及由切換式穩壓器提供之電池電流與電池電壓。圖10B中之曲線圖展示描繪在左側垂直軸上的電流及水平軸上之電池電壓。初始地，電池電壓低於某一臨限值(例如，3伏特)，系統處於預充電模式，且切換式穩壓器經設定以向電池提供恆定預充電電流1010A(例如，100 mA)。因此，輸入電流1010B小於電池電流(例如，<100 mA)。當系統變換至快速充電模式(例如，由於電池電壓增加至某一臨限值(例如，3伏特)以上之緣故)時，電池電流可自預充電值重設為最大值1002A(例如，700 mA)。當自切換式穩壓器供應至電池的電流增加時，輸入電流類似地增加至新值1003A(例

如，約475 mA)。然而，隨著電池電壓增加至臨限值以上，若輸出電流保持恆定，則輸入電流將增加。在某些應用中，電源(例如，USB電源)可能不能夠將某一最大值(例如，對於USB而言為500 mA)以上之輸入電流供應至切換式穩壓器。在設定進入電池中的電流時可考慮該最大輸入值。因此，當輸入電流增加至某一臨限值(例如，諸如500 mA之最大容許水平)時，系統可將電池電流重設為小於先前值的新值1002B，使得輸入電流相應地減小至1003B處之臨限值(例如，約450 mA)以下。進入電池中之輸出電流可隨著電池上的輸出電壓增加而遞增減小，使得輸入電流保持在如圖10B中所示之臨限值以下。在一實施例中，輸出電流響應於感測到達切換式穩壓器之輸入電流及確定輸入電流已增加至臨限值以上而遞增減小。在另一實施例中，輸出電流響應於感測電池電壓而遞增減小。

圖11說明根據本發明之一實施例之電池充電系統1100的例示性實施方案。此實例說明一可能之實施方案，其使用數位控制器1145及可程式化記憶體來隨著電池電壓增加而調節電池電流。電池充電器1100包含切換式穩壓器1110，其具有用於自電源接收輸入電壓及電流之輸入。切換式穩壓器1110的輸出經由包括電感器1103及電容器1104之濾波器而耦合至電池1150。電流感測電阻器1101亦可包含在通往電池的電流路徑中。電流控制器1120具有用於感測電池電流之耦合至電流感測電阻器1101的第一端子之第一輸入，及耦合至電流感測電阻器1101的第二端子之第二輸入。在電流控制模式下，電流控制器1120接收所感測之電池電流並向切換式穩壓器1110的控制輸入提供控制信號。在此實例中，電流控制器1120係可調節之電流控制器，且包含接收控制信號以便調節由切換式穩壓器產生之輸出電流的控制輸入1120A。系統1100進一步包含用於充電循環之電壓控制模式的電壓控制器1130。電壓控制器1130包含耦合至電池端子以便感測電池電壓之第一輸入。

在電壓控制模式下，電壓控制器1130之輸出向切換式穩壓器1110產生控制信號。在此實例中，電壓控制器1130係可調節之電壓控制器，且包含用於調節由切換式穩壓器產生之輸出電流的控制輸入1130A。充電系統1100進一步包含資料記憶體，其耦合至電流控制器1120及電壓控制器1130以便如上所述在電流控制模式及電壓控制模式下組態切換式穩壓器。

在此實例中，數位控制器1145用於修改電流控制器1120之控制輸入以隨著電池上的電壓增加而改變電池電流。在一實施例中，可使用感測電路(例如，輸入感測電阻器1102)來感測切換式穩壓器之輸入電流。在此實例中，輸入感測電阻器1102係用於感測由切換式穩壓器接收之第一輸入電流的構件。等效感測構件可包含(例如)電晶體或感應感測技術。電阻器1102之端子經由類比-數位("A/D")轉換器1148耦合至數位控制器1145。在另一實施例中，電池上之電壓可經由A/D 1149耦合至數位控制器1145。多種技術可用於A/D及DAC。在此實例中，DAC 1124、暫存器1122、數位控制器1145及A/D 1148或A/D 1149包括用於響應於第一輸入電流或第一輸出電壓向電流控制器產生控制信號之構件。應瞭解，可使用其他感測及控制電路技術，且電阻器感測、A/D、暫存器及DAC僅係實例。控制器1145接收所感測之輸入電流或輸出電壓並調節電流控制器1120以如上所述控制電池電流。舉例而言，數位控制器1145可用於利用充電參數程式化資料儲存元件，充電參數進而轉換成類比信號並耦合至電流控制器1120之控制輸入1120A。可(例如)使用數位匯流排1141(例如，串列或並列匯流排)經由控制器1145來程式化資料記憶體中之充電參數。因此，可在預定義之軟體演算法的控制下改變充電參數。控制器1145可與切換式穩壓器及切換式電池充電器電路包含在同一積體電路上，或控制器1145可包含在電子裝置中之另一積體電路上。在一實施例中，數位匯流排可(例如)耦合至I²C匯流

排或通用串列匯流排("USB")或使用I²C匯流排或通用串列匯流排("USB")而實施。

隨著電池電壓增加，數位控制器1145可重新程式化暫存器1122以改變電池電流。舉例而言，數位控制器1145可將電池電壓與臨限值進行比較(在軟體中或在硬體中)，並當電池電壓在臨限值以上時重新程式化暫存器1122。隨著電池電壓增加，控制器1145可將電池電壓與不同臨限值進行比較以改變輸出電流。該臨限值可(例如)線性地間隔開，或根據特定系統要求而確定。或者，數位控制器1145可將穩壓器輸入電流與臨限值進行比較(在軟體中或在硬體中)，並當輸入電流在臨限值以上時重新程式化暫存器1122。

圖12說明根據本發明之一實施例之電池充電系統1200的例示性實施方案。此實例說明一可能的實施方案，其使用類比控制器1245來隨著電池電壓增加而調節電池電流。電池充電器1200包含切換式穩壓器1210，其具有用於自電源接收電壓及電流之輸入。切換式穩壓器1210之輸出經由包括電感器1203及電容器1204的濾波器而耦合至電池1250。如針對圖11中之電池充電系統1100所描述，在電流控制模式下，電流控制器1220感測輸出電流並向切換式穩壓器1210之控制輸入提供控制信號以便控制供給至電池的電流。在此實例中，電流感測電阻器1201包含在通往電池之電流路徑中，且電流控制器1220具有用於感測電池電流之耦合至電流感測電阻器1201的第一端子之第一輸入，及耦合至電流感測電阻器1201的第二端子之第二輸入。與圖11中的充電器1100中一樣，電流控制器1220係可調節之電流控制器，且包含接收控制信號以便調節由切換式穩壓器產生之輸出電流的控制輸入1246。系統1200進一步包含用於充電循環之電壓控制模式的電壓控制器1230。電壓控制器1230包含耦合至電池端子以便感測電池電壓之第一輸入。在電壓控制模式下，電壓控制器1230之輸出向切換式穩壓器1210產生

控制信號。

在此實例中，類比控制器1245提供用於響應於第一輸入電流或第一輸出電壓向電流控制器產生控制信號之構件。類比控制器1245可耦合至電池端子以便感測電池電壓或耦合至輸入電流感測電路以便感測到達切換式穩壓器之輸入電流。在此實例中，輸入電流感測電路係耦合至切換式穩壓器1210之輸入的電流感測電阻器1202。在此實例中，類比控制器1245可具有耦合至電池之輸入，或類比控制器1245可包含耦合在感測電阻器1201上之兩個輸入。響應於所感測之輸入電流或電池電壓，類比控制器修改電流控制器1220的控制輸入1246上之一或多個控制信號以改變電池電流。類比控制器1245可使用多種不同輸入或輸出電路技術來感測輸入電流或電池電壓，並依據電流控制器1220之特定實施方案產生適當的信號或多個信號。舉例而言，類比控制器1245可包含(例如)放大器、電流源、限制器及/或比較電路，以便處理所感測之電壓或電流並在電流控制器1220的控制輸入1246上產生一或多個控制信號以調節電池電流。應瞭解，可使用多種感測電路及類比電路。因此，類比控制器1245可響應於所感測之電池電壓輸入或所感測的輸入電流來調節在電流控制模式下產生之電池電流。因此，電流控制器1220可產生大於如上所述進入切換式穩壓器中之電流的進入電池中之電流。電流控制器1220可感測到達電池之輸入電流及來自類比控制器1245之控制信號，且電池電流可隨著電池上的電壓增加而減小。

圖13係根據本發明之一實施例之電池充電器的實例。電池充電器1300包含電壓控制器1301、電流控制器1302及切換式穩壓器1303，切換式穩壓器1303耦合至電晶體1307(例如，PMOS電晶體)以便控制耦合在輸入端子1308與輸出端子1309之間的電壓及電流。電流控制器1302包含用於感測藉由輸出電流感測電阻器(例如，0.1歐姆電阻器)之電流的第一輸入端子1310及第二輸入端子1311。端子1310耦合至電阻器之

正端子，該正端子耦合至電晶體 1307 之端子 1309，且端子 1311 耦合至電阻器之負端子，該負端子耦合至電池(在切換式穩壓器中，端子 1309 耦合至電感器，且電感器之另一端子可耦合至端子 1310)。電流控制器 1302 進一步包含控制輸入 1350，其用於響應於在端子 1310 與 1311 之間感測的電流來控制由切換式穩壓器產生之電流量。電流控制器 1302 之輸出耦合至穩壓器 1303 的輸入。電壓控制器 1301 包含(例如)耦合至電池之電池感測輸入端子 1312，及可耦合至 DAC 之控制輸入 1351。電壓控制器 1301 之輸出亦耦合至切換式穩壓器 1303 之輸入。切換式穩壓器 1303 可包含誤差放大器 1304，其具有耦合至參考電壓 1314(例如，1 伏特)之第一輸入及耦合至電壓控制器 1301 及電流控制器 1302 的輸出之第二輸入端子。誤差放大器 1304 之輸出(例如)耦合至切換電路 1305 之輸入，例如脈寬調變("PWM")電路之工作循環控制輸入。應瞭解，可使用多種切換技術來實踐本發明。節點 1313 係穩壓器之負反饋節點。因此，在電流控制或電壓控制下，迴路將把節點 1313 驅動為與誤差放大器之參考電壓(例如，1 伏特)相同的電壓。

圖 14 係根據本發明之一實施例之電壓控制器的實例。電壓控制器 1400 僅為可用於實踐本發明不同實施例之控制電路的一實例。在此實例中，電池感測端子 1401 耦合至待充電之電池。第二輸入端子 1402 耦合至控制輸入(例如，數位-類比轉換器之輸出)("Vctrl")以便將電池端子處的電壓設定為程式化電壓值。端子 1402 可經由 Vctrl 耦合至儲存充電參數之暫存器或記憶體以設定電池處之電壓。可藉由改變充電參數來調節電池電壓，藉此在不同值的範圍內改變端子 1402 處之電壓。舉例而言，如上文所提及，電壓控制器 1400 之輸出 DIFF 將被驅動為與誤差放大器參考相同的電壓(其在此實例中為 1 伏特)。包含放大器 1404 及 1405 之差分求和網路及電阻器 1406-1412 之網路在輸出處的電壓 DIFF、電池電壓 BSENSE 及電壓 Vctrl 之間建立以下關係：

$$\text{DIFF} = \text{BSENSE} - (2.45 \text{ V} + \text{Vctrl})。$$

因此，當反饋迴路將DIFF驅動為1伏特時，電池電壓係Vctrl上的電壓之函數。

$$\text{當 DIFF}=1 \text{ 伏特時}；\text{BSENSE}=3.45 + \text{Vctrl}。$$

因此，可藉由改變耦合至設定Vctrl的DAC之輸入的位元的數位值來程式化電池電壓。

圖15係根據本發明之一實施例之電流控制器的實例。電流控制器1500僅為可用於實踐本發明不同實施例之控制電路的一實例。在此實例中，正及負電流感測端子1502-1503耦合在待充電之電池的輸入處的感測電阻器上。控制輸入端子1501耦合至控制電壓("Vctrl")以便響應於數位或類比控制器來設定進入電池中之受控電流。舉例而言，Vctrl可自類比電路接收響應於輸出電壓或輸入電流之類比電壓以便隨著電池電壓增加而減小電池電流。或者，端子1501可經由數位-類比轉換器("DAC")耦合至儲存充電參數之暫存器或記憶體以設定進入電池中的電流。數位控制器可藉由改變充電參數來響應於電池電壓或輸入電流而調節電池電流，藉此在不同值的範圍內改變端子1501處之電壓。作為實例，如上文所提及，電流控制器1500之輸出DIFF將被驅動為與誤差放大器參考相同的電壓(其在此實例中為1伏特)。包含放大器1505及1506之差分求和網路及電阻器1507-1514的網路在輸出處之電壓DIFF、由電壓量測到之電池電流CSENSE+及CSENSE-及控制電壓之間建立以下關係：

$$\text{DIFF} = \text{R2/R1}(\text{CSENSE+} - \text{CSENSE-}) + \text{Vctrl}。$$

因此，當反饋迴路將DIFF驅動為1伏特時，電池電流係Vctrl上的電壓之函數。

$$\text{當 DIFF}=1 \text{ 伏特且 R2/R1}=5 \text{ 時}；(\text{CSENSE+} - \text{CSENSE-}) = (1 \text{ V} - \text{Vctrl})/5。$$

因此，可藉由改變控制電壓(例如，藉由改變耦合至DAC的輸入之位元的數位值)來改變由切換式穩壓器供應至電池之電流。雖然圖13-14中之開機路使用差分求和技術，但應瞭解，可使用其他電流及/或電壓求和技術來感測輸出電池電流及電壓並產生控制信號以驅動切換式穩壓器之控制輸入。

參看圖13-15，本發明之一特徵可包含使用"有線-或(wired-OR)"組態將電流控制器及電壓控制器之輸出連接至切換式穩壓器。舉例而言，在一實施例中，電壓控制器1400中之放大器1405的輸出下拉電晶體(output pull-down transistor)及電流控制器1500中之放大器1506的輸出下拉電晶體係"弱(weak)"裝置。舉例而言，用於自DIFF節點汲取電流之裝置遠遠小於放大器1405及1506中之用於將電流供給至DIFF節點中的裝置。在電流控制模式期間，若電池電壓低於節點1402處之控制電壓值(例如，針對電壓控制臨限值之程式化電流控制)，則放大器1405之正輸入(BSENSE)低於負輸入，且放大器1405之輸出將試圖自DIFF汲取電流。然而，電流控制器放大器1506之輸出將在正方向上驅動DIFF節點。因此，因為放大器1405之下拉輸出弱於放大器1506之上拉輸出(pull-up output)，所以系統將由恆定電流控制器1500支配。類似地，當電池上之電壓(BSENSE)增加至放大器1405之正輸入與負輸入相等的點時，電壓控制器將起支配作用。在此點處，藉由感測電阻器之電流將開始減小，且放大器1506之輸出將開始下拉。然而，因為放大器1506之下拉輸出弱於放大器1405之上拉輸出，所以系統將由恆定電壓控制器1400支配。

圖16說明根據本發明之一實施例之例示性類比控制器。電流控制器1620包含耦合至"Csense+"之第一輸入及耦合至"Csense-"之第二輸入。此處，Csense+耦合至輸出電流感測電阻器的正端子，且Csense-耦合至輸出電流感測電阻器之負端子。電流控制器1620將向切換式穩

壓器 1601 之控制輸入 1604 產生控制信號。切換式穩壓器 1601 包含切換電路 1603，切換電路 1603 進而向切換式電晶體 1602 之閘極產生切換信號(例如，脈寬調變信號)(切換式穩壓器 1601 亦可包含已爲了說明性目的而省略之誤差放大器)。電流控制器 1620 進一步包含控制輸入 V_{ctrl} 。 V_{ctrl} 處之電壓可用於控制電池電流。在此實例中，電流控制器 1620 之控制輸入處的電壓由電流源 1645 設定至電阻器 1646 ("R1") 中。當系統處於預充電模式時，由電流源 1645 提供之電流可能小於當系統處於快速充電模式時所提供之電流。當系統初始地進入快速充電模式時，進入電阻器 1646 中之電流可對應於最大期望輸出電流來設定 V_{ctrl} 處之最大電壓。快速充電循環開始時之最大輸出電流可藉由設計選擇以多種方式設定，包含選擇電阻器 1646。電壓 V_{sense} 源自切換式穩壓器輸入電流或電池電壓。初始地。當快速充電模式開始時，電壓 V_{sense} 偏置電晶體 1648 瀕臨於傳導。隨著電池上之電壓增加，或隨著到達切換式穩壓器之輸入電流增加， V_{sense} 將增加。隨著 V_{sense} 增加，電晶體 1648 將接通並傳導電流(即， $V_{sense}/R2$)，此將自電阻器 1646 竊取電流，藉此促使電流控制器 1620 之控制輸入處的電壓減小。因此，隨著 V_{ctrl} 減小，電流控制器 1620 減小由切換式穩壓器 1601 產生之輸出電流。因此，隨著電池電壓增加，或隨著輸入電流增加， V_{sense} 將促使電流控制器 1620 減小輸出電池電流。

以上描述說明本發明各種實施例連同關於可如何實施本發明之態樣的實例。以上實例及實施例不應認爲係僅有之實施例，且其被提供以說明如由所附申請專利範圍所界定之本發明的靈活性及優點。基於以上揭示內容及所附申請專利範圍，熟習此項技術者將明顯可見其他組態、實施例、實施方案及等效形式，且可在不脫離由申請專利範圍所界定之本發明的精神及範疇之情況下使用其他設置、實施例、實施方案及等效形式。本文已使用之術語及表達用於描述各種實施例及

實例。不應將該等術語及表達解釋為排除所展示及描述之特徵或其部分的等效形式，認為可能在所附申請專利範圍之範疇內作出各種修改。

【符號說明】

100	系統
101	電子裝置
102	裝置電子元件
103	切換式電池充電器
104	濾波器
105	電源端子
106	資料端子/資料線
110	電池充電系統/電源
111	控制器
112	資料儲存裝置
120	處理器
130	電腦
131	USB埠/通用串列匯流排埠
150	電池
201	垂直軸
202	垂直軸
203	水平軸
204	虛線
205	實線
207	電流/恆定電壓充電電流
210	預充電電流
211	預充電臨限值
212	恆定電流/恆定電流充電電流

213	電壓
401	電阻器
402	電感器
403	電容器
410	切換式穩壓器
420	電流控制器
421	預充電電流參數
422	快速充電參數
423	預充電臨限值參數
430	電壓控制器
431	電池電壓參數
440	系統控制
441	參數
442	計時器
443	再充電參數
444	熱參數
450	電池
460	數位控制器
461	非揮發性記憶體
462	介面
470	處理器
471	充電演算法
500	電池充電器
501	電阻器
502	電感器
503	電容器

510	切換式穩壓器
520	電流控制器
521	暫存器
522	暫存器
523	選擇電路
524	數位-類比轉換器
525	暫存器
526	數位-類比轉換器
527	比較器
530	電壓控制器
531	暫存器
532	數位-類比轉換器
540	停閉控制
541	暫存器
542	數位-類比轉換器
543	比較器
544	差分至單端轉換器
545	數位控制器
546	NV記憶體/非揮發性記憶體
550	電池
640	停閉控制
641	暫存器
642	數位-類比轉換器
643	比較器
644	差分至單端轉換器
645	數位控制器

646	NV記憶體/非揮發性記憶體
651	暫存器
652	預充電計時器
661	暫存器
662	快速充電計時器
671	暫存器
673	比較器
674	暫存器
676	比較器
677	暫存器
678	數位-類比轉換器
679	偏置電流
690	熱感測器
801	切換式電池充電器
802	裝置電子元件
803	切換式穩壓器
804	濾波器
810	電源
821	切換裝置
822	切換器
822A	控制信號
823	電流控制器
824	輸入感測電路
825	輸出感測電路
850	電池
1001	線

1002	線
1002A	最大值
1002B	新值
1003	線
1003A	新值
1010	預充電電流
1010A	預充電電流
1010B	輸入電流
1020	預充電臨限值
1030	電流
1030A	臨限值
1040	臨限值
1100	電池充電系統
1101	電流感測電阻器
1102	輸入感測電阻器
1103	電感器
1104	電容器
1110	切換式穩壓器
1120	電流控制器
1120A	控制輸入
1121	暫存器
1122	暫存器
1123	選擇電路
1124	數位-類比轉換器
1125	暫存器
1126	數位-類比轉換器

1130	電壓控制器
1130A	控制輸入
1131	暫存器
1141	數位匯流排
1145	數位控制器
1146	記憶體
1147	NV記憶體/非揮發性記憶體
1148	類比-數位轉換器
1149	類比-數位轉換器
1150	電池
1200	電池充電系統
1201	電流感測電阻器
1202	電流感測電阻器
1203	電感器
1204	電容器
1210	切換式穩壓器
1220	電流控制器
1230	電壓控制器
1245	類比控制器
1246	控制輸入
1250	電池
1300	電池充電器
1301	電壓控制器
1302	電流控制器
1303	切換式穩壓器
1304	誤差放大器

1305	切換電路
1307	電晶體
1308	輸入端子
1309	輸出端子
1310	第一輸入端子
1311	第二輸入端子
1312	電池感測輸入端子
1313	節點
1314	參考電壓
1350	控制輸入
1351	控制輸入
1400	電壓控制器
1401	電池感測端子
1402	第二輸入端子
1404	放大器
1405	放大器
1406	電阻器
1407	電阻器
1408	電阻器
1409	電阻器
1410	電阻器
1411	電阻器
1412	電阻器
1500	電流控制器
1501	控制輸入端子
1502	正電流感測端子

1503	負電流感測端子
1505	放大器
1506	放大器
1507	電阻器
1508	電阻器
1509	電阻器
1510	電阻器
1511	電阻器
1512	電阻器
1513	電阻器
1514	電阻器
1601	切換式穩壓器
1602	切換式電晶體
1603	切換電路
1604	控制輸入
1620	電流控制器
1645	電流源
1646	電阻器
1648	電晶體

申請專利範圍

1. 一種電池充電設備，其包含：
 - 一切換式穩壓器，其包含一第一端子及一第二端子；
 - 一電池；及
 - 一濾波器，其耦合在該切換式穩壓器之該第二端子與該電池之間；及其中該切換式穩壓器自一電源接收一輸入電流及一輸入電壓並經由一濾波器提供一經濾波之輸出電流至該電池，
 - 其中當該電池上之電壓小於該輸入電壓時，該經濾波之輸出電流大於進入該切換式穩壓器之該第一端子之該輸入電流，及
 - 其中該經濾波之輸出電流隨著該電池上之一電壓增加而減小，以維持該輸入電流低於一第一值。
2. 如請求項1之設備，其中當該電池上之一電壓低於一臨限值時，該切換式穩壓器可操作在一電流控制模式中，且其中當該電池上之該電壓增加高於該臨限值時，該切換式穩壓器可操作在一電壓控制模式中。
3. 如請求項1之設備，其中減小該經濾波之輸出電流以使得該輸入電流維持近似恆定。
4. 如請求項1之設備，其中當該輸入電流增加至一臨限值時，減小該經濾波之輸出電流。
5. 如請求項1之設備，其進一步包含一輸入電流感測電路。
6. 如請求項5之設備，其進一步包含一輸出電流感測電路，其中基於該輸入電流及該經濾波之輸出電流以減小該經濾波之輸出電流。
7. 如請求項1之設備，其進一步包含一電流控制器，其具有經耦合

以感測該經濾波之輸出電流之一第一輸入，並具有經耦合以感測該電池上之該電壓之一第二輸入，其中基於該電池上之該電壓及該經濾波之輸出電流以減小該經濾波之輸出電流。

8. 如請求項1之設備，其中在一電流控制模式中減小該經濾波之輸出電流。
9. 如請求項8之設備，其中該電流控制模式係一輸出電流控制模式。
10. 如請求項1之設備，其中該經濾波之輸出電流係連續地減小。
11. 如請求項1之設備，其中該經濾波之輸出電流係遞增地減小。
12. 如請求項1之設備，其中在一預充電模式操作之後且在轉換至一恆定電壓充電模式操作之前，減小該經濾波之輸出電流。
13. 如請求項1之設備，其進一步包含一誤差放大器，其中該誤差放大器之至少一輸入係耦合至一輸入電流感測電路。
14. 如請求項13之設備，其中該誤差放大器之至少一輸入係耦合至一輸出電流感測電路。
15. 如請求項14之設備，其中該誤差放大器之至少一輸入係耦合至該電池之該電壓。
16. 如請求項1之設備，其中減小該輸出電流以使得進入該切換式穩壓器之總電力不超過可來自該電源之總電力。
17. 一種用以充電一電池之方法，其包含：

自一電源在一切換式穩壓器之一第一端子接收一輸入電流及一輸入電壓；

經由一濾波器而自該切換式穩壓器之一第二端子提供一經濾波之輸出電流；及

隨著該電池上之一電壓增加而減小該經濾波之輸出電流以維持該輸入電流低於一第一值，

其中當該電池上之該電壓小於該輸入電壓時，該經濾波之輸出

電流大於該輸入電流。

18. 如請求項17之方法，其中當該電池上之一電壓低於一臨限值時，該切換式穩壓器可操作在一電流控制模式中，且其中當該電池上之該電壓增加高於該臨限值時，該切換式穩壓器可操作在一電壓控制模式中。
19. 如請求項17之方法，其中減小該經濾波之輸出電流以使得該輸入電流維持近似恆定。
20. 如請求項17之方法，其中當該輸入電流增加至一臨限值時，減小該經濾波之輸出電流。
21. 如請求項17之方法，其進一步包含偵測該輸入電流。
22. 如請求項21之方法，其進一步包含感測該經濾波之輸出電流，其中基於該輸入電流及該經濾波之輸出電流以減小該經濾波之輸出電流。
23. 如請求項17之方法，其進一步包含感測該電池上之該電壓及該經濾波之輸出電流，其中基於該電池上之該電壓及該經濾波之輸出電流以減小該經濾波之輸出電流。
24. 如請求項17之方法，其中在一電流控制模式中減小該經濾波之輸出電流。
25. 如請求項24之方法，其中該電流控制模式係一輸出電流控制模式。
26. 如請求項17之方法，其中該經濾波之輸出電流係連續地減小。
27. 如請求項17之方法，其中該經濾波之輸出電流係遞增地減小。
28. 如請求項17之方法，其中在一預充電模式操作之後且在轉換至一恆定電壓充電模式操作之前，減小該經濾波之輸出電流。
29. 如請求項17之方法，其進一步包含將對應於一經感測之輸入電流之一第一信號耦合至一誤差放大器之至少一輸入。

30. 如請求項29之方法，其進一步包含將對應於一經感測之輸出電流之一第二信號耦合至該誤差放大器之至少一輸入。
31. 如請求項30之方法，其進一步包含將對應於一經感測之電池電壓之一第三信號耦合至該誤差放大器之至少一輸入。
32. 如請求項17之方法，其中減小該輸出電流以使得進入該切換式穩壓器之總電力不超過可來自該電源之總電力。

圖式

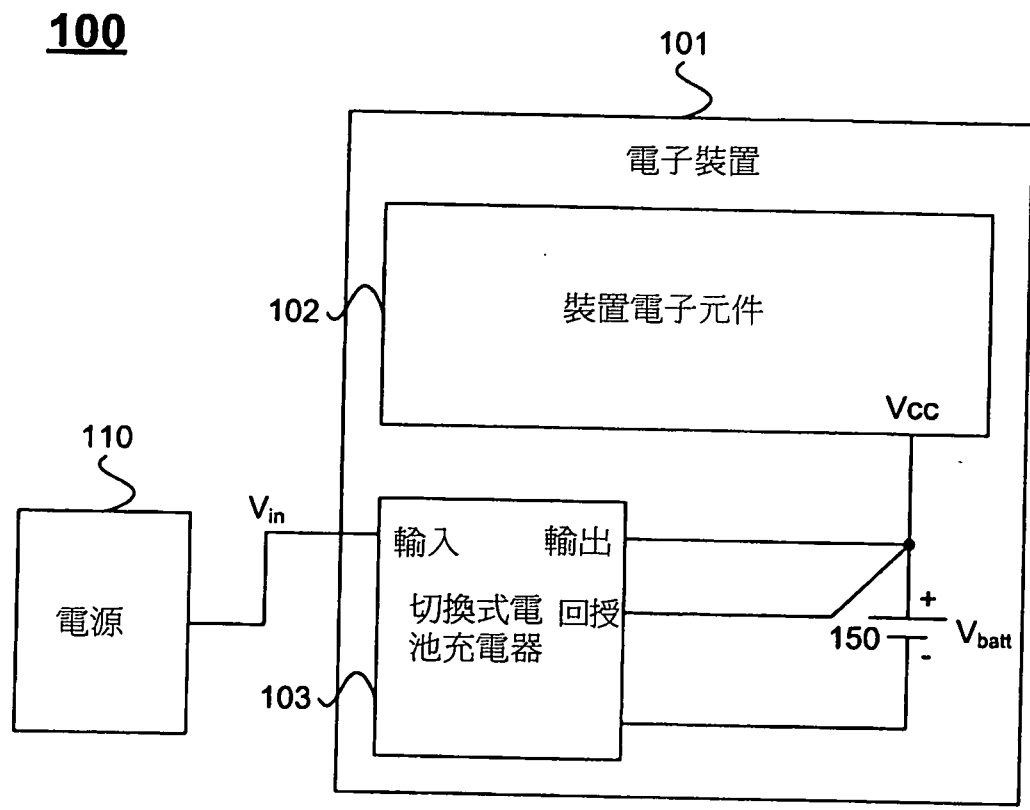


圖1A

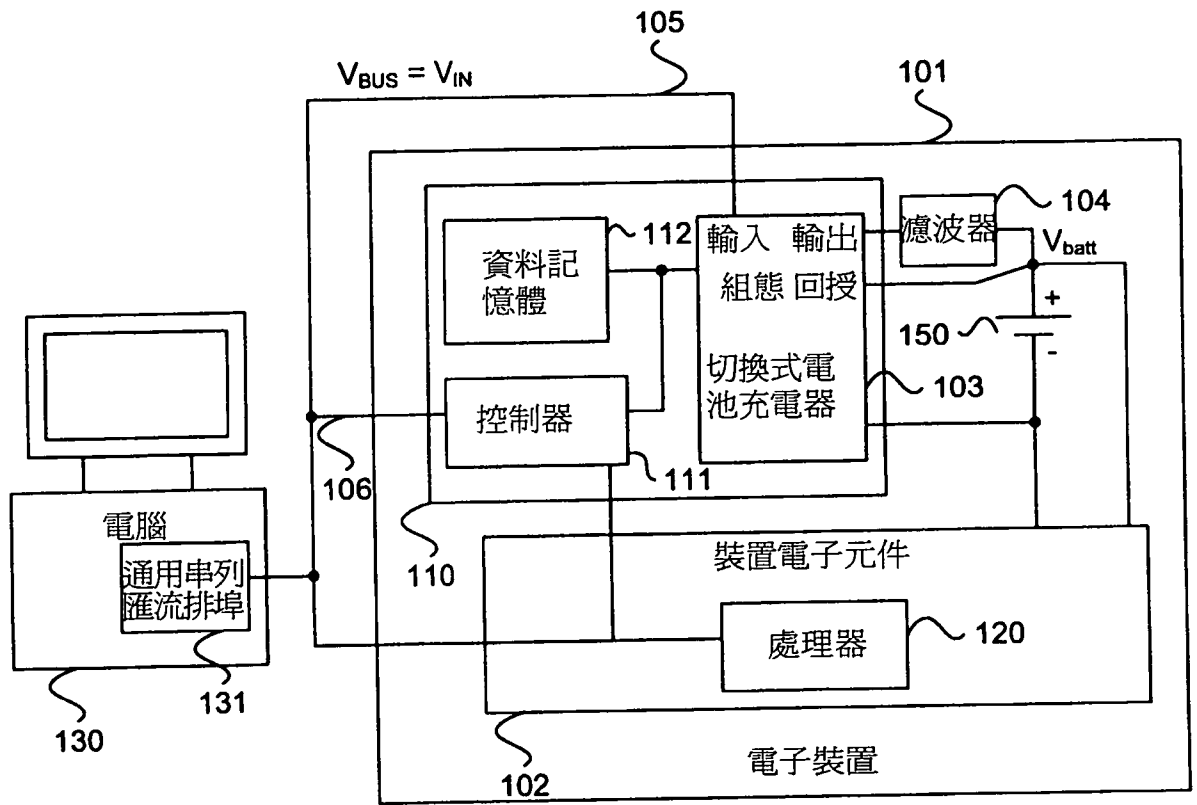


圖1B

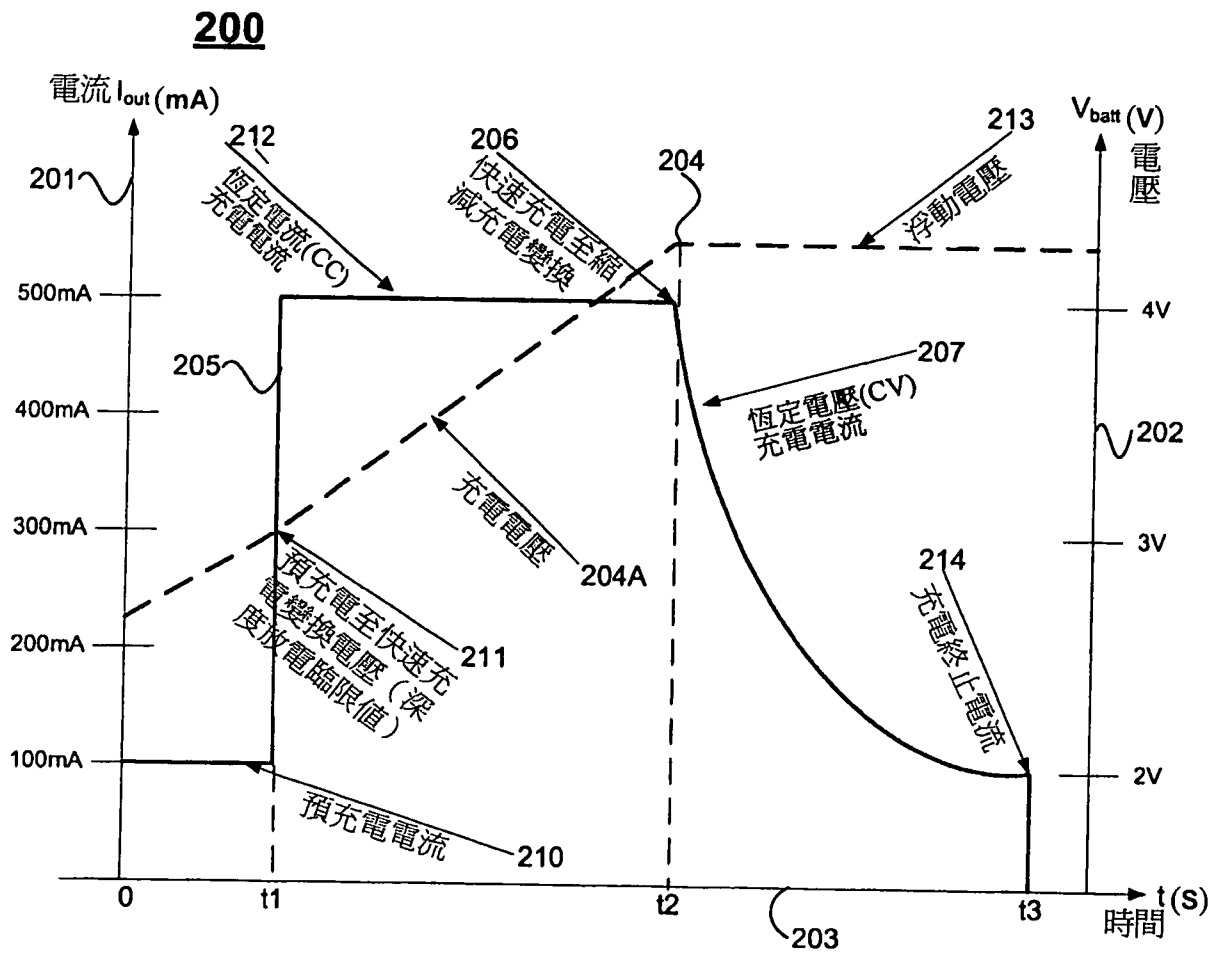


圖2

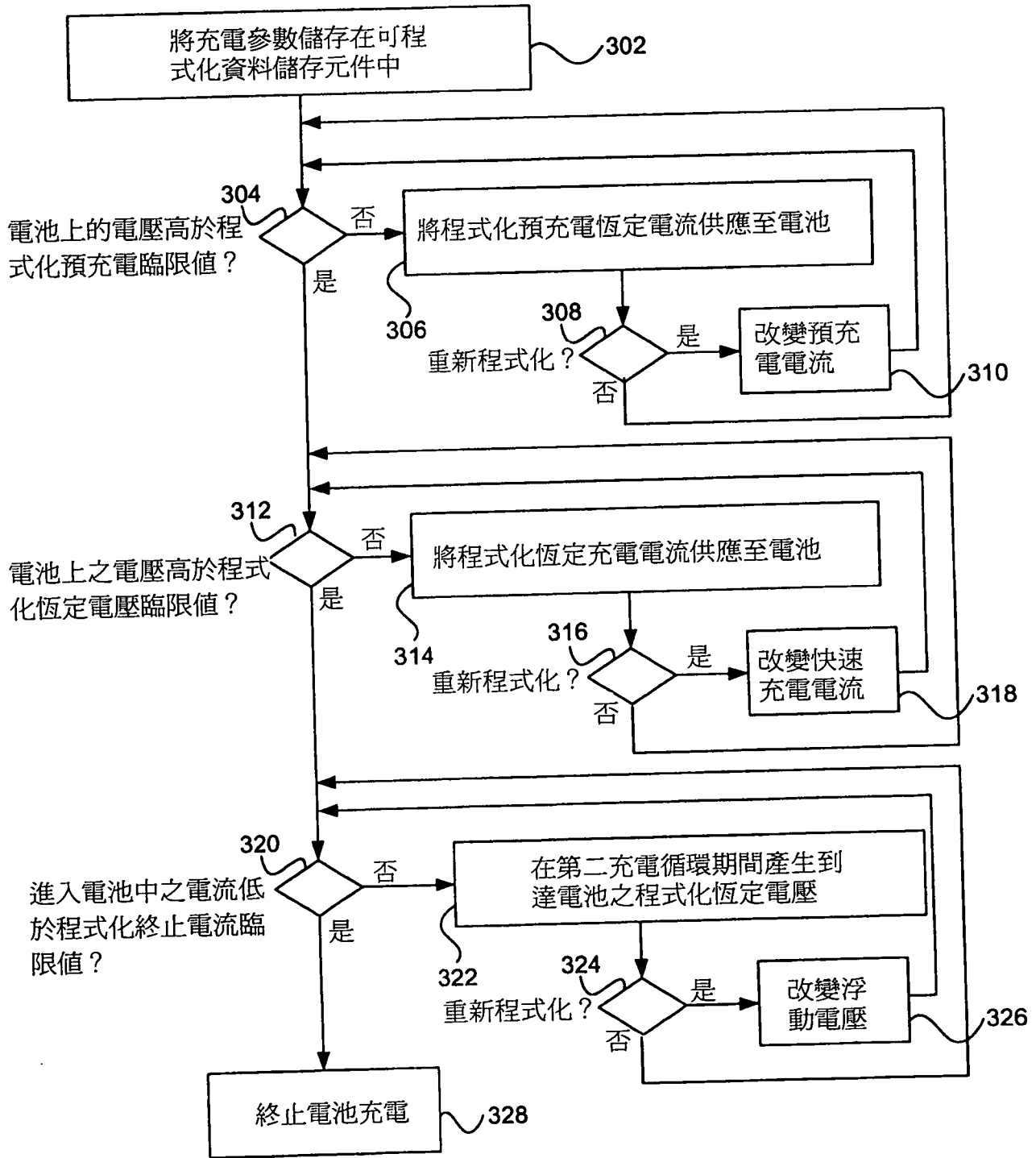


圖3

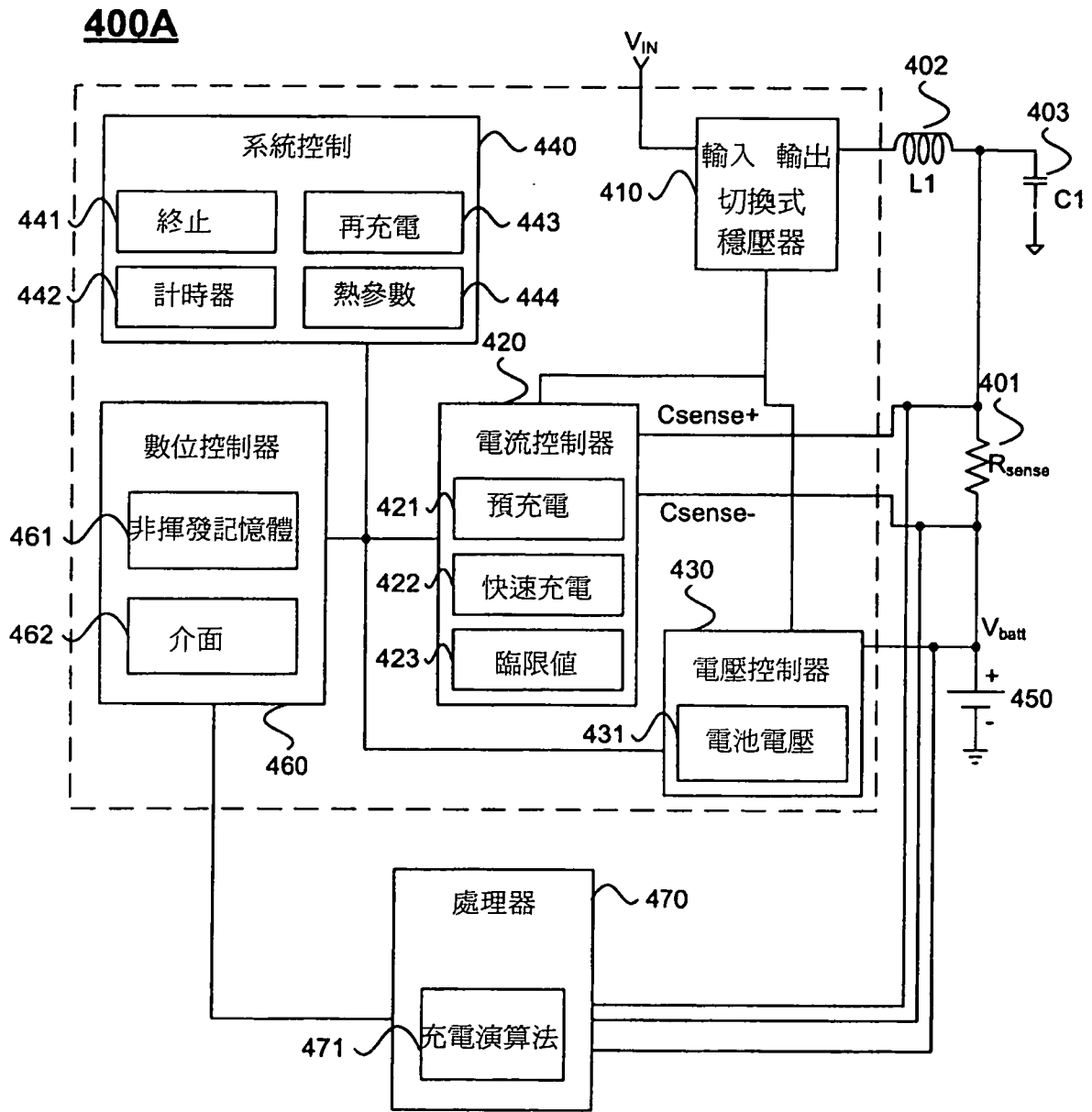


圖4

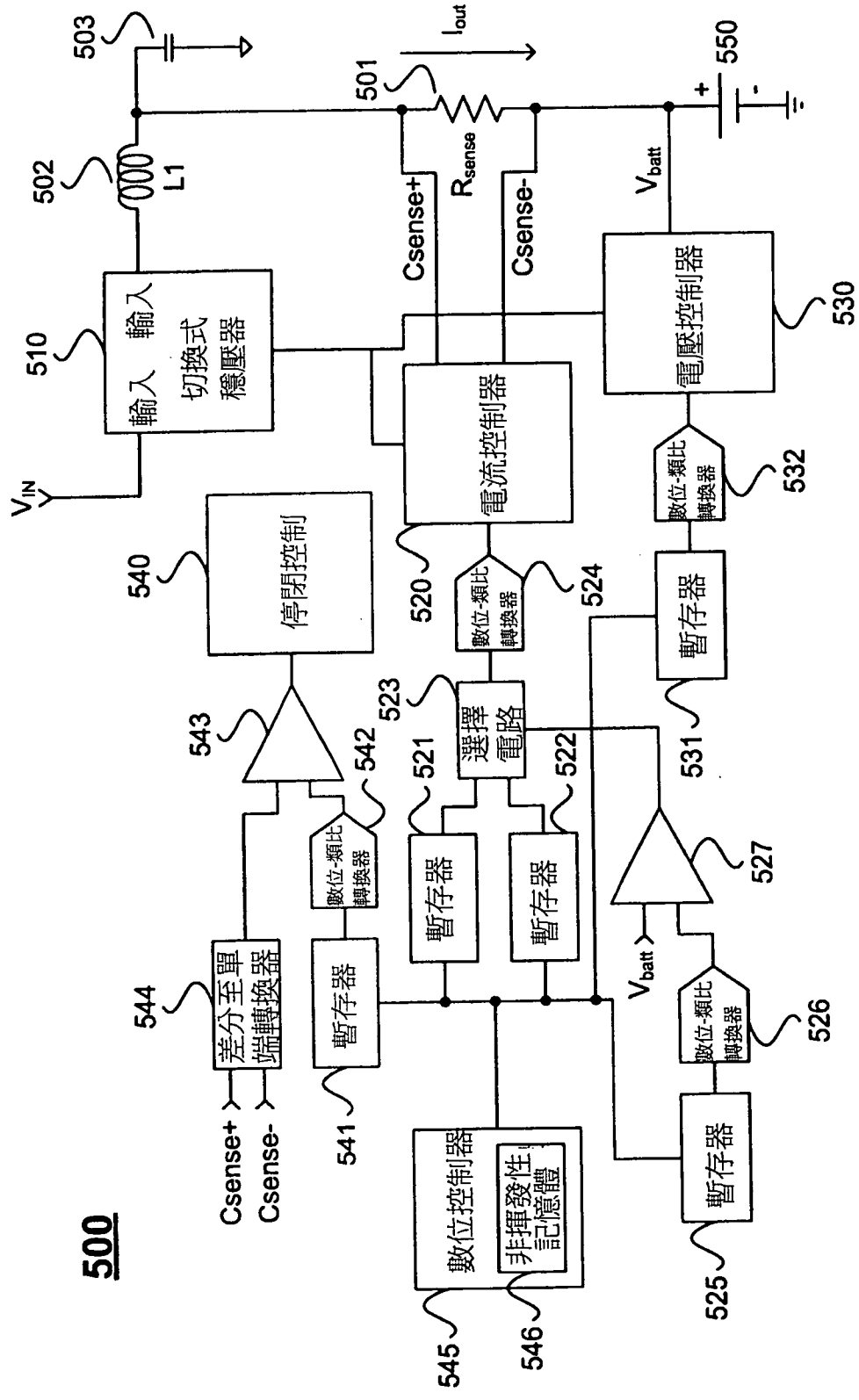


圖5

500



600

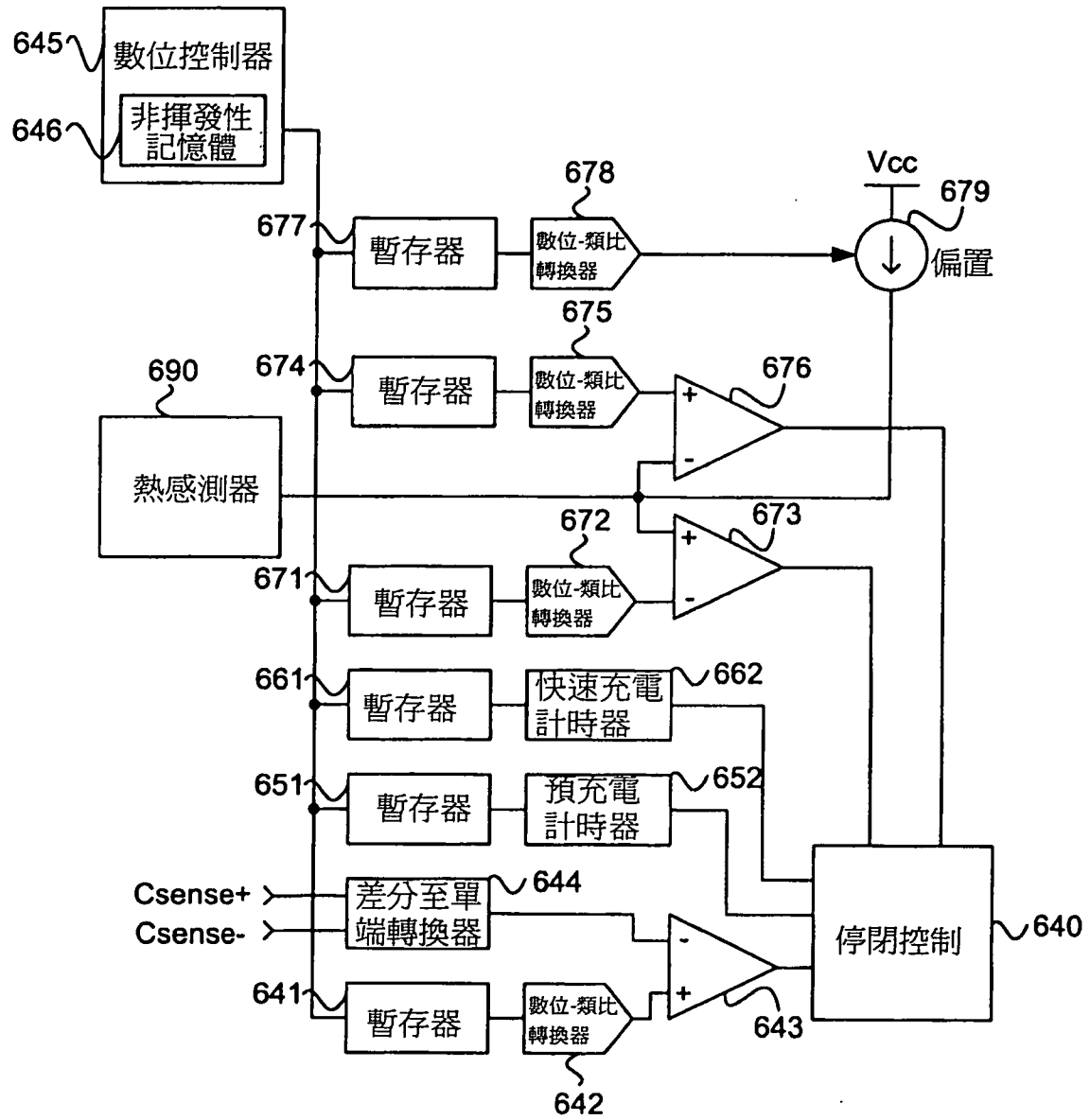


圖6

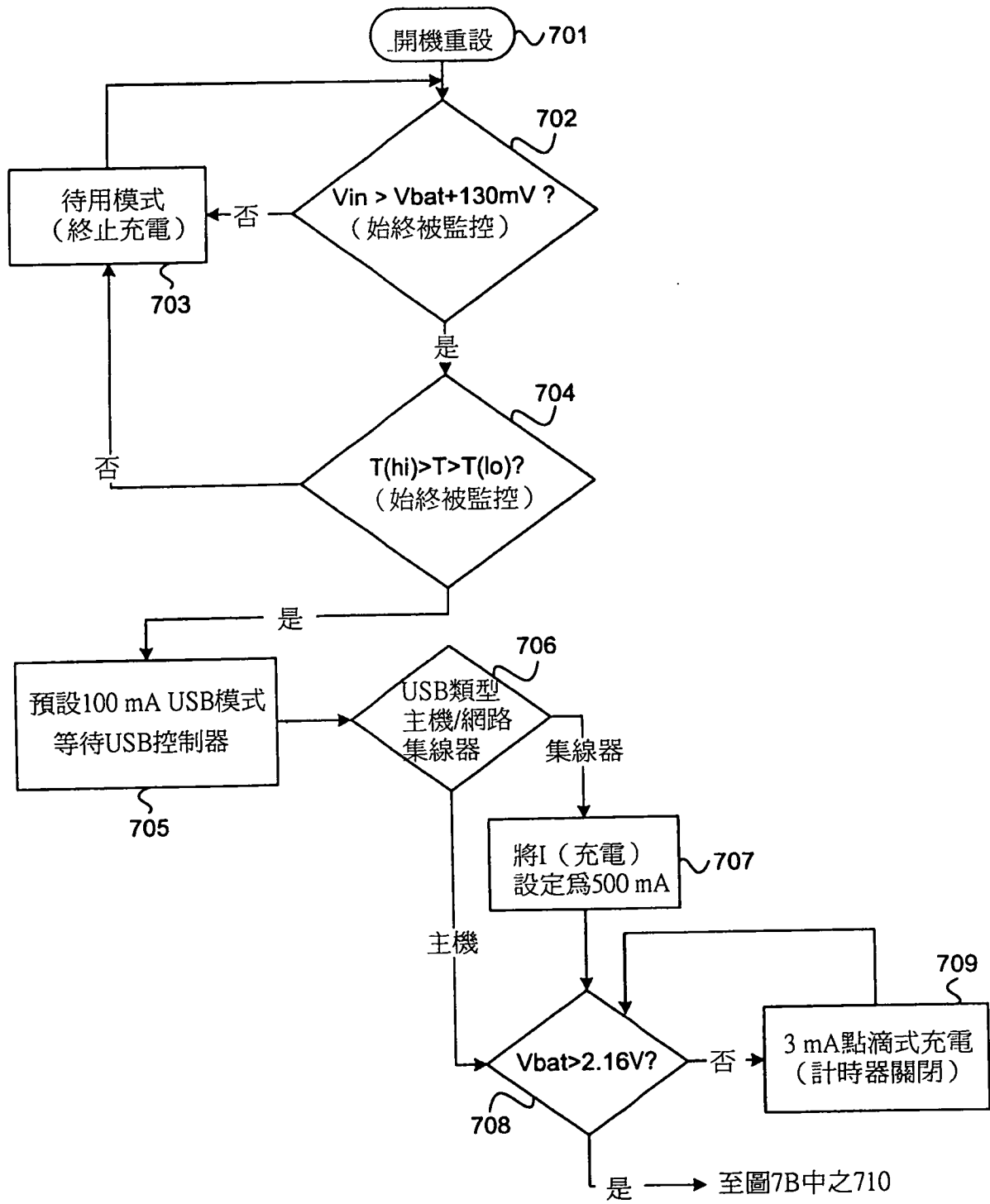


圖7A

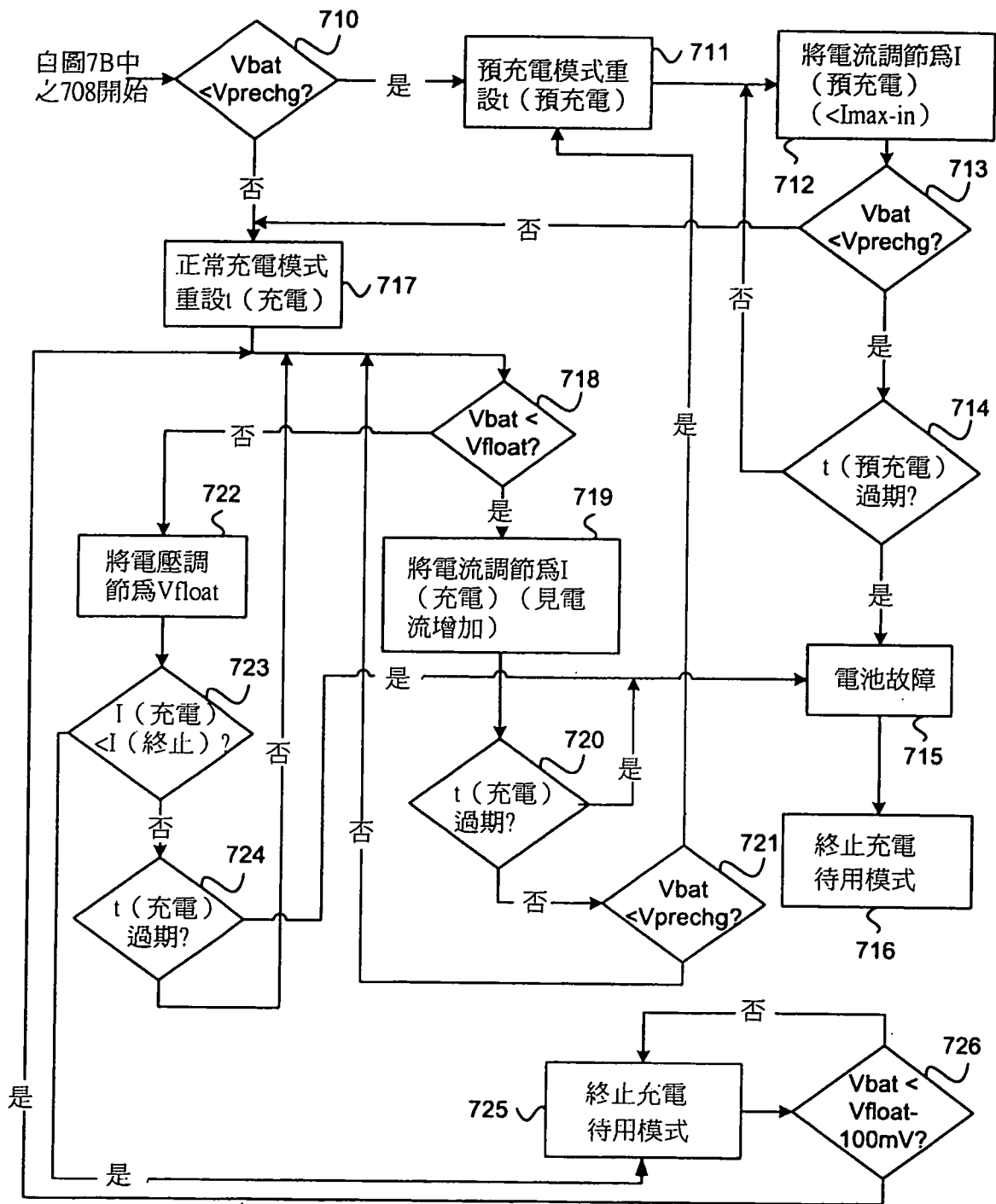


圖7B

800

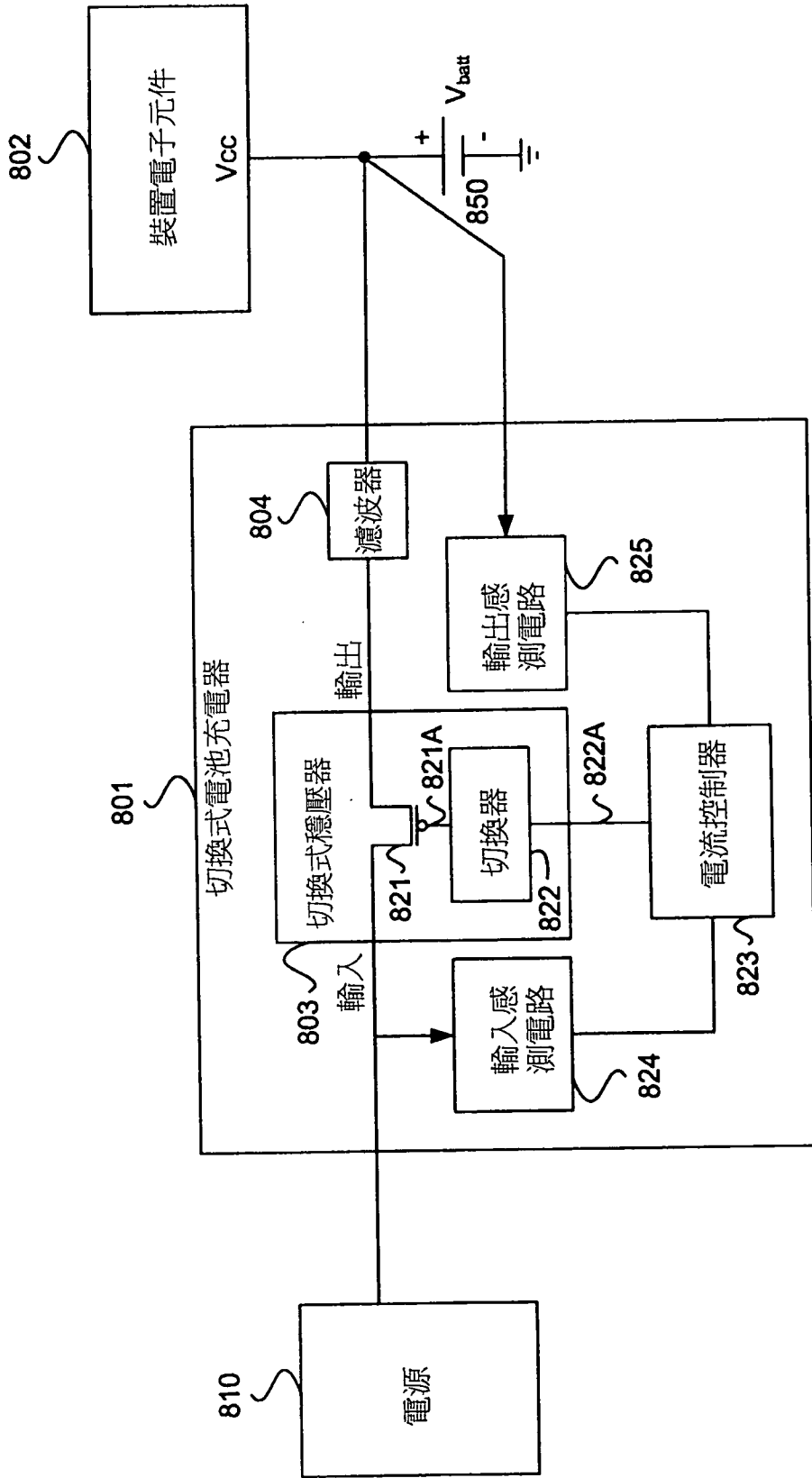


圖8



900

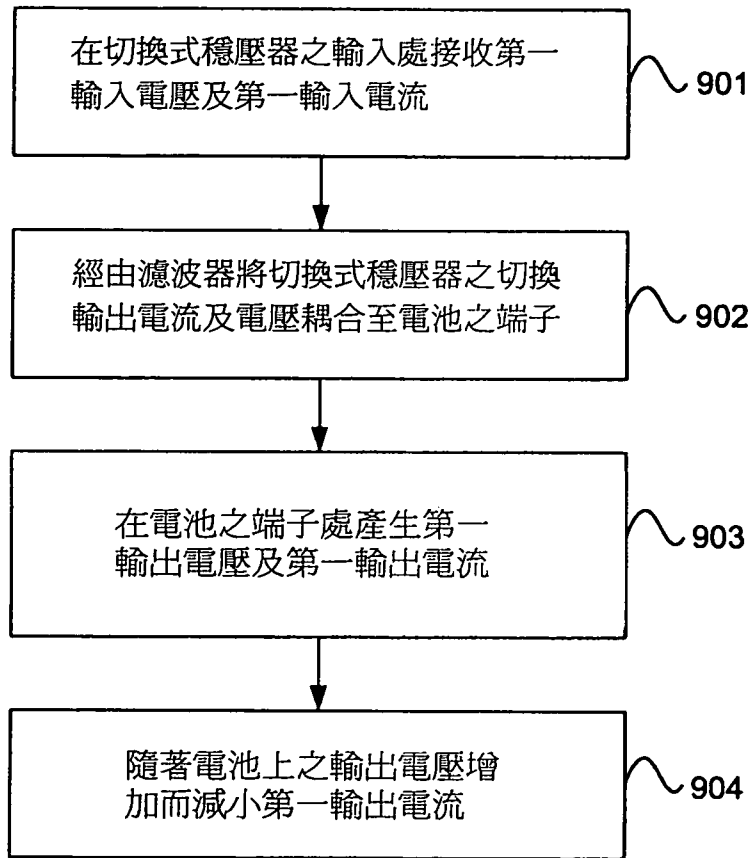


圖9

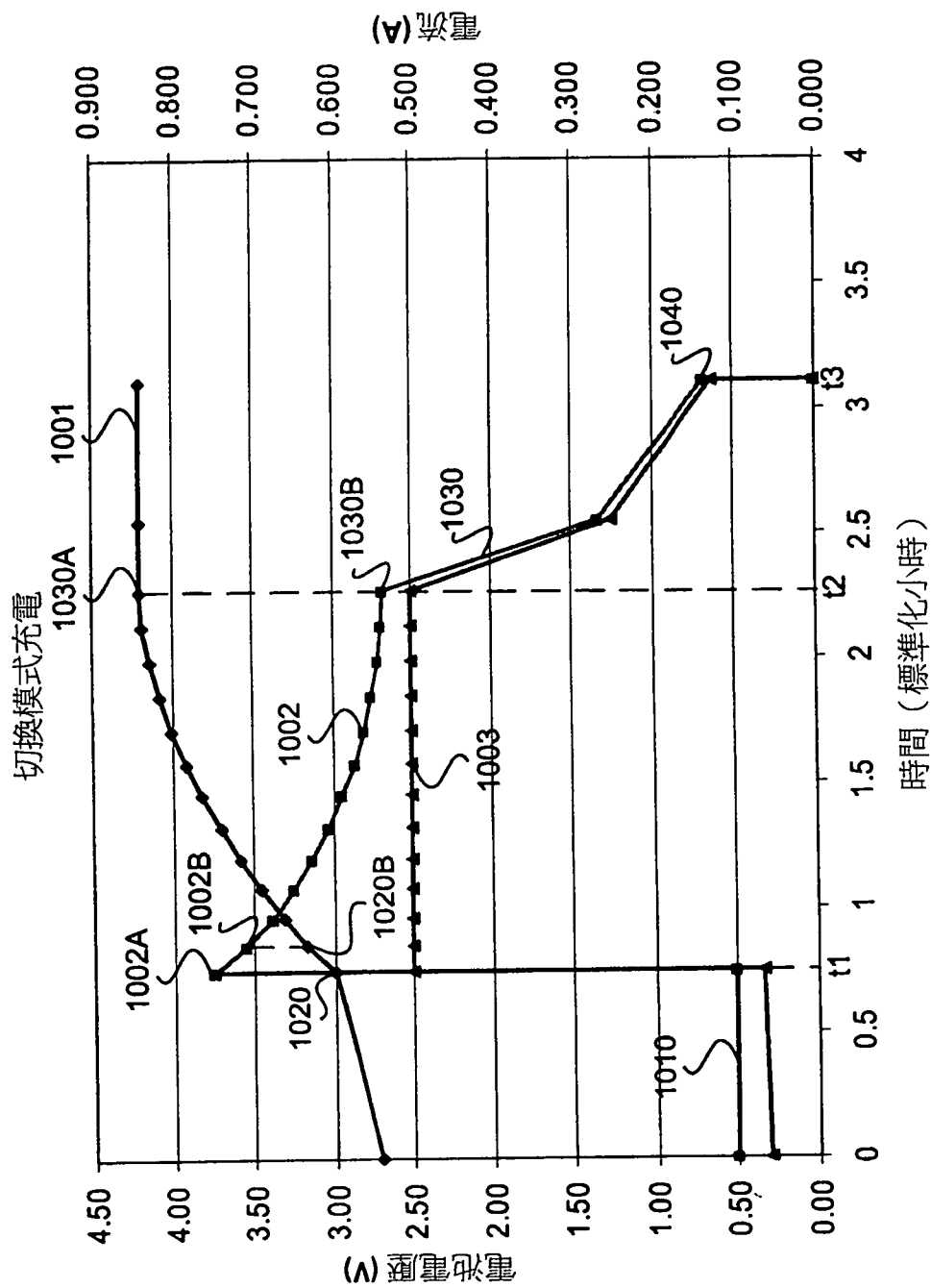


圖10A



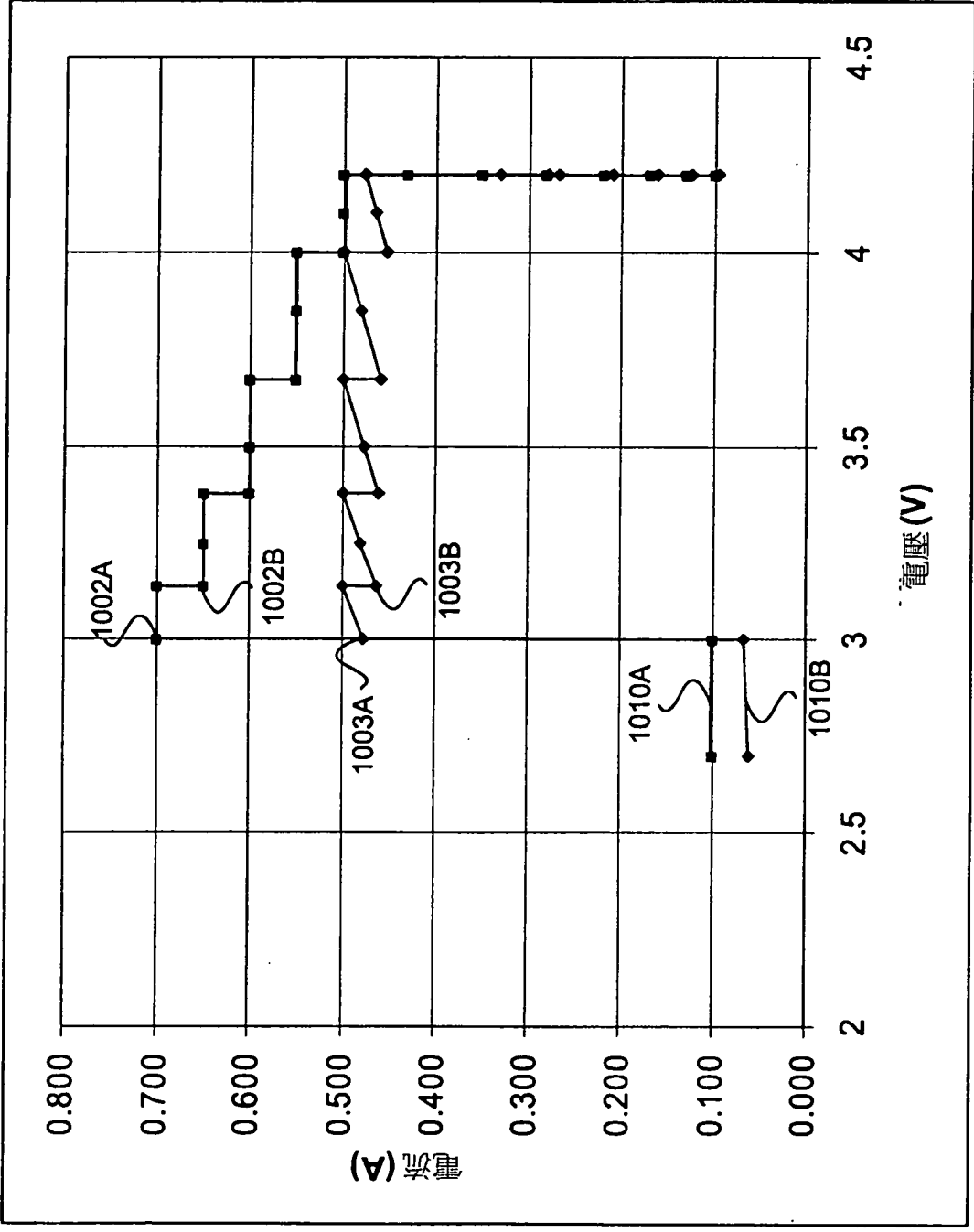


圖10B

1100

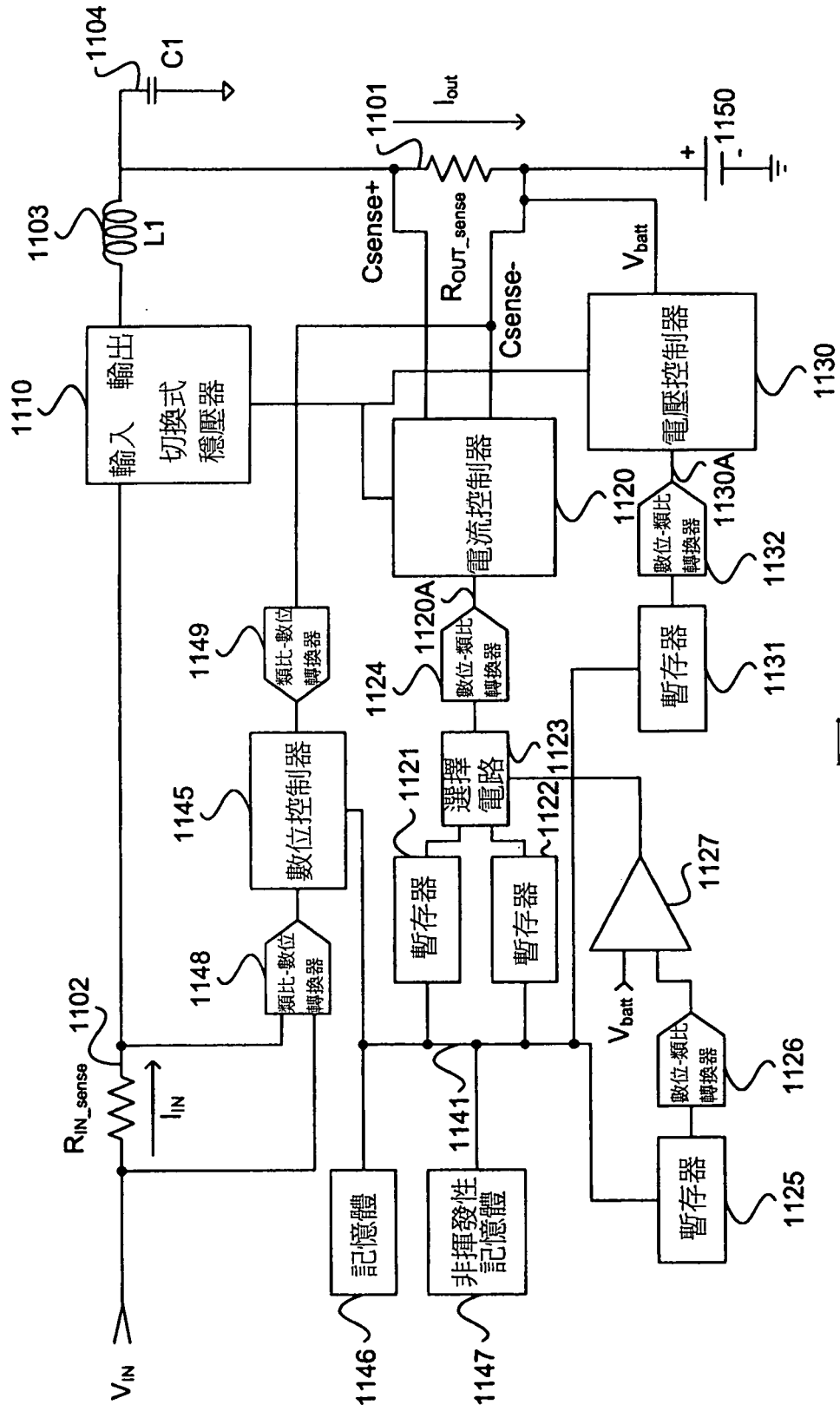


圖11



1200

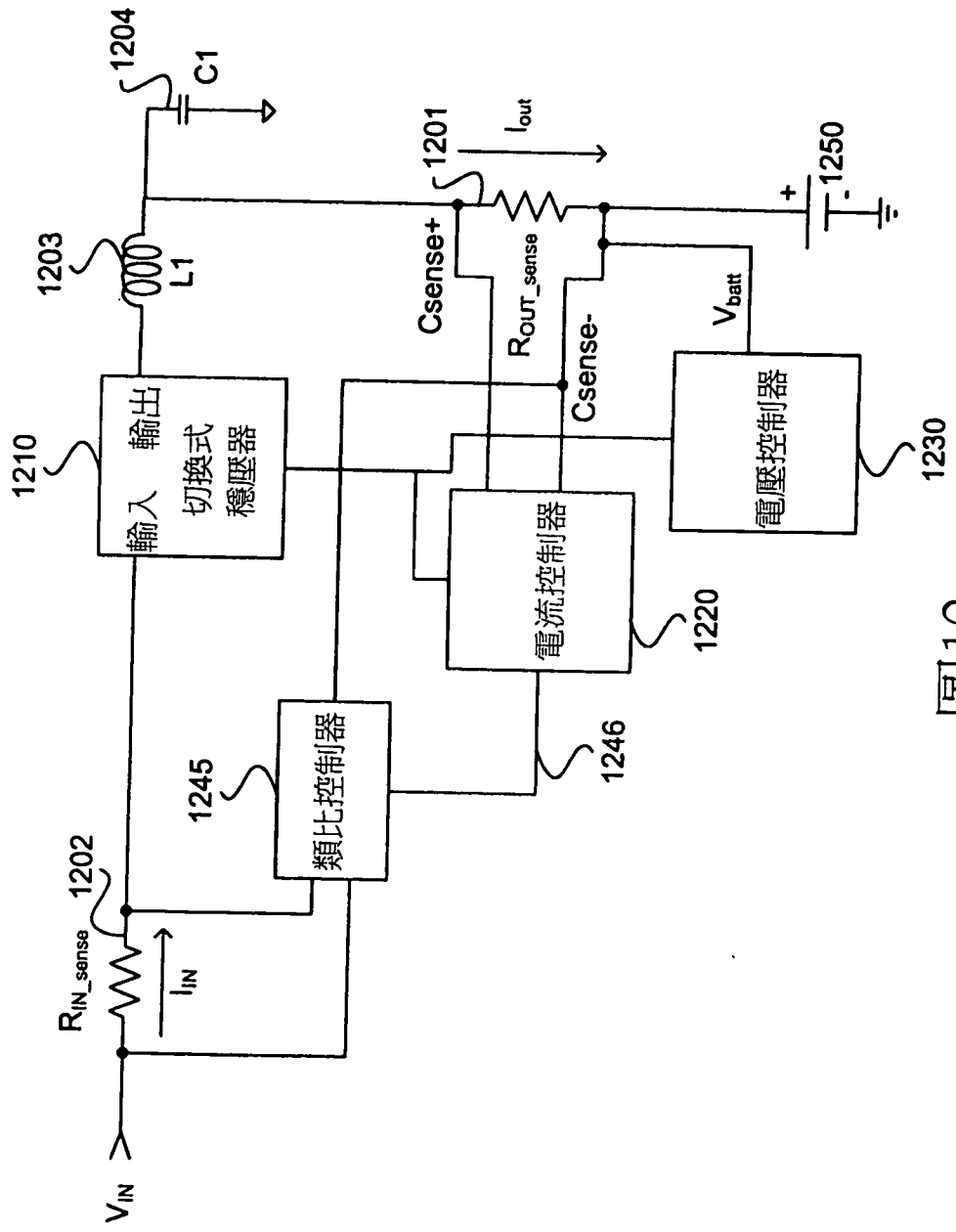


圖12

1300

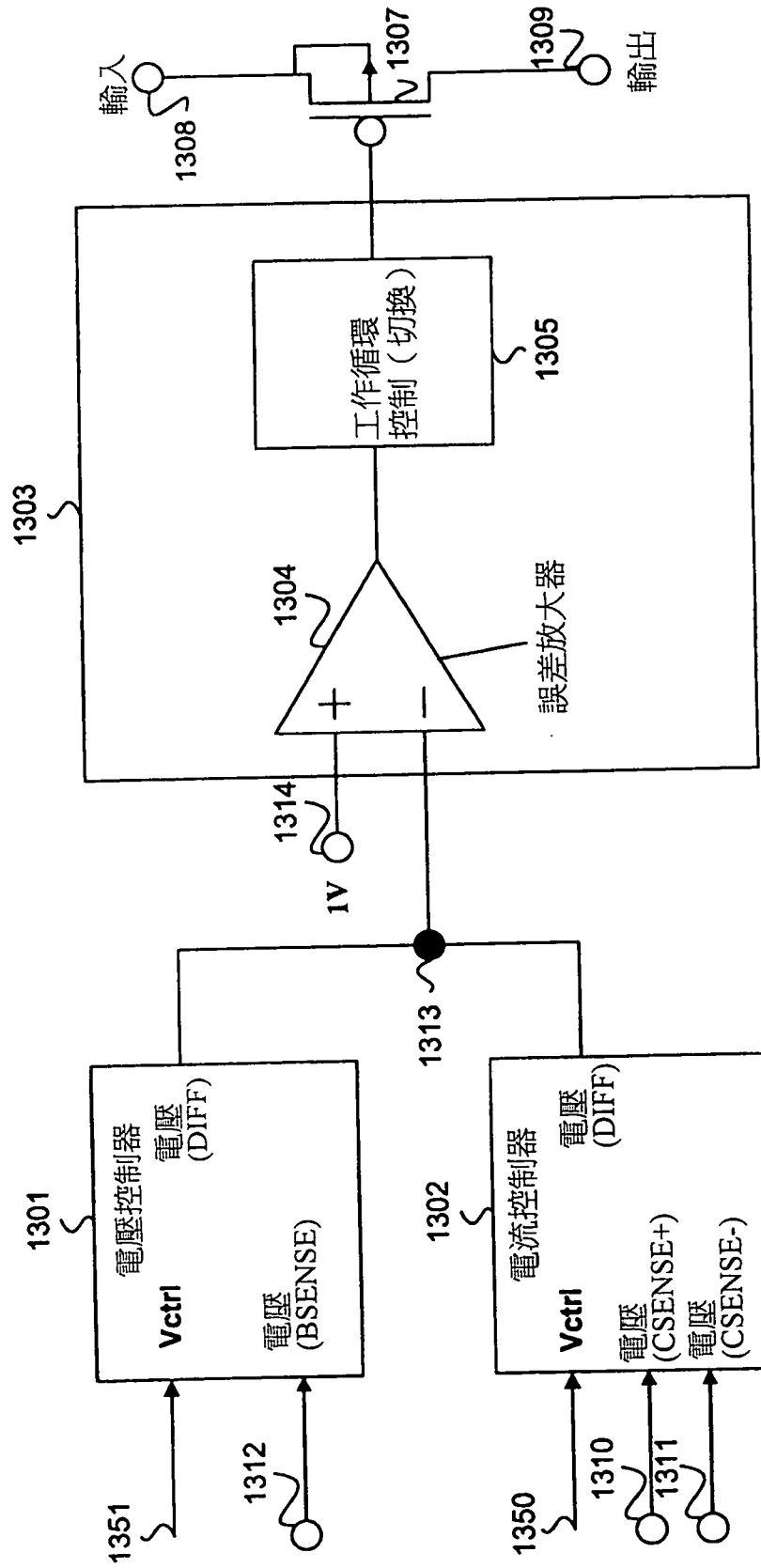


圖13



1400

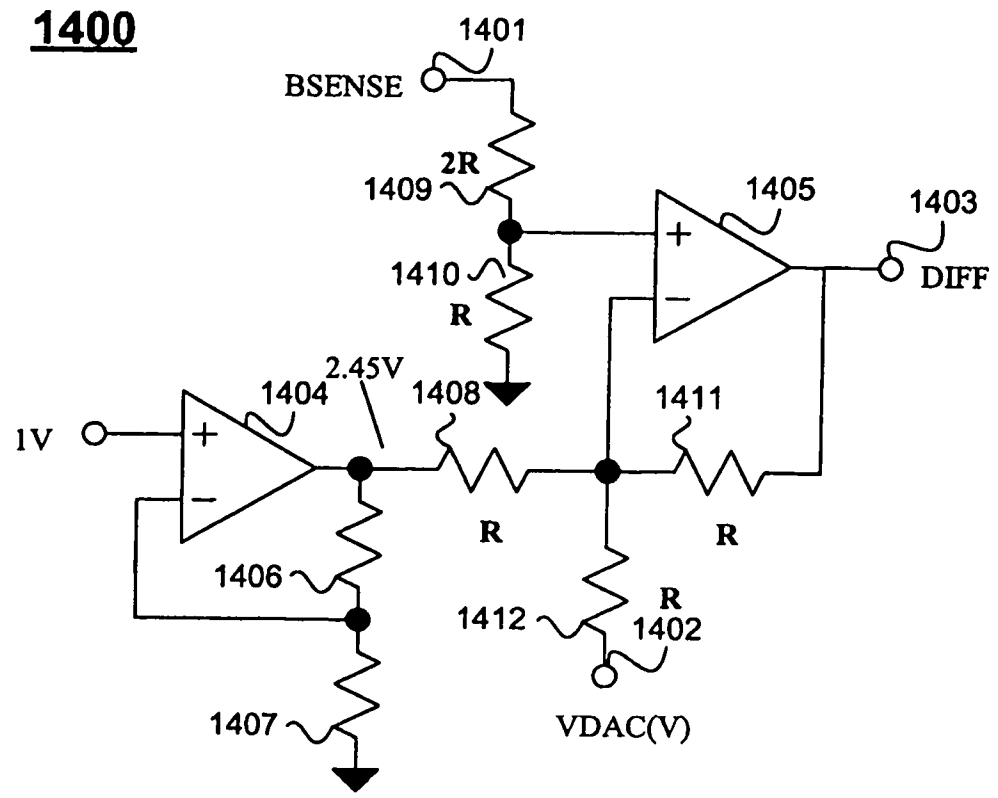


圖 14

1500

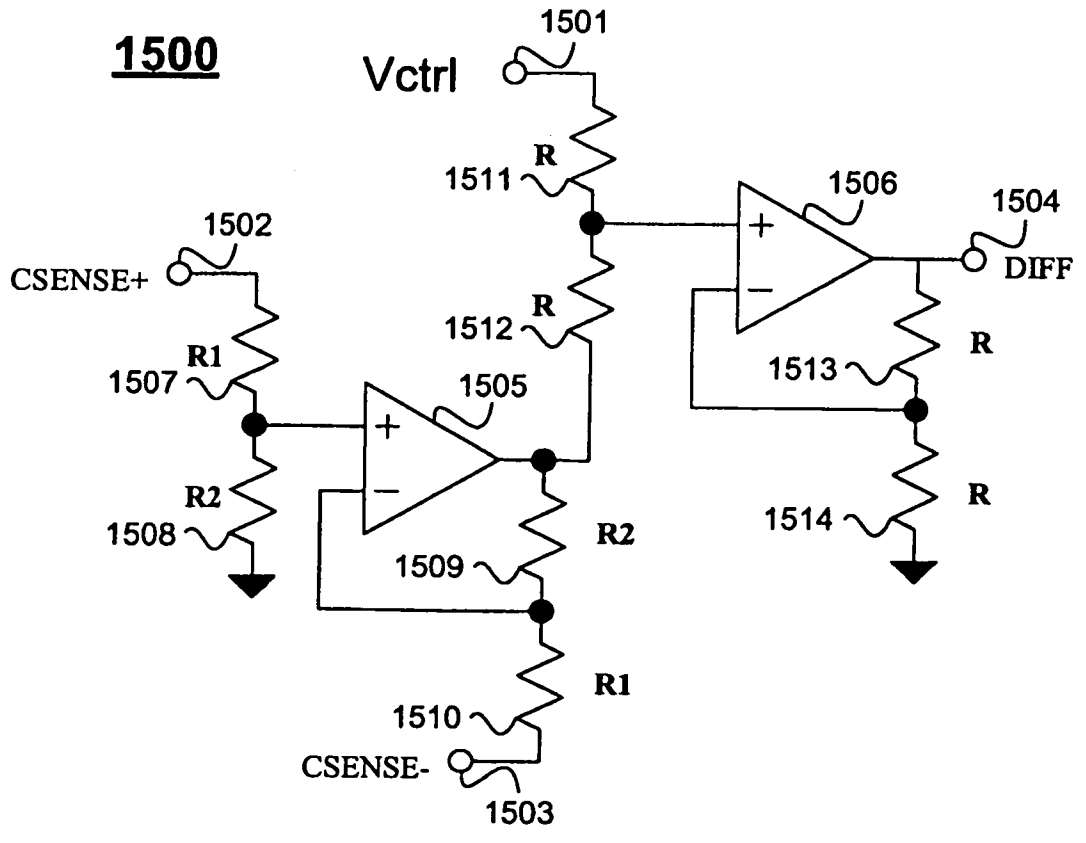


圖 15

1600

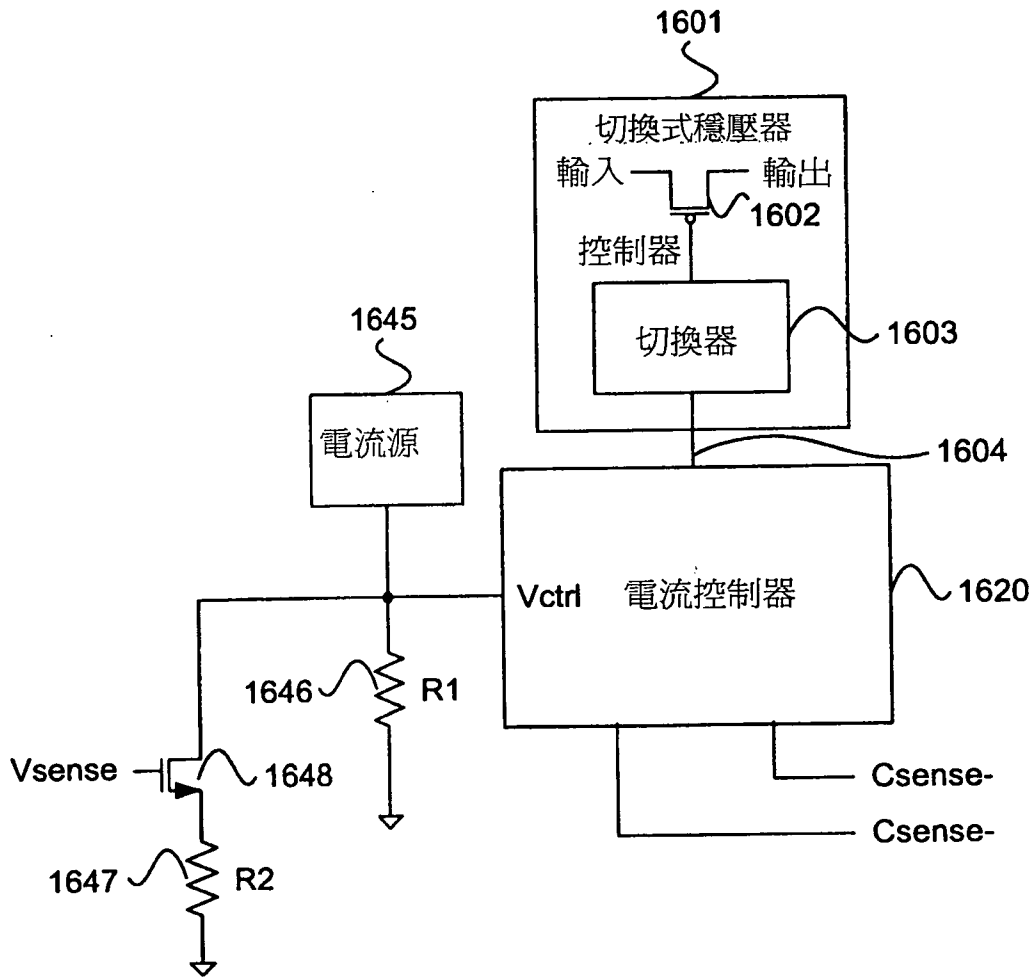


圖16