

(21)申請案號：099131554

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 16 日

(51)Int. Cl. : **H02J7/34 (2006.01)**

(30)優先權：2009/09/16 美國

61/243,072

(71)申請人：國家半導體公司(美國) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：張江惠 ZHANG, JIANHUI (CN)；劉清國 LIU, QINGGUO (CN)；達巴里 阿利 DJABBARI, ALI (US)；芭海 阿瑪德 BAHAI, AHMAD (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 33 頁

(54)名稱

用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡

ACTIVE CELL AND MODULE BALANCING FOR BATTERIES OR OTHER POWER SUPPLIES

(57)摘要

一種系統包括多個電力模組，其各者具有串聯耦接的多個電力單元。各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該種系統亦包括多個主動單元平衡電路，其各者構成以實質平衡在電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。該種系統更包括主動模組平衡系統，其構成以藉由將電力模組的第一個子集充電及/或將電力模組的第二個子集放電而實質平衡電力模組的電荷。主動模組平衡系統可包括多個模組平衡電路，其各者關聯於電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電。直流（DC）匯流排可構成以將直流電力輸送在模組平衡電路之間。

100：主動單元平衡電路

102a-102n：電力單元

104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub>：開關

104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub> : 開關

104c<sub>1</sub>-104c<sub>2</sub>...104n<sub>1</sub>-1

04n<sub>2</sub> : 開關

106：監視電路

108：變壓器

110：二極體

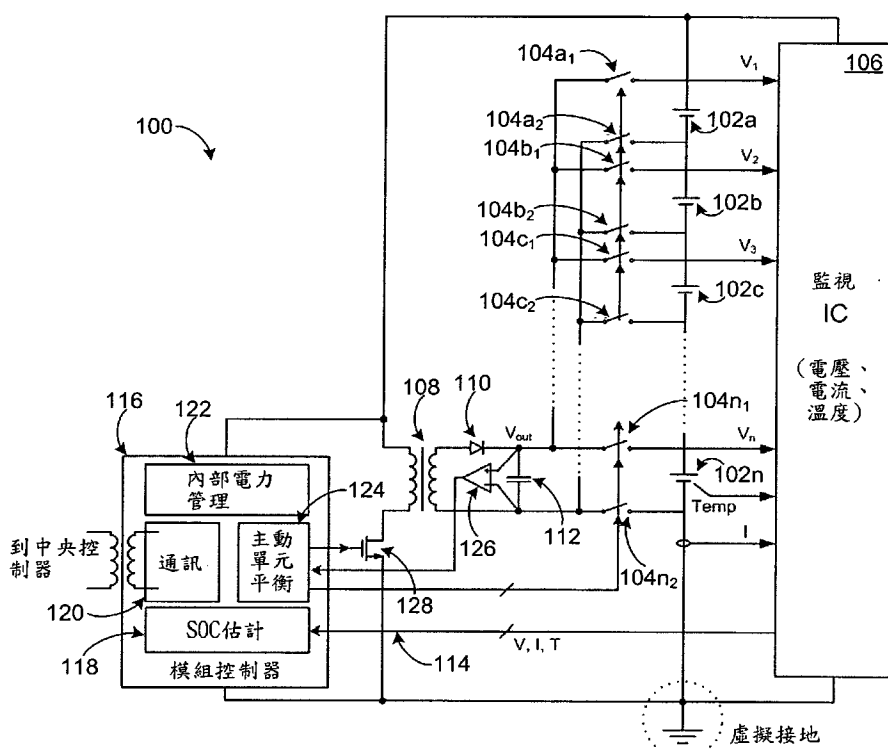
112: 電容器

114：訊號線

116：模組控制器

118：充電狀態(SOC)  
估計模組

120：通訊模組



122：內部電力管理模  
組

124：主動單元平衡模  
組

126：電壓感測器

128：電晶體

(21)申請案號：099131554

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 16 日

(51)Int. Cl. : H02J7/34 (2006.01)

(30)優先權：2009/09/16 美國

61/243,072

(71)申請人：國家半導體公司 (美國) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：張江惠 ZHANG, JIANHUI (CN)；劉清國 LIU, QINGGUO (CN)；達巴里 阿利  
DJABBARI, ALI (US)；芭海 阿瑪德 BAHAI, AHMAD (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 33 頁

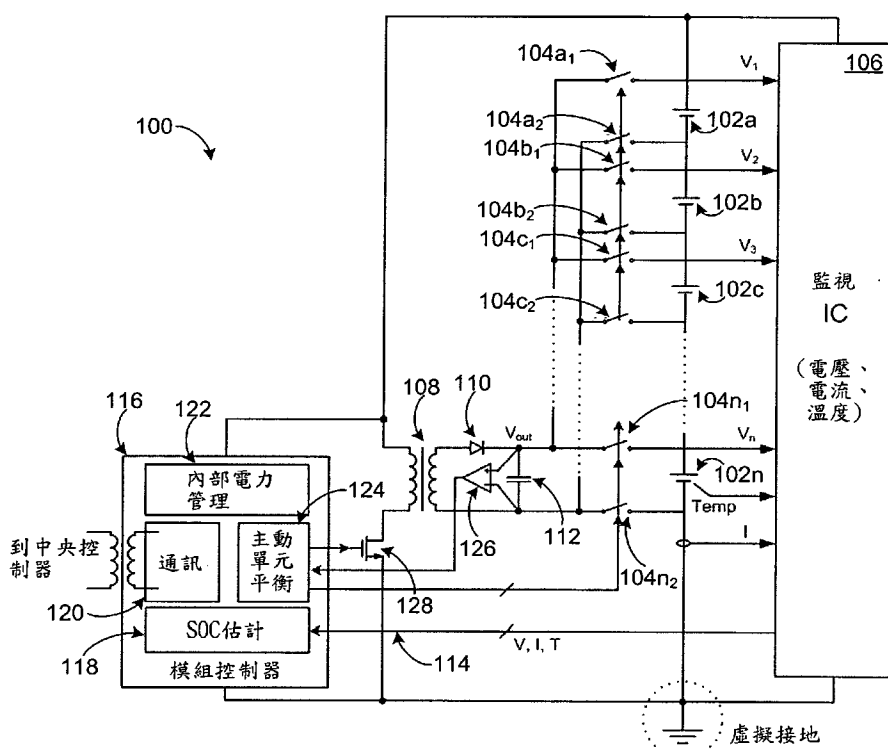
#### (54)名稱

用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡

ACTIVE CELL AND MODULE BALANCING FOR BATTERIES OR OTHER POWER SUPPLIES

#### (57)摘要

一種系統包括多個電力模組，其各者具有串聯耦接的多個電力單元。各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該種系統亦包括多個主動單元平衡電路，其各者構成以實質平衡在電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。該種系統更包括主動模組平衡系統，其構成以藉由將電力模組的第一個子集充電及/或將電力模組的第二個子集放電而實質平衡電力模組的電荷。主動模組平衡系統可包括多個模組平衡電路，其各者關聯於電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電。直流 (DC) 匯流排可構成以將直流電力輸送在模組平衡電路之間。



100：主動單元平衡電路

102a-102n：電力單元

104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub>：開關

104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub>：開關

104c<sub>1</sub>-104c<sub>2</sub>...104n<sub>1</sub>-1

04n<sub>2</sub>：開關

106：監視電路

108：變壓器

110：二極體

112：電容器

114：訊號線

116：模組控制器

118：充電狀態(SOC)估計模組

120：通訊模組

## 六、發明說明：

### 相關申請案之交互參照

本申請案是根據美國專利法規 35 U.S.C. §119(e)主張於西元 2009 年 9 月 16 日提出申請的美國臨時專利申請案第 61/243,072 號的優先權，該專利申請案是以參照方式而納入。

### 【發明所屬之技術領域】

本揭露內容是概括針對電源供應器充電與放電系統。更具體而言，本揭露內容是針對用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡。

### 【先前技術】

諸如大型鋰離子電池的現代電池經常包括串聯連接的多個電池單元。不幸的是，由電池中的各個個別電池單元所提供的實際輸出電壓可能稍微變化。此將會在電池單元的充電或放電期間引起問題。在一些系統中，可使用電壓偵測電路來測定各個電池單元的輸出電壓，且可使用電壓平衡系統來補償在電池單元的輸出電壓中的變動。

考慮串聯連接的電池單元，其中各個電池單元是理想地設計以提供 3.8 伏特的輸出電壓。電壓偵測電路可能測定該等電池單元的一者為實際具有 3.9 伏特的輸出電壓。習用的被動電壓平衡系統典型地包括電阻器，其消耗來自具有過量輸出電壓的電池單元的電能。在此實例中，電能消耗引起 3.9 伏特的輸出電壓為下降到 3.8 伏特的期望位準。然

而，由於電能是使用電阻器所消耗，此將會造成顯著能量為從電池單元所損失，而使電池的操作壽命縮短。

## 【發明內容】

(容後補呈)

## 【實施方式】

在此專利文獻中用以描述本發明原理的下述的圖 1 到 9 與種種實施例是僅為舉例說明且不論從何種角度不應視為限制本發明的範疇。熟習此技術人士將瞭解的是，本發明原理可用任何型式的適合配置的裝置或系統所實施。

### 主動單元平衡

在本揭露內容的一個觀點中，揭露種種的主動單元平衡電路，其可平衡在單一個模組內串聯連接的多個電力單元，諸如：在單一個電池中的多個電池單元。在一些實施例中，監視器接收關於電力單元的資訊，諸如：電壓、電流、與溫度。使用該資訊，主動平衡電路可操作開關系統以將電源連接到具有較低電壓的一或多個電力單元來將彼等電力單元充電到期望的較高電壓。主動平衡電路亦可操作開關系統以從具有過量電壓的一或多個電力單元汲取電力來使該等電力單元處於期望的較低電壓。

圖 1 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路 100。在此實例中，電路 100 運用基於順向(forward-based)的主動單元平衡。電路 100 包括或是耦接到串聯連接的多個電力單元 102a-102n。各個電力單元 102a-102n 分別為耦接到二個開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub>、104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub>、...、104n<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub>。

電力單元 102a-102n 代表在模組內的任何適合電源，諸如：電池內的電池單元。開關 104a<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub> 代表任何適合的切換元件，諸如：電晶體。

監視電路 106 接收關於電力單元 102a-102n 的資訊，諸如：關於關聯於電力單元 102a-102n 的電壓、電流與溫度的資訊。在此實例中，資訊包括分別來自電力單元 102a-102n 的電壓值 V<sub>1</sub>-V<sub>n</sub>。資訊亦包括其流通過電力單元 102a-102n 的總電流 I 與電力單元 102a-102n 的一或多個溫度 TEMP。注意，使用的溫度感測器的數目與其位置可視特定應用的性質而定。單一個電力單元可為關聯於一或多個溫度感測器，且/或單一個溫度感測器可測量一或多個電力單元的溫度。監視電路 106 代表用於監視電力單元的任何適合結構，諸如：積體電路(IC, integrated circuit)。

如於圖 1 所示，開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 將電力單元 102a 的相對端耦接到變壓器 108 的相對端。開關 104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub> 到 104n<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub> 分別將電力單元 102b-102n 的相對端耦接到變壓器 108 的相對端。二極體 110 是被耦接在變壓器 108 的一端與開關 104a<sub>1</sub>、104b<sub>1</sub>、...、104n<sub>1</sub> 之間。電容器 112 是被耦接到二極體 110 且耦接到變壓器 108 的另一端。

監視電路 106 的輸出是經由訊號線 114 而連接到模組控制器 116。訊號線 114 將出自監視電路 106 的電壓、電流與溫度資訊或其它的資訊提供到模組控制器 116。訊號線 114 代表任何適合的訊號線跡或其它的通訊路徑。模組控制器 116 是基於該資訊以操作控制電力單元 102a-102n 的充電。

在此實例中，模組控制器 116 包括充電狀態 (SOC, state of charge) 估計模組 118，其估計對於電力單元 102a-102n 各者

的充電狀態。通訊模組 120 利於與中央控制器的通訊，中央控制器可支援（下述）模組平衡。通訊可透過隔離的通訊鏈路發生。模組控制器 116 更包括內部電力管理模組 122，其可控制模組控制器 116 的整體操作。此外，模組控制器 116 包括主動單元平衡模組 124。主動單元平衡模組 124 控制開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>n<sub>2</sub></sub> 的操作。電壓感測器 126 是與電容器 112 並聯連接，且主動單元平衡模組 124 接收來自電壓感測器 126 的電壓資訊。主動單元平衡模組 124 亦控制電晶體 128 的操作，可將電晶體 128 開路以中斷變壓器 108 的操作。模組控制器 116 代表用於控制主動單元平衡的任何適合結構。電壓感測器 126 代表用於感測電壓的任何適合結構。電晶體 128 代表任何適合的電晶體元件。

在一個操作觀點中，監視電路 106 可連續、接近連續或間歇式監視來自電力單元 102a-102n 的電壓、電流與溫度資訊。監視電路 106 可將種種資訊傳送到模組控制器 116。若模組控制器 116 測定第一個電力單元 102a 是最弱單元（具有最低的輸出電壓），主動單元平衡模組 124 可致使將開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 閉路且致使將其它的開關 104b<sub>1</sub>-104b<sub>n<sub>2</sub></sub> 開路。此致使來自變壓器 108 的二次側的電流為流通過二極體 110、開關 104a<sub>1</sub>、電力單元 102a 與開關 104a<sub>2</sub> 而回到變壓器 108 的二次側。此提供額外電荷以將電力單元 102a 充電。模組控制器 116 可測定電力單元 102a 何時已經充分充電（諸如：當達到電力單元 102a-102n 的平均電荷）且致使主動單元平衡模組 124 將開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 開路。此過程可經重複任意次數以將電力單元 102a-102n 的任一者充電。

變壓器 108、二極體 110、與開關  $104a_1$ - $104n_2$  有效作用為耦接到電力單元 102a-102n 的可控制電流源。可使用此等可控制電流源以個別或（如下文所述）群組方式將電力單元 102a-102n 的任一者充電。因為此舉，主動單元平衡電路 100 可有助於將電力單元 102a-102n 的輸出電壓保持在或接近期望位準。在此可使用任何其它適合的可控制電流源。

圖 2 說明根據本揭露內容的另一個實例的主動單元平衡電路 200。在此實例中，電路 200 運用基於返馳（flyback-based）的主動單元平衡。電路 200 使用返馳（升壓式）轉換器以從具有不合意的較高電壓的電力單元抽取電流。電路 200 識別具有較高電壓的電力單元且接著致使該電力單元將其電壓的一部分轉移回到整串的電力單元。

如於圖 2 所示，電路 200 包括電力單元 202a-202n，其各者是被耦接到二個開關  $204a_1$ - $204a_2$ 、 $204b_1$ - $204b_2$ 、...、 $204n_1$ - $204n_2$ 。電力單元 202a-202n 亦被耦接到監視電路 206。主動單元平衡電路 200 亦包括變壓器 208、二極體 210、與電容器 212。主動單元平衡電路 200 更包括訊號線 214，其將出自監視電路 206 的電壓、電流與溫度資訊或其它的資訊提供到模組控制器 216。模組控制器 216 包括 SOC 估計模組 218、通訊模組 220、內部電力管理模組 222、與主動單元平衡模組 224。電晶體 228 是被耦接到變壓器 208 的二次側。此等構件的諸多者可在結構上為相同或類似於圖 1 的對應構件。

基於返馳的主動單元平衡電路 200 是以稍微類似於基於順向的主動單元平衡電路 100 的方式操作。然而，電流的流通是從變壓器 208 的一次側透過二極體 210 到電力單元

串的頂端（起始於電力單元 202a）。此外，主動單元平衡模組 224 接收出自變壓器 208 的二次側的電壓訊號。

在一個操作觀點中，監視電路 206 可連續、接近連續或間歇式監視電力單元 202a-202n。模組控制器 216 可測定哪個電力單元具有最高電壓。模組控制器 216 接著致使該電力單元為稍微放電到較低電壓。可使用脈衝充電與放電以加速在此實例中的充電/放電過程。

圖 3 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路 300，其納入開關驅動電路。特別地，圖 3 的電路 300 在結構上為類似於圖 1 的電路 100。注意，開關驅動電路可被使用在其它的主動平衡電路，諸如：圖 2 的電路 200。

在此實例中，電路 300 包括電力單元 302a-302n、變壓器 308、二極體 310、電容器 312、具有微控制器介面的 SOC 估計模組 318、及電晶體 328。在特別實施例中，監視電路 306 可以出自美國國家半導體公司（NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION）的 LMP8631 類比前端來作代表。電路 300 亦包括：耦接在二極體 310 與電容器 312 之間的電感器 311、以及耦接到二極體 310 與電感器 311 且到電容器 312 的二極體 313。

電路 300 使用一對開關以將電力單元的一端耦接到變壓器 308，而不是使用單一個開關以將電力單元 302a-302n 的一端耦接到變壓器 308。舉例來說，可使用電晶體 304 與 304' 以將電力單元 302a 的一端耦接到變壓器 308。二極體 305 與 305' 分別代表電晶體 304 與 304' 的本體二極體。驅動電路 330 與 330' 分別驅動電晶體 304 與 304' 且具有升壓

電容器 332 與 332'，其可代表晶片外的電容器。

在此實例中，各個驅動電路 330 與 330' 包括二極體 334，其接收供應電壓 VDD。欠壓封鎖 (UVLO, under-voltage lockout) 單元 336 偵測供應電壓 VDD 何時下降為低於臨限值。史密特 (Schmitt) 觸發器 338 接收輸入驅動訊號 (Din\_R 或 Din\_L) 且產生用於位準移位器 340 的輸出訊號，位準移位器 340 將輸出訊號的電壓位準移位。AND 閘 342 接收 UVLO 單元 336 與位準移位器 340 的輸出且提供對驅動器 344 的輸入。驅動器 344 產生用於電晶體 304 與 304' 的一者的驅動訊號。在特別實施例中，驅動電路 330 與 330' 可代表出自美國國家半導體公司的 LM5101A 高電壓高側與低側閘驅動器。

於圖 3，各個升壓電容器 332 或 332' 可具有充電路徑為從其關聯的驅動器 344、透過該升壓電容器、且透過其關聯的左側電晶體 304 的本體二極體 305 或 305'。各個左側電晶體 304 有效為具有在其左側的浮動電流源。結果，由於浮動電流源節點是週期式牽引到接地，各個升壓電容器 332 或 332' 可被充電。種種的驅動電路亦可使用耦接到該驅動電路輸入的電晶體 346 而禁能或致能。

在如上所述的一些實施例中，主動單元平衡電路可將單一個模組內的個別電力單元充電或放電。將單一個模組內的成群電力單元充電或放電亦為可能。圖 4 說明根據本揭露內容的一個實例的演算法，其可使用在主動單元平衡期間。

在此實例中，主動單元平衡電路可初始為一次將串聯

耦接的三個單元充電，而不是一次將僅僅一個單元充電。舉例來說，主動單元平衡電路可將單元 5-7（群組 1）一起充電某一段時間而直到單元 7 達到最大電壓單元（在此實例中為單元 4）的電壓。然後，可將單元 1-3（群組 2）充電而直到單元 2 達到單元 4 的電壓。之後，可將單元 10-12（群組 3）充電而直到單元 10 達到單元 4 的電壓。在此時間點，可將單元個別充電而不是一次將三個單元充電。

如在此所顯示，可將多個電力單元（諸如：三個單元）同時充電，而不是一次僅將一個電力單元充電。一旦成群的單元已經被適當充電，演算法可切換且開始將單元個別充電。可使用類似的演算法以將成群的單元一起放電。此演算法可提供較快速的充電或放電時間。亦可使用方式的組合，例如，在個別單元被充電/放電之前，成群的單元是被充電到單元的平均電荷且成群的單元是被放電到單元的平均電荷。

主動單元平衡可使用於若干種情況。作為特別實例，主動單元平衡（諸如：於圖 1 到 3 所顯示）可使用於模組中的一些（但非全部）單元為正在作更換的情況。在該情形，由於較舊單元的電荷位準與較新單元的電荷位準之間可能存在大的差異，可能需要主動單元平衡。若無平衡，不可能將較舊單元與較新單元充電到相當均等的位準。此將會顯著干擾模組操作且可能迫使更換在模組中的所有電池單元，甚至是仍可持有適當電荷的電池單元。此外，可使用關於圖 4 所述的群組充電/放電演算法以提高較舊與較新單元的平衡發生的速度。

### 主動模組平衡

在本揭露內容的另一個觀點中，提供可調節多個模組(諸如多個電池)的種種模組平衡電路，各個模組可含有多個電池單元或其它電力單元。在一些實施例中，多個模組可形成一或多組，諸如：一或多個電池組。

圖 5 說明根據本揭露內容的一個實例的電力組 500，其具有多個模組 502，各個模組具有多個電力單元 504。在此實例中，模組 502 被串聯耦接且提供輸出電壓 Pack+ / Pack-。此外，成群的單元 504 被並聯配置，且並聯成群的單元 504 被串聯耦接以形成各個模組 502。各個模組 502 可代表由多個電池單元所形成的電池。

圖 6 說明根據本揭露內容的種種電池的實例的安全操作區域。如於圖 6 所示，在各個模組 502 中的所有單元 504 經常必須在所有的充電與放電條件下而操作於指定的安全操作區域內。於圖 6，諸線代表針對於不同電池的安全操作區域。概括而言，針對於此等電池的安全操作區域是介於 2.0-3.5 伏特之間。

圖 7 說明根據本揭露內容的模組中的電力單元的實例的不均勻電壓位準。如於圖 7 所示，不匹配的問題會影響單元 504 的充電。於圖 7，線 702 代表在充電前的種種模組中的單元 504 的電荷，且線 704 代表在充電後的種種模組中的單元 504 的電荷。如可在此所看出，不匹配的問題會阻止多個單元 504 為不被充電且可能會迫使一些單元 504 在 2.0-3.5 伏特的範圍外操作。任何的模組平衡方式均會將此安全操作區域納入考量。

圖 8 說明根據本揭露內容的一個實例的主動模組平衡系統 800。在此實例中，主動模組平衡系統 800 包括多個模組 802a-802n，其各者包括串聯耦接的多個電力單元 804。模組 802a-802n 各者具有對應的模組控制器 806a-806n，其各者包括用以在對應模組內實行主動單元平衡的主動單元平衡電路。舉例來說，各個模組控制器 806a-806n 可包括上文或下文所述的任一個主動單元平衡電路。

主動模組平衡系統 800 更包括多個模組平衡電路 808a-808n。模組平衡電路 808a-808n 可控制被提供到模組 802a-802n 的電力或從模組 802a-802n 所移除的電力，可有助於控制模組 802a-802n 的充電或放電。模組平衡電路 808a-808n 是被耦接到內部直流 (DC, direct current) 匯流排 810，其為用以將 DC 電力路由到模組平衡電路 808a-808n 且介於模組平衡電路 808a-808n 之間。

中央控制單元 812 監視由模組 802a-802n 所提供的電流。在此，中央控制單元 812 包括電阻器 814，由模組 802a-802n 所提供的電流流通過電阻器 814。中央控制單元 812 亦包括差動放大器 816，其將跨於電阻器 814 的電壓差異放大。類比至數位轉換器 (ADC, analog-to-digital converter) 818 使用由精密度參考 820 所提供的參考電壓 ( $V_{REF}$ ) 將差動放大器 816 的輸出數位化。ADC 818 可代表 16 位元 ADC，且精密度參考 820 可代表任何適合的參考電壓源。中央控制器 822 使用 ADC 818 的數位化輸出。

中央控制單元 822 亦可透過匯流排 824 而與模組控制器 806a-806n 通訊。中央控制單元 822 可進而操作以控制由

模組平衡電路 808a-808n 與模組控制器 806a-806n 所實行的平衡。

在一些實施例中，中央控制單元 822 使用電阻器 814 來實行電流感測。中央控制單元 822 亦實行對於模組 802a-802n 與其單元 804 的充電狀態或健康狀態 (SOH, state of health) 估計。中央控制單元 822 更實行模組平衡控制以測定如何平衡模組 802a-802n 且將必要資料通訊到模組 802a-802n 與模組控制器 806a-806n。

在特別實施例中，於模組平衡期間可使用內部 DC 匯流排 810 以供在模組 802a-802n 之間的能量緩衝及轉移。模組控制器 806a-806n 與模組平衡電路 808a-808n 可接收來自中央控制單元 812 的 SOC 資訊。具有最高 SOC 的模組可透過內部 DC 匯流排 810 而直接將具有最低 SOC 的模組充電。模組平衡電路 808a-808n 可在放電狀態時操作於電壓模式且在充電狀態時操作於電流模式（雖然在充電與放電狀態時可使用其它模式，諸如：在放電狀態時操作於電流模式且在充電狀態時操作於電壓模式）。

### 雙向主動平衡

在本揭露內容的又一個觀點中，揭露種種的雙向主動平衡電路，其可平衡在一或多個模組中的多個電力單元。在此等實施例中，對於主動平衡電路來說，將出自一或多個電力單元（諸如：具有較高電荷的電力單元）的電力轉移到一或多個其它電力單元（諸如：具有較低電荷的電力單元）是可能的。注意，上述的模組平衡電路已經指出在內部 DC 匯流排 810 的電力轉移可為雙向，意指主動模組平衡系統 800 能支援在匯流排 810 的雙向電力

轉移。

參考回到圖 7，由線 702 中的最低電荷所代表的單元可代表需要充電的單元（相較於其它單元）。同理，由線 704 中的最高電荷所代表的單元可代表需要放電的單元（相較於其它單元）。雙向主動平衡將允許個別單元為被充電或放電，視其電荷位準相對於其它單元而定。如於圖 7 所示，雙向主動平衡將允許具有過量電荷的單元為被用以將具有較低電荷的單元充電。

圖 9 說明根據本揭露內容的一個實例的雙向主動單元平衡電路 900，其支援在模組內的主動單元平衡。主動平衡電路 900 包括多個電力單元 902a-902n 與開關 904a<sub>1</sub>-904a<sub>2</sub>、904b<sub>1</sub>-904b<sub>2</sub>、...、904n<sub>1</sub>-904n<sub>2</sub>。主動平衡電路 900 亦包括監視電路 906。在此，監視電路 906 的輸出是被提供到 SOC 估計模組 918，其可識別需要充電及放電的電力單元 902a-902n。主動單元平衡控制模組 924 控制開關 904a<sub>1</sub>-904n<sub>2</sub>，藉以將適當的電力單元 902a-902n 充電或放電。

雙向隔離 DC 至 DC 轉換器 950 是用以提供平衡電流到電力單元 902a-902n 或從電力單元 902a-902n 提供平衡電流，藉以支援主動平衡。流進或流出模組的電流 ( $I_{\text{MODULE}}$ ) 以及流進或流出單元 902a-902n 的電流 ( $I_{\text{CELL}}$ ) 可作測量且由主動單元平衡控制模組 924 所使用。若是使用於主動模組平衡系統 800，DC 至 DC 轉換器 950 可形成模組平衡電路 808a-808n 的部分者且透過 DC 匯流排 810 而轉移電力。

在一些實施例中，可對於各個單元 902a-902n 進行電壓、溫度、及/或電流感測以估計其充電狀態。可從模組將

電流或電荷注入到具有最小 SOC 的單元，且可將具有最大 SOC 的單元放電回到模組。可用重疊在主要模組充電/放電電流（使用以平衡模組）的方式來實行平衡電流（充電及放電）注入。平衡電流（二個方向）可由雙向 DC 至 DC 轉換器 950 所操縱，且開關矩陣可操縱哪個單元被充電或放電。

再者，作為特別實例，主動模組平衡與雙向平衡可用於（由多個模組所形成）一群中的一些（但非全部）電力單元為正在作更換的情況。由於較舊模組的電荷位準與較新模組的電荷位準之間可能存在大的差異，可能需要主動平衡。

雖然圖式已經說明如上所述用於主動平衡的種種實施例，可對於此等圖式作成任何數量的變化。舉例來說，在任何數量的模組中之任何數量的電源供應器可用此等電路來作平衡。此外，注意，諸如超電容器的其它電源供應器可被使用以替代或附加於電池中的電池單元。

陳述在此專利文獻內所已經使用的某些字詞與片語的定義是可為有利的。術語“耦接 (couple)”與其衍生者是指在二或多個構件間的任何直接或間接連通，無論彼等構件是否彼此為實際接觸。術語“包括 (include)”與“包含 (comprise)”以及其衍生者是意指在沒有限制情況下的包括。術語“或 (or)”是包括的，意指“及/或”。片語“關聯 (associated with)”與“與其關聯 (associated therewith)”以及其衍生者可意指要包括、被包括在內、互連、含有、容納在內、連接、耦接、可連通、配合、插入、

並置、鄰近、限定、具有、具有性質、具有關係、或類似者。

陳述在此專利文獻內所已經使用的某些字詞與片語的定義是可為有利的。術語“耦接 (couple)”與其衍生者是指在二或多個構件間的任何直接或間接連通，無論彼等構件是否彼此為實際接觸。術語“包括 (include)”與“包含 (comprise)”以及其衍生者是意指在沒有限制情況下的包括。術語“或 (or)”是包括的，意指“及/或”。片語“關聯 (associated with)”與“與其關聯 (associated therewith)”以及其衍生者可意指要包括、被包括在內、互連、含有、容納在內、連接、耦接、可連通、配合、插入、並置、鄰近、限定、具有、具有性質、具有關係、或類似者。

儘管本揭露內容已經描述某些實施例以及概括關聯的方法，此等實施例及方法的修改與變更將對於熟悉此技術人士為顯而易見。是以，範例實施例的以上說明並非界定或限制本發明。在沒有脫離如以下申請專利範圍所界定的本發明精神與範疇的情況下，其它的變化、替代、與修改亦為可能。

### 【圖式簡單說明】

為了本揭示內容與其特徵的較完整瞭解，已經論及的上述說明是結合伴隨圖式為例，在伴隨圖式中：

圖 1 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路；

圖 2 說明根據本揭露內容的另一個實例的主動單元平衡電路；

圖 3 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路，其納入開關驅動電路；

圖 4 說明根據本揭露內容的一個實例的演算法，其可使用在主動單元平衡期間；

圖 5 說明根據本揭露內容的一個實例的電力組，其具有多個模組，各個模組具有多個電力單元；

圖 6 說明根據本揭露內容的種種電池的實例的安全操作區域；

圖 7 說明根據本揭露內容的模組中的電力單元的實例的不均勻電壓位準；

圖 8 說明根據本揭露內容的一個實例的主動模組平衡系統；及

圖 9 說明根據本揭露內容的一個實例的雙向主動單元平衡電路，其支援在模組內的主動單元平衡。

#### 【主要元件符號說明】

無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99131554

※申請日： 99. 9. 16

※IPC 分類： H02J 7/34 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡

ACTIVE CELL AND MODULE BALANCING FOR BATTERIES  
OR OTHER POWER SUPPLIES

## 二、中文發明摘要：

一種系統包括多個電力模組，其各者具有串聯耦接的多個電力單元。各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該種系統亦包括多個主動單元平衡電路，其各者構成以實質平衡在電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。該種系統更包括主動模組平衡系統，其構成以藉由將電力模組的第一個子集充電及/或將電力模組的第二個子集放電而實質平衡電力模組的電荷。主動模組平衡系統可包括多個模組平衡電路，其各者關聯於電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電。直流（DC）匯流排可構成以將直流電力輸送在模組平衡電路之間。

## 三、英文發明摘要：

A system includes multiple power modules, each having multiple power cells coupled in series. Each power module

has a charge that is based on charges of the power cells in that power module. The system also includes multiple active cell balancing circuits, each configured to substantially balance the charges of the power cells in an associated one of the power modules. The system further includes an active module balancing system configured to substantially balance the charges of the power modules by charging a first subset of the power modules and/or discharging a second subset of the power modules. The active module balancing system could include multiple module balancing circuits, each associated with one of the power modules and configured to charge or discharge its associated power module. A direct current (DC) bus can be configured to transport DC power between the module balancing circuits.

## 七、申請專利範圍：

### 1.一種系統，其包含：

多個電力模組，各個電力模組包含串聯耦接的多個電力單元，各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷；

多個主動單元平衡電路，各個主動單元平衡電路構成以實質平衡在該等電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷；及

主動模組平衡系統，其構成以實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電以及將該等電力模組的第二個子集放電。

2.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該主動模組平衡系統包含：

多個模組平衡電路，各個模組平衡電路關聯於該等電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電；及

直流（DC）匯流排，其耦接該等模組平衡電路，該 DC 匯流排構成以將 DC 電力在該等模組平衡電路之間輸送。

### 3.如申請專利範圍第 2 項之系統，其中：

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組放電時而在電壓模式中操作；且

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組充電時而在電流模式中操作。

4.如申請專利範圍第 2 項之系統，其中該主動模組平衡系統更包含：

控制器，其構成以控制該等模組平衡電路。

5.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該系統包含多個雙向隔離直流至直流（DC-DC）轉換器，各個 DC-DC 轉換器關聯於該等電力模組的一者且構成以產生用於將在其關聯電力模組中的電力單元充電及放電的平衡電流。

6.如申請專利範圍第 5 項之系統，其中各個 DC-DC 轉換器是構成以將用於其關聯電力模組的平衡電流重疊到用於其關聯電力模組的電力模組充電或放電電流。

7.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該等主動單元平衡電路各者包含以下的一者：基於順向的主動單元平衡電路與基於返馳的主動單元平衡電路。

8.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中關聯於該等電力模組一者的主動單元平衡電路包含：

變壓器；及

開關矩陣，其包含多個開關，該多個開關構成以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到該變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

9.如申請專利範圍第 8 項之系統，其中關聯於該等電力模組一者的主動單元平衡電路更包含：

控制器，其構成以控制該開關矩陣，藉以在將該電力模組中的個別電力單元充電或放電之前而將該電力模組中的成群電力單元充電或放電。

10.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該等電力模組包含電池且該等電力單元包含電池單元。

11.一種裝置，其包含：

多個主動單元平衡電路，其構成以被耦接到多個電力

模組，各個電力模組包含串聯耦接的多個電力單元，各個主動單元平衡電路構成以實質平衡在該等電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷；

多個模組平衡電路，其構成以被耦接到該等電力模組，該等模組平衡電路構成以實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電與將該等電力模組的第二個子集放電；

直流（DC）匯流排，其耦接該等模組平衡電路，該 DC 匯流排構成以將 DC 電力在該等模組平衡電路之間輸送；及

至少一個控制器，其構成以控制該等主動單元平衡電路與模組平衡電路。

12.如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中：

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組放電時而在電壓模式中操作；且

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組充電時而在電流模式中操作。

13.如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中該裝置包含多個雙向隔離直流至直流（DC-DC）轉換器，各個 DC-DC 轉換器關聯於該等電力模組的一者且構成以產生用於將在其關聯電力模組中的電力單元充電及放電的平衡電流。

14.如申請專利範圍第 13 項之裝置，其中各個 DC-DC 轉換器是構成以將用於其關聯電力模組的平衡電流重疊到用於其關聯電力模組的電力模組充電或放電電流。

15.如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中關聯於該等電力模組一者的主動單元平衡電路包含：

變壓器；及

開關矩陣，其包含多個開關，該多個開關構成以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到該變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

16.如申請專利範圍第 15 項之裝置，其中該至少一個控制器是構成以控制該開關矩陣，藉以在將該電力模組中的個別電力單元充電或放電之前而將該等電力模組一者中的成群電力單元充電或放電。

17.一種方法，其包含：

在具有串聯耦接的多個電力單元的多個電力模組各者中，實質平衡在該電力模組中的電力單元的電荷，其中該電力模組的電荷是基於在該電力模組中的電力單元的電荷；及

實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電與將該等電力模組的第二個子集放電，其中直流（DC）電力是使用 DC 匯流排在該等電力模組之間轉移。

18.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中實質平衡在各個電力模組中的電力單元的電荷及實質平衡該等電力模組的電荷包含：

使用多個雙向隔離直流至直流（DC-DC）轉換器，各個 DC-DC 轉換器關聯於該等電力模組的一者且產生將在其關聯電力模組中的電力單元充電及放電的平衡電流。

19.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中各個 DC-DC 轉換器將用於其關聯電力模組的平衡電流重疊到用於該電

力模組的電力模組充電或放電電流。

20.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中實質平衡該等電力單元的電荷包含：

在各個電力模組中，操作其包含多個開關的開關矩陣以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

八、圖式：

(如次頁)

力模組的電力模組充電或放電電流。

20.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中實質平衡該等電力單元的電荷包含：

在各個電力模組中，操作其包含多個開關的開關矩陣以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

八、圖式：

(如次頁)

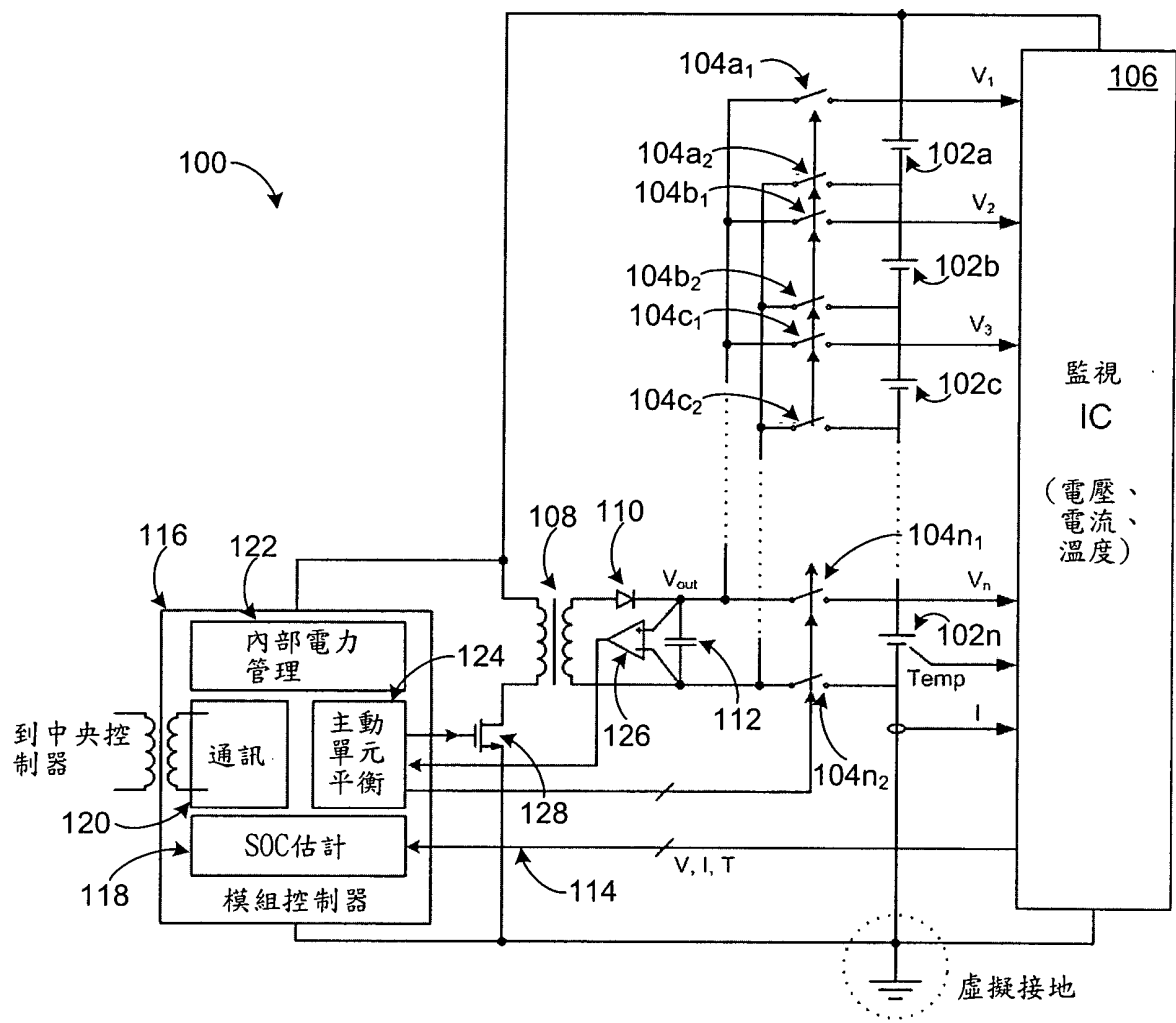


圖 1

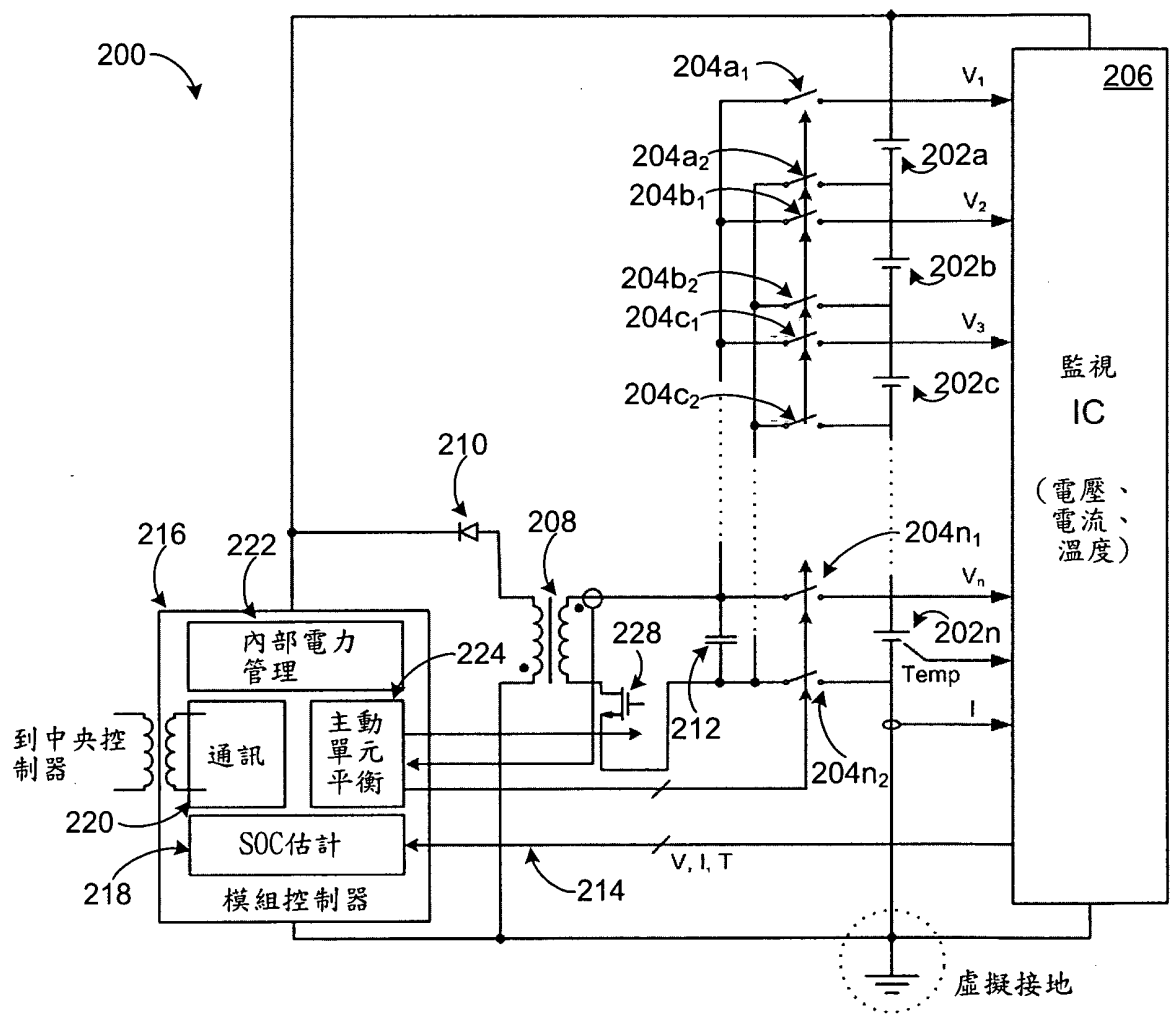


圖2

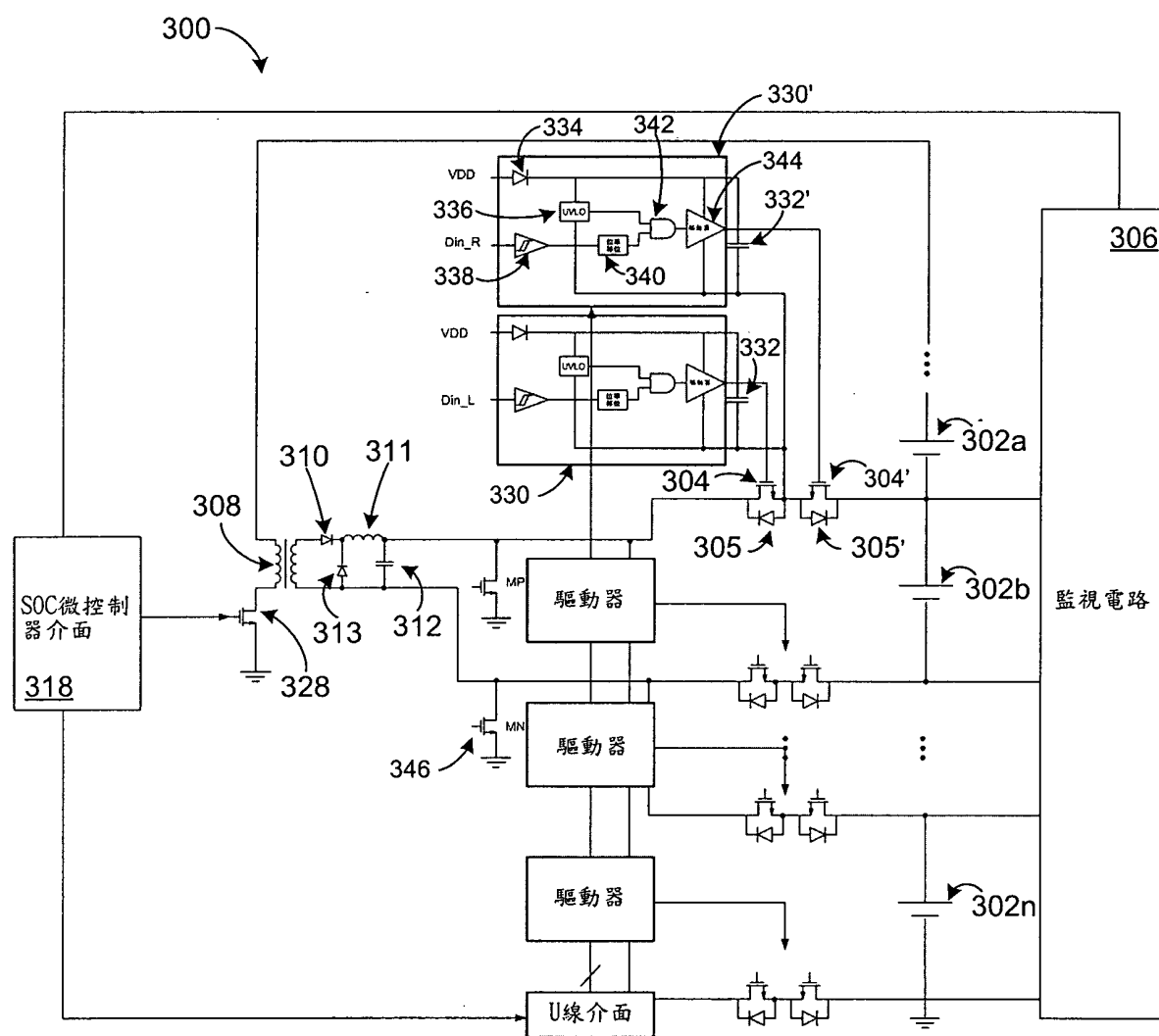


圖 3

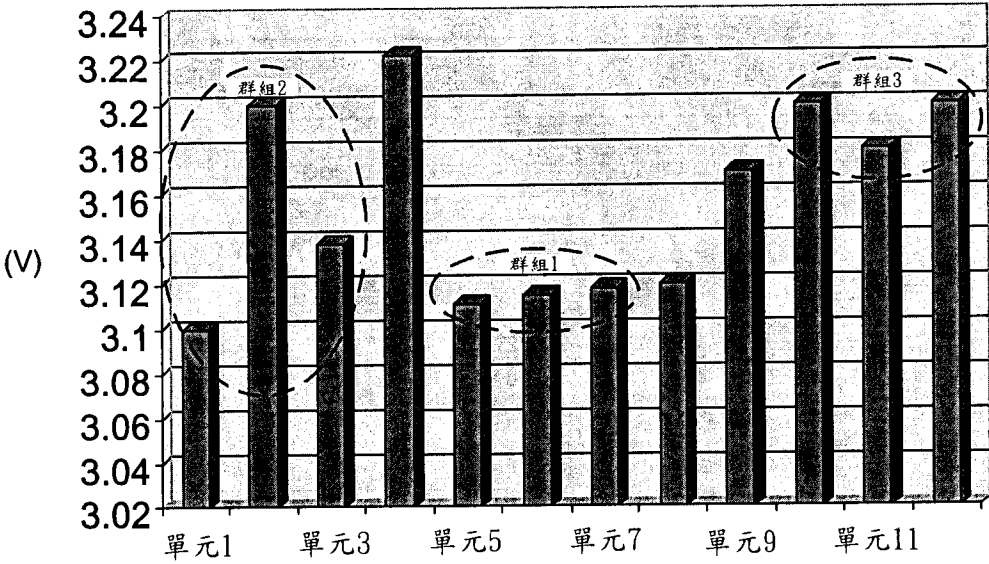


圖4

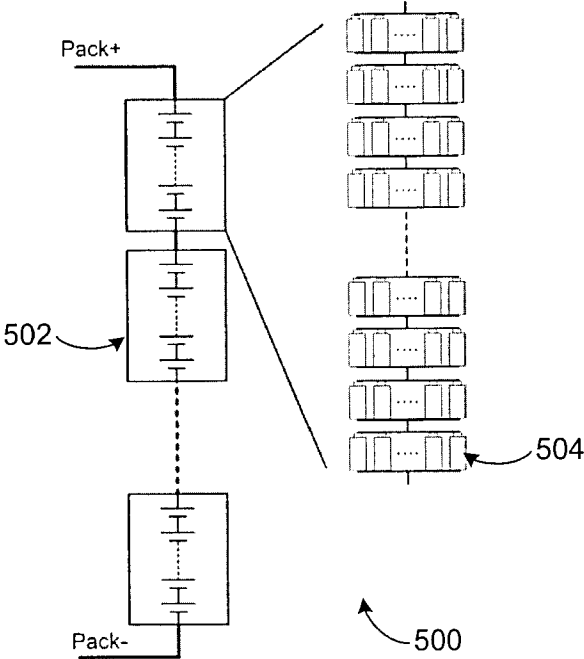


圖5

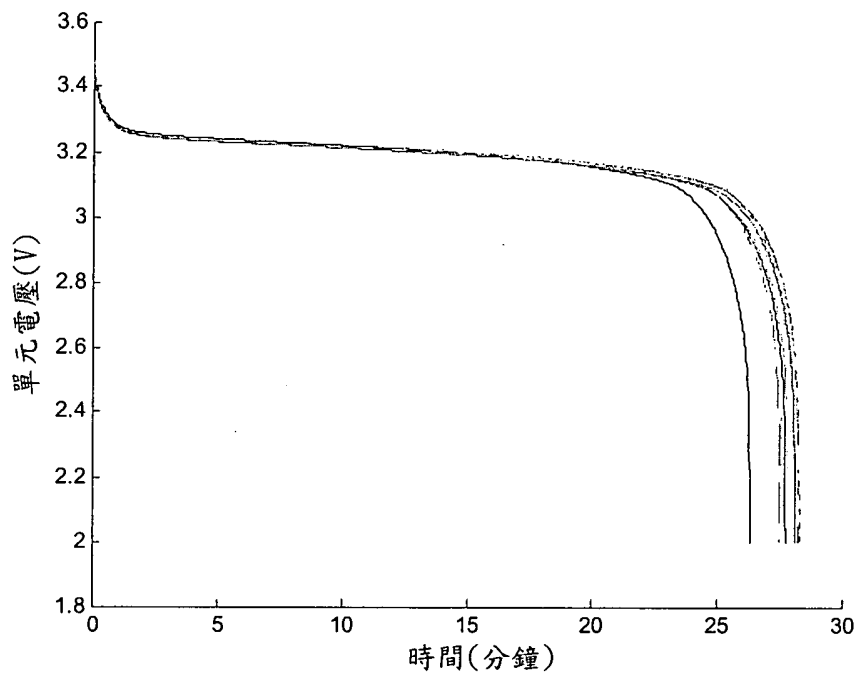


圖6

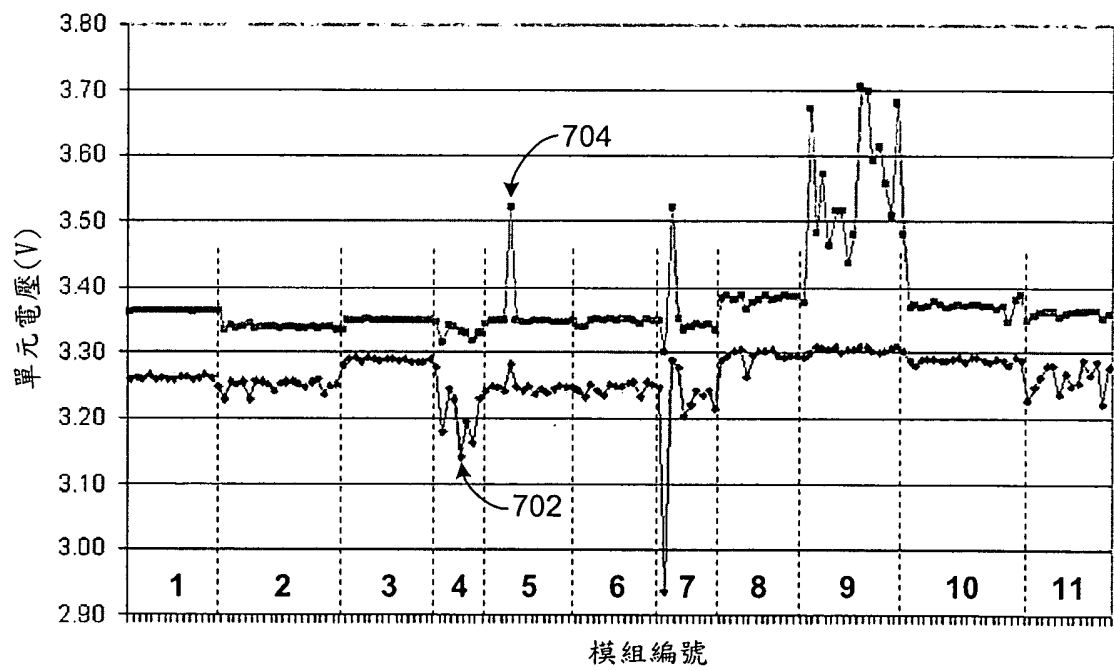
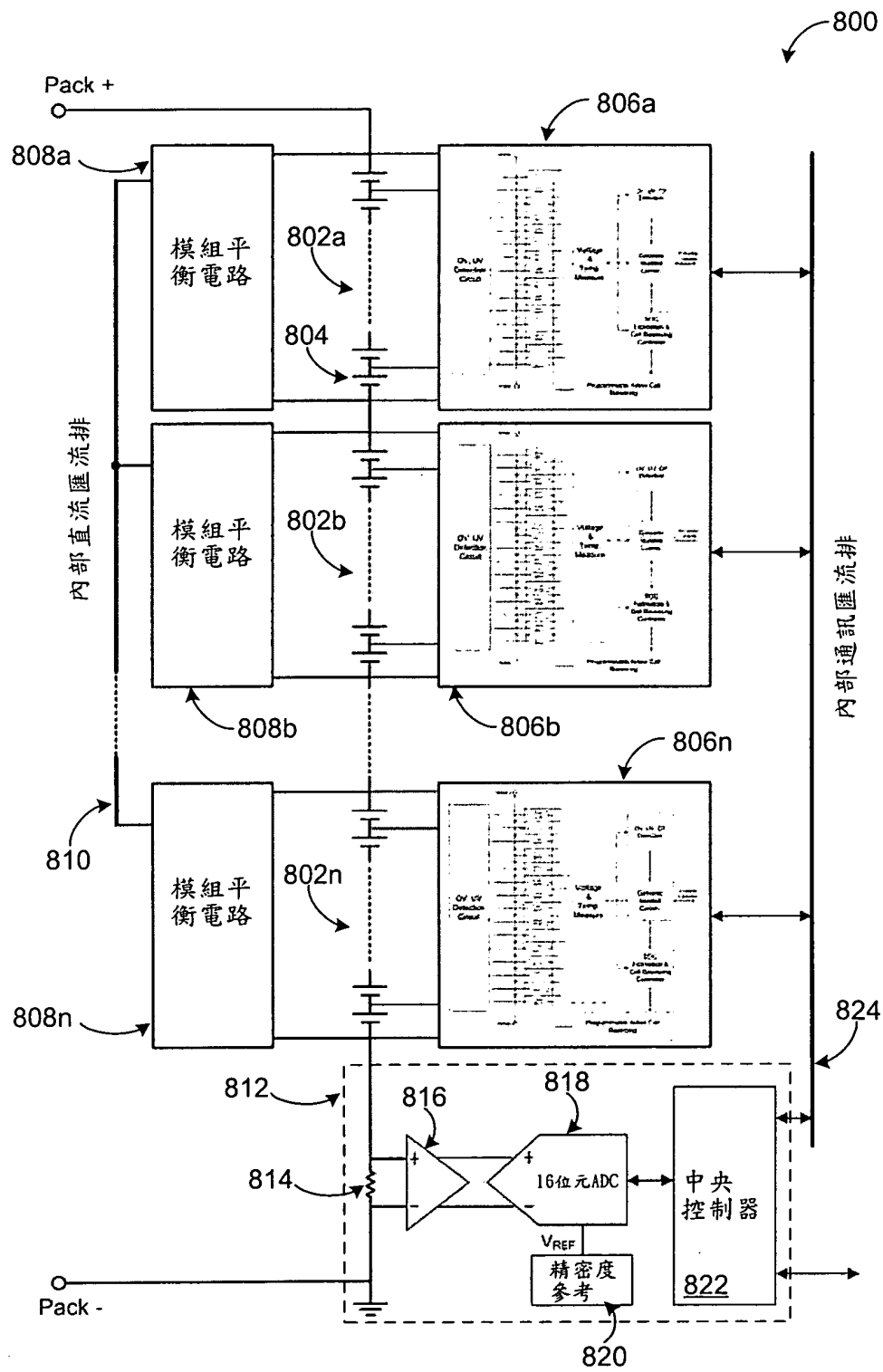


圖7



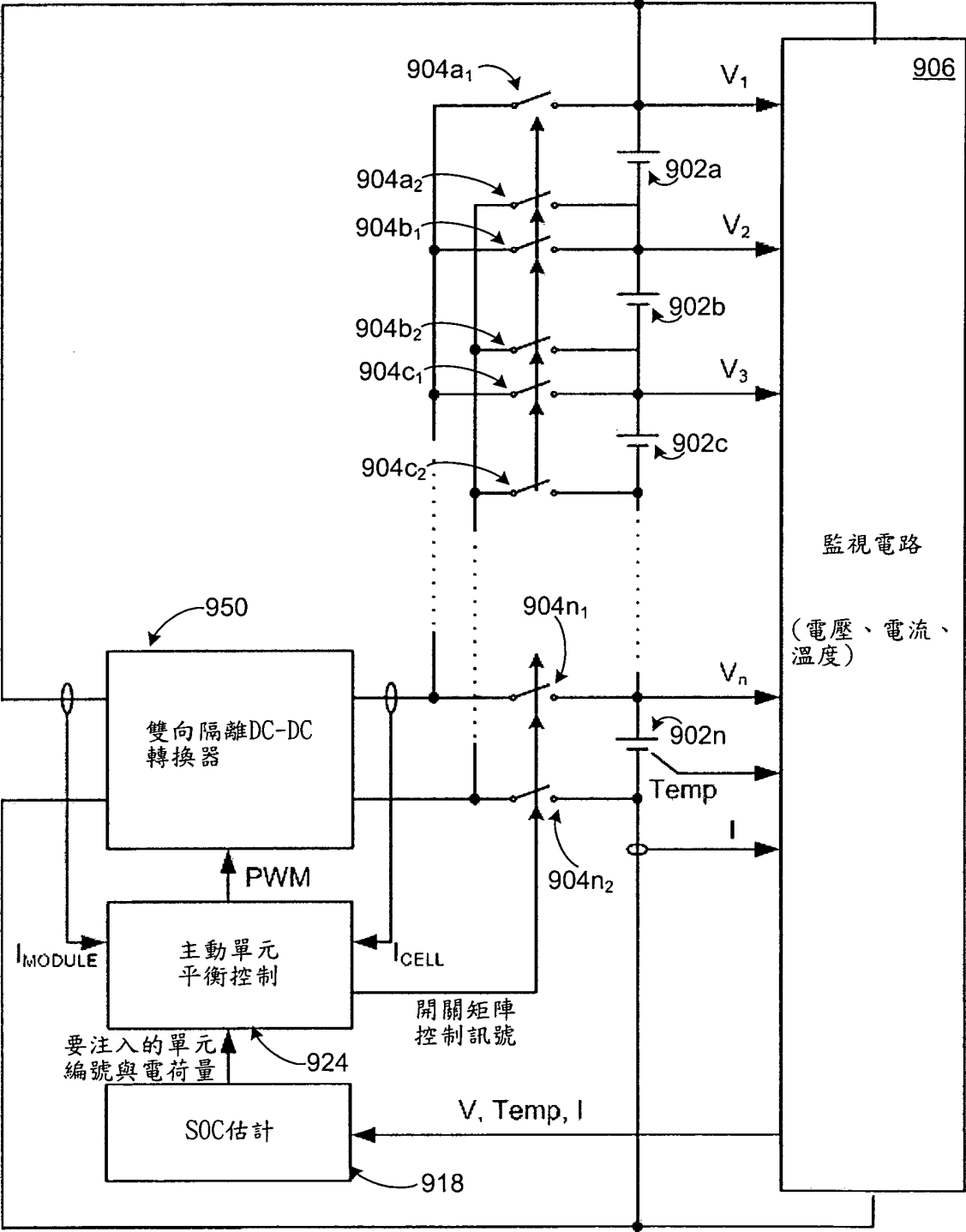


圖9

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

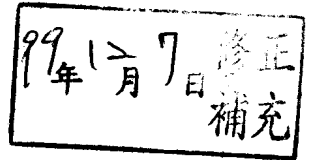
(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、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，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99131554

※申請日：

※IPC 分類：H02J 7/34 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡

ACTIVE CELL AND MODULE BALANCING FOR BATTERIES  
OR OTHER POWER SUPPLIES

## 二、中文發明摘要：

一種系統包括多個電力模組，其各者具有串聯耦接的多個電力單元。各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該種系統亦包括多個主動單元平衡電路，其各者構成以實質平衡在電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。該種系統更包括主動模組平衡系統，其構成以藉由將電力模組的第一個子集充電及/或將電力模組的第二個子集放電而實質平衡電力模組的電荷。主動模組平衡系統可包括多個模組平衡電路，其各者關聯於電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電。直流（DC）匯流排可構成以將直流電力輸送在模組平衡電路之間。

## 三、英文發明摘要：

A system includes multiple power modules, each having multiple power cells coupled in series. Each power module

## 六、發明說明：

### 相關申請案之交互參照

本申請案是根據美國專利法規 35 U.S.C. §119(e)主張於西元 2009 年 9 月 16 日提出申請的美國臨時專利申請案第 61/243,072 號的優先權，該專利申請案是以參照方式而納入。

### 【發明所屬之技術領域】

本揭露內容是概括針對電源供應器充電與放電系統。更具體而言，本揭露內容是針對用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡。

### 【先前技術】

諸如大型鋰離子電池的現代電池經常包括串聯連接的多個電池單元。不幸的是，由電池中的各個個別電池單元所提供的實際輸出電壓可能稍微變化。此將會在電池單元的充電或放電期間引起問題。在一些系統中，可使用電壓偵測電路來測定各個電池單元的輸出電壓，且可使用電壓平衡系統來補償在電池單元的輸出電壓中的變動。

考慮串聯連接的電池單元，其中各個電池單元是理想地設計以提供 3.8 伏特的輸出電壓。電壓偵測電路可能測定該等電池單元的一者為實際具有 3.9 伏特的輸出電壓。習用的被動電壓平衡系統典型地包括電阻器，其消耗來自具有過量輸出電壓的電池單元的電能。在此實例中，電能消耗引起 3.9 伏特的輸出電壓為下降到 3.8 伏特的期望位準。然

而，由於電能是使用電阻器所消耗，此將會造成顯著能量為從電池單元所損失，而使電池的操作壽命縮短。

### 【發明內容】

本揭示提供用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡之系統、裝置和方法。

於第一種態樣中，提供一種系統，其包含多個電力模組，各個電力模組包含串聯耦接的多個電力單元，各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該系統也包含多個主動單元平衡電路，各個主動單元平衡電路構成以實質平衡在該等電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。此外，該系統包含主動模組平衡系統，其構成以實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電以及將該等電力模組的第二個子集放電。

於第二種態樣中，提供一種裝置，其包含多個主動單元平衡電路，其構成以被耦接到多個電力模組。各個電力模組包含串聯耦接的多個電力單元，且各個主動單元平衡電路構成以實質平衡在該等電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。該裝置也包含多個模組平衡電路，其構成以被耦接到該等電力模組，該等模組平衡電路構成以實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電與將該等電力模組的第二個子集放電。該裝置進一步包含直流(DC)匯流排，其耦接該等模組平衡電路，該 DC 匯流排構成以將 DC 電力在該等模組

平衡電路之間輸送。此外，該裝置包含至少一個控制器，其構成以控制該等主動單元平衡電路與模組平衡電路。

於第三種態樣中，提供一種方法，其包含在具有串聯耦接的多個電力單元的多個電力模組各者中，實質平衡在該電力模組中的電力單元的電荷，其中該電力模組的電荷是基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該方法也包含實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電與將該等電力模組的第二個子集放電。直流(DC)電力是使用 DC 匯流排在該等電力模組之間轉移。

### 【實施方式】

在此專利文獻中用以描述本發明原理的下述的圖 1 到 9 與種種實施例是僅為舉例說明且不論從何種角度不應視為限制本發明的範疇。熟習此技術人士將瞭解的是，本發明原理可用任何型式的適合配置的裝置或系統所實施。

#### 主動單元平衡

在本揭露內容的一個觀點中，揭露種種的主動單元平衡電路，其可平衡在單一個模組內串聯連接的多個電力單元，諸如：在單一個電池中的多個電池單元。在一些實施例中，監視器接收關於電力單元的資訊，諸如：電壓、電流、與溫度。使用該資訊，主動平衡電路可操作開關系統以將電源連接到具有較低電壓的一或多個電力單元來將彼等電力單元充電到期望的較高電壓。主動平衡電路亦可操作開關系統以從具有過量電壓的一或多個電力單元汲取電力來使該等電力單元處於期望的較低電壓。

圖 1 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路 100。在此實例中，電路 100 運用基於順向(forward-based)的主動單元平衡。電路 100 包括或是耦接到串聯連接的多個電力單元 102a-102n。各個電力單元 102a-102n 分別為耦接到二個開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub>、104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub>、...、104n<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub>。電力單元 102a-102n 代表在模組內的任何適合電源，諸如：電池內的電池單元。開關 104a<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub> 代表任何適合的切換元件，諸如：電晶體。

監視電路 106 接收關於電力單元 102a-102n 的資訊，諸如：關於關聯於電力單元 102a-102n 的電壓、電流與溫度的資訊。在此實例中，資訊包括分別來自電力單元 102a-102n 的電壓值 V<sub>1</sub>-V<sub>n</sub>。資訊亦包括其流通過電力單元 102a-102n 的總電流 I 與電力單元 102a-102n 的一或多個溫度 TEMP。注意，使用的溫度感測器的數目與其位置可視特定應用的性質而定。單一個電力單元可為關聯於一或多個溫度感測器，且/或單一個溫度感測器可測量一或多個電力單元的溫度。監視電路 106 代表用於監視電力單元的任何適合結構，諸如：積體電路(IC, integrated circuit)。

如於圖 1 所示，開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 將電力單元 102a 的相對端耦接到變壓器 108 的相對端。開關 104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub> 到 104n<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub> 分別將電力單元 102b-102n 的相對端耦接到變壓器 108 的相對端。二極體 110 是被耦接在變壓器 108 的一端與開關 104a<sub>1</sub>、104b<sub>1</sub>、...、104n<sub>1</sub> 之間。電容器 112 是被耦接到二極體 110 且耦接到變壓器 108 的另一端。

監視電路 106 的輸出是經由訊號線 114 而連接到模組控制器 116。訊號線 114 將出自監視電路 106 的電壓、電流與溫度資訊

或其它的資訊提供到模組控制器 116。訊號線 114 代表任何適合的訊號線跡或其它的通訊路徑。模組控制器 116 是基於該資訊以操作控制電力單元 102a-102n 的充電。

在此實例中，模組控制器 116 包括充電狀態（SOC, state of charge）估計模組 118，其估計對於電力單元 102a-102n 各者的充電狀態。通訊模組 120 利於與中央控制器的通訊，中央控制器可支援（下述）模組平衡。通訊可透過隔離的通訊鏈路發生。模組控制器 116 更包括內部電力管理模組 122，其可控制模組控制器 116 的整體操作。此外，模組控制器 116 包括主動單元平衡模組 124。主動單元平衡模組 124 控制開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>n<sub>2</sub></sub> 的操作。電壓感測器 126 是與電容器 112 並聯連接，且主動單元平衡模組 124 接收來自電壓感測器 126 的電壓資訊。主動單元平衡模組 124 亦控制電晶體 128 的操作，可將電晶體 128 開路以中斷變壓器 108 的操作。模組控制器 116 代表用於控制主動單元平衡的任何適合結構。電壓感測器 126 代表用於感測電壓的任何適合結構。電晶體 128 代表任何適合的電晶體元件。

在一個操作觀點中，監視電路 106 可連續、接近連續或間歇式監視來自電力單元 102a-102n 的電壓、電流與溫度資訊。監視電路 106 可將種種資訊傳送到模組控制器 116。若模組控制器 116 測定第一個電力單元 102a 是最弱單元（具有最低的輸出電壓），主動單元平衡模組 124 可致使將開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 閉路且致使將其它的開關 104b<sub>1</sub>-104b<sub>n<sub>2</sub></sub> 開路。此致使來自變壓器 108 的二次側的電流為流通過二極體 110、開關 104a<sub>1</sub>、電力單元 102a 與開關 104a<sub>2</sub> 而回到變

壓器 108 的二次側。此提供額外電荷以將電力單元 102a 充電。模組控制器 116 可測定電力單元 102a 何時已經充分充電（諸如：當達到電力單元 102a-102n 的平均電荷）且致使主動單元平衡模組 124 將開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 開路。此過程可經重複任意次數以將電力單元 102a-102n 的任一者充電。

變壓器 108、二極體 110、與開關 104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub> 有效作用為耦接到電力單元 102a-102n 的可控制電流源。可使用此等可控制電流源以個別或（如下文所述）群組方式將電力單元 102a-102n 的任一者充電。因為此舉，主動單元平衡電路 100 可有助於將電力單元 102a-102n 的輸出電壓保持在或接近期望位準。在此可使用任何其它適合的可控制電流源。

圖 2 說明根據本揭露內容的另一個實例的主動單元平衡電路 200。在此實例中，電路 200 運用基於返馳（flyback-based）的主動單元平衡。電路 200 使用返馳（升壓式）轉換器以從具有不合意的較高電壓的電力單元抽取電流。電路 200 識別具有較高電壓的電力單元且接著致使該電力單元將其電壓的一部分轉移回到整串的電力單元。

如於圖 2 所示，電路 200 包括電力單元 202a-202n，其各者是被耦接到二個開關 204a<sub>1</sub>-204a<sub>2</sub>、204b<sub>1</sub>-204b<sub>2</sub>、...、204n<sub>1</sub>-204n<sub>2</sub>。電力單元 202a-202n 亦被耦接到監視電路 206。主動單元平衡電路 200 亦包括變壓器 208、二極體 210、與電容器 212。主動單元平衡電路 200 更包括訊號線 214，其將出自監視電路 206 的電壓、電流與溫度資訊或其它的資訊提供到模組控制器 216。模組控制器 216 包括 SOC 估計模組 218、通訊模組 220、內部電力管理模組 222、與主動單元平衡模組 224。

電晶體 228 是被耦接到變壓器 208 的二次側。此等構件的諸多者可在結構上為相同或類似於圖 1 的對應構件。

基於返馳的主動單元平衡電路 200 是以稍微類似於基於順向的主動單元平衡電路 100 的方式操作。然而，電流的流通是從變壓器 208 的一次側透過二極體 210 到電力單元串的頂端（起始於電力單元 202a）。此外，主動單元平衡模組 224 接收出自變壓器 208 的二次側的電壓訊號。

在一個操作觀點中，監視電路 206 可連續、接近連續或間歇式監視電力單元 202a-202n。模組控制器 216 可測定哪個電力單元具有最高電壓。模組控制器 216 接著致使該電力單元為稍微放電到較低電壓。可使用脈衝充電與放電以加速在此實例中的充電/放電過程。

圖 3 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路 300，其納入開關驅動電路。特別地，圖 3 的電路 300 在結構上為類似於圖 1 的電路 100。注意，開關驅動電路可被使用在其它的主動平衡電路，諸如：圖 2 的電路 200。

在此實例中，電路 300 包括電力單元 302a-302n、變壓器 308、二極體 310、電容器 312、具有微控制器介面的 SOC 估計模組 318、及電晶體 328。在特別實施例中，監視電路 306 可以出自美國國家半導體公司（NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION）的 LMP8631 類比前端來作代表。電路 300 亦包括：耦接在二極體 310 與電容器 312 之間的電感器 311、以及耦接到二極體 310 與電感器 311 且到電容器 312 的二極體 313。

電路 300 使用一對開關以將電力單元的一端耦接到變

壓器 308，而不是使用單一個開關以將電力單元 302a-302n 的一端耦接到變壓器 308。舉例來說，可使用電晶體 304 與 304' 以將電力單元 302a 的一端耦接到變壓器 308。二極體 305 與 305' 分別代表電晶體 304 與 304' 的本體二極體。驅動電路 330 與 330' 分別驅動電晶體 304 與 304' 且具有升壓電容器 332 與 332'，其可代表晶片外的電容器。

在此實例中，各個驅動電路 330 與 330' 包括二極體 334，其接收供應電壓 VDD。欠壓封鎖 (UVLO, under-voltage lockout) 單元 336 偵測供應電壓 VDD 何時下降為低於臨限值。史密特 (Schmitt) 觸發器 338 接收輸入驅動訊號 (Din\_R 或 Din\_L) 且產生用於位準移位器 340 的輸出訊號，位準移位器 340 將輸出訊號的電壓位準移位。AND 閘 342 接收 UVLO 單元 336 與位準移位器 340 的輸出且提供對驅動器 344 的輸入。驅動器 344 產生用於電晶體 304 與 304' 的一者的驅動訊號。在特別實施例中，驅動電路 330 與 330' 可代表出自美國國家半導體公司的 LM5101A 高電壓高側與低側開關驅動器。

於圖 3，各個升壓電容器 332 或 332' 可具有充電路徑為從其關聯的驅動器 344、透過該升壓電容器、且透過其關聯的左側電晶體 304 的本體二極體 305 或 305'。各個左側電晶體 304 有效為具有在其左側的浮動電流源。結果，由於浮動電流源節點是週期式牽引到接地，各個升壓電容器 332 或 332' 可被充電。種種的驅動電路亦可使用耦接到該驅動電路輸入的電晶體 346 而禁能或致能。

在如上所述的一些實施例中，主動單元平衡電路可將

單一個模組內的個別電力單元充電或放電。將單一個模組內的成群電力單元充電或放電亦為可能。圖 4 說明根據本揭露內容的一個實例的演算法，其可使用在主動單元平衡期間。

在此實例中，主動單元平衡電路可初始為一次將串聯耦接的三個單元充電，而不是一次將僅僅一個單元充電。舉例來說，主動單元平衡電路可將單元 5-7（群組 1）一起充電某一段時間而直到單元 7 達到最大電壓單元（在此實例中為單元 4）的電壓。然後，可將單元 1-3（群組 2）充電而直到單元 2 達到單元 4 的電壓。之後，可將單元 10-12（群組 3）充電而直到單元 10 達到單元 4 的電壓。在此時間點，可將單元個別充電而不是一次將三個單元充電。

如在此所顯示，可將多個電力單元（諸如：三個單元）同時充電，而不是一次僅將一個電力單元充電。一旦成群的單元已經被適當充電，演算法可切換且開始將單元個別充電。可使用類似的演算法以將成群的單元一起放電。此演算法可提供較快速的充電或放電時間。亦可使用方式的組合，例如，在個別單元被充電/放電之前，成群的單元是被充電到單元的平均電荷且成群的單元是被放電到單元的平均電荷。

主動單元平衡可使用於若干種情況。作為特別實例，主動單元平衡（諸如：於圖 1 到 3 所顯示）可使用於模組中的一些（但非全部）單元為正在作更換的情況。在該情形，由於較舊單元的電荷位準與較新單元的電荷位準之間可能存在大的差異，可能需要主動單元平衡。若無平衡，

不可能將較舊單元與較新單元充電到相當均等的位準。此將會顯著干擾模組操作且可能迫使更換在模組中的所有電池單元，甚至是仍可持有適當電荷的電池單元。此外，可使用關於圖 4 所述的群組充電/放電演算法以提高較舊與較新單元的平衡發生的速度。

#### 主動模組平衡

在本揭露內容的另一個觀點中，提供可調節多個模組(諸如多個電池)的種種模組平衡電路，各個模組可含有多個電池單元或其它電力單元。在一些實施例中，多個模組可形成一或多組，諸如：一或多個電池組。

圖 5 說明根據本揭露內容的一個實例的電力組 500，其具有多個模組 502，各個模組具有多個電力單元 504。在此實例中，模組 502 被串聯耦接且提供輸出電壓 Pack+ / Pack-。此外，成群的單元 504 被並聯配置，且並聯成群的單元 504 被串聯耦接以形成各個模組 502。各個模組 502 可代表由多個電池單元所形成的電池。

圖 6 說明根據本揭露內容的種種電池的實例的安全操作區域。如於圖 6 所示，在各個模組 502 中的所有單元 504 經常必須在所有的充電與放電條件下而操作於指定的安全操作區域內。於圖 6，諸線代表針對於不同電池的安全操作區域。概括而言，針對於此等電池的安全操作區域是介於 2.0-3.5 伏特之間。

圖 7 說明根據本揭露內容的模組中的電力單元的實例的不均勻電壓位準。如於圖 7 所示，不匹配的問題會影響單元 504 的充電。於圖 7，線 702 代表在充電前的種種模組

中的單元 504 的電荷，且線 704 代表在充電後的種種模組中的單元 504 的電荷。如可在此所看出，不匹配的問題會阻止多個單元 504 為不被充電且可能會迫使一些單元 504 在 2.0-3.5 伏特的範圍外操作。任何的模組平衡方式均會將此安全操作區域納入考量。

圖 8 說明根據本揭露內容的一個實例的主動模組平衡系統 800。在此實例中，主動模組平衡系統 800 包括多個模組 802a-802n，其各者包括串聯耦接的多個電力單元 804。模組 802a-802n 各者具有對應的模組控制器 806a-806n，其各者包括用以在對應模組內實行主動單元平衡的主動單元平衡電路。舉例來說，各個模組控制器 806a-806n 可包括上文或下文所述的任一個主動單元平衡電路。

主動模組平衡系統 800 更包括多個模組平衡電路 808a-808n。模組平衡電路 808a-808n 可控制被提供到模組 802a-802n 的電力或從模組 802a-802n 所移除的電力，可有助於控制模組 802a-802n 的充電或放電。模組平衡電路 808a-808n 是被耦接到內部直流 (DC, direct current) 匯流排 810，其為用以將 DC 電力路由到模組平衡電路 808a-808n 且介於模組平衡電路 808a-808n 之間。

中央控制單元 812 監視由模組 802a-802n 所提供的電流。在此，中央控制單元 812 包括電阻器 814，由模組 802a-802n 所提供的電流流通過電阻器 814。中央控制單元 812 亦包括差動放大器 816，其將跨於電阻器 814 的電壓差異放大。類比至數位轉換器 (ADC, analog-to-digital converter) 818 使用由精密度參考 820 所提供的參考電壓 ( $V_{REF}$ ) 將差

動放大器 816 的輸出數位化。ADC 818 可代表 16 位元 ADC，且精密度參考 820 可代表任何適合的參考電壓源。中央控制器 822 使用 ADC 818 的數位化輸出。

中央控制單元 822 亦可透過匯流排 824 而與模組控制器 806a-806n 通訊。中央控制單元 822 可進而操作以控制由模組平衡電路 808a-808n 與模組控制器 806a-806n 所實行的平衡。

在一些實施例中，中央控制單元 822 使用電阻器 814 來實行電流感測。中央控制單元 822 亦實行對於模組 802a-802n 與其單元 804 的充電狀態或健康狀態 (SOH, state of health) 估計。中央控制單元 822 更實行模組平衡控制以測定如何平衡模組 802a-802n 且將必要資料通訊到模組 802a-802n 與模組控制器 806a-806n。

在特別實施例中，於模組平衡期間可使用內部 DC 匯流排 810 以供在模組 802a-802n 之間的能量緩衝及轉移。模組控制器 806a-806n 與模組平衡電路 808a-808n 可接收來自中央控制單元 812 的 SOC 資訊。具有最高 SOC 的模組可透過內部 DC 匯流排 810 而直接將具有最低 SOC 的模組充電。模組平衡電路 808a-808n 可在放電狀態時操作於電壓模式且在充電狀態時操作於電流模式（雖然在充電與放電狀態時可使用其它模式，諸如：在放電狀態時操作於電流模式且在充電狀態時操作於電壓模式）。

#### 雙向主動平衡

在本揭露內容的又一個觀點中，揭露種種的雙向主動平衡電路，其可平衡在一或多個模組中的多個電力單元。在此等實施

例中，對於主動平衡電路來說，將出自一或多個電力單元（諸如：具有較高電荷的電力單元）的電力轉移到一或多個其它電力單元（諸如：具有較低電荷的電力單元）是可能的。注意，上述的模組平衡電路已經指出在內部 DC 匯流排 810 的電力轉移可為雙向，意指主動模組平衡系統 800 能支援在匯流排 810 的雙向電力轉移。

參考回到圖 7，由線 702 中的最低電荷所代表的單元可代表需要充電的單元（相較於其它單元）。同理，由線 704 中的最高電荷所代表的單元可代表需要放電的單元（相較於其它單元）。雙向主動平衡將允許個別單元為被充電或放電，視其電荷位準相對於其它單元而定。如於圖 7 所示，雙向主動平衡將允許具有過量電荷的單元為被用以將具有較低電荷的單元充電。

圖 9 說明根據本揭露內容的一個實例的雙向主動單元平衡電路 900，其支援在模組內的主動單元平衡。主動平衡電路 900 包括多個電力單元 902a-902n 與開關 904a<sub>1</sub>-904a<sub>2</sub>、904b<sub>1</sub>-904b<sub>2</sub>、...、904n<sub>1</sub>-904n<sub>2</sub>。主動平衡電路 900 亦包括監視電路 906。在此，監視電路 906 的輸出是被提供到 SOC 估計模組 918，其可識別需要充電及放電的電力單元 902a-902n。主動單元平衡控制模組 924 控制開關 904a<sub>1</sub>-904n<sub>2</sub>，藉以將適當的電力單元 902a-902n 充電或放電。

雙向隔離 DC 至 DC 轉換器 950 是用以提供平衡電流到電力單元 902a-902n 或從電力單元 902a-902n 提供平衡電流，藉以支援主動平衡。流進或流出模組的電流 ( $I_{\text{MODULE}}$ ) 以及流進或流出單元 902a-902n 的電流 ( $I_{\text{CELL}}$ ) 可作測量且

由主動單元平衡控制模組 924 所使用。若是使用於主動模組平衡系統 800，DC 至 DC 轉換器 950 可形成模組平衡電路 808a-808n 的部分者且透過 DC 匯流排 810 而轉移電力。

在一些實施例中，可對於各個單元 902a-902n 進行電壓、溫度、及/或電流感測以估計其充電狀態。可從模組將電流或電荷注入到具有最小 SOC 的單元，且可將具有最大 SOC 的單元放電回到模組。可用重疊在主要模組充電/放電電流（使用以平衡模組）的方式來實行平衡電流（充電及放電）注入。平衡電流（二個方向）可由雙向 DC 至 DC 轉換器 950 所操縱，且開關矩陣可操縱哪個單元被充電或放電。

再者，作為特別實例，主動模組平衡與雙向平衡可用於（由多個模組所形成）一群中的一些（但非全部）電力單元為正在作更換的情況。由於較舊模組的電荷位準與較新模組的電荷位準之間可能存在大的差異，可能需要主動平衡。

雖然圖式已經說明如上所述用於主動平衡的種種實施例，可對於此等圖式作成任何數量的變化。舉例來說，在任何數量的模組中之任何數量的電源供應器可用此等電路來作平衡。此外，注意，諸如超電容器的其它電源供應器可被使用以替代或附加於電池中的電池單元。

陳述在此專利文獻內所已經使用的某些字詞與片語的定義是可為有利的。術語“耦接（couple）”與其衍生者是指二或多個構件間的任何直接或間接連通，無論彼等構件是否彼此為實際接觸。術語“包括（include）”與“包

含 (comprise) ” 以及其衍生者是意指在沒有限制情況下的包括。術語 “或 (or)” 是包括的，意指 “及/或”。片語 “關聯 (associated with) ” 與 “與其關聯 (associated therewith) ” 以及其衍生者可意指要包括、被包括在內、互連、含有、容納在內、連接、耦接、可連通、配合、插入、並置、鄰近、限定、具有、具有性質、具有關係、或類似者。

儘管本揭露內容已經描述某些實施例以及概括關聯的方法，此等實施例及方法的修改與變更將對於熟悉此技術人士為顯而易見。是以，範例實施例的以上說明並非界定或限制本發明。在沒有脫離如以下申請專利範圍所界定的本發明精神與範疇的情況下，其它的變化、替代、與修改亦為可能。

### 【圖式簡單說明】

為了本揭示內容與其特徵的較完整瞭解，已經論及的上述說明是結合併隨圖式為例，在伴隨圖式中：

圖 1 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路；

圖 2 說明根據本揭露內容的另一個實例的主動單元平衡電路；

圖 3 說明根據本揭露內容的一個實例的主動單元平衡電路，其納入開關驅動電路；

圖 4 說明根據本揭露內容的一個實例的演算法，其可使用在主動單元平衡期間；

圖 5 說明根據本揭露內容的一個實例的電力組，其具有多個模組，各個模組具有多個電力單元；

圖 6 說明根據本揭露內容的種種電池的實例的安全操作區域；

圖 7 說明根據本揭露內容的模組中的電力單元的實例的不均勻電壓位準；

圖 8 說明根據本揭露內容的一個實例的主動模組平衡系統；及

圖 9 說明根據本揭露內容的一個實例的雙向主動單元平衡電路，其支援在模組內的主動單元平衡。

#### 【主要元件符號說明】

100 主動單元平衡電路

102a-102n 電力單元

104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub>、104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub>、104c<sub>1</sub>-104c<sub>2</sub>...104n<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub>

開關

106 監視電路

108 變壓器

110 二極體

112 電容器

114 訊號線

116 模組控制器

118 充電狀態(SOC)估計模組

120 通訊模組

122 內部電力管理模組

- 124 主動單元平衡模組
- 126 電壓感測器
- 128 電晶體
- 200 主動單元平衡電路
- 202a-202n 電力單元
- 204a<sub>1</sub>-204a<sub>2</sub>、204b<sub>1</sub>-204b<sub>2</sub>、204c<sub>1</sub>-204c<sub>2</sub>...204n<sub>1</sub>-204n<sub>2</sub>  
開關
- 206 監視電路
- 208 變壓器
- 210 二極體
- 212 電容器
- 214 訊號線
- 216 模組控制器
- 218 SOC 估計模組
- 220 通訊模組
- 222 內部電力管理模組
- 224 主動單元平衡模組
- 228 電晶體
- 300 主動單元平衡電路
- 302a-302n 電力單元
- 304、304' 電晶體
- 305、305' 二極體
- 306 監視電路
- 308 變壓器
- 310 二極體

- 311 電感器
- 312 電容器
- 313 二極體
- 318 SOC 估計模組
- 328 電晶體
- 330、330' 驅動電路
- 332、332' 升壓電容器
- 334 二極體
- 336 欠壓封鎖(UVLO)單元
- 338 史密特觸發器
- 340 位準移位器
- 342 AND 閘
- 344 驅動器
- 346 電晶體
- 500 電力組
- 502 模組
- 504 電力單元
- 702 線
- 704 線
- 800 主動模組平衡系統
- 802a-802n 模組
- 804 電力單元
- 806a-806n 模組控制器
- 808a-808n 模組平衡電路
- 810 內部直流(DC)匯流排

- 812 中央控制單元
- 814 電阻器
- 816 差動放大器
- 818 類比至數位轉換器(ADC)
- 820 精密度參考
- 822 中央控制器
- 824 匯流排
- 900 雙向主動單元平衡電路
- 902a-902n 電力單元
- 904a<sub>1</sub>-904a<sub>2</sub>、904b<sub>1</sub>-904b<sub>2</sub>、904c<sub>1</sub>-904c<sub>2</sub>...904n<sub>1</sub>-904n<sub>2</sub>  
開關
- 906 監視電路
- 918 SOC 估計模組
- 924 主動單元平衡控制模組
- 950 雙向隔離 DC 至 DC 轉換器

# 發明專利說明書

99年12月7日 修正  
補充

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99131554

※申請日：

※IPC 分類：H02J 7/34 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於電池或其它電源供應器的主動單元和模組平衡

ACTIVE CELL AND MODULE BALANCING FOR BATTERIES  
OR OTHER POWER SUPPLIES

## 二、中文發明摘要：

一種系統包括多個電力模組，其各者具有串聯耦接的多個電力單元。各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷。該種系統亦包括多個主動單元平衡電路，其各者構成以實質平衡在電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷。該種系統更包括主動模組平衡系統，其構成以藉由將電力模組的第一個子集充電及/或將電力模組的第二個子集放電而實質平衡電力模組的電荷。主動模組平衡系統可包括多個模組平衡電路，其各者關聯於電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電。直流（DC）匯流排可構成以將直流電力輸送在模組平衡電路之間。

## 三、英文發明摘要：

A system includes multiple power modules, each having multiple power cells coupled in series. Each power module

has a charge that is based on charges of the power cells in that power module. The system also includes multiple active cell balancing circuits, each configured to substantially balance the charges of the power cells in an associated one of the power modules. The system further includes an active module balancing system configured to substantially balance the charges of the power modules by charging a first subset of the power modules and/or discharging a second subset of the power modules. The active module balancing system could include multiple module balancing circuits, each associated with one of the power modules and configured to charge or discharge its associated power module. A direct current (DC) bus can be configured to transport DC power between the module balancing circuits.

## 七、申請專利範圍：

### 1.一種系統，其包含：

多個電力模組，各個電力模組包含串聯耦接的多個電力單元，各個電力模組具有電荷，其為基於在該電力模組中的電力單元的電荷；

多個主動單元平衡電路，各個主動單元平衡電路構成以實質平衡在該等電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷；及

主動模組平衡系統，其構成以實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電以及將該等電力模組的第二個子集放電。

2.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該主動模組平衡系統包含：

多個模組平衡電路，各個模組平衡電路關聯於該等電力模組的一者且構成以將其關聯電力模組充電或放電；及

直流（DC）匯流排，其耦接該等模組平衡電路，該 DC 匯流排構成以將 DC 電力在該等模組平衡電路之間輸送。

3.如申請專利範圍第 2 項之系統，其中：

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組放電時而在電壓模式中操作；且

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組充電時而在電流模式中操作。

4.如申請專利範圍第 2 項之系統，其中該主動模組平衡系統更包含：

控制器，其構成以控制該等模組平衡電路。

5.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該系統包含多個雙向隔離直流至直流（DC-DC）轉換器，各個 DC-DC 轉換器關聯於該等電力模組的一者且構成以產生用於將在其關聯電力模組中的電力單元充電及放電的平衡電流。

6.如申請專利範圍第 5 項之系統，其中各個 DC-DC 轉換器是構成以將用於其關聯電力模組的平衡電流重疊到用於其關聯電力模組的電力模組充電或放電電流。

7.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該等主動單元平衡電路各者包含以下的一者：基於順向的主動單元平衡電路與基於返馳的主動單元平衡電路。

8.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中關聯於該等電力模組一者的主動單元平衡電路包含：

變壓器；及

開關矩陣，其包含多個開關，該多個開關構成以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到該變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

9.如申請專利範圍第 8 項之系統，其中關聯於該等電力模組一者的主動單元平衡電路更包含：

控制器，其構成以控制該開關矩陣，藉以在將該電力模組中的個別電力單元充電或放電之前而將該電力模組中的成群電力單元充電或放電。

10.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該等電力模組包含電池且該等電力單元包含電池單元。

11.一種裝置，其包含：

多個主動單元平衡電路，其構成以被耦接到多個電力

模組，各個電力模組包含串聯耦接的多個電力單元，各個主動單元平衡電路構成以實質平衡在該等電力模組的一個關聯者中的電力單元的電荷；

多個模組平衡電路，其構成以被耦接到該等電力模組，該等模組平衡電路構成以實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電與將該等電力模組的第二個子集放電；

直流（DC）匯流排，其耦接該等模組平衡電路，該 DC 匯流排構成以將 DC 電力在該等模組平衡電路之間輸送；及

至少一個控制器，其構成以控制該等主動單元平衡電路與模組平衡電路。

12.如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中：

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組放電時而在電壓模式中操作；且

各個模組平衡電路是構成以當將其關聯電力模組充電時而在電流模式中操作。

13.如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中該裝置包含多個雙向隔離直流至直流（DC-DC）轉換器，各個 DC-DC 轉換器關聯於該等電力模組的一者且構成以產生用於將在其關聯電力模組中的電力單元充電及放電的平衡電流。

14.如申請專利範圍第 13 項之裝置，其中各個 DC-DC 轉換器是構成以將用於其關聯電力模組的平衡電流重疊到用於其關聯電力模組的電力模組充電或放電電流。

15.如申請專利範圍第 11 項之裝置，其中關聯於該等電力模組一者的主動單元平衡電路包含：

變壓器；及

開關矩陣，其包含多個開關，該多個開關構成以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到該變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

16.如申請專利範圍第 15 項之裝置，其中該至少一個控制器是構成以控制該開關矩陣，藉以在將該電力模組中的個別電力單元充電或放電之前而將該等電力模組一者中的成群電力單元充電或放電。

17.一種方法，其包含：

在具有串聯耦接的多個電力單元的多個電力模組各者中，實質平衡在該電力模組中的電力單元的電荷，其中該電力模組的電荷是基於在該電力模組中的電力單元的電荷；及

實質平衡該等電力模組的電荷，藉由以下的至少一者：將該等電力模組的第一個子集充電與將該等電力模組的第二個子集放電，其中直流（DC）電力是使用 DC 匯流排在該等電力模組之間轉移。

18.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中實質平衡在各個電力模組中的電力單元的電荷及實質平衡該等電力模組的電荷包含：

使用多個雙向隔離直流至直流（DC-DC）轉換器，各個 DC-DC 轉換器關聯於該等電力模組的一者且產生將在其關聯電力模組中的電力單元充電及放電的平衡電流。

19.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中各個 DC-DC 轉換器將用於其關聯電力模組的平衡電流重疊到用於該電

力模組的電力模組充電或放電電流。

20.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中實質平衡該等電力單元的電荷包含：

在各個電力模組中，操作其包含多個開關的開關矩陣以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

## 八、圖式：

(如次頁)

力模組的電力模組充電或放電電流。

20.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中實質平衡該等電力單元的電荷包含：

在各個電力模組中，操作其包含多個開關的開關矩陣以將在該電力模組中的電力單元選擇性地耦接及非耦接到變壓器，藉以控制在該電力模組中的電力單元的充電與放電。

## 八、圖式：

(如次頁)

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 主動單元平衡電路

102a-102n 電力單元

104a<sub>1</sub>-104a<sub>2</sub>、104b<sub>1</sub>-104b<sub>2</sub>、104c<sub>1</sub>-104c<sub>2</sub>...104n<sub>1</sub>-104n<sub>2</sub>

開關

106 監視電路

108 變壓器

110 二極體

112 電容器

114 訊號線

116 模組控制器

118 充電狀態(SOC)估計模組

120 通訊模組

122 內部電力管理模組

124 主動單元平衡模組

126 電壓感測器

128 電晶體

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無