



(21) 申請案號：112126296 (22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 14 日

(51) Int. Cl. : *H02M1/00 (2007.01)* *H02M3/07 (2006.01)*  
*H02M3/158 (2006.01)* *H02M7/483 (2007.01)*

(30) 優先權：2022/08/05 美國 63/395,582  
 2022/12/23 美國 63/435,119

(71) 申請人：日商村田製作所股份有限公司 (日本) MURATA MANUFACTURING CO., LTD.  
 (JP)  
 日本

(72) 發明人：朱利安諾 大衛 M GIULIANO, DAVID M. (US)；史克札辛斯基 格雷戈里  
 SZCZESZYNSKI, GREGORY (US)

(74) 代理人：洪澄文；洪茂

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：55 項 圖式數：29 共 106 頁

## (54) 名稱

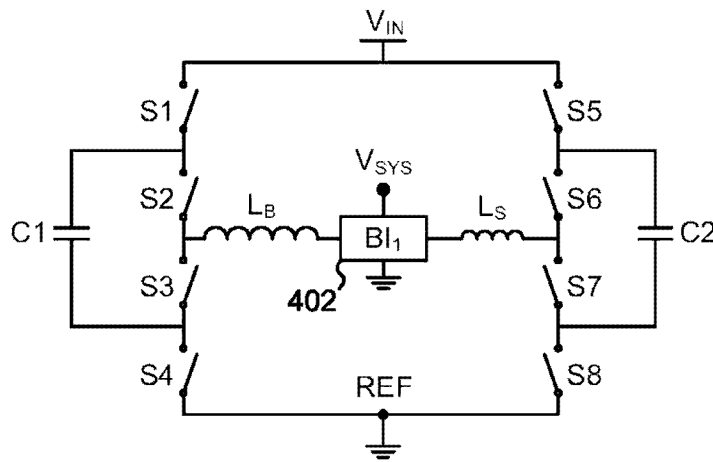
電源轉換器電路、電池管理系統和轉換電壓的方法

## (57) 摘要

提供複數電池管理電路，相較傳統設計具有更元件但維持效能不變。複數實施例涵蓋複數電源轉換器，電源轉換器包括絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路，分別透過第一電感和第二電感耦接至電池介面電路。在第一操作模式下，絕熱電荷泵電路被停用而電感性降壓轉換器電路被啟動。在第二操作模式下，絕熱電荷泵電路被啟動而電感性降壓轉換器電路被停用。絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路共用電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1) 耦接至電壓源端和參考電位端的複數電源開關，(2) 至少一個飛電容，以及(3) 第一電感。

Battery management circuits implementable with fewer components compared to conventional designs while maintaining performance. Embodiments encompass power converters including an adiabatic charge pump circuit coupled to a battery interface circuit through a first inductor, and an inductive buck converter circuit coupled to the battery interface circuit through a second inductor. In a first mode of operation, the adiabatic charge pump circuit is deactivated, and the inductive buck converter circuit is activated. In a second mode of operation, the adiabatic charge pump circuit is activated, and the inductive buck converter circuit is deactivated. The adiabatic charge pump circuit and the inductive buck converter circuit share a battery interface circuit and at least one of (1) power switches coupled to a voltage source terminal and a reference potential terminal, (2) at least one fly capacitor, or (3) the first inductor.

指定代表圖：



第 4A 圖

符號簡單說明：

402:BI<sub>1</sub> 電路

V<sub>IN</sub>:輸入電壓/內部電壓

V<sub>SYS</sub>:系統電壓

REF:參考端

S1,S2,S3,S4,S5,S6,S7,  
S8:開關/電源開關

C1:飛電容/第一飛電容/  
共用飛電容

C2:飛電容/第二飛電容/  
共用飛電容

L<sub>B</sub>:電感

L<sub>S</sub>:電感/共用電感/感  
應器線圈/輸出電感

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】多模式電源轉換器

【英文發明名稱】MULTI-MODE POWER CONVERTERS

WITH SHARED COMPONENTS

【中文】

提供複數電池管理電路，相較傳統設計具有更元件但維持效能不變。複數實施例涵蓋複數電源轉換器，電源轉換器包括絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路，分別透過第一電感和第二電感耦接至電池介面電路。在第一操作模式下，絕熱電荷泵電路被停用而電感性降壓轉換器電路被啟動。在第二操作模式下，絕熱電荷泵電路被啟動而電感性降壓轉換器電路被停用。絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路共用電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至電壓源端和參考電位端的複數電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)第一電感。

【英文】

Battery management circuits implementable with fewer components compared to conventional designs while maintaining performance. Embodiments encompass power converters including an adiabatic charge pump circuit coupled to a battery interface circuit through a first inductor, and an inductive buck converter circuit coupled to the battery interface circuit through a second inductor. In a first mode of operation, the adiabatic charge pump circuit is deactivated, and the inductive buck

converter circuit is activated. In a second mode of operation, the adiabatic charge pump circuit is activated, and the inductive buck converter circuit is deactivated. The adiabatic charge pump circuit and the inductive buck converter circuit share a battery interface circuit and at least one of (1) power switches coupled to a voltage source terminal and a reference potential terminal, (2) at least one fly capacitor, or (3) the first inductor.

【指定代表圖】 第4A圖

【代表圖之符號簡單說明】

402:BI<sub>1</sub> 電路

V<sub>IN</sub>:輸入電壓/內部電壓

V<sub>SYS</sub>:系統電壓

REF:參考端

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8:開關/電源開關

C1:飛電容/第一飛電容/共用飛電容

C2:飛電容/第二飛電容/共用飛電容

L<sub>B</sub>:電感

L<sub>S</sub>:電感/共用電感/感應器線圈/輸出電感

【特徵化學式】

無。

# 【發明說明書】

【中文發明名稱】多模式電源轉換器

【英文發明名稱】MULTI-MODE POWER CONVERTERS

WITH SHARED COMPONENTS

【技術領域】

【0001】本發明係有關於電子電路，係特別有關於電源轉換器電路，包括直流至直流(DC-DC)電源轉換器電路和電池管理系統。

【先前技術】

【0002】許多電子產品，特別是行動計算及/或通訊產品和元件(如：手機、筆記型電腦、超輕薄筆電、平板裝置、液晶顯示器(liquid-crystal display；LCD)以及發光二極體(light emitting diode；LED)顯示器)需要多個電壓位準。例如，射頻(radio frequency；RF)傳輸器功率放大器可需要相較之下更高的電壓(如：12V或更高)，而邏輯電路可要求一低電壓位準(如：1V至3V)。其他電路可要求一中等電壓位準(如：5V至10V)。

【0003】直流(direct current；DC)電源轉換器經常被用於自一通用(common)電源(如：一電池、複數太陽能電池以及被整流的交流(alternating current；AC)電源)產生一較低或一較高的電壓。將一較高的輸入電壓源轉換為一較低的輸出電壓位準的電源轉換器通常被稱為降壓轉換器，因為輸出電壓 $V_{OUT}$ 小於輸入電壓 $V_{IN}$ ，因而轉換器使輸入電壓「降壓」。將一較低的輸入電壓源轉換為一較高的輸出電壓位準的電源轉換器通常被稱為增壓轉換器，因為

輸出電壓 $V_{OUT}$ 大於輸入電壓 $V_{IN}$ 。取決於特定的配置，例如作為輸入端和輸出端的端口選擇，一些電源轉換器可為一降壓轉換器或一增壓轉換器。一些電源轉換器可提供一反相輸出。

【0004】 現代裝置，尤其行動裝置(如：手機)，經常需要複雜的電池管理系統，以在優化裝置使用時間和電池壽命的同時保護電池不會受過充電和熱降解(degradation)影響。已知可在上述電池管理系統中利用兩種不同類型的電源轉換器來對裝置電池進行充電和提供裝置的一系統電壓。

【0005】 一種被稱為一電感性電源轉換器的直流電源轉換器可包括複數電量轉移電容(charge transfer capacitors)和一較大的輸出電感作為能量儲存元件，上述能量儲存元件由被控制的複數開關耦接至彼此以將電量從輸入電壓 $V_{IN}$ 轉移至輸出電壓 $V_{OUT}$ 。在一些實施例中，一個電感性電源轉換器可由多級電感性電源轉換器實現。另一種被稱為絕熱(adiabatic)電荷泵(charge pump)的直流電源轉換器包括複數電量轉移電容和一較小的輸出電感作為能量儲存元件，上述能量儲存元件由被控制的複數開關耦接至彼此以將電量從輸入電壓 $V_{IN}$ 轉移至輸出電壓 $V_{OUT}$ 。在上述兩種電源轉換器中，電量轉移電容被稱為「飛電容(fly capacitor)」或「泵電容」。每當一個飛電容被使用時(即，沒有被忽略(bypass))，流經這個飛電容的電能通常會使其充電或放電。雖然多級電源轉換器和絕熱電荷泵在某些配置下可具有類似的布局，兩者的不同點在於用來優化表現和效率所需的電感數值大小。

【0006】 第1A圖係為先前技術的絕熱兩階三位準之電荷泵(two-phase 3-Level charge pump)100之一範例。一第一階子電路包括複數開關S1和S2、分路的複數開關(shunt switches) S3和S4、一飛電容C1以及一較小(如：約1 nH至幾

百nH)的共用電感 $L_s$  (此處的S代表「小」)，開關S1和S2串聯並耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和一節點 $L_x$ (位於開關S2和S3之間)之間，開關S3和S4串聯並耦接在節點 $L_x$ 和一參考電位/參考電位端(如：電路接地端)之間，飛電容C1連接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間(如圖所示)，共用電感 $L_s$ 耦接在節點 $L_x$ 和輸出電壓 $V_{OUT}$ 的一輸出端之間。一第二階子電路包括複數開關S1'和S2'、分路的複數開關S3'和S4'、一飛電容C1'以及共用電感 $L_s$ ，開關S1'和S2'串聯並耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和節點 $L_x$ (位於開關S2和S3之間)之間，開關S3'和S4'串聯並耦接在節點 $L_x$ 和參考電位端(如：電路接地端)之間，飛電容C1'連接在成對的開關S1'-S2'和開關S3'-S4'之間(如第1A圖所示)，共用電感 $L_s$ 耦接在節點 $L_x$ 和輸出電壓 $V_{OUT}$ 的輸出端之間。一耦合(smoothing)電容C0被耦接在輸出端和參考電位端之間。在操作過程中，開關S1和S3藉由一時脈訊號 $\phi_1$ 同時切換至開啟狀態(OPEN)或關閉狀態(CLOSED)，而開關S2和S4藉由一時脈訊號 $\phi_2$ 同時切換至開啟狀態或關閉狀態，時脈訊號 $\phi_2$ (在相位之間具有時滯(deadtime))和時脈訊號 $\phi_1$ (在時脈切換時具有時滯)的相位交錯。所描述的範例之結果為 $V_{OUT} = \frac{1}{2} V_{IN}$ 。開關S1'、S2'、S3'以及S4'具有類似的操作，但開關S1'和S3'藉由時脈訊號 $\phi_2$ 同時切換至開啟狀態或關閉狀態，而開關S2'和S4'藉由時脈訊號 $\phi_1$ 同時切換至開啟狀態或關閉狀態。利用兩種交錯的相位有助於在輸出端提供更平穩的電壓和電流。

**【0007】** 第1B圖係為先前技術的三位準之電感性降壓轉換器102之一範例。一組四個開關S1、S2、S3以及S4串聯並耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和電路接地端之間。一飛電容C1和開關S1、S4串聯，並和開關S2、S3並聯。一較大的電感 $L_B$  (此處B代表「大」)被耦接至一輸出電容C0和位於開關S2、S3之間



的節點 $L_x$ 。電感 $L_B$ 的電感值可為共用電感 $L_S$ 之電感值的約兩倍到約超過100倍。輸出電容 $C_0$ 的跨壓可在輸出電壓 $V_{OUT}$ 輸出的輸出端取得。

**【0008】** 在所描述的範例中，單一飛電容 $C_1$ 的存在致能四個開關的狀態在節點 $L_x$ 產生以下三者之一的電壓位準： $0V$  (接地(GND))、 $V_{IN}$ 或 $\frac{1}{2}V_{IN}$  ( $\frac{1}{2}V_{IN}$ 以兩種不同方式產生)。在一第一切換狀態中，在節點 $L_x$ 定義一第一電壓位準(Level-1)，開關 $S_3$ 、 $S_4$ 關閉(closed)而開關 $S_1$ 、 $S_2$ 打開(opened)，有效地忽略掉飛電容 $C_1$ 並將 $L_x$ 連接至電路接地端(即，節點 $L_x$ 的電壓位準=GND)。在一第二切換狀態中，在節點 $L_x$ 定義一第三電壓位準(Level-3)，開關 $S_3$ 和 $S_4$ 打開而開關 $S_1$ 和 $S_2$ 關閉，再次有效地忽略掉飛電容 $C_1$ 並將節點 $L_x$ 連接至輸入電壓 $V_{IN}$  (即，節點 $L_x$ 的電壓位準=輸入電壓 $V_{IN}$ )。

**【0009】** 在一第三切換狀態中，在節點 $L_x$ 定義一第二電壓位準(Level-2)，開關 $S_2$ 和 $S_4$ 打開而開關 $S_1$ 和 $S_3$ 關閉，將飛電容 $C_1$ 從連接至輸入電壓 $V_{IN}$ 改為連接至節點 $L_x$ ，因此透過讓共用電感 $L_S$ 的電流流進一負載來對飛電容 $C_1$ 充電。飛電容 $C_1$ 的跨壓約可為 $\frac{V_{IN}}{2}$ ，而節點 $L_x$ 的電壓位準也約等於 $\frac{V_{IN}}{2}$ 。在一第四切換階段中，也在節點 $L_x$ 定義了第二電壓位準，開關 $S_2$ 和 $S_4$ 關閉而開關 $S_1$ 和 $S_3$ 打開，將飛電容 $C_1$ 由連接至節點 $L_x$ 改為連接至電路接地端GND，因此藉由讓共用電感 $L_S$ 的電流自一負載中流出而使飛電容 $C_1$ 放電。飛電容 $C_1$ 的跨壓約可為 $\frac{V_{IN}}{2}$ ，而節點 $L_x$ 的電壓位準也約等於 $\frac{V_{IN}}{2}$  (這裡假設飛電容 $C_1$ 被預充電至第三切換狀態)。因此，所描述的電感性降壓轉換器102具有兩個可在節點 $L_x$ 產生量值 $\frac{V_{IN}}{2}$ 之第二電壓位準的切換狀態。藉由利用來自一控制器(未顯示)的脈寬調變(pulse-width modulation ; PWM)控制訊號在位準之間切換，可達到一定範圍內的複數輸出電壓 $V_{OUT}$ 。

【0010】 雖然有不同架構的電池管理系統已經被提出或實現，依然需要更有效用並更有效率地提供電池管理的電路和方法。精確來說，需要在維持電路表現的同時可以更少元件(因此減少大小)來實現的電池管理電路配置。本發明將對此需要和其他需求進行描述。

### 【發明內容】

【0011】 本揭露包括電池管理電路的複數設置，用於在以相較傳統設計來說更少的元件(因此減少了積體電路(integrated circuit；IC)面積)來實現電路的同時維持電路效能。

【0012】 一般來說，本發明包括一電源轉換器電路，包括：一第一端，用於接收一第一電壓；一第二端，用於提供一第二電壓；一第三端，被配置以耦接至一參考電位端；一電池介面電路，耦接至第二端並被配置以耦接至參考電位端；一絕熱電荷泵電路，耦接在第一端和參考電位端之間，並透過一第一電感耦接至電池介面電路；以及一電感性降壓轉換器電路，耦接在第一端和參考電位端之間，並透過一第二電感耦接至電池介面電路；其中，在電源轉換器電路的一第一操作模式下，絕熱電荷泵電路被停用而電感性降壓轉換器電路被啟動；在電源轉換器電路的一第二操作模式下，絕熱電荷泵電路被啟動而電感性降壓轉換器電路被停用；並且絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路共用電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至第一端的一電源開關和耦接至第三端的一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)第一電感。

【0013】 本發明也包括一迪克森電荷泵和一電感性降壓轉換器電路之複數組合電路，以共用所有或部分的飛電容。本發明也包括和一電荷泵組合的

輸出電流感測電路，以透過電感 $L_s$ 提供電荷至一輸出電容 $C_{OUT}$ 。

【0014】 本發明的一或多個實施例之細節在所附圖式和如下說明中闡述。本發明的其他特徵、目的和優點將從說明、所附圖式以及請求項中變得顯而易見。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0015】

第1A圖係為先前技術之絕熱二階三位準電荷泵的一範例之一示意圖。

第1B圖係為先前技術之三位準電感性降壓轉換器的一範例之一示意圖。

第2A圖係為描述電池管理系統之一第一範例的一方塊圖。

第2B圖係為描述電池管理系統之一第二範例的一方塊圖。

第3A和3B圖分別描述了電池充電電流和電池充電電壓的範例之複數圖表。

第4A圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第一實施例之一示意圖。

第4B圖係為第4A圖所使用的第一型電池介面電路之一示意圖。

第5圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第一實施例之一第一演變型之一示意圖。

第6A圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第一實施例之一第二演變型之一示意圖。

第6B圖係為第6A圖所使用的第二型電池介面電路之一示意圖。

第7圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電

路之第一實施例之一第三演變型之一示意圖。

第8圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第二實施例之一示意圖。

第9圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第二實施例之一演變型之一示意圖。

第10圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第三實施例之一示意圖。

第11圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第三實施例之一第一演變型之一示意圖。

第12圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第三實施例之一第二演變型之一示意圖。

第13圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第三實施例之一第三演變型之一示意圖。

第14圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第四實施例之一示意圖。

第15圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第五實施例之一示意圖。

第16圖係為適用於一電池管理系統之多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第一實施例之一示意圖。

第17圖係為適用於一電池管理系統之多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第二實施例之一示意圖。

第18圖係為適用於一電池管理系統之多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換

器的組合電路之一第三實施例之一示意圖。

第19圖係為先前技術之四分(divide-by-4)(4:1)二階的迪克森電荷泵1900之一示意圖。

第20圖係為先前技術之五位準電感性降壓轉換器之一示意圖。

第21圖係為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階五位準電感性降壓轉換器之一電荷泵和一電感性降壓轉換器之電源轉換器電路之一第一實施例之一示意圖。

第22圖係為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階五位準電感性降壓轉換器的電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路之一第二實施例之一示意圖。

第23圖係為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階三位準電感性降壓轉換器的電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路之一實施例之一示意圖。

第24圖展示了一傳統開關模式電源供應器的輸出電壓和電流對時間之範例的複數圖表。

第25圖展示了一電荷泵的輸出電壓和電流對時間之範例的複數圖表，上述電荷泵透過電感 $L_S$ 提供電荷至輸出電容 $C_{OUT}$ 。

第26圖係為一電荷泵系統的一方塊圖，上述電荷泵系統包括一輸出電流感測電路。

第27圖係為描述了電池管理系統的一範例之一方塊圖。

第28圖係為一基板的一俯視圖，舉例來說，上述基板可為一印刷電路板或一晶片模組基板(如：一薄膜瓦(thin-film tile))。

第29圖係為展示了將一第一電壓轉換為一第二電壓的一方法之一流程圖。除非上下文有其他說明，否則多個圖式中的相同參考標號和數字一般代表相同元件。

### 【實施方式】

【0016】 本發明包括可提供更小且更有效率之解決方案的電池管理電路配置。

### 【0017】 電池管理系統

【0018】 在考慮下述揭露的電荷泵和電感性降壓轉換器電路合適的新穎組合之前，更好地理解這些在電池管理系統中特別好用的電路之新穎範例可能十分有幫助。

【0019】 第2A圖係為描述電池管理系統200的一第一範例之一方塊圖。舉例來說，電池管理系統200可提供一系統電壓 $V_{sys}$ 至一或多個系統負載202 (如：智慧型手機、筆記型電腦、桌上型電腦等)。在所描述的範例中，電池管理系統200可透過一有線電源傳輸路徑204 (如：通用序列匯流排C型(universal serial bus type-C；USB-C))來支援內部電路及/或促進一電池206的充電。有線電源傳輸路徑204可被耦接至電池管理系統200之外部的一AC/DC轉接器208a。在一些實施例中，有線電源傳輸路徑204可由一無線電源傳遞路徑取代或輔助，上述無線電源傳輸路徑包括一外部無線介面210a，耦接至一AC/DC轉接器208b和一內部無線介面210b。舉例來說，外部無線介面210a和內部無線介面210b可為遵守Qi電感性無線電源傳遞標準的複數元件。內部無線介面210b也可包括電源調節電路，例如一低壓差(low-dropout；LDO) DC線性穩壓電路。一選擇器開

關212可選擇AC/DC轉接器208a或內部無線介面210b來提供一內部電壓 $V_{IN}$ 。

【0020】 如圖所示，內部電壓 $V_{IN}$ 耦接至一電荷泵(charge pump；CP) 214的一輸入端和一電感性降壓轉換器(buck；BK) 216的一輸入端，電荷泵214和電感性降壓轉換器216分別輸出一轉換電壓 $V_{OUT\_CP}$ 和一轉換電壓 $V_{OUT\_BK}$ 。在所描述的範例中，電感性降壓轉換器216輸出的轉換電壓 $V_{OUT\_BK}$ 提供系統電壓 $V_{SYS}$ 至系統負載202，且可透過一開關218 (如：一場效電晶體或第6B圖所示之一電晶體 $M_{BAT}$ )選擇性地耦接至電池206以提供一電壓 $V_{BAT}$ 至電池206。當轉換電壓 $V_{OUT\_BK}$ 不足時(如：當電池管理系統200沒有連接至AC/DC轉接器208a或208b)，開關218也用以選擇性地提供電壓 $V_{BAT}$ 至系統負載202。在所描述的範例中，電荷泵214的輸出端被直接耦接至電池206以提供電量至電池206。

【0021】 在所描述的範例中，一電感電容(inductance-capacitance；LC)濾波器220被耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的線路。當開關218為關閉狀態(ON)，這個狀態會導入更高的電容值(如：連接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的一些系統負載202)。加入連接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的LC濾波器220會將系統負載202相關的電容值隔離開來，並改善了電荷泵214在沒有電感性元件時的效率。一個電荷泵的再分配耗損(redistribution loss)為飛電容值和輸出電容值的函數。增加飛電容值及/或減少輸出電容值可改善效率。增加飛電容值的缺點可為較大的電容尺寸，而降低輸出電容值的缺點為可能增加輸出電壓的波動。LC濾波器220可在不犧牲效率的情況下移除輸出電壓波動(ripple)。也可能存在其他設置一個LC濾波器的最佳位置。

【0022】 在一些實施例中，電荷泵214和電感性降壓轉換器216內部的複數開關可被用於選擇AC/DC轉接器208a或內部無線介面210b以提供內部電壓

$V_{IN}$ ，因此可忽略選擇器開關212。

【0023】 第2B圖係為描述電池管理系統200'的一第二範例之一方塊圖。類似於第2A圖的電池管理系統200之第一範例的絕大部分特徵，電荷泵214和電感性降壓轉換器216分別輸出的轉換電壓 $V_{OUT\_CP}$ 和 $V_{OUT\_BK}$ 提供系統電壓 $V_{SYS}$ 至系統負載202並可透過開關218選擇性地耦接至電池206以提供電量給電池206。當轉換電壓 $V_{OUT\_CP}$ 和 $V_{OUT\_BK}$ 不足時，開關218也用以選擇性地提供電壓 $V_{BAT}$ 至系統負載202。

【0024】 在第2A和2B圖所展示的範例中，一控制器222提供複數控制訊號至電荷泵214、電感性降壓轉換器216、選擇開關212以及(選擇性地)提供複數控制訊號至AC/DC轉接器208a及/或內部無線介面210b來控制這些元件以已知技術(known fashion)進行操作。例如，一個非絕熱電荷泵電源轉換器的操作在美國專利第10263514B1號(申請日2019年4月16日，標題為可選擇轉換比例之直流至直流轉換器(Selectable Conversion Ratio DC-DC Converter))中進行說明，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。一個絕熱電荷泵電源轉換器的操作在美國專利第11075576B2號(申請日2021年7月27日，標題為效率性關閉絕熱電荷泵的裝置和方法(Apparatus and Method for Efficient Shutdown of Adiabatic Charge Pumps))中進行說明，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。一個電感性降壓電源轉換器的操作在美國專利第10424564B2號(申請日2014年6月3日，標題為具有積體電容的電源轉換器(Power Converters with Integrated Capacitors))中進行說明，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。

【0025】 通常來說，電荷泵214和電感性降壓轉換器216會在分開的積



體電路(integrated circuit ; IC)晶片上實現並分別連接至外部的複數飛電容和複數電感。應當注意，雖然所展示的電池206被包括在電池管理系統200和200'之中，電池206可為一外部元件，被配置以透過一適當端口或一節點BATT耦接至所描述的電池管理系統200和200'。

**【0026】 電池充電管理**

**【0027】** 最佳化電池壽命的同時保護電池不受過充電和熱降解影響可以很複雜，並經常涉及不同類型的充電階段以調節一特定類型之電池(如：鋰離子電池、鋰聚合物電池等)的充電/放電、老化和其他特徵。例如，這些階段可包括一涓流(trickle)充電階段、一預充電階段、一定電流(constant current ; CC)充電階段及/或一定電壓(constant voltage ; CV)或減流(taper)階段。在上述或類似的充電階段中，一個電池管理系統可監控一或多個適當溫度並可減少一充電電流，例如，若一個被監控的特定溫度達到或超過一特定閾值，則減少充電電流。包括一電荷泵和一電感性降壓轉換器的一電池管理系統可選擇最符合一電池之當下需求和輸出特性的電荷泵及/或電感性降壓轉換器。

**【0028】** 例如，第3A和3B圖分別描述了電池充電電流圖和電池充電電壓圖的複數範例。分別參考內附的複數表格302a和302b，一電感性降壓轉換器(BK)在一涓流充電階段中透過一涓流電流 $I_{TC}$ 對一電池進行充電，並在一預充電階段中透過一預充電電流 $I_{PC}$ 對上述電池進行充電。當電池的電壓超過一第一閾值 $V_{CC1}$ 時，可透過來自BK的一第一快速充電定電流 $I_{CC1}$ 對電池進行充電。當電池的電壓超過一第二閾值 $V_{CC2}$ 時，可透過來自電荷泵(CP)的一第二快速充電定電流 $I_{CC2}$ 對電池進行充電。當電池的電壓達到一電壓 $V_{REG}$ ，電池可穩定維持在電壓 $V_{REG}$ ，且來自CP的充電電流可隨著電池接近完全充電而逐漸遞減。在定電

壓(減流)階段中，由CP操作模式切換至BK操作模式的時間點可由多個觸發點決定，例如時間(T1至T6)、電壓、電流或其他類似觸發點。若電池的電流達到一電流 $I_{TERM}$ ，則電池完成充電。在一些範例中，一電池管理系統可不需要經歷所有區段(Z1至Z6)以完成電池充電，並因此可跳過某些區段。在一些應用中，也可加入額外的區段。

**【0029】** 以下所述為適用於一個電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合的一些實施例和這些實施例的演變型之複數範例。每一個電路都可在一CP操作模式和一BK操作模式之間切換。如第3A和3B圖所示，藉由一系統控制器以已知技術來控制複數CP操作模式和複數BK操作模式之間的切換並選擇電池的多個電流充電模式和電壓充電模式，同時只加入必要的複數控制訊號以重新配置一特定實施例中的電路來啟動或停用CP電路和BK電路。

**【0030】** 當被調整以利用任何如下所述的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合時，第2A和2B圖所展示的電池管理系統之範例可在多種應用中變得特別有用，例如(1)可提供高功率(數十到上百千瓦)充電的複數快閃充電系統，和(2)需要一可編程電源供應器(programmable power supply；PPS)的應用，例如允許電流和電壓進行階段性變化的USB-PPS標準。

**【0031】** 第一實施例

**【0032】** 第4A圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第一實施例之一示意圖。兩組串聯耦接的複數電源開關S1至S4和S5至S8耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和一參考端REF之間，參考端REF被配置以耦接至參考電位端(如：電路接地端)。舉例來說，電源開關S1至S8可利用複數場效電晶體(field-effect transistor；FET)實現。如圖所示，第一飛電容C1

耦接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間，而一第二飛電容C2耦接在成對的開關S5-S6和開關S7-S8之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S6-S7和一第一型電池介面(BI<sub>1</sub>)電路402之間，並因此耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的一輸出端。較大的電感 $L_B$  (如：電感 $L_S$ 的電感值之二至一百倍)耦接在成對的開關S2-S3和BI<sub>1</sub>電路402之間。

【0033】 第4B圖係為第4A圖的第一型電池介面電路402之一示意圖。較大的電感 $L_B$ 耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端、輸出電容 $C_{OUT}$ 以及電晶體 $M_{BAT}$ 的一導電通道(conduction channel)之一第一端。電晶體 $M_{BAT}$ 的導電通道之一第二端耦接至一共用電池電容 $C_{BAT}$ 和一電池404。較小的電感 $L_S$ 同樣耦接至共用電池電容 $C_{BAT}$ 和電池404，並耦接至電晶體 $M_{BAT}$ 的導電通道之第二端。在一些應用中，若電晶體 $M_{BAT}$ 在CP電路操作過程中處於導通狀態(ON)，則較小的電感 $L_S$ 也可連接至輸出電容 $C_{OUT}$ 和系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端。

【0034】 第一型電池介面電路402可被模板化為一四端口區塊，具有分別對應電感 $L_B$ 和 $L_S$ 、參考電位端(如：連接至電路接地端)和系統電壓 $V_{SYS}$ 之輸出端的複數輸入端。以下說明的一些實施例利用了第一型電池介面電路402。

【0035】 回到第4A圖，包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。

【0036】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C2、電感 $L_S$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此

停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的一個階段(one phase)之操作(即，開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0037】 在所描述的實施例中，BI<sub>1</sub>電路402由降壓轉換器電路和電荷泵電路共用，而當電晶體M<sub>BAT</sub>為導通狀態(ON)時，輸出電容C<sub>OUT</sub>和共用電池電容C<sub>BAT</sub>以並聯方式彼此耦接。就算降壓轉換器電路和電荷泵電路在分開的IC晶片上加工(請記住，輸出電容C<sub>OUT</sub>一般是一晶片外元件)，這樣的設置可節省元件和佈局空間，或允許利用更小量值的元件。電荷泵和電感性降壓轉換器電路的組合可被有效控制為只共用BI<sub>1</sub>電路402之分開的電路，因此可以直接驅動開關S1至S8。

【0038】 十分重要地，用於降壓轉換器電路和電荷泵電路的電感L<sub>B</sub>和L<sub>S</sub>個別進行大小調整以最佳化表現、操作和這些電路所需的佈局空間。

【0039】 如下表一，總結了第4A圖所展示的實施例之CP電路和BK電路配置。

配置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S5至S8	C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	—	—	—	BI <sub>1</sub>

表一

【0040】 第一實施例的第一演變型

【0041】 第5圖係為第一實施例之一第一演變型的一示意圖，其中第一實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第4A圖的電路之絕大部分特徵，如第5圖所示，額外加入一導體502和一導

體504，導體502耦接成對的開關S1-S2和開關S5-S6，導體504耦接成對的開關S3-S4和開關S7-S8。額外加入的導體502和504有效地讓飛電容C1和C2彼此並聯耦接。

**【0042】** 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1和C2、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用CP電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。因為飛電容C1和C2的電容值在並聯耦接時可相加(如： $C1 \parallel C2$ 的電容值 = C1的電容值 + C2的電容值)，並聯耦接之飛電容C1和C2的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器，但相較第4A圖之電路具有更高的飛電容值，或者說具有更小的電容元件(或者說相較單一一個電容具有複數更小的電容元件組合成的一更大的總電容值)。在某些情況下，若飛電容C1和C2中的一者之電容值夠大，那另一個電容可被忽略。

**【0043】** 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C1和C2、電感 $L_S$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的一個階段之操作(即，開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。再次地，並聯耦接之飛電容C1和C2的存在允許CP電路操作為一電荷泵，但相較第4A圖之電路具有更高的飛電容值，或者說具有更小的電容元件(或者說相較單一一個電容具有複數更小的電容元件組合成的一更大的總電容值)。如上所述，在一特定應用中，若飛電容C1和C2中的一者之電容值夠大，那另一個電容可被忽略。

**【0044】** 如下表二，總結了第5圖的實施例之CP電路和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
----	----	----	----	------

BK	S1至S4	C1、C2	$L_B$	$BI_1$
CP	S5至S8	C1、C2	$L_S$	$BI_1$
共用元件	—	C1、C2	—	$BI_1$

表二

【0045】 第一實施例的第二演變型

【0046】 第6A圖係為第一實施例之一第二演變型的一示意圖，其中第一實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第4A圖之電路的絕大部分特徵，電感 $L_B$ 透過電感 $L_S$ 耦接至一第二型電池介面電路( $BI_2$ )電路602。

【0047】 第6B圖係為第6A圖中所使用的第二型電池介面電路602之一示意圖。較大的電感 $L_B$ 和較小的電感 $L_S$ 彼此串聯耦接，在一些配置中以 $L_B + L_S$ 的方式串聯耦接，而在其他配置中則以 $L_S + L_B$ 的方式串聯耦接。串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 接著耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端、輸出電容 $C_{OUT}$ 以及電晶體 $M_{BAT}$ 的導電通道之第一端。電晶體 $M_{BAT}$ 的導電通道之第二端耦接至共用電池電容 $C_{BAT}$ 和一電池604。一低阻抗之分流(bypass)開關 $S_{BPO}$ 和電晶體 $M_{BAT}$ 彼此並聯耦接，並可在一些應用中用以提供相較導通狀態之電晶體 $M_{BAT}$ 的一低阻抗訊號路徑。當唯一進行操作的是一個直接對電池604進行充電的電荷泵時，這個特性特別有用，因為電晶體 $M_{BAT}$ 相較之下更高的阻抗值會減少總體效率。因此一般來說，當一個耦接的電荷泵正在進行操作時，電晶體 $M_{BAT}$ 會被設置為一導通(ON)狀態。

【0048】 第二型電池介面電路602可被模板化以作為一三端口區塊，具有串聯耦接之電感 $L_B$ 和 $L_S$ 的一輸入端、一參考電位端(如：連接至電路接地端)

以及系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端。如下所說明的一些實施例利用第二型電池介面電路602。

【0049】 應當注意， $BI_1$ 電路402和 $BI_2$ 電路602彼此之間是僅有細微差異的演變型，並且藉由適當地設置分流開關 $S_{BP0}$ 的狀態和將較小的電感 $L_S$ 連接至節點BATT， $BI_2$ 電路602可被用於所有案例並被設置為 $BI_1$ 電路402(因此將電路變為一四端口區塊)。

【0050】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_B + L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用CP電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有相較第4A圖的實施例來說更小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較第4A圖的實施例來說，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。舉例來說，若第4A圖之電路的電感 $L_B$ 的電感值為電感 $L_S$ 之電感值的10倍，則因為在BK電路操作過程中電感 $L_B$ 和 $L_S$ 的電感值會相加，第6A圖之電路的電感 $L_B$ 的電感值可只為電感 $L_S$ 之電感值的約9倍。

【0051】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C2、電感 $L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0052】 如下表三，總結了第6A圖所展示的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1	$L_B + L_S$	$BI_2$

CP	S5至S8	C2	$L_S$	$BI_2$
共用元件	—	—	$L_S$	$BI_2$

表三

【0053】 第一實施例的第三演變型

【0054】 第7圖係為第一實施例之一第三演變型的一示意圖，其中第一實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第6A圖之電路的絕大部分特徵，額外加入一導體702和一導體704，如第7圖所示，導體702耦接在成對的開關S1-S2和開關S5-S6之間，而導體704耦接在成對的開關S3-S4和開關S7-S8之間。如第5圖之電路，額外加入的導體702和704有效地讓飛電容C1和C2彼此並聯耦接。

【0055】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1和C2、電感 $L_B + L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用CP電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有相較第4A圖的實施例來說更小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較第4A圖的實施例來說，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。並聯耦接之飛電容C1和C2的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器，但相較第4A圖之電路具有更高的飛電容值，或者說具有更小的電容元件(或者說相較單一一個電容具有複數更小的電容元件組合成的一更大的總電容值)。

【0056】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C1和C2、電感 $L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的操作



(即，將開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0057】 如下表四，總結了第7圖所展示的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1、C2	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S5至S8	C1、C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	—	C1、C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表四

【0058】 第二實施例

【0059】 第8圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第二實施例之一示意圖。單一一組串聯耦接的電源開關S1至S4耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。如圖所示，飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S2-S3和較大的電感 $L_B$ (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)之間，電感 $L_B$ 接著耦接至BI<sub>2</sub>電路602。分流開關 $S_{BP}$ 和電感 $L_B$ 彼此並聯耦接。當分流開關 $S_{BP}$ 關閉時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值只為電感 $L_S$ 的電感值，而當分流開關 $S_{BP}$ 打開時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S + L_B$ 的電感值。

【0060】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_S + L_B$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於開啟狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。飛電容C1的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，分流開關 $S_{BP}$ 被打開(因此有效地阻止電感 $L_B$ 影響這個電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。

【0061】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_S$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於關閉狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1至S4對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0062】 應當注意，相較第4A圖的實施例，第8圖的實施例允許更實質上共用的複數元件，在第8圖的實施例中，一半的電源開關(第8圖中的開關S1至S4對比第4A圖中的開關S1至S8)和減少一個的電容(第8圖中沒有飛電容C2)皆為共用元件。此外，串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有相較第4A圖的實施例來說更小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較第4A圖的實施例來說，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。

【0063】 如下表五，總結了第8圖中的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S1至S4	C1	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	S1至S4	C1	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表五

【0064】 第二實施例的演變型

【0065】 第9圖係為第二實施例之一演變型的一示意圖，其中第二實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。所描述的範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作。並聯的兩組串聯之開關S1至S4和開關S1'至S4'耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。如圖所示，飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間，而飛電容C1'耦接在成對的開關

S1'-S2'和開關S3'-S4'之間。較小的電感 $L_S$ 和一較小的電感 $L_S'$ 耦接在成對的開關S2-S3、成對的開關S2'-S3'以及較大的電感 $L_B$ (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)之間，並接著耦接至BI<sub>2</sub>電路602。在一些實施例中，較小的電感 $L_S$ 和 $L_S'$ 可被單一個電感 $L_S$ 取代，如第1A圖所示，單一個電感 $L_S$ 耦接在電感 $L_B$ 和節點 $L_X$ 、一節點 $L_X'$ 之間。

【0066】 分流開關 $S_{BP}$ 和電感 $L_B$ 彼此並聯耦接。當分流開關 $S_{BP}$ 關閉時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S$ 之電感值，而成對的開關S2'-S3'和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S'$ 之電感值。當分流開關 $S_{BP}$ 打開時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S + L_B$ 之電感值的和，而成對的開關S2'-S3'和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S' + L_B$ 之電感值的和。

【0067】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、開關S1'至S4'、飛電容C1和C1'、電感 $L_S + L_B$ 和電感 $L_S' + L_B$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於開啟狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。飛電容C1和C1'的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，分流開關 $S_{BP}$ 被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1至S4和開關S1'至S4'則進行如上所述之第1B圖所描述的操作，其中互相對應的開關(開關S1對應開關S1'、開關S2對應開關S2'、開關S3對應開關S3'以及開關S4對應開關S4')同時進行操作，而非如操作在CP模式下時進行反相操作。因此，在BK電路操作過程中，BK電路可有效地包括兩個同時且同相位進行操作的並聯支部(leg)。也就是說，這是一個雙支部BK電路設置。或者，當利用兩組分隔的電感 $L_S$ 、 $L_S'$ 和電感 $L_B$ 、 $L_B'$ (電感 $L_B'$ 並未展示於圖上)時，BK電路可在反相的情況下進行操作(在只有單一個電感 $L_S$ 的複數實施例中，BK電

路必須操作在同相的狀態下)。

【0068】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、開關S1'至S4'、飛電容C1和C1'、電感L<sub>S</sub>和L<sub>S'</sub>(分流開關S<sub>BP</sub>處於關閉狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4和開關S1'至S4'則進行如上所述之第1A圖所描述的操作。因此，對應的開關(開關S1對應開關S1'、開關S2對應開關S2'、開關S3對應開關S3'以及開關S4對應開關S4')在反相狀態下進行操作。或者，這些開關可在同相狀態下進行操作。

【0069】 如下表六，總結了第9圖的實施例在利用兩個較小的電感L<sub>S</sub>和L<sub>S'</sub>時之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C1'	L <sub>B</sub> + L <sub>S</sub> 、 L <sub>B</sub> + L <sub>S'</sub>	BI <sub>2</sub>
CP	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C1'	L <sub>S</sub> 、L <sub>S'</sub>	BI <sub>2</sub>
共用元件	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C1'	L <sub>S</sub> 、L <sub>S'</sub>	BI <sub>2</sub>

表六

【0070】 第三實施例

【0071】 第10圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第三實施例之一示意圖。一第一組串聯耦接的功能性之電源開關S1、S2、S3以及S6耦接在輸入電壓V<sub>IN</sub>的輸入端和參考端之間，而一第二組串聯的功能性之開關S1、S4、S5以及S6耦接在輸入電壓V<sub>IN</sub>的輸入端和參

考端之間。因此，開關S1和S6由上述兩組功能性開關共用。

【0072】 如圖所示，飛電容C1耦接在共用的開關S1和S6之間。較小的電感 $L_s$ 耦接在成對的開關S4-S5和 $BI_1$ 電路402之間。較大的電感 $L_B$  (如：電感 $L_s$ 之電感值的二至一百倍)耦接在成對的開關S2-S3和 $BI_1$ 電路402之間。

【0073】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3以及S6、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及 $BI_1$ 電路402。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4和S5被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3以及S6則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S1、S2、S3以及S6對應第1B圖的開關S1至S4)。

【0074】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5以及S6、飛電容C1、電感 $L_s$ 以及 $BI_1$ 電路402。在CP電路操作過程中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，而開關S1、S4、S5以及S6則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0075】 應當注意，相較第4A圖的實施例，第10圖的實施例減少兩個電源開關(第10圖中的開關S1至S6對比第4A圖中的開關S1至S8)和減少一個電容(第10圖中沒有飛電容C2)，允許更實質上共用的複數元件。此外，相較於第8圖的實施例，忽略分流開關 $S_{BP}$ 可避免對低阻抗的電感 $L_s$ 加上額外的輸出阻抗值。

【0076】 雖然第10圖所展示的實施例具有電容C1，並因此致能三位準BK電路操作，但藉由在BK電路操作過程中將開關S1和S6永遠設置為關閉狀態(ON)，或者在BK電路操作過程中將開關S1-S2和開關S3-S6各自編為一組以永遠同時切換，飛電容C1可被有效地忽略以被配置為兩位準BK電路操作的實施例。

【0077】 如下表七，總結了當致能第10圖的實施例以支援三位準BK電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、 S6	C1	$L_B$	$BI_1$
CP	S1、S4、S5、 S6	C1	$L_S$	$BI_1$
共用元件	S1、S6	C1	—	$BI_1$

表七

【0078】 第三實施例的第一演變型

【0079】 第11圖係為第三實施例之一第一演變型的一示意圖，其中第三實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第10圖之電路的絕大部分特徵，如第11圖所示，電感 $L_B$ 透過電感 $L_S$ 耦接至 $BI_2$ 電路602。

【0080】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3以及S6、飛電容C1、電感 $L_B + L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4和S5被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3以及S6則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S1、S2、S3以及S6對應第1B圖的開關S1至S4)。相較於第10圖的實施例，串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有一較小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較於第10圖的實施例，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。

【0081】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5以及S6、飛電容C1、電感 $L_S$ 以及BI<sub>2</sub>電路602。在CP操作過程中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，而開關S1、S4、S5以及S6則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0082】 雖然第11圖所展示的實施例具有飛電容C1，並因此致能三位準BK電路操作，但藉由在BK電路操作過程中將開關S1和S6永遠設置為關閉狀態(ON)，或者在BK電路操作過程中將開關S1-S2和開關S3-S6各自編為一組以永遠同時切換，飛電容C1可被有效地忽略以將電路配置為兩位準BK電路操作的實施例。

【0083】 如下表八，總結了當致能第11圖的實施例以支援三位準BK電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、 S6	C1	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6	C1	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	S1、S6	C1	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表八

【0084】 第三實施例的第二演變型

【0085】 第12圖係為第三實施例之一第二演變型的一示意圖，其中第三實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第10圖之電路的絕大部分特徵，如第12圖所示，加入兩個開關S7和S8以

及一第二飛電容C2以致能四位準BK電路操作。精確來說，如第12圖所展示，開關S7被插入到輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和開關S1之間，且開關S8被插入到開關S6和參考端之間，而飛電容C2被串聯耦接在開關S7和S8之間。

【0086】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3、S6、S7以及S8、飛電容C1和C2、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。飛電容C1和C2的存在允許降壓轉換器電路操作為一四位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4和S5被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3、S6、S7以及S8則進行一多位準降壓轉換器的已知操作。操作一多位準電源轉換器的方法之一者在美國專利第17/560767號(申請日2021年12月23日，標題為控制一多位準電源轉換器的電荷平衡和暫態(Controlling Charge-Balance and Transient in a Multi-Level Power Converter))中被揭露，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。

【0087】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5、S6、S7以及S8、飛電容C1和C2、電感 $L_s$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP電路操作過程的一第一模式中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，開關S7和S8被關閉，而開關S1、S4、S5以及S6則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6對應第1A圖的開關S1至S4)。飛電容C1的存在允許CP電路操作為一三位準(2:1)電荷泵。在CP電路操作過程的一第二模式中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，而開關S1、S4、S5、S6、S7以及S8則操作在一些可能已知的狀態序列中之一者以平衡所有飛電容並在系統電壓 $V_{SYS}$ 輸出一個所想要的電壓。飛電容C1和C2的存在允許CP電路操作為一四位準(3:1)電荷泵。一般來說，當一個電荷泵的位準增加時，中間電壓狀態的數量必須增加以平衡所有



飛電容。

【0088】 應當注意，相較於第10圖的電路設置，第12圖中任何一個開關的跨壓都變小了，因此加入電容C2以致能四位準BK電路操作和CP電路操作可允許利用較小的電容作為飛電容C1和C2，並允許利用較低電壓的複數開關。

【0089】 類似於第10和11圖的實施例，第12圖的實施例可藉由將多個開關設置為永遠處於關閉狀態(ON)或藉由分組操作以有效地忽略飛電容C1及/或C2，來致能較少位準(如：三位準或二位準)的BK電路操作。例如，可藉由在BK電路操作過程中將開關S1、S7和開關S6、S8永遠設置為關閉狀態(ON)或將開關S1、S2以及S7和開關S3、S6以及S8各自分組以同時操作來有效地忽略飛電容C1及/或C2，以達到二位準操作。也可以相同的方式致能較少位準的CP電路操作。

【0090】 如下表九，總結了當致能第12圖的實施例以支援四位準BK電路操作和CP電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、 S6、S7、S8	C1、C2	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6、S7、S8	C1、C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S6、S7、 S8	C1、C2	—	BI <sub>1</sub>

表九

【0091】 第三實施例的第三演變型

【0092】 第13圖係為第三實施例之一第三演變型的一示意圖，其中第三實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第10圖之電路的絕大部分特徵，所描述的範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作。

【0093】 兩組串聯之開關S1、S4、S5以及S6和開關S1'、S4'、S5'以及S6'並聯地耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。如圖所示，飛電容C1耦接在成對的開關S1-S4和開關S5-S6之間，而飛電容C1'耦接在成對的開關S1'-S4'和開關S5'-S6'之間。較小的共用電感 $L_s$ 耦接在BI<sub>1</sub>電路402和成對的開關S4-S5與開關S4'-S5'之間。應當注意，如同第9圖所示，兩個分開的較小之電感 $L_s$ 和 $L_s'$ 可被用於所描述的電路之其他實施例。較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_s$ 之電感值的二至一百倍)耦接在BI<sub>1</sub>電路402和成對的開關S2-S3之間，如同第10圖所示。

【0094】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3以及S6、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4、S5、S4'以及S5'被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3以及S6則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S1、S2、S3以及S6對應第1B圖的開關S1至S4)。

【0095】 包括二階CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5、S6、S1'、S4'、S5'以及S6'、飛電容C1和C1'、電感 $L_s$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP電路操作過程中，開關S1、S4、S5、S6、S1'、S4'、S5'以及S6'進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6和開關S1'、S4'、S5'

以及S6'分別對應第1A圖的開關S1至S4和開關S1'至S4')。因此，對應的開關(開關S1對應開關S1'、開關S4對應開關S4'、開關S5對應開關S5'以及開關S6對應開關S6')以反相進行操作。

【0096】 如下表十，總結了第13圖的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、S6	C1	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6、S1'、S4'、 S5'、S6'	C1、C1'	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S6	C1	—	BI <sub>1</sub>

表十

【0097】 第四實施例

【0098】 第14圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第四實施例之一示意圖。所描述範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作，而在BK模式下則允許兩個共用飛電容。利用兩個共用飛電容可造成輸出端較小的電壓波動，並因此允許利用較低電壓的電源開關。

【0099】 兩組串聯耦接之電源開關S1至S4和電源開關S5至S8並聯地耦接在輸入電壓V<sub>IN</sub>的輸入端和參考端之間。串聯耦接的電源開關S9、S10和串聯耦接的開關S2、S3並聯，而串聯耦接的電源開關S11、S12和串聯耦接的開關S6、S7並聯。如圖所示，飛電容C1串聯耦接在開關S1和S4之間，而飛電容C2串聯耦接在開關S5和S8之間。較小的電感L<sub>S</sub>耦接在成對的開關S2-S3與開關S6-S7和BI<sub>1</sub>電路402之間，如圖所示。較大的電感L<sub>B</sub> (如：為電感L<sub>S</sub>之電感值的二

至一百倍)耦接在成對的開關S9-S10與開關S11-S12和BI<sub>1</sub>電路402之間。

【0100】 在所描述的範例中，包括BK電路之組合電路的複數元件基本上形成兩個並聯的BK電路。包括第一個並聯的BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S9、S10以及S4、飛電容C1、電感L<sub>B</sub>以及BI<sub>1</sub>電路402。包括第二個並聯的BK電路之組合電路的複數元件包括開關S5、S11、S12以及S8、飛電容C2、電感L<sub>B</sub>以及BI<sub>1</sub>電路402。飛電容C1和C2的存在允許並聯的降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S2、S3、S6以及S7被打開(因此停用電荷泵電路)，而成組的開關S1、S9、S10以及S4和開關S5、S11、S12以及S8則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將成組的開關S1、S9、S10以及S4和開關S5、S11、S12以及S8對應第1B圖的開關S1至S4)。

【0101】 在所描述的範例中，包括CP電路之組合電路的複數元件基本上形成兩個並聯的CP電路，且一般進行反相操作(即，CP電路可操作為一二階電荷泵)。包括第一階CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感L<sub>s</sub>以及BI<sub>1</sub>電路402。包括第二階CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C2、電感L<sub>s</sub>以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP操作過程中，開關S9、S10、S11以及S12被打開(因此停用BK電路)，而成組的開關S1至S4和開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的相位交錯操作(即，將開關S5至S8對應第1A圖的開關S1'至S4')。

【0102】 雖然第14圖所展示的實施例中，並聯的兩個BK電路分別具有飛電容C1和C2，並因此致能三位準BK電路操作，但舉例來說，藉由在BK電路操作過程中將成對的開關S9-S11和開關S10-S12各自編成一組以永遠同時切換，

飛電容C1和C2可被有效地忽略以被配置為兩位準BK電路操作的實施例。

【0103】 如下表十一，總結了當致能第14圖的實施例以支援三位準BK電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S9、 S10、S4和 S5、S11、 S12、S8	C1、C2	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1至S4和S5 至S8	C1、C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S4、 S5、S8	C1、C2	—	BI <sub>1</sub>

表十一

【0104】 在一些實施例中，將BK電路和CP電路分隔在兩個不同的IC晶片之間會十分有用。在這樣的案例中，加入「鏡像」之開關S1'、S5'、S4'以及S8'(如圖所示，以點線連接)並分別和開關S1、S5、S4以及S8分成一組會十分有用。因此，BK電路的所有開關(開關S1'、S9、S10以及S4'和開關S5'、S11、S12以及S8')可在一第一IC晶片上生產，而CP電路的所有開關(開關S1至S4和開關S5至S8)可在一第二IC晶片上生產。一般來說，飛電容C1、C2和電感L<sub>B</sub>、L<sub>S</sub>可為晶片之外的元件，其中飛電容C1和C2皆耦接至BK和CP之IC晶片。

【0105】 第五實施例

【0106】 第15圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉

換器之組合電路之一第五實施例之一示意圖。所描述的範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作，並在BK模式下允許複數共用電感。

【0107】 兩組串聯耦接之電源開關S1至S4和電源開關S1'-S2'並聯地耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。第一飛電容C1串聯耦接在開關S1和S4之間，而第二飛電容C2串聯耦接在開關S1'和S4'之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S2-S3與開關S2'-S3'和BI<sub>2</sub>電路602之間。因此，一二階電荷泵包括開關S1至S4、開關S1'至S4'、飛電容C1和C2以及電感 $L_S$ 。

【0108】 一組串聯耦接的電源開關S5至S8也耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間，且一第三飛電容C3串聯耦接在開關S5和S8之間。較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)耦接在成對的開關S6-S7和BI<sub>2</sub>電路602之間。因此，一三位準電荷泵包括開關S5至S8、第三飛電容C3以及電感 $L_B$ 。

【0109】 相較於電感 $L_B$ 直接耦接至輸出端的複數實施例，第15圖之串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有一較小的電感值(如：約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較於電感 $L_B$ 直接耦接至輸出端的上述實施例，電感 $L_B$ 可為一物理上較小的元件。

【0110】 在BK電路操作過程中，開關S1至S4和開關S1'至S4'被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S5至S8對應第1B圖的開關S1至S4)。

【0111】 在CP電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用BK電路)，而成組的開關S1至S4和開關S1'至S4'則進行如上所述之第1A圖所描述的相位交錯(phase interleaved)操作。

【0112】 如下表十二，總結了第15圖的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S5至S8	C3	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	—	—	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表十二

**【0113】** 多位準的複數實施例

**【0114】** 如上在本揭露中應當十分清楚地說明，電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的多個範例可輕易轉換為多階電荷泵電路及/或多位準降壓轉換器電路(如：兩位準、三位準、四位準等)。在多個實施例中，用語「電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路」意旨CP電路和BK電路的組合電路可被配置到一個、兩個或更多共用複數元件(開關、電容、電感)的IC晶片上，以更有利於特定應用的操作。相較於傳統的設計，許多實施例因為在CP和BK電路間共用一或多個元件而提供更小的尺寸(IC面積)。

**【0115】** 第16圖係為一多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器的電路1600之一第一實施例的一示意圖，電路1600適合用以作為一電池管理系統。在所描述的範例中，複數BK開關區塊1602a和1602b各自包括用於實現一 $N$ 位準電感性降壓轉換器的複數開關，其中 $N \geq 2$ 。一CP開關區塊1604包括用於實現一 $M$ 位準絕熱電荷泵的複數開關，其中 $M \geq 3$ ；電荷泵可為單階或二階。BK開關區塊1602a、1602b和CP開關區塊1604彼此並聯耦接，以設置足夠數量的複數共用飛電容 $C_F$ 來致能 $N$ 位準電感性降壓轉換器和 $M$ 位準絕熱電荷泵(包括共用飛電容 $C_F$ 以支援CP開關區塊1604的被選擇階)。舉例來說， $N$ 可為5，使得BK開關區塊

1602a和1602b各自被配置為需要3個共用飛電容 $C_F$ 的五位準降壓轉換器。透過共用飛電容 $C_F$ ，CP開關區塊1604可被配置為一五位準電荷泵，因此 $M=5$ 。應當注意，第14圖的範例中， $N=3$ 而 $M=3$ 。

【0116】 CP開關區塊1604的輸出端透過較小的電感 $L_S$ 被耦接至 $BI_1$ 電路402。BK開關區塊1602a和1602b的輸出端相連並被耦接至較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)，並接著耦接至 $BI_1$ 電路402。

【0117】 第17圖係為一多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器之電路1700的一示意圖，電路1700適用於作為一電池管理系統。類似於電路1600的絕大部分特徵，BK電路1602a、1602b和CK電路1604的輸出端之耦接方式不同。精確來說，BK開關區塊1602a和1602b的輸出端相連並被耦接至較大的電感 $L_B$ ，並接著耦接至電感 $L_S$ 。CP開關區塊1604的輸出端也耦接至電感 $L_S$ ，並接著耦接至 $BI_2$ 電路602。通常，當CP電路為可操作狀態時，電晶體 $M_{BAT}$ 被設置為導通(ON)狀態。

【0118】 第18圖係為一多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器之電路1800的一概念圖，電路1800適用於作為一電池管理系統。類似於第16圖所展示的電路1600之許多特徵，共用飛電容 $C_F$ 、較小的電感 $L_S$ 以及較大的電感 $L_B$ 的耦接方式不同。精確來說，BK開關區塊1602a、1602b以及CP開關區塊1604和一組足夠數量的共用飛電容 $C_F$ 並聯耦接以致能 $N$ 位準電感性降壓轉換器。CP開關區塊1604可並聯耦接至同一組共用飛電容 $C_F$  (或其他子組的共用飛電容 $C_F$ )，CP開關區塊1604也可並聯耦接至串聯耦接的複數飛電容 $C_{Fs}$ ，飛電容 $C_{Fs}$ 並沒有和BK開關區塊1602a、1602b共用。此外，第16圖的電路1600利用之單一較大的電感 $L_B$ 被兩個並聯的較小之電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 取代(應當注意，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 的總電感



值還是比較小的電感 $L_s$ 之電感值大)。在一些實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 彼此可電磁非耦接(electromagnetically uncoupled)，然而在其他實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 彼此可電磁耦接(如一虛線1802所示)。所描述的架構展示了本發明之複數實施例允許在替特定應用選擇架構細節時的高適應性。舉例來說， $N$ 可以為3，使得BK開關區塊1602a和1602b分別被配置為需要一個共用飛電容 $C_F$ 的三位準降壓轉換器。透過非共用的飛電容 $C_{Fs}$ ，CP開關區塊1604依然可被配置為一五位準電荷泵，因此 $M=5$ 。

**【0119】** 迪克森(Dickson)電荷泵的複數實施例

**【0120】** 第16至18圖所展示的複數多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器之電路可變換為利用其他類型的電荷泵，例如迪克森(Dickson)電荷泵。迪克森電荷泵可藉由電壓位準的數量 $M$ 或轉換係數 $K$ 進行特徵化，其中轉換係數 $K$ 通常以比例 $K:1$ 表示。例如，轉換比例為4:1 (即 $K=4$ )的一迪克森電荷泵為一五位準電路(即 $M=5$ )，具有五個內部電壓位準( $0$ 、 $\frac{1}{4}V_{IN}$ 、 $\frac{1}{2}V_{IN}$ 、 $\frac{3}{4}V_{IN}$ 以及 $V_{IN}$ )。將一個迪克森電荷泵和一個多位準降壓轉換器組合在一起允許協同共用的複數飛電容，並在某些時候致能同步操作。

**【0121】** 第19圖係為先前技術之四分(divide-by-4)(4:1)二階的迪克森電荷泵1900的一示意圖。所描述的迪克森電荷泵1900包括兩個並聯的單元1902a和1902b，耦接在一電壓源 $V_{in}$ 和參考電位端(如：電路接地端)之間。單元1902a和1902b各自包括一組開關(通稱為 $S_x$ ， $x$ 為正整數)和一組飛電容(通稱為 $C_x$ ， $x$ 為正整數)，其中每一個開關耦接至交錯的兩個時脈訊號P1和P2中的一者。參照單元1902a，一子組的四個開關S1、S2、S3以及S8彼此串連並耦接至一第一分支和一第二分支，第一分支包括串聯的兩個開關S4和S5，第二分支包括串聯

的兩個開關S6和S7。開關S1也被耦接至電壓源 $V_{in}$ ，而開關S5和S7也被耦接至參考電位端。舉例來說，每一個開關可包括一或多個FET，包括一或多個金屬氧化物半導體場效電晶體(metal oxide semiconductor FET；MOSFET)。

【0122】 再次參照單元1902a，第一飛電容C1耦接在作為複數第一上部交替式相位(alternating phase)(P2, P1)開關之成對的開關S1-S2和作為複數第一分支交替式相位(P2, P1)開關之成對的開關S4-S5之間。第二飛電容C2耦接在作為複數第二上部交替式相位(P1, P2)開關之成對的開關S2-S3和作為複數第二分支交替式相位(P1, P2)開關之成對的開關S6-S7之間。第三飛電容C3耦接在作為複數第三上部交替式相位(P2, P1)開關之成對的開關S3-S8和作為複數第三分支交替式相位(P1, P2)開關之成對的開關S4-S5之間。

【0123】 單元1902b基本上和單元1902a相同(兩者具有類似的開關和飛電容，並以撇號做符號區隔，即，開關S1至S8對應開關S1'至S8')，但單元1902b的時脈訊號P1和P2之相位設置和單元1902a為反相。單元1902a的一輸出節點A和單元1902b的一輸出節點B分別位於開關S8、S6和開關S8'、S6'之間，並且輸出節點A和B在一輸出端Term $V_o$ 彼此耦接，輸出端Term $V_o$ 一般會透過一電感被耦接至一輸出電容(如：第16圖中的共用電池電容 $C_{BAT}$ 和第17圖中的輸出電容 $C_{OUT}$ )。

【0124】 在這個範例中，單元1902a和1902b各自具有三個飛電容，而一輸出電容耦接至輸出端Term $V_o$ ，在上述狀態下，迪克森電荷泵1900在輸出端Term $V_o$ 將輸入電壓 $V_{IN}$ 分為一輸出電壓 $V_o (= \frac{1}{4}V_{IN})$ 。飛電容C1和C1'之間的穩態跨壓為 $3V_o (= \frac{3}{4}V_{IN})$ 。飛電容C2和一飛電容C2'之間的穩態跨壓為 $2V_o (= \frac{1}{2}V_{IN})$ 。飛電容C3和一飛電容C3'之間的穩態跨壓為 $V_o (= \frac{1}{4}V_{IN})$ 。飛電容底部的電壓在某

些時刻可為0V。

【0125】 第19圖的四分二階之迪克森電荷泵1900可藉由移除飛電容C3、C3'和開關S8、S8'來轉換為一三分(divide-by-3)(3:1)迪克森電荷泵。具有其他比例的迪克森電荷泵在先前技術中已知。

【0126】 第20圖係為先前技術之一五位準電感性降壓轉換器2000的一示意圖。一開關區塊2002包括串聯的開關S1至S4，耦接在電感L<sub>B</sub>的一第一端和接收輸入電壓V<sub>IN</sub>的電壓端之間。開關S5至S8串聯並耦接在電感L<sub>B</sub>的第一端和參考電壓端(如：電路接地端)之間。飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S5-S6之間，如圖所示。飛電容C2耦接在成對的開關S2-S3和開關S6-S7之間，如圖所示。飛電容C3耦接在成對的開關S3-S4和開關S7-S8之間，如圖所示。電感L<sub>B</sub>的一第二端耦接至一輸出端以提供輸出電壓V<sub>O</sub>。輸出電容C<sub>OUT</sub>耦接在電感L<sub>B</sub>的第二端和參考電壓端之間。也可參考第1B圖中的三位準電感性降壓轉換器。

【0127】 飛電容C1至C3在第20圖中展示為開關區塊2002的一部分，但也可以位於開關區塊2002之外。複數個五位準電感性降壓轉換器2000中的兩個可被同時使用，並藉由交錯相位控制的開關來形成一二階五位準電感性BK。在操作過程中，五位準電感性降壓轉換器2000在一節點LX將輸入電壓V<sub>IN</sub>分為任意五個不同的電壓；開關切換序列的脈寬調整將輸出電壓控制在所想要的輸出電壓V<sub>O</sub>。飛電容C1之上的穩態跨壓將為3V<sub>O</sub> ( $= \frac{3}{4}V_{IN}$ )。飛電容C2之上的穩態跨壓將為2V<sub>O</sub> ( $= \frac{1}{2}V_{IN}$ )。飛電容C3之上的穩態跨壓將為V<sub>O</sub> ( $= \frac{1}{4}V_{IN}$ )。

【0128】 因此，一個四分(「4:1」或「五位準」)二階之迪克森電荷泵1900的複數飛電容電壓和一二階五位準電感性降壓轉換器匹配，導致一定數量

的同步效益。表十三總結了一單階迪克森電荷泵和一單階五位準電感性BK之平均穩態飛電容電壓。

平均穩態飛電容電壓		
	4:1迪克森電荷泵	五位準電感性BK
飛電容C1	$\frac{3}{4}V_{IN}$	$\frac{3}{4}V_{IN}$
飛電容C2	$\frac{1}{2}V_{IN}$	$\frac{1}{2}V_{IN}$
飛電容C3	$\frac{1}{4}V_{IN}$	$\frac{1}{4}V_{IN}$

表十三

【0129】 因此，利用第16圖所展示的配置，所有飛電容可被一二階迪克森電荷泵和一二階電感性降壓轉換器共用，或者被一二階迪克森電荷泵和一單階電感性降壓轉換器共用，或者被一單階迪克森電荷泵和一單階電感性降壓轉換器共用。例如，第21圖係為電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路2100的一第一實施例之一示意圖，電源轉換器電路2100為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階五位準電感性降壓轉換器的電路。在所描述的範例中，複數BK開關區塊2102a和2102b各自包括用於實現一五位準電感性降壓轉換器的複數開關，如第20圖所示。一CP開關區塊2104包括用於實現一四分迪克森電荷泵的複數開關，如第19圖所示。在所描述的範例中，具有二階迪克森電荷泵，並因此具有兩組飛電容：飛電容C1至C3和飛電容C1'至C3'。BK開關區塊2102a與迪克森電荷泵之CP開關區塊2104和第一組之共用飛電容C1至C3彼此並聯耦接，而BK開關區塊2102b與迪克森電荷泵之CP開關區塊2104和一第二組之共用飛電容C1'至C3'彼此並聯耦接。迪克森電荷泵之CP開關區塊1604的輸出端透過較小的電感 $L_s$ 耦接至BI<sub>1</sub>電路402。BK開關區塊1602a和1602b的輸出端相連

並被耦接至較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)，並接著耦接至 $BI_1$ 電路402。

【0130】 第21圖的電源轉換器電路2100一次可操作在一種模式下，上述模式為一二階五位準降壓轉換器(啟動(active)BK開關區塊2102a和2102b)或一4:1二階迪克森電荷泵(啟動迪克森電荷泵之CP開關區塊2104)。但是，在兩種模式之間切換的最佳時間是當共用飛電容電壓處於一般穩態值(common steady-state voltage)(飛電容電壓可能因為負載而產生波動)的時候。因此，為了避免飛電容電壓突然的變化，BK開關和迪克森電荷泵之CP開關可同時操作以確保電荷在共用飛電容上保持平衡，而BK開關和迪克森電荷泵之CP開關中的一組開關可被打開(OFF)。

【0131】 利用第17圖的配置，一二階迪克森電荷泵和一二階電感性降壓轉換器可共用所有飛電容和一電感。例如，第22圖係為電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路2200的一第二實施例之一示意圖，電源轉換器電路2200為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和電感性五位準降壓轉換器的電路。在所描述的範例中，複數BK開關區塊2202a和2202b各自包括用於實現一五位準電感性降壓轉換器的複數開關，如第20圖所示。一CP開關區塊2204包括用於實現一四分迪克森電荷泵的複數開關，如第19圖所示。在所描述的範例中，具有二階迪克森電荷泵，並因此將具有兩組飛電容：飛電容 $C1$ 至 $C3$ 和飛電容 $C1'$ 至 $C3'$ 。BK開關區塊2202a和迪克森電荷泵之CP開關區塊2204彼此並聯耦接至第一組之共用飛電容 $C1$ 至 $C3$ ，而BK開關區塊2202b和迪克森電荷泵之CP開關區塊2204彼此並聯耦接至第二組之共用飛電容 $C1'$ 至 $C3'$ 。此外，BK開關區塊1602a和1602b耦接至較大的電感 $L_B$ ，並接著耦接至較小的電感 $L_S$ 。迪克森電荷

泵之CP開關區塊2204的輸出端也耦接至電感 $L_s$ ，並接著耦接至BI<sub>2</sub>電路602。一般來說，當迪克森電荷泵處於操作狀態時，電晶體M<sub>BAT</sub>被設置為導通(ON)狀態。

【0132】 第22圖的電源轉換器電路2200一次可操作在一種模式下，上述模式為一二階五位準降壓轉換器(啟動BK開關區塊2202a和2202b)或一4:1二階迪克森電荷泵(啟動迪克森電荷泵之CP開關區塊2204)。但是，在兩種模式之間切換的最佳時間是當共用飛電容電壓處於一般穩態值(飛電容電壓可能因為負載而產生波動)的時候。因此，為了避免飛電容電壓突然的變化，BK開關和迪克森電荷泵之CP開關可同時操作以確保電荷在共用飛電容上保持平衡，而BK開關和迪克森電荷泵之CP開關中的一組開關可被打開(OFF)。

【0133】 五位準BK一般在非PPS操作(如：第3B圖的區段Z1、Z2、Z3以及Z6)或一個電池充電週期開始及/或結束時啟動。4:1 (五位準)迪克森CP一般在一個電池充電週期的中段(如：第3B圖的區段Z4和Z5)時啟動。

【0134】 第21和22圖所展示的架構可被擴大(scaled)以使得二階電感性降壓轉換器的位準 $M$ 通常比二階迪克森電荷泵的轉換係數 $K$ 還多一。因此，對於許多這樣的架構來說， $M=K+1$ ，其中 $K \geq 2$  (如下表十四所述)。例如，若二階迪克森電荷泵為一5:1之實施例(因此需要兩組飛電容，每一組各四個飛電容)，則一六位準二階電感性降壓轉換器(每一階需要四個飛電容)將共用兩組飛電容，每一組各四個飛電容(即，總共8個飛電容)。

【0135】 利用第18圖的配置，一二階迪克森電荷泵和一二階電感性降壓轉換器可共用一些飛電容。例如，第23圖係為電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路2300的一實施例之一示意圖，電源轉換器電路2300為基於一二

階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階三位準電感性降壓轉換器的電路。複數個三位準BK開關區塊會需要一個飛電容(如第1B圖所示)。如上所述，單一飛電容的存在致能四個開關狀態，每一個開關狀態在節點LX產生如下三種電壓位準中的一者： $0V$  (GND)、 $V_{IN}$ 或 $\frac{1}{2}V_{IN}$  ( $\frac{1}{2}V_{IN}$ 由兩種不同方式產生)。因此，上述單一飛電容之上的穩態跨壓為 $\frac{1}{2}V_{IN}$ ，和一4:1 (五位準)迪克森電荷泵的飛電容C2之上的穩態跨壓相同。因此，一個飛電容可被一三位準電感性降壓轉換器的一階(one phase)和一四位準迪克森點電荷泵的一階共用。

【0136】 第23圖所展示的範例中，成對的三位準之BK開關區塊2302a、2302b和一迪克森電荷泵之CP開關區塊2304與共用飛電容C2、C2' (兩個電容各自做為一三位準BK的單一飛電容)彼此並聯耦接。此外，迪克森電荷泵之CP開關區塊2304耦接至沒有被共用的成對之飛電容C1-C1'和飛電容C3-C3'。迪克森電荷泵之CP開關區塊2304的輸出端透過較小的電感 $L_S$ 耦接至 $BI_1$ 電路402。在這個範例中，如第18圖所示，第16圖的電路1600所使用之較大而單一的電感 $L_B$ 由兩個較小的電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 取代，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 耦接在成對的三位準之BK開關區塊2302a和2302b各自的輸出端和 $BI_1$ 電路402之間(應當注意，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 的總電感值還是比較小的電感 $L_S$ 大)。在一些實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 可被電磁非耦接，然而在其他實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 可被電磁耦接(如一虛線2306所示)。在其他實施例中，可利用較大而單一的電感 $L_B$ ，如第16圖的電路1600所示。在另一實施例中，迪克森電荷泵之CP開關區塊2304和成對的三位準之BK開關區塊2302a、2302b可被耦接至一個 $BI_2$ 電路，如第22圖所示。

【0137】 第23圖的電源轉換器電路2300一次可操作在一種模式下，上述模式可為一二階三位準電感性降壓轉換器(啟動BK開關區塊2302a和2302b)或

一4:1二階迪克森電荷泵(啟動迪克森電荷泵之CP開關區塊2304)。但是，在兩種模式之間切換的最佳時間是當共用飛電容電壓處於一般穩態值(飛電容電壓可能因為負載而產生波動)的時候。因此，為了避免飛電容電壓突然的變化，BK開關和迪克森電荷泵之CP開關可同時操作以確保電荷在共用飛電容上保持平衡，而BK開關或迪克森電荷泵之CP開關中的一組開關可被打開(OFF)。

【0138】 在 $N$ 和 $K$ 之間存在特定關係的情況下，第23圖所展示的架構可被擴展，以在 $N$ 位準電感性降壓轉換器和 $K:1$ 迪克森電荷泵之間共用具有相同穩態電壓之一組完整的飛電容或一適當子組的飛電容。舉例來說，表十四展示了和 $N$ 位準降壓轉換器與 $K:1$ 迪克森電荷泵相關的非零電壓之組合的複數範例。被寫為分數且分子和分母均為正整數的電壓具有 $K$ 作為分母而1至 $K-1$ 作為分子，因此可推導出其他和 $N$ 與 $K$ 相關的電壓組合。

$N$ 位準	轉換係數 $K (K:1)$	電壓組合(單位為 $V_{IN}$ )
3	2	$\frac{1}{2}$
4	3	$\frac{1}{3}$ 、 $\frac{2}{3}$
5	4	$\frac{1}{4}$ 、 $\frac{2}{4}$ 、 $\frac{3}{4}$
6	5	$\frac{1}{5}$ 、 $\frac{2}{5}$ 、 $\frac{3}{5}$ 、 $\frac{4}{5}$
7	6	$\frac{1}{6}$ 、 $\frac{2}{6}$ 、 $\frac{3}{6}$ 、 $\frac{4}{6}$ 、 $\frac{5}{6}$

表十四

【0139】 如上所應當十分清楚地說明，當相關的電壓組合被共用時(即， $N=K+1$ ，其中 $K \geq 2$ )，一 $N$ 位準降壓轉換器和一 $K:1$ 迪克森電荷泵之間可共用一組完整的飛電容。

【0140】 更進一步來說，當相關的電壓組合中的一部分數值被共用



時，一 $N$ 位準降壓轉換器和一 $K:1$ 迪克森電荷泵之間可共用一子組的飛電容。舉例來說，在表十四中，相當於 $\frac{1}{2}$ 的數值( $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{2}{4}$ 以及 $\frac{3}{6}$ )被標記為粗體以代表對應的 $N$ 位準電感性降壓轉換器 $K:1$ 迪克森電荷泵可共用至少一個飛電容。因此，舉例來說，一三位準電感性降壓轉換器可和2:1、4:1以及6:1的迪克森電荷泵共用飛電容。類似地，一2:1迪克森電荷泵可和三位準、五位準以及七位準電感性降壓轉換器共用飛電容。

**【0141】** 表十五更展示了可和一或多個 $K:1$ 迪克森電荷泵共用飛電容的 $N$ 位準電感性降壓轉換器之複數範例。

$N$ 位準	可共用飛電容的轉換係數 $K$
3	2:1、4:1、6:1...
4	3:1、6:1、9:1...
5	4:1、8:1、12:1...

表十五

**【0142】** 此外，一般來說，當 $K$ 為 $N-1$ 的正整數倍時(即， $K=i(N-1)$ ，其中 $i \geq 1$ )，任何 $N$ 位準電感性降壓轉換器可和任何 $K:1$ 迪克森電荷泵共用飛電容。例如，當 $N=6$ ，迪克森電荷泵可能的轉換係數為5:1、10:1、15:1等。

**【0143】** 表十六更展示了可和一或多個 $N$ 位準電感性降壓轉換器共用至少一個飛電容的 $K:1$ 迪克森電荷泵之複數範例。

轉換係數 $K$	可共用飛電容的 $N$ 位準(level ; L)
2	3L、5L、7L.....
3	4L、7L、10L.....
4	5L、9L、13L.....

表十六

【0144】 此外，一般來說，當 $N$ 為 $K$ 的正整數倍加1時(即， $N=iK+1$ ，其中 $i \geq 1$ )，任何 $K:1$ 迪克森電荷泵可和任何 $N$ 位準電感性降壓轉換器共用飛電容。例如，當 $K=5$ ， $N$ 可能的數值為 $6L$ 、 $11L$ 、 $16L$ 等。

【0145】 傳統的電荷泵在不讓電流通過電感 $L_s$ 的情況下直接輸出電荷到輸出電容 $C_{OUT}$ 。另一方面，讓電荷通過電感 $L_s$ 再流至輸出電容 $C_{OUT}$ 的一電荷泵形成一混和電源轉換器。因為電感 $L_s$ 的存在，相較於傳統的開關模式電源供應器，這樣的電荷泵(包括迪克森電荷泵)從電感 $L_s$ 看進去時，在節點 $LX$ (如第21至23圖)上具有不同的電壓和電流波形。

【0146】 舉例來說，第24圖展示了傳統開關模式的電源供應器之輸出電壓和電流對時間的圖表2400之複數範例。雖然電壓基本上是方波，電流則具有三角波的波形。

【0147】 相較之下，第25圖展示了讓電荷通過電感 $L_s$ 再送至輸出電容 $C_{OUT}$ 的電荷泵之輸出電壓和電流對時間的圖表2500之複數範例。電壓週期性地突然上升(如虛線所示)至一最大值，接著線性下降至一最小值，接著重複上升和下降。因為電感 $L_s$ 的存在，對應的電流展現出「駝峰(humped)」波形，代表一個被整流的正弦波。

【0148】 在一些實施例中，測量流經一電荷泵的一輸出電感 $L_s$ 之電流可能有用。第26圖係為一電荷泵系統2600的一方塊圖，電荷泵系統2600包括一輸出電流感測電路2602。電荷泵系統2600的輸出端透過節點 $LX$ 和一電感2604耦接至輸出電容 $C_{OUT}$ 。輸出電流感測電路2602利用電感直流電阻(DC resistance；DCR)電流感測原理進行感測，DCR電流感測原理為利用電感本身的寄生電阻

來測量電流。在所描述的範例中，電感2604被表示為彼此串聯耦接的等效串聯電阻 $R_{DC}$ 和感應器線圈(inductor winding)  $L_S$ 。

【0149】 輸出電流感測電路2602包括一電阻電容(resistor-capacitor；RC)電路，並聯耦接至電感2604，並因而和寄生電阻 $R_{DC}$ 並聯。輸出電流感測電路2602的RC電路包括一感測電阻 $R_S$ ，和一感測電容 $C_S$ 彼此串聯耦接。感測電容 $C_S$ 之上的跨壓藉由一比較器2606 (如：一放大器)進行測量，比較器2606具有一第一端和一第二端，第一端耦接至感測電容 $C_S$ 的一第一面板(plate)，而第二端耦接至感測電容的一第二面板。比較器2606的輸出電壓 $V_{SENSE}$ 可被耦接至控制電路2608以實現第2A和2B圖中之控制器222的一部份。

【0150】 藉由適當的元件選擇(如： $R_S * C_S = L_S / R_{DC}$ )，感測電容 $C_S$ 之上的跨壓(以輸出電壓 $V_{SENSE}$ 表示)應當和經過感應器線圈 $L_S$ 的電流成正比。最好能替感測電阻 $R_S$ 跟感測電容 $C_S$ 選擇和 $L_S / R_{DC}$ 之時間常數匹配的時間常數(雖然作為獨立元件時，感測電阻 $R_S$ 和寄生電阻 $R_{DC}$ 不需要匹配，而感測電容 $C_S$ 和電感 $L_S$ 也不需要匹配)。相等的時間常數可提供代表流經電感 $L_S$ 之電流的正確即時電壓。但是，一個較慢的時間常數(如：當感測電阻 $R_S$ 和感測電容 $C_S$ 大於 $L_S / R_{DC}$ )可提供流經電感 $L_S$ 之電流的濾波後電壓。在一些需要高準確性的應用中，感測電阻 $R_S$ 和寄生電阻 $R_{DC}$ 的溫度係數可被選擇以使得這兩種電阻的真實數值皆緊隨溫度變化。

【0151】 舉例來說，比較器2606的輸出電壓 $V_{SENSE}$ 可透過複數控制訊號線2610被用於決定和設置一電荷泵(CP) 2604的操作頻率。輸出電壓 $V_{SENSE}$ 的其他用途可包括感測輸出電流以用於錯誤保護和提供電荷泵2604的一般遙測能力(general telemetry capability)。

【0152】 一些實施例可選擇性地包括一平行低功率降壓轉換器224以用於在低功率操作時的反向電源流。例如，第27圖係為描述電池管理系統2700的一範例之一方塊圖。電池管理系統2700類似於第2A、2B圖之電池管理系統200的絕大部分特徵，但在本發明的指導下包括融合的電荷泵(CP)和電感性降壓轉換器(BK) 2702。電池管理系統2700也包括一選擇性的低功率反向降壓轉換器(BK) 2704，連接至電池206並被配置以自電池206透過一開關2706選擇性地提供電源至內部無線介面210b。舉例來說，內部無線介面210b可被配置以操作在一反向狀態，以對一磁耦接裝置2710(如：頭戴式耳機、電池盒、手機等)供電或充電，磁耦接裝置2710被連接至一外部無線介面2712(如：一磁線圈)的一範例。在另一實施例中，融合的電荷泵和電感性降壓轉換器2702可被配置為類似於第2B圖所描述的電池管理系統200'之第二範例。

#### 【0153】 電路實施例

【0154】 應當注意，雖然前文的說明和範例集中在絕熱電荷泵上，也可同時利用共用元件(如：開關及/或飛電容)和缺少輸出電感的非絕熱電荷泵。因此，只有當需要絕熱電荷泵時，範例中的電荷泵才需要輸出電感。

【0155】 在一些應用中，電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一些電源開關(例如：第4A圖之電路的開關S1-S2和開關S5-S6)可作為負載開關。通常來說，一USB協議可呼叫一負載開關來使用，上述負載開關為斷開輸入電壓 $V_{IN}$ 和一電池管理系統其他部分之連結的開關。在一些範例中，舉例來說，一個負載開關可以一雙向開關實現，使得上述負載開關可停止順向及/或反向的電源。一典型的MOSFET可具有和自身並聯的一內接二極體(body diode)。因此，為了防止上述內接二極體導通，可利用和上述內接二極體串聯並指向或指離彼

此(即，彼此朝著不同方向)的兩個開關。

【0156】 應當理解，其他類型的電池介面電路可被結合至本發明的複數實施例，因此本發明並不受限於使用第21和22圖所展示的電池介面電路。

【0157】 根據本發明的複數電路和複數裝置可被單獨使用，或和其他元件、電路以及裝置進行組合。本發明的複數實施例可被加工為積體電路(integrated circuit；IC)，因此可被包裝為IC封裝及/或複數模組以便於操作、生產及/或改善效能。尤其，本發明的複數IC實施例經常被用於模組中，並且在這些模組中，上述IC和其他電路元件或區塊(如：濾波器、放大器、被動元件以及可能的額外IC)組合為一個封裝。上述IC及/或模組接著和其他元件組合，且通常在一印刷電路板上作為一最終產品的一部分，這些最終產品可為行動電話、膝上型電腦或電子平板，或者形成一更高階的模組以用於廣泛多樣的產品，例如載具、測試設備、醫療裝置等。透過模組和組件的多種配置，這些IC通常可實現一種通訊模式，並經常是無線通訊模式。

【0158】 作為更進一步將本發明之實施例和其他元件積體化的一範例，第28圖係為一基板2800的一俯視圖，舉例來說，基板2800可為一印刷電路板或晶片模組基板(如：一薄膜瓦(thin-film tile))。在所描述的範例中，基板2800包括多個IC 2802a至2802d，具有複數端墊(terminal pad) 2804，端墊2804藉由基板2800之上及/或之中或者基板2800相反側(背側)表面的導通孔及/或導電路徑彼此連接，基板2800背側表面的導通孔及/或導電路徑用於避免干擾(clutter)，且基板2800表面的導電路徑並未展示，也並非所有端墊都被標號。例如，IC 2802a至2802d可實現(embodiment)訊號開關、主動及/或被動濾波器、放大器(包括一或多個低噪訊放大器(low noise amplifier；LNA))以及其他電路。例如，IC

2802b可結合一或多個類似於第4A、5、6A、7至18、21至23及/或26圖的電路。

**【0159】** 基板2800也可包括一或多個被動裝置2806，被動裝置2806可嵌入、形成於及/或附於(affixed)基板2800之上。雖然在圖上展示為通常的矩形，舉例來說，被動裝置2806可為濾波器、電容、電感、傳輸線、電阻、平面天線元件、轉換器(transducer)(例如，包括基於微機電系統(micro electromechanical system；MEMS)的轉換器，如加速計、陀螺儀、麥克風、壓力感測器等)、電池等，並藉由基板2800之上或之中的導電路徑連接至其他被動裝置2806及/或獨立的IC 2802a至2802d。基板2800的正面或背面可被用以作為其他結構的形成區域。

**【0160】** 方法

**【0161】** 本發明的另一面向包括轉換電壓的複數方法。舉例來說，第29圖係為一流程圖2900，展示了將一第一電壓轉換為一第二電壓的一方法。上述方法包括：提供一絕熱電荷泵電路，配置以將第一電壓轉換為第二電壓(如一區塊2902)；提供一電感性降壓轉換器電路，配置以將第一電壓轉換為一第二電壓(如一區塊2904)；在絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路之間共用一電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)被耦接至第一電壓的一電源開關和被耦接至一參考電位的一電源開關，(2)至少一飛電容，以及(3)一第一電感(如一區塊2906)；在一第一操作模式時，停用絕熱電荷泵電路並啟動電感性降壓轉換器電路(如一區塊2908)；以及在一第二操作模式時，啟動絕熱電荷泵電路並停用電感性降壓轉換器電路(如一區塊2910)。

**【0162】** 系統實施例

**【0163】** 本發明的實施例在多種較大且用於一定範圍之功能的射頻

(radio frequency ; RF)電路和系統中十分有用，上述RF電路和系統的功能包括(但不僅限於)阻抗匹配電路、RF功率放大器、RF低噪訊放大器(LNA)、相位位移器、衰減器(attenuator)、天線射線轉向系統、電荷泵裝置、RF開關等。這些功能在多種應用中十分有用，舉例來說，這些應用可為雷達系統(包括相位陣列和車用雷達系統)、無線電系統(包括蜂巢式無線電系統)以及測試設備。

【0164】 無線電系統的用途包括無線RF系統(包括基地台、中繼站以及手持收發器)，並利用多種技術和協議，包括多種類型的正交頻分多工(orthogonal frequency-division multiplexing ; OFDM)、正交調幅(quadrature amplitude modulation ; QAM)、分碼多重存取(code-division multiple access ; CDMA)、分時多重存取(time-division multiple access ; TDMA)、寬頻CDMA(wide band CDMA ; W-CDMA)、全球行動通訊系統(global system for mobile communication ; GSM)、長期演進技術(long term evolution ; LTE)、5G新無線(new radio)、6G以及WiFi (如：802.11a、b、g、ac、ax、be)協議，和其他無線電通訊標準與協議。

【0165】 如上所述，本發明改善了效率，並且在許多實施例中藉由在絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路之間共用複數元件來減少IC晶片的面積。本領域之通常技術者將理解，本發明可對一個系統架構產生有益的關鍵影響，包括較小的面積、較低的功率以及較長的電池壽命。

【0166】 製程技術和方案

【0167】 用語「MOSFET」如本揭露所述，包括任何具有可利用電壓來控制導通性之絕緣閘極的場效電晶體(FET)，且上述絕緣閘極被金屬、類金屬、絕緣體及/或半導體結構所包圍。用語「金屬」或「類金屬」包括至少一種

電性導通材料(如：鋁、銅或其他金屬，或者高摻雜濃度的多晶矽、石墨烯或其他電性導體)，用語「絕緣體」包括至少一種絕緣材料(如：氧化矽或其他介電材料)，而用語「半導體」包括至少一種半導體材料。

【0168】 如本揭露所述，用語「射頻(RF)」為在3 kHz至300 GHz範圍內的振盪頻率。這個用語也包括無線通訊系統的頻率。一RF頻率可為一電磁波之頻率或一電路中額外的電壓或電流之頻率。

【0169】 本發明的多個實施例可以廣泛多樣的規格來實現。除非如上另有描述，否則設計時應選擇適當的元件數值。本發明的多個實施例可藉由任何適合的積體電路(IC)技術(包括但不僅限於MOSFET結構)來實現，也可以混合或離散電路的形式實現。積體電路之實施例可利用任何適合的基板和程序來加工，上述基板和程序包括但不僅限於標準矽塊材(bulk silicon)、高阻抗CMOS塊材、絕緣層上矽(silicon-on-insulator；SOI)以及藍寶石上矽(silicon-on-sapphire；SOS)。除非如上另有描述，本發明的複數實施例可藉由其他電晶體技術實現，例如雙極性接面電晶體(bipolar junction transistor；BJT)、雙極性CMOS (bipolar CMOS；BiCMOS)、橫向擴散MOS (laterally diffused MOS；LDMOS)、雙極性互補擴散MOS (bipolar-CMOS-DMOS；BCD)、砷化鎵異質雙極性接面電晶體(GaAs heterojunction bipolar transistor；GaAs HBT)、氮化鎵高電子遷移率電晶體(GaN high electron mobility transistor；GaN HEMT)、GaAs假晶HEMT (GaAs pseudomorphic HEMT；GaAs pHEMT)、金屬半導體FET (metal semiconductor FET；MESFET)、磷化銦HBT (InP HBT)、InP HEMT、鰭式FET (FinFET)、閘極全環FET (gate-all-around FET；GAAFET)以及基於碳化矽(SiC)的電源裝置技術，並利用二維(2-D)、偽三維(2.5-D)以及三維(3D)結構。但是，本發明的複數



實施例在利用一基於SOI或SOS的程序或者其他具有類似特徵的製程進行加工時最有用。利用SOI或SOS製程進行CMOS加工可使得電路具有低功耗、承受當FET堆疊時使用的高功率訊號之能力、良好的線性表現以及高操作頻率(即，達到或超過300 GHz的無線電頻率)。當藉由謹慎設計使得寄生電容可被保持在低數值(或保持在一最小值並在所有單元間維持一定，以讓寄生電容可被補償)，則單獨的IC實施例特別好用。

**【0170】** 根據一特定規格及/或實現技術(如：N型MOS(N-type MOS；NMOS)、P型MOS(P-type MOS；PMOS)或CMOS，和增強型或空乏型電晶體裝置)，電壓位準可被調整，並且/或者電壓及/或邏輯訊號的極性可被反向。元件的電壓、電流以及電源控制能力也可根據需求進行調整，舉例來說，調整裝置大小、以「堆疊」的方式串聯元件(尤其對於FET來說)以承受更高的電壓及/或利用多個元件並聯來控制更高的電流。額外的電路元件可被加入以增強所揭露的電路之容忍度及/或在不大幅影響所揭露的電路之原有功能的情況下提供額外的功能。

**【0171】** 結論

**【0172】** 本發明的一些實施例如上所述。應當理解，在不脫離本發明的精神和範圍的情況下可以進行各種修改。例如，上述的一些步驟和順序無關，並因此可按照與所描述的順序不同的順序來執行。此外，上述的一些步驟為可選擇性執行的。可以重複、串列及/或並行方式執行關於上述方法所描述的各种活動。

**【0173】** 應當理解，前面的描述旨在說明而不是限制本發明的範圍，本發明的範圍由所附請求項的範圍限定，並且其他實施例也在請求項的範圍

內。精確來說，本發明的範圍包括所附請求項中闡述的一或多種製程、機器、製造或物質組合物的任何及所有可行的組合。(請注意，請求項元素的括號標籤是為了便於引用這些元素，並且其本身並不指示元素的特定所需排序或枚舉；此外，這些標籤可以在附屬項中重複使用作為對附加元素的引用，而無需被視為開始矛盾的標籤序列)。

### 【符號說明】

#### 【0174】

100: 電荷泵

$V_{IN}$ : 輸入電壓/內部電壓

$V_{OUT}$ ,  $V_O$ ,  $V_{SENSE}$ : 輸出電壓

$S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ ,  $S_7$ ,  $S_8$ ,  $S_1'$ ,  $S_2'$ ,  $S_9$ ,  $S_{10}$ ,  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ : 開關/電源開關

$S_3'$ ,  $S_4'$ , 218,  $S_5'$ ,  $S_6'$ ,  $S_7'$ ,  $S_8'$ , 2706: 開關

$L_S$ : 電感/共用電感/感應器線圈/輸出電感

$C_1$ : 飛電容/第一飛電容/共用飛電容

$C_1'$ ,  $C_2'$ ,  $C_3'$ : 飛電容/共用飛電容

$L_X$ , BATT,  $L_X'$ , LX: 節點

$C_0$ : 耦合電容/輸出電容

102: 電感性降壓轉換器

$L_B$ ,  $L_S'$ ,  $L_{B1}$ ,  $L_{B2}$ : 電感

200, 200', 2700: 電池管理系統

202:系統負載

204:有線電源傳輸路徑

206, 404, 604:電池

208a, 208b:AC/DC轉接器

210a, 2712:外部無線介面

210b:內部無線介面

212:選擇器開關

214:CP

216:BK

220:LC濾波器

222:控制器

CPctrl, BKctrl:控制訊號

$V_C$ ,  $V_{BAT}$ ,  $V_{REG}$ :電壓

$V_{OUT\_CP}$ ,  $V_{OUT\_BK}$ :轉換電壓

302a, 302b:表格

$I_{TC}$ :涓流電流

$I_{TERM}$ :電流

$I_{PC}$ :預充電電流

$I_{CC1}$ :第一快速充電定電流

$I_{CC2}$ :第二快速充電定電流

T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6:時間

Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6:區段

$V_{CC1}$ : 第一閾值

$V_{CC2}$ : 第二閾值

402:  $BI_1$  電路

C2: 飛電容/第二飛電容/共用飛電容

REF: 參考端

$M_{BAT}$ : 電晶體

$C_{OUT}$ : 輸出電容

$C_{BAT}$ : 共用電池電容

502, 504, 702, 704: 導體

602:  $BI_2$  電路

$S_{BP0}$ ,  $S_{BP}$ : 分流開關

C3: 飛電容/第三飛電容/共用飛電容

1600, 1700, 1800: 電路

1602a, 1602b, 2102a, 2102b, 2202a, 2202b, 2302a,  
2302b: BK 開關區塊

1604, 2104, 2204, 2304: CP 開關區塊

$C_F$ : 共用飛電容

1802, 2306: 虛線

$C_{Fs}$ : 飛電容

1900: 迪克森電荷泵

1902a, 1902b: 單元

P1, P2: 時脈訊號

A, B: 輸出節點

$V_{in}$ : 電壓源

Term  $V_O$ : 輸出端

2000: 五位準電感性降壓轉換器

2002: 開關區塊

2100, 2200, 2300: 電源轉換器電路

2400, 2500: 圖表

2600: 電荷泵系統

2602: 輸出電流感測電路

2604: CP/電感

2606: 比較器

2608: 控制電路

2610: 控制訊號線

$R_{DC}$ : 寄生電阻/等效串聯電阻

$R_s$ : 感測電阻

$C_s$ : 感測電容

2702: 融合的電荷泵和電感性降壓轉換器

2704: 低功率反向降壓轉換器

2710: 磁耦接裝置

2800: 基板

2802a, 2802b, 2802c, 2802d: IC

2804: 端墊

2806:被動裝置

2900:流程圖

2902, 2904, 2906, 2908, 2910:區塊

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第

一電感耦接至上述電池介面電路；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至上述第一端的一電源開關和耦接至上述第三端的一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)上述第一電感。

【請求項2】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路。

【請求項3】 如請求項2之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項4】 如請求項2之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項5】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述絕熱電荷泵電路包括一第一飛電

容；以及



一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二飛電容，上述第二飛電容和上述第一飛電容並聯耦接；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容以及上述第二飛電容。

【請求項6】 如請求項5之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項7】 如請求項5之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項8】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述絕熱電荷泵電路包括一第一飛電容；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透

過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二飛電容；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路和上述第一電感。

【請求項9】 如請求項8之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項10】 如請求項8之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項11】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述絕熱電荷泵電路包括一第一飛電容；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述電感性降壓轉換器電路包括

一第二飛電容，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接，上述第二飛電容和上述第一飛電容並聯耦接；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第二飛電容以及上述第一電感。

【請求項12】 如請求項11之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項13】 如請求項11之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項14】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一第一電感，耦接至上述電池介面電路；

一分流開關，和上述第一電感並聯耦接；

一第二電感，和上述第一電感串聯耦接；以及

一組合電路，耦接至上述第二電感，並耦接在上述第一端和上述參考電位之間，上述組合電路包括一組的電源開關和一飛電容，上述電源開關串聯

耦接，上述飛電容耦接至上述電源開關，上述組合電路可被配置為一絕熱電荷泵電路或一電感性降壓轉換器電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述分流開關閉閉，而上述組合電路可操作為一絕熱電荷泵電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述分流開關打開，而上述組合電路可操作為一電感性降壓轉換器電路；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述電源開關、上述飛電容以及上述第二電感。

【請求項 15】 如請求項14之電源轉換器電路，其中上述第一電感的電感值遠大於上述第二電感的電感值。

【請求項 16】 如請求項14之電源轉換器電路，其中上述第一電感的電感值約為上述第二電感的電感值之兩倍。

【請求項 17】 如請求項14之電源轉換器電路，其中在上述電源轉換器電路的上述第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被配置為一二階絕熱電荷泵電路，而在上述電源轉換器電路的上述第二操作模式下，上述電感性降壓轉換器電路被配置為一二分支電感性降壓轉換器電路。

【請求項 18】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，包括一第一開關和一第二開關，並透過一第一電感耦

接至上述電池介面電路，上述第一開關耦接至上述第一端，而上述第二開關耦接至上述參考電位；

一電感性降壓轉換器電路，透過上述第一開關耦接至上述第一端，並透過上述第二開關耦接至上述參考電位，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路；以及

一第一飛電容，耦接在上述第一開關和上述第二開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第一開關以及上述第二開關。

【請求項19】 如請求項18之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項20】 如請求項18之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項21】 如請求項18之電源轉換器電路，其中在上述電源轉換器電路的上述第二操作模式下，上述電感性降壓轉換器電路被配置為一二位準電感性降壓轉換器電路。

【請求項22】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，包括一第一開關和一第二開關，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第一開關耦接至上述第一端，而上述第二開關耦接至上述參考電位；

一電感性降壓轉換器電路，透過上述第一開關耦接至上述第一端，並透過上述第二開關耦接至上述參考電位，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接；以及

一第一飛電容，耦接在上述第一開關和上述第二開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第一開關、上述第二開關以及上述第一電感。

【請求項23】 如請求項22之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項24】 如請求項22之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項25】 如請求項22之電源轉換器電路，更包括：

一互補式絕熱電荷泵電路，包括一第三開關和一第四開關，並透過上述第

一電感耦接至上述電池介面電路，上述第三開關耦接至上述第一端，而上述第四開關耦接至上述參考電位；以及

一第二飛電容，耦接在上述第三開關和上述第四開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的上述第一操作模式下，上述互補式絕熱電荷泵電路和上述絕熱電荷泵電路以不同階段進行操作。

**【請求項 26】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一第一絕熱電荷泵電路，包括一第一開關和一第二開關，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第一開關耦接至上述第一端，而上述第二開關耦接至上述參考電位；

一第二絕熱電荷泵電路，包括一第三開關和一第四開關，並透過上述第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第三開關耦接至上述第一端，而上述第四開關耦接至上述參考電位；

一第一電感性降壓轉換器電路，透過上述第一開關耦接至上述第一端，並透過上述第二開關耦接至上述參考電位，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接；

一第二電感性降壓轉換器電路，透過上述第三開關耦接至上述第一端，並透過上述第四開關耦接至上述參考電位，並透過上述第二電感耦接至上述電池介面電路；以及

一第一飛電容，耦接在上述第一開關和上述第二開關之間；以及

一第二飛電容，耦接在上述第三開關和上述第四開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；以及

其中上述絕熱電荷泵電路以及上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第二飛電容、上述第一開關、上述第二開關、上述第三開關以及上述第四開關。

**【請求項 27】** 如請求項26之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

**【請求項 28】** 如請求項26之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

**【請求項 29】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一二階絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過

一第一電感耦接至上述電池介面電路；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串



聯耦接；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路和上述第一電感。

【請求項30】 如請求項29之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項31】 如請求項29之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項32】 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一絕熱電荷泵電路，耦接至上述第一端和一參考電位，上述絕熱電荷泵電路包括一第一電感；

一電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述參考電位，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二電感；

一開關，耦接至上述第二電感；以及

一節點，被配置以耦接至一電池並耦接至上述第一電感和上述開關；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；以及

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用以下三者中的至少一者：(1)耦接至上述第一端的一電源開關和耦接至一參考電位的一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)上述第一電感。

【請求項33】 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一第二端，被配置以耦接至一參考電位；

一第一電感；

一第二電感；

一二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第一電感來輸出一電壓；

一第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一電壓；

一第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一電壓；

一第一組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；

一第二組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；以及

一電池介面，耦接至上述第一電感和上述第二電感，並被配置以對一電池

進行充電和輸出一系統電壓。

【請求項34】 如請求項33之電源轉換器電路，其中 $N=K+1$ 。

【請求項35】 如請求項33之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項36】 如請求項33之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項37】 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一第二端，被配置以耦接至一參考電位；

一第一電感；

一第二電感，和上述第一電感串聯耦接；

一二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第一電感來輸出一電壓；

一第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一電壓；

一第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一電壓；

一第一組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；

一第二組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；以及

一電池介面，耦接至上述第一電感和上述第二電感，並被配置以對一電池進行充電和輸出一系統電壓。

【請求項38】 如請求項37之電源轉換器電路，其中 $N=K+1$ 。

【請求項39】 如請求項37之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項40】 如請求項37之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項41】 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一第二端，被配置以耦接至一參考電位；

一第一電感；

一第二電感和一第三電感；

一二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第一電感來輸出一電壓；

一第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一電壓；

一第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一電壓；

一第一組飛電容，其中上述第一組飛電容中的一子組之飛電容由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；

一第二組飛電容，其中上述第二組飛電容中的一子組之飛電容由上述二階

$K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；以及一電池介面，耦接至上述第一電感、上述第二電感以及上述第三電感，並被配置以對一電池進行充電和輸出一系統電壓。

【請求項42】 如請求項41之電池管理系統，其中 $K=i(N-1)$ ， $i$ 為一正整數且 $i \geq 1$ 。

【請求項43】 如請求項41之電池管理系統，其中 $N=iK+1$ ， $i$ 為一正整數且 $i \geq 1$ 。

【請求項44】 如請求項41之電池管理系統，其中上述第二電感和上述第三電感電磁耦接。

【請求項45】 如請求項41之電池管理系統，其中上述第二電感和上述第三電感的電感值之和遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項46】 如請求項41之電池管理系統，其中上述第二電感和第三電感的電感值之和約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項47】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電感，具有一等效串聯電阻；

一電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，上述電荷泵電路包括至少一個飛電容並具有耦接至上述電感的一輸出端；以及

一電流感測電路，包括：

一電阻電容電路，和上述電感並聯耦接，上述電阻電容電路包括串聯

耦接的一感測電阻和一感測電容；以及

一比較器，具有一第一端和一第二端，分別耦接至上述感測電容的一第一面板和一第二面板，上述比較器被配置以輸出代表上述感測電容之一跨壓的一訊號，上述訊號和流經上述電感的電流成正比；

其中上述電感被配置以幫助對上述電荷泵電路的上述至少一個飛電容充電或放電。

**【請求項48】** 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路輸出一電壓，上述電壓會週期性地突然上升至一最大值再線性下降至一最小值。

**【請求項49】** 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括：

一第一組開關，上述第一組開關中的每一個開關串聯耦接，上述第一組開關包括至少兩個開關，耦接在上述第一端和上述電感之間；

一第二組開關，上述第二組開關中的每一個開關串聯耦接，上述第二組開關包括至少兩個開關，耦接在上述第三端和上述電感之間；以及

至少一個飛電容，上述至少一個飛電容的每一者耦接在上述第一組開關中之一對相關的開關和上述第二組開關中之一對相關的開關之間。

**【請求項50】** 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一2:1電荷泵。

**【請求項51】** 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一3:1電荷泵。

**【請求項52】** 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一4:1電荷泵。

【請求項53】 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一迪克森電荷泵。

【請求項54】 如請求項47之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一K位準二階電荷泵。

【請求項55】 一種轉換電壓的方法，用於將一第一電壓轉換為一第二電壓，上述方法包括：

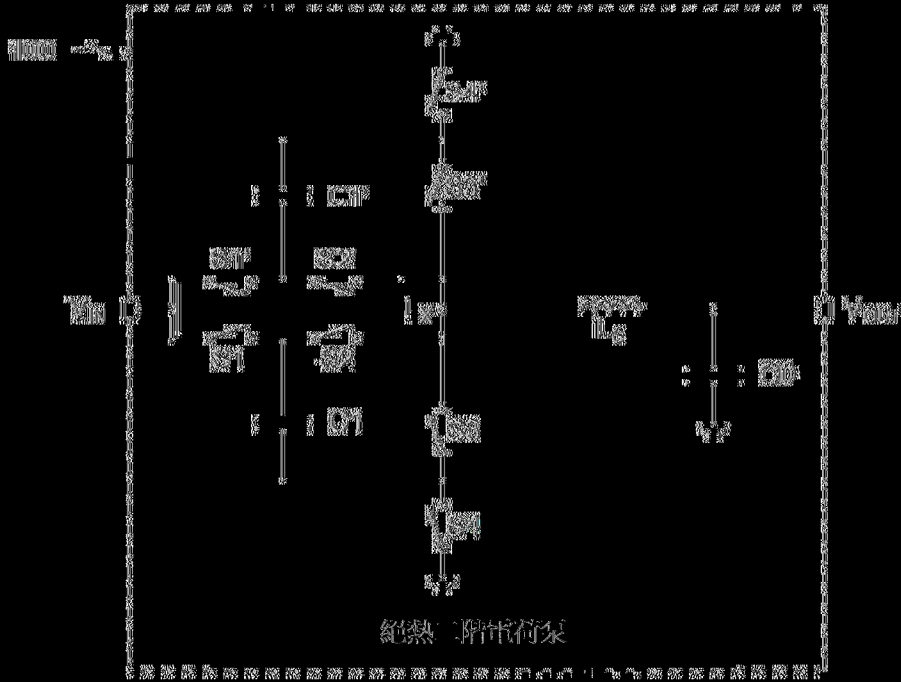
提供一絕熱電荷泵電路，上述絕熱電荷泵電路配置以將上述第一電壓轉換為上述第二電壓；

提供一電感性降壓轉換器電路，上述電感性降壓轉換器電路配置以將上述第一電壓轉換為上述第二電壓；

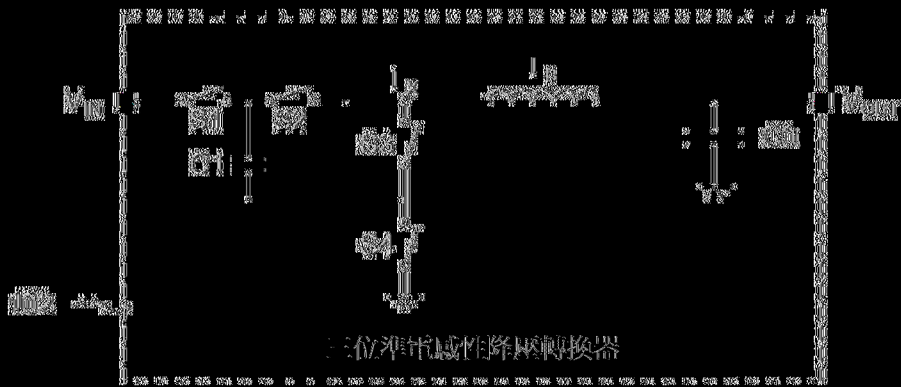
在上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路之間共用一電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至上述第一電壓的一電源開關和耦接至上述第二電壓的一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)一第一電感；

在一第一操作模式下，停用上述絕熱電荷泵電路並啟動上述電感性降壓轉換器電路；以及

在一第二操作模式下，啟動上述絕熱電荷泵電路並停用上述電感性降壓轉換器電路。

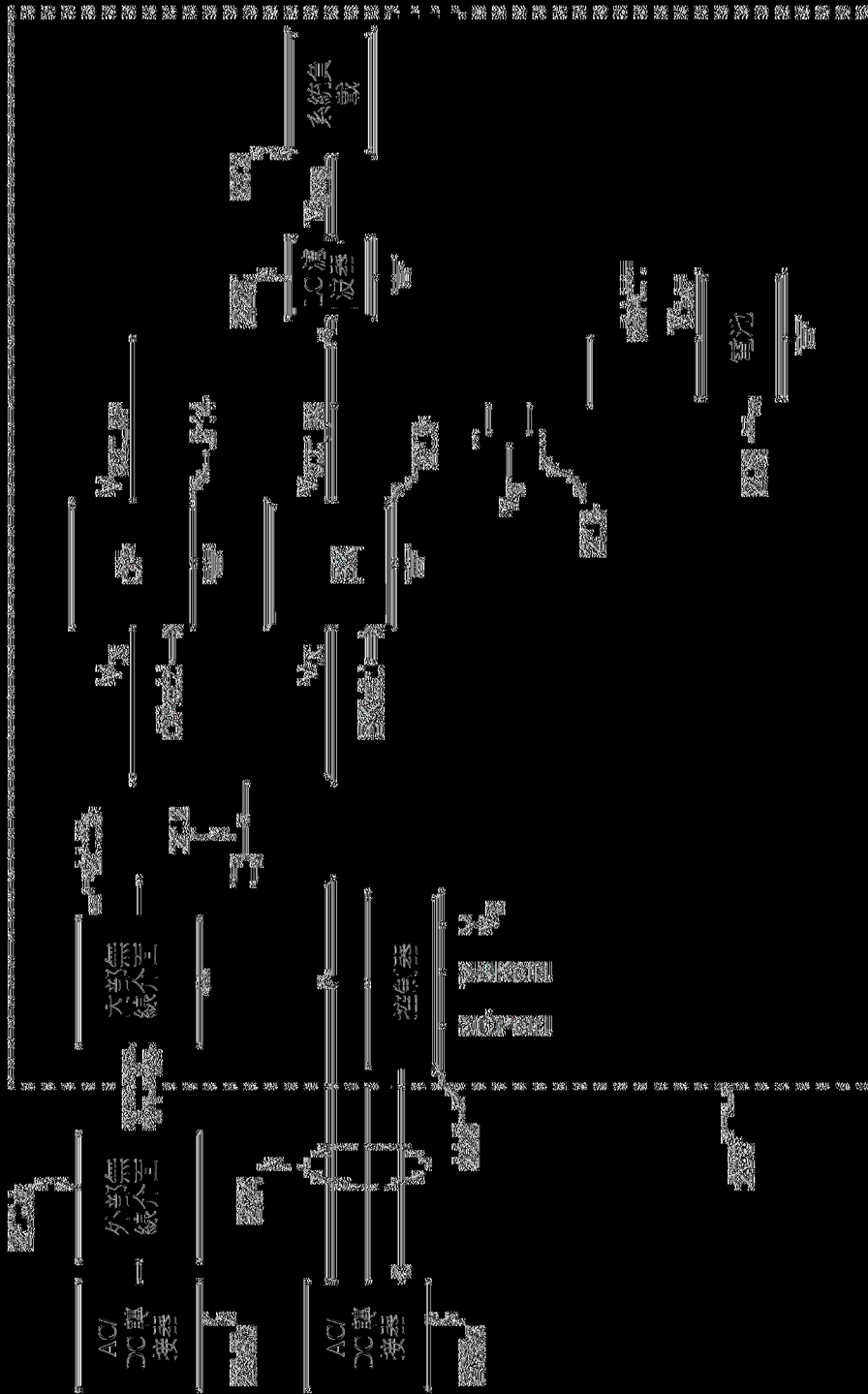


第 1A 圖(先前技術)

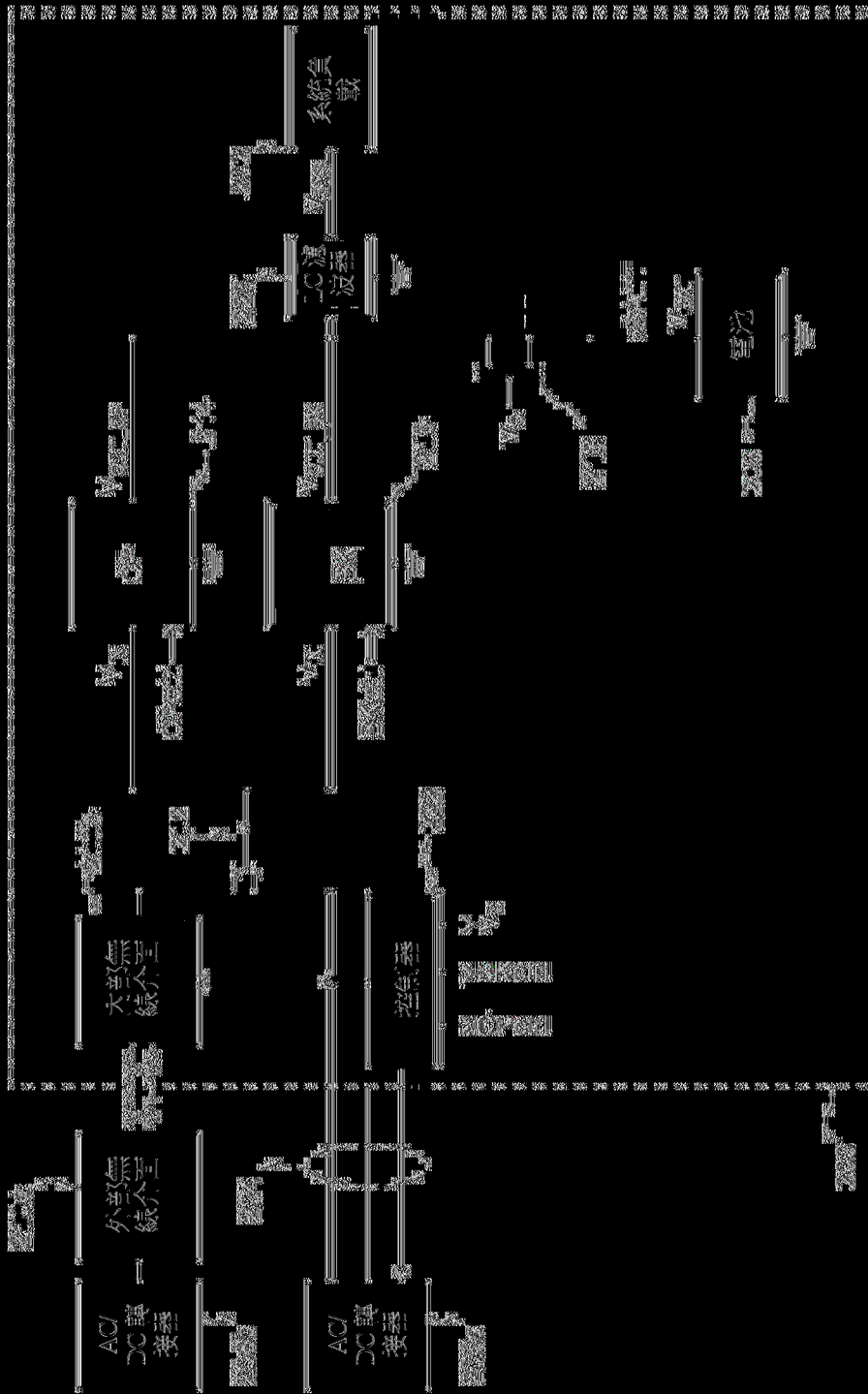


第 1B 圖(先前技術)

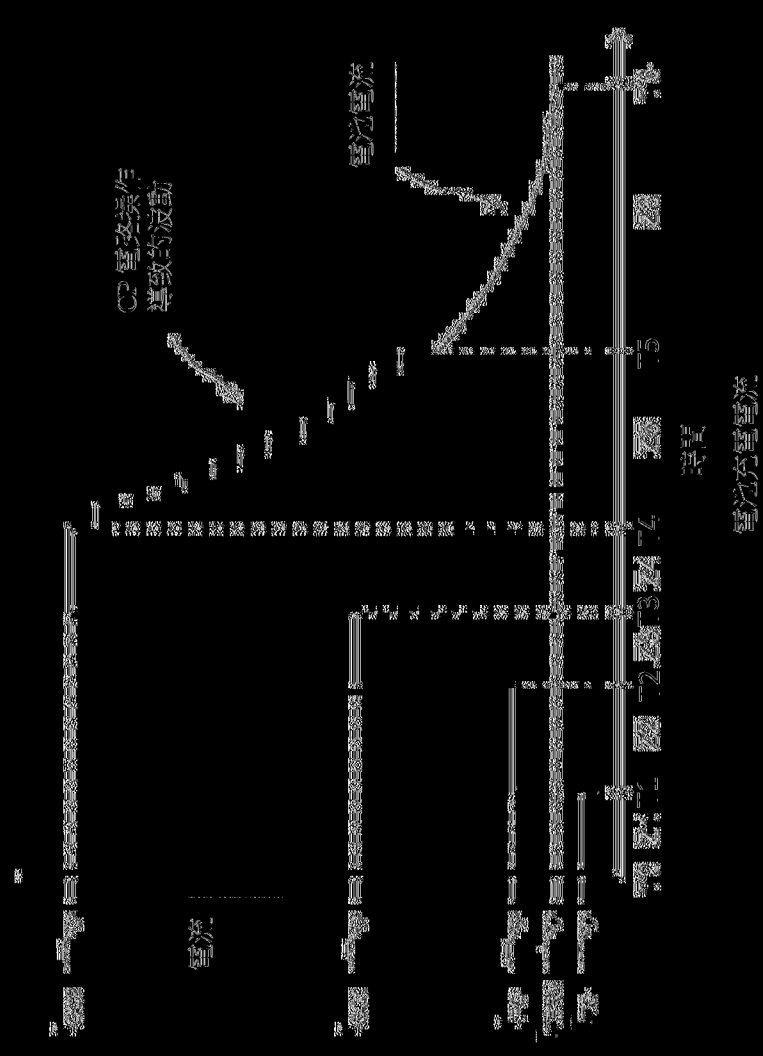




第 2A 頁



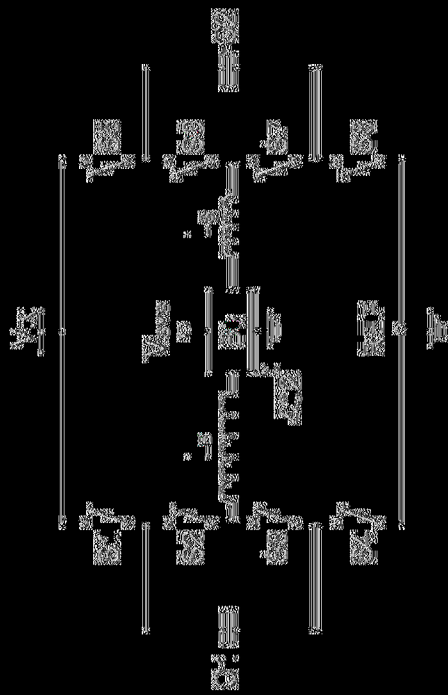
第 23 頁



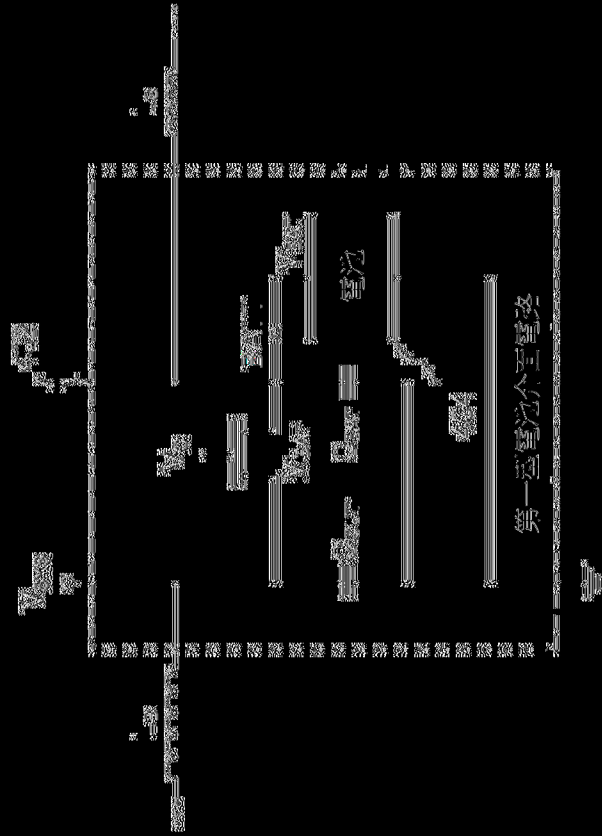
第 3A 頁

一	管內	管外	管內空管
二	管內	管外	管內空管
三	管內	管外	管內空管
四	管內	管外	管內空管
五	管內	管外	管內空管
六	管內	管外	管內空管

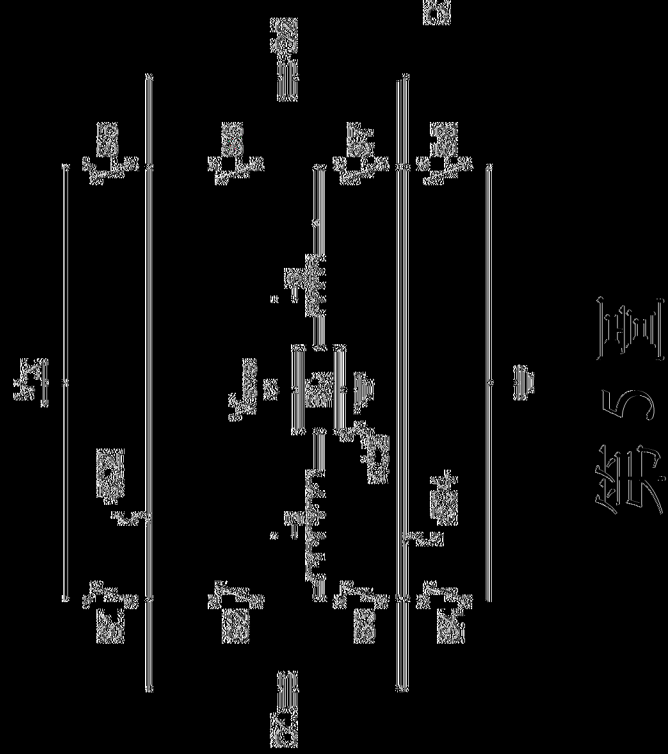




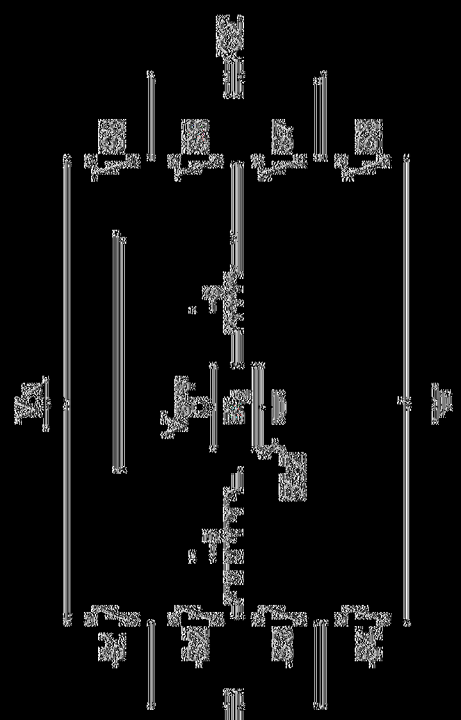
第A圖



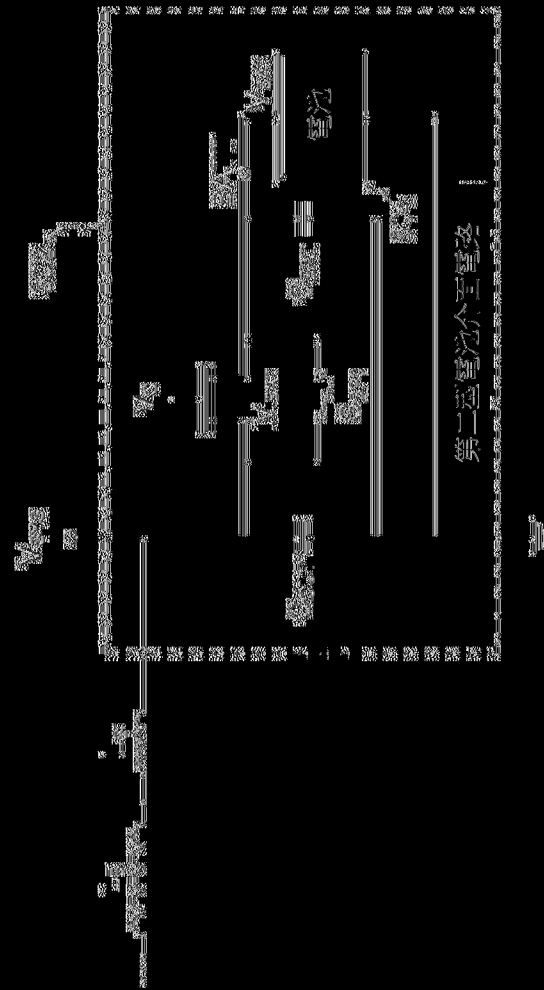
第B圖



第 5 圖



第 6A 圖



第 63 頁

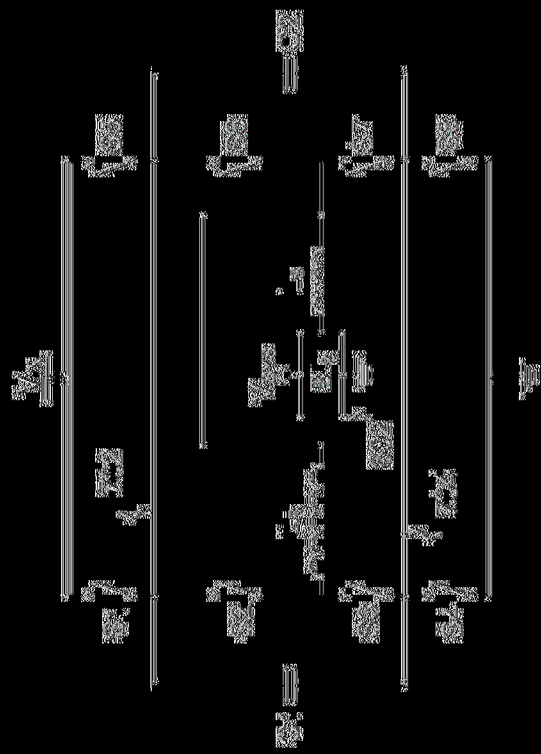
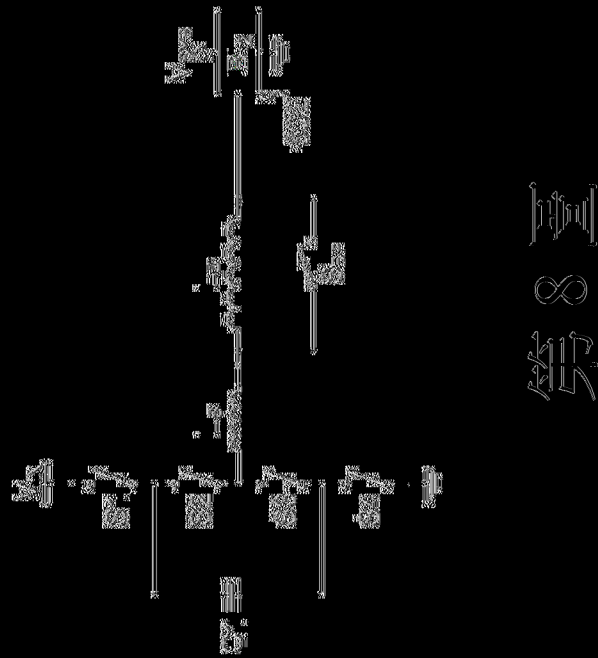


圖 7





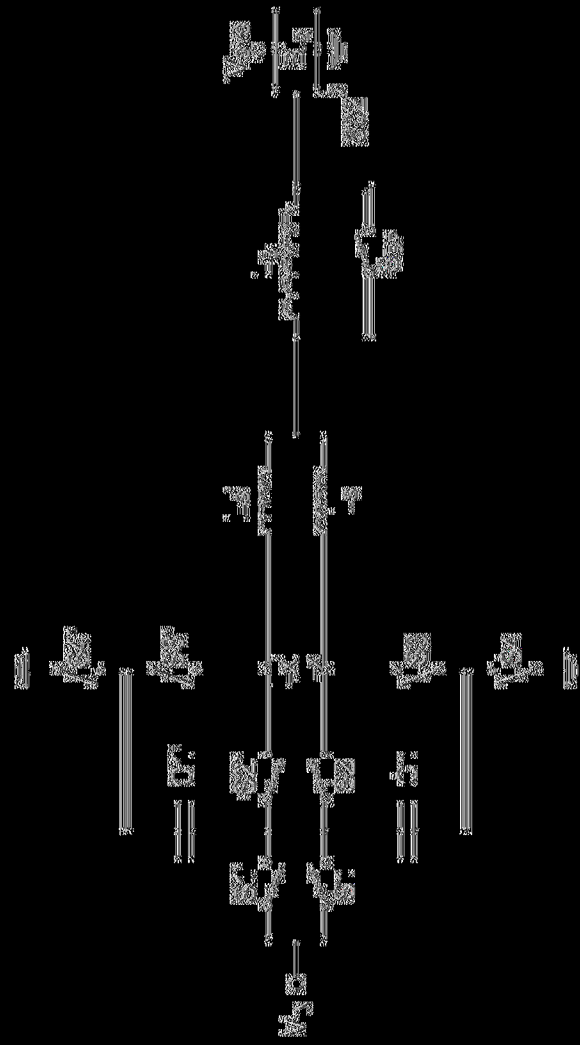
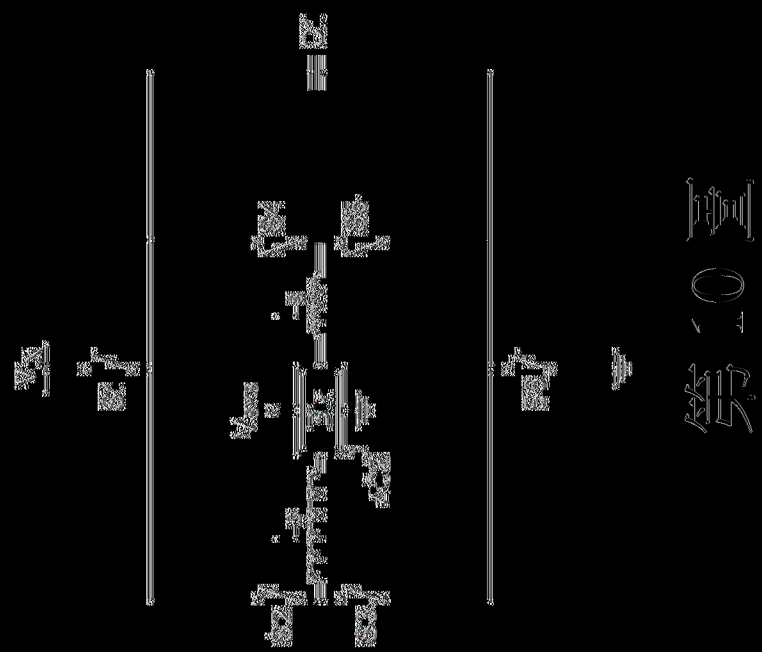


圖  
9  
錄



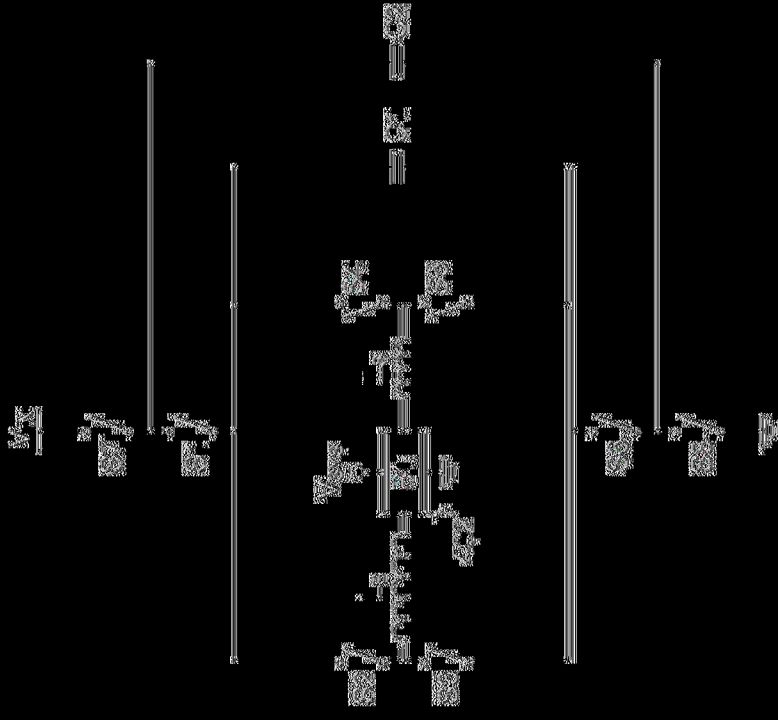


圖 2

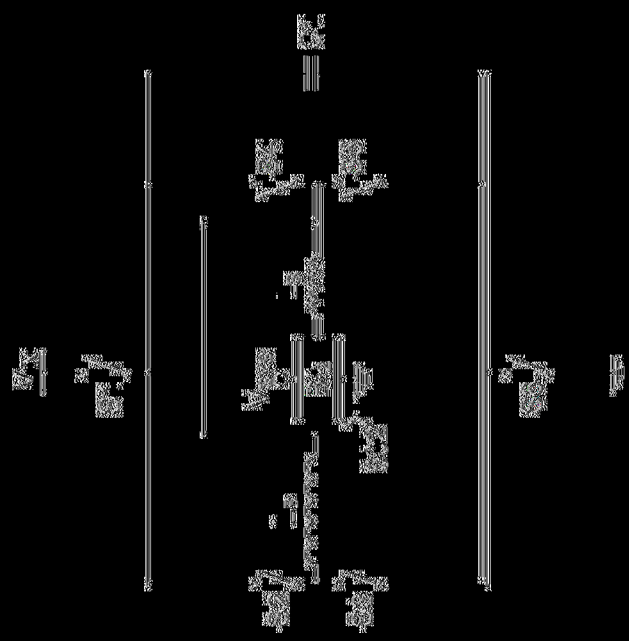
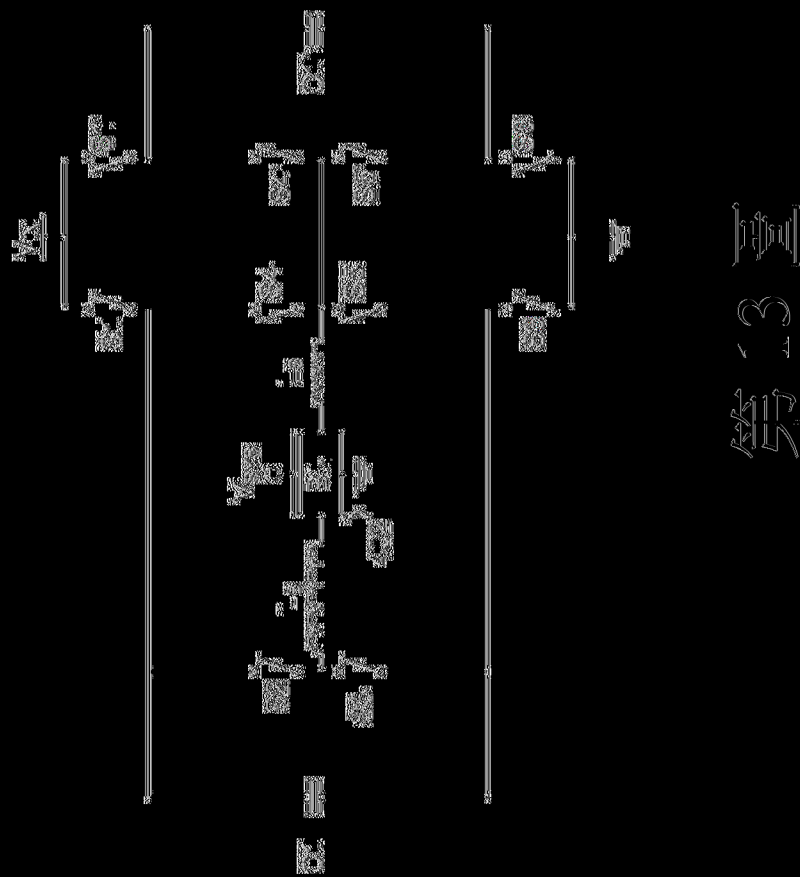


圖 3



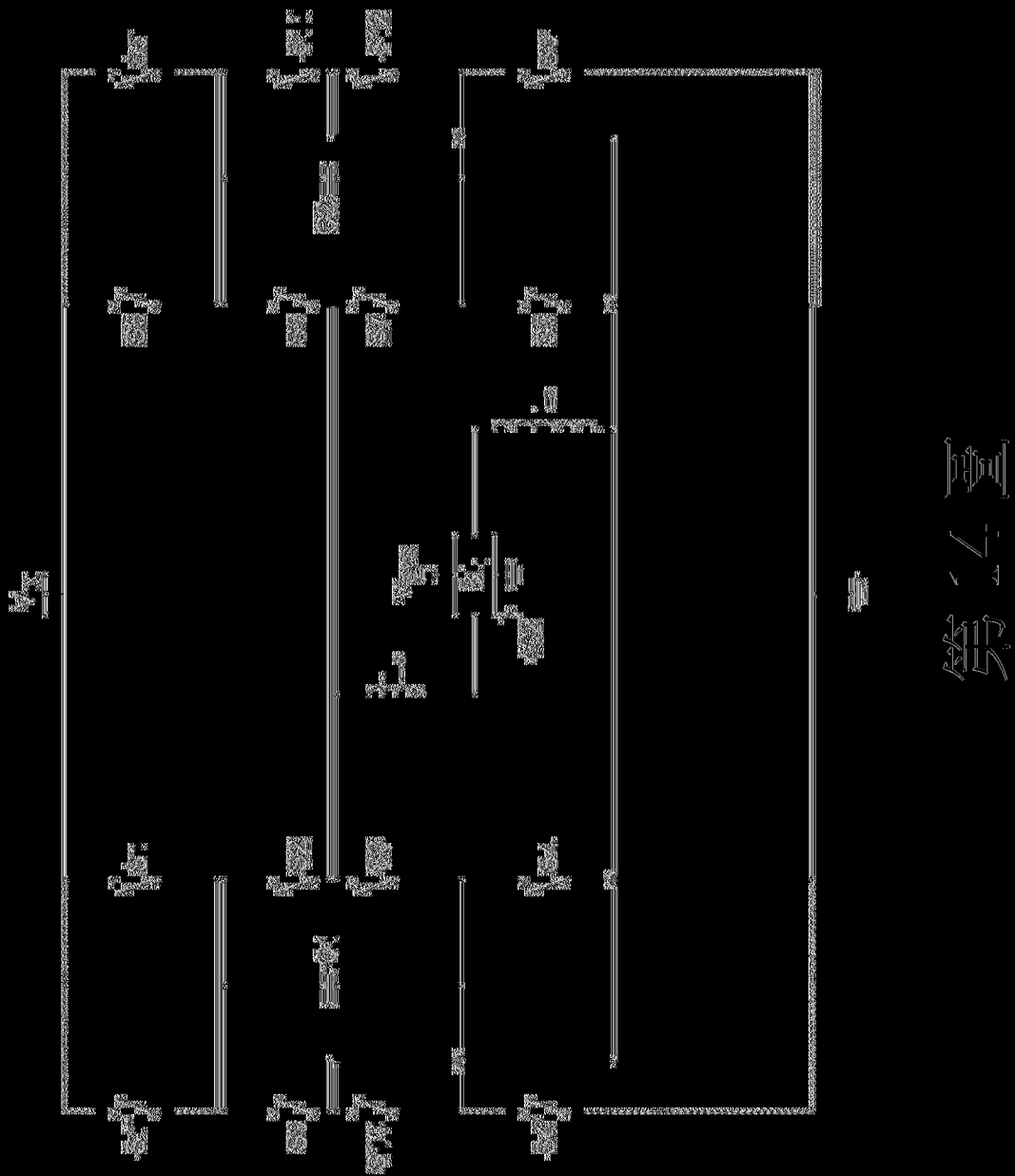


圖 1

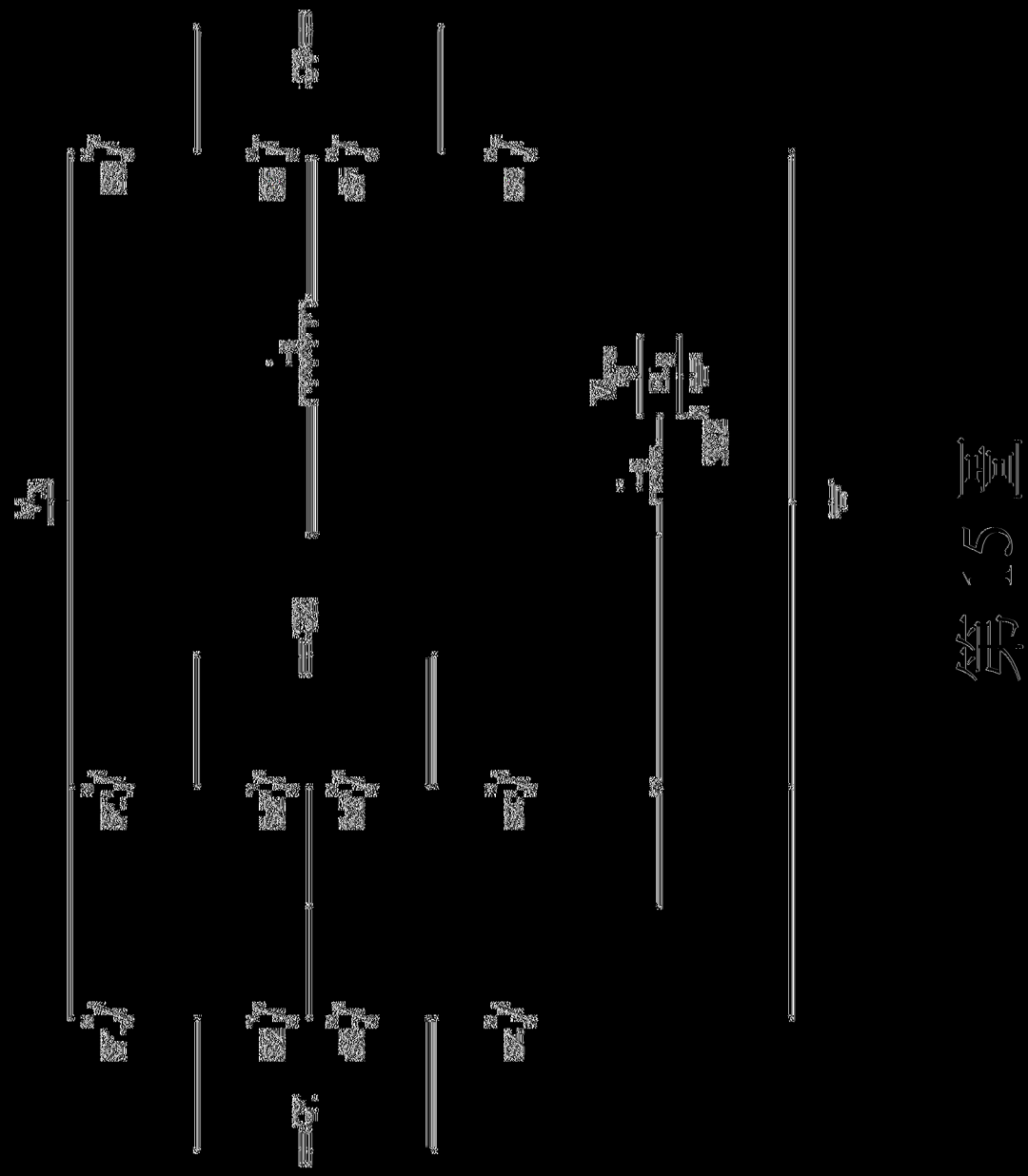
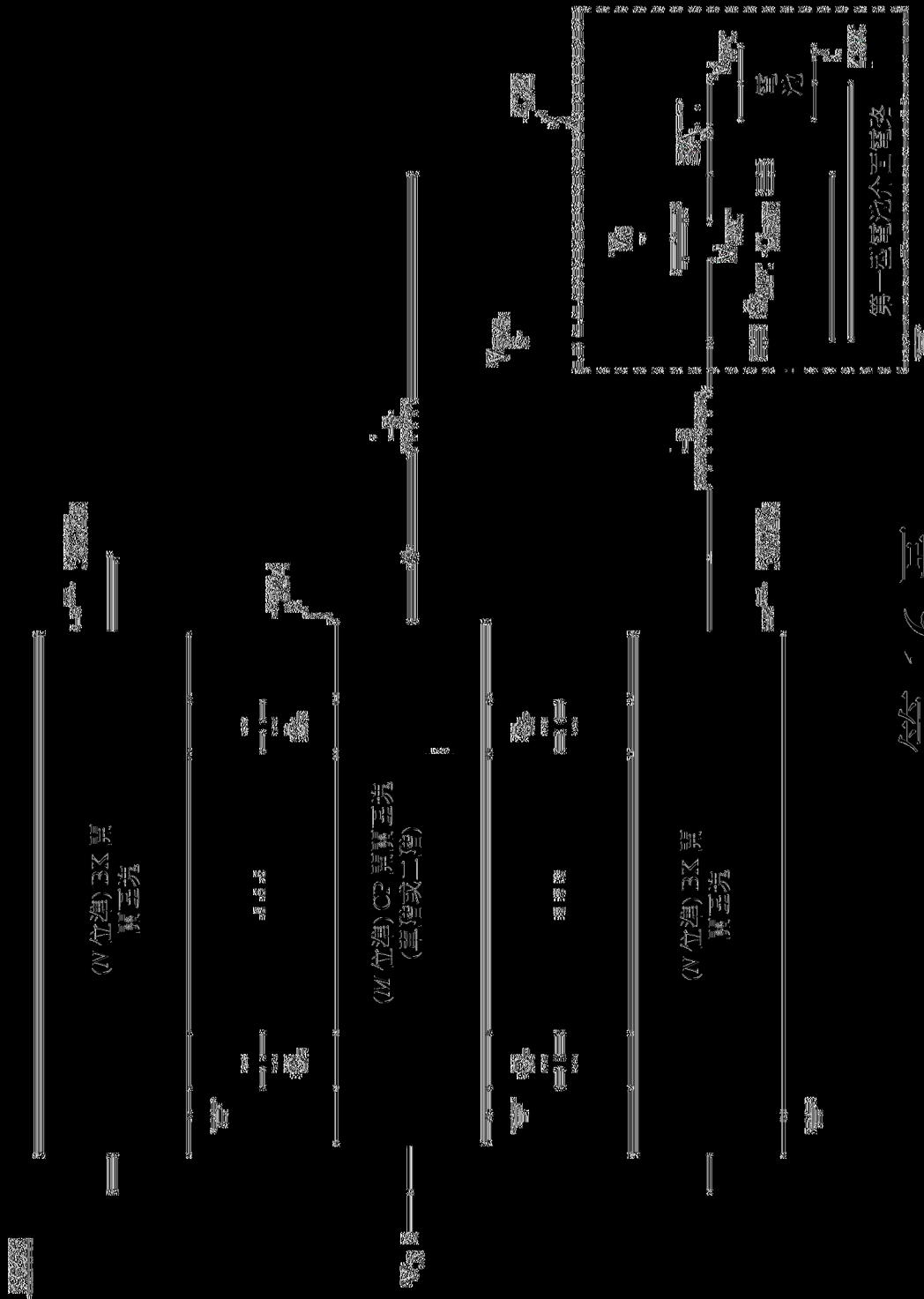
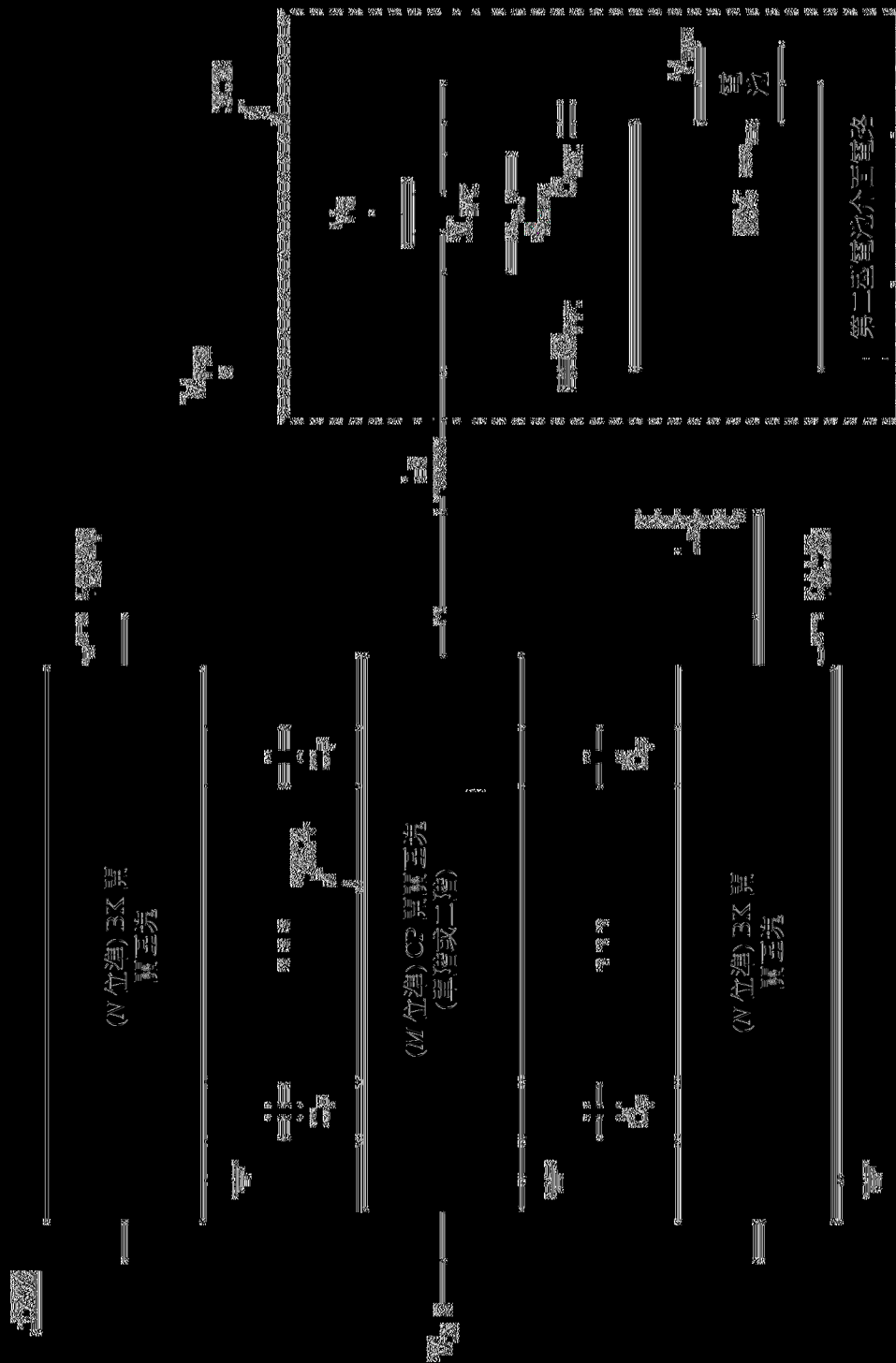


圖 5

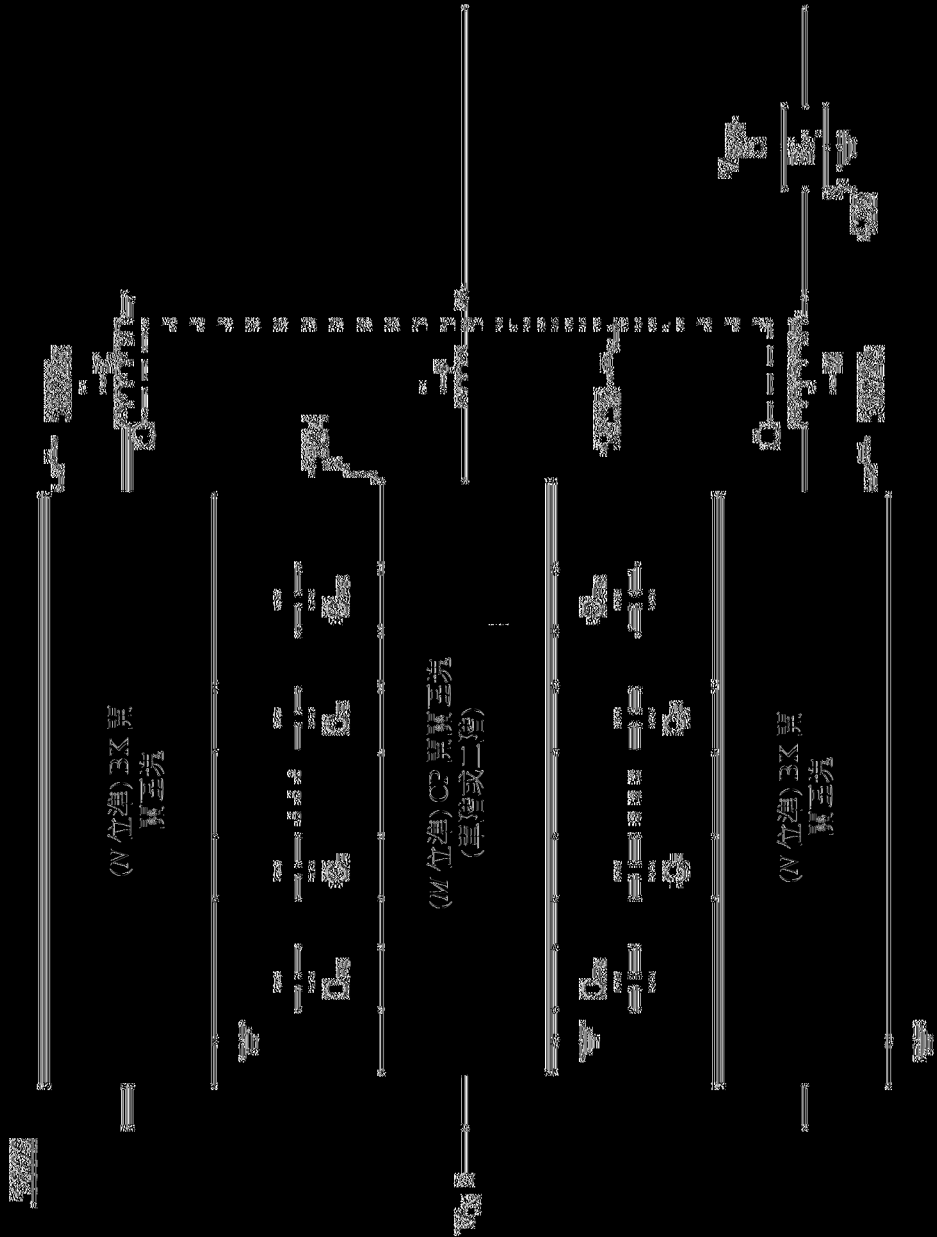


第 16 圖

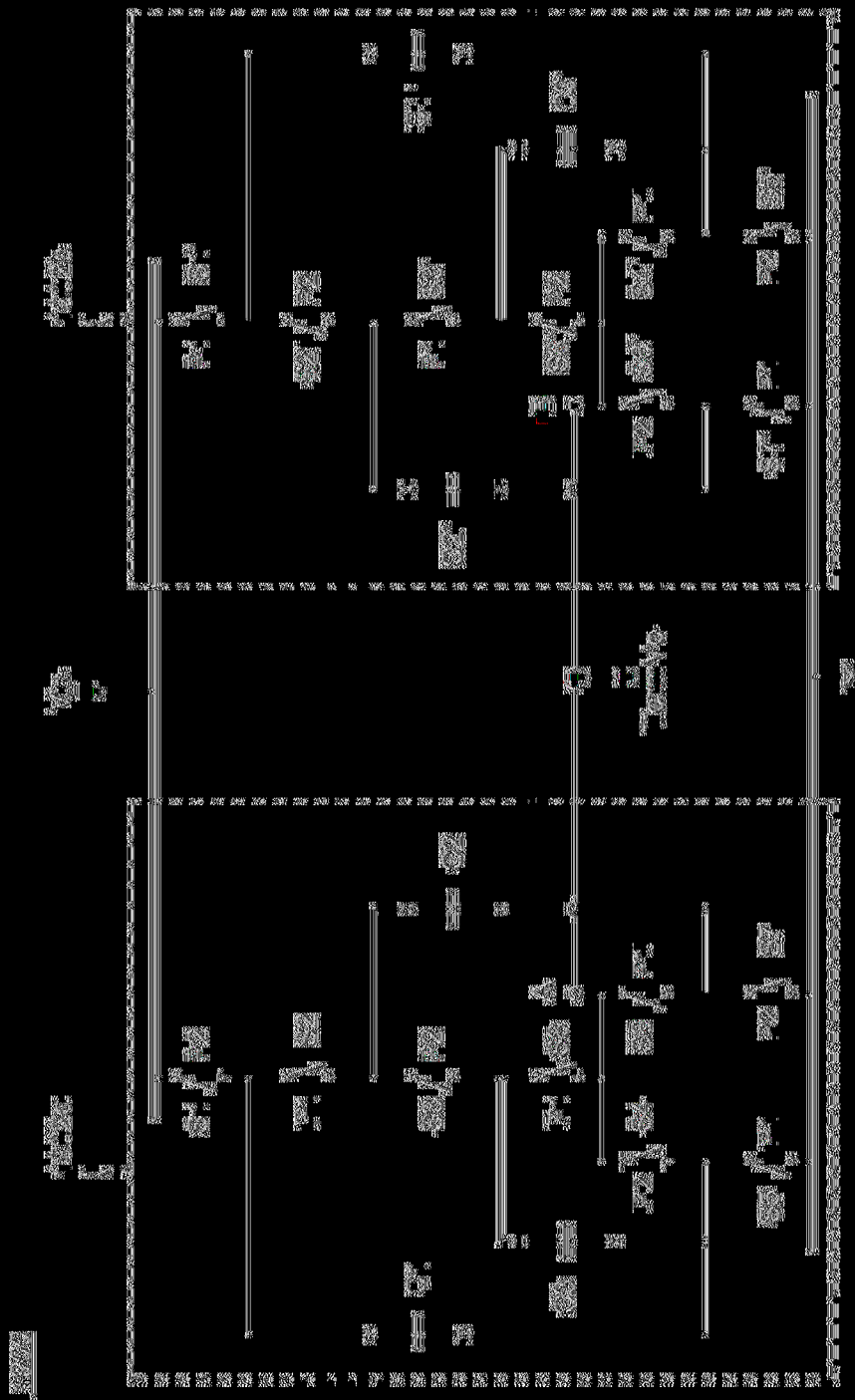




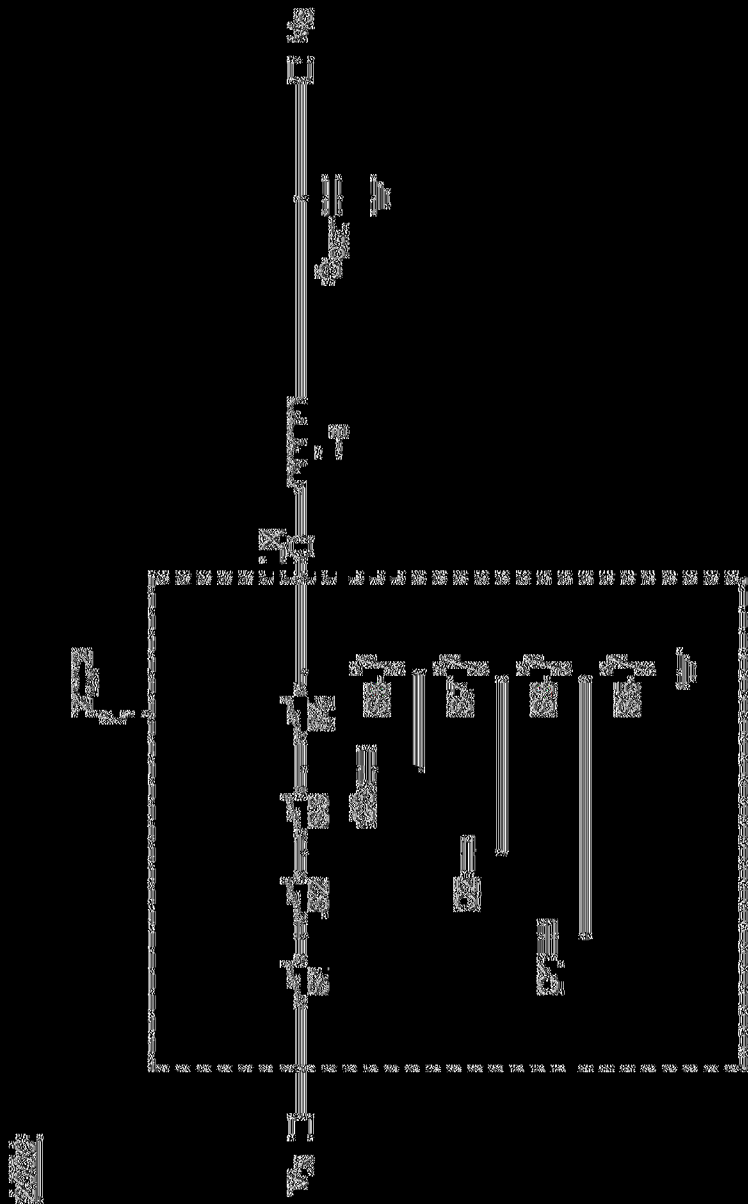
第 17 頁



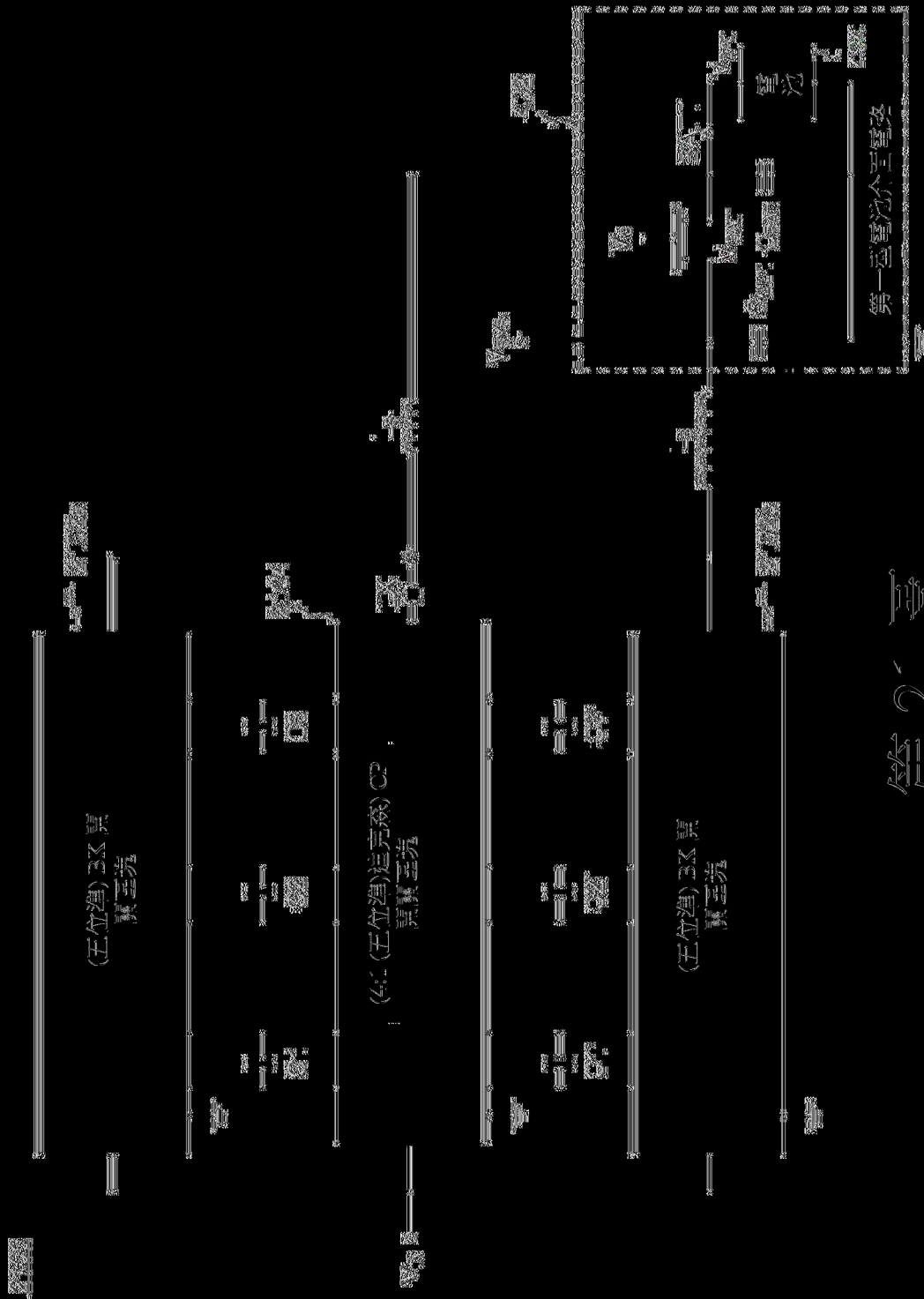
第 8 圖



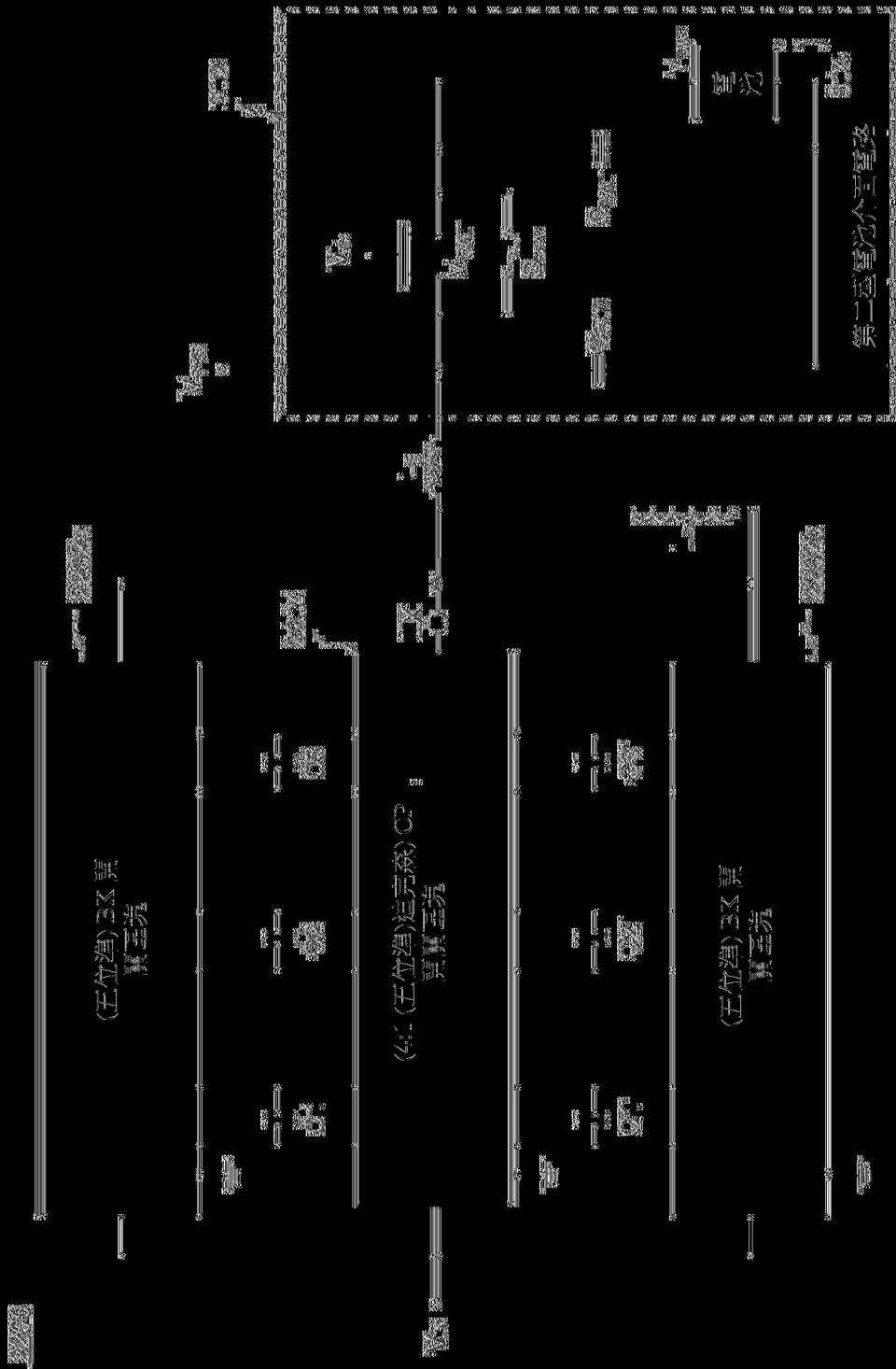
第 19 頁 (另含技術)



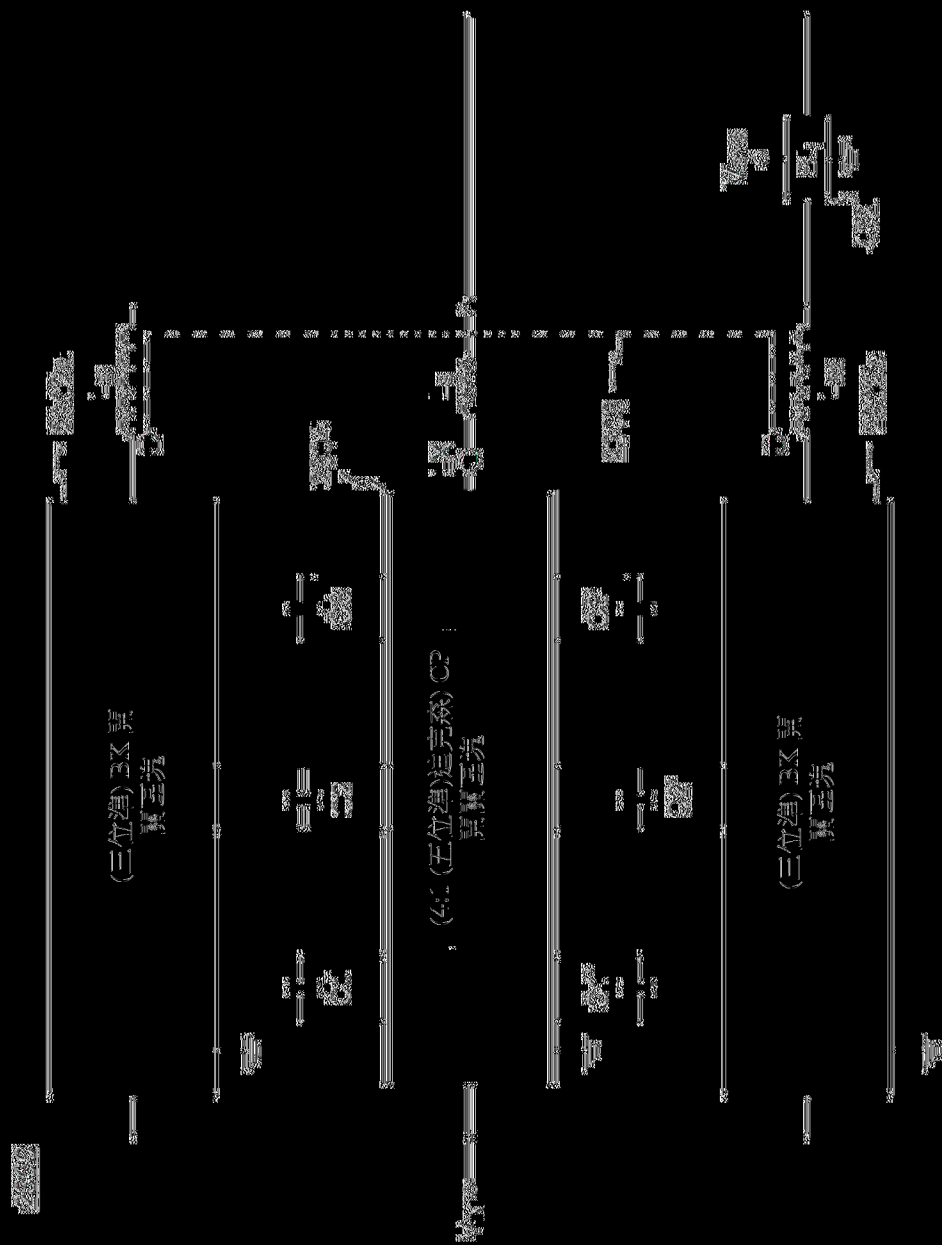
第 20 頁 (另裝袋)



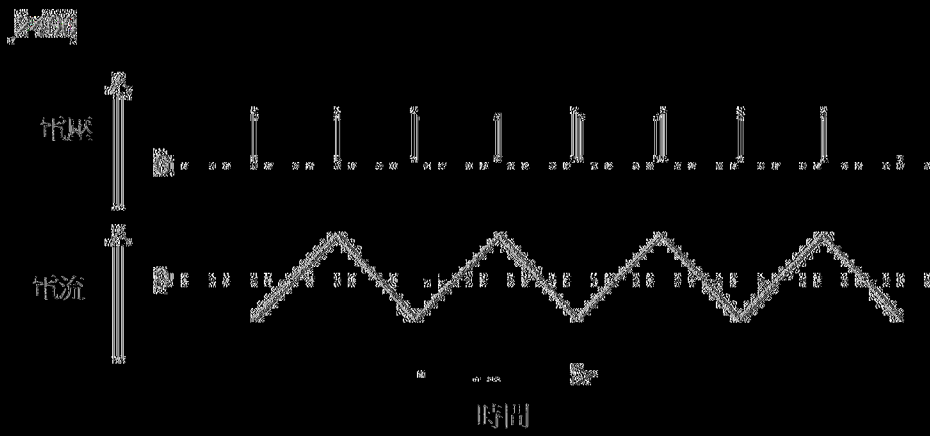
第 2 頁



第 22 頁



第 23 頁

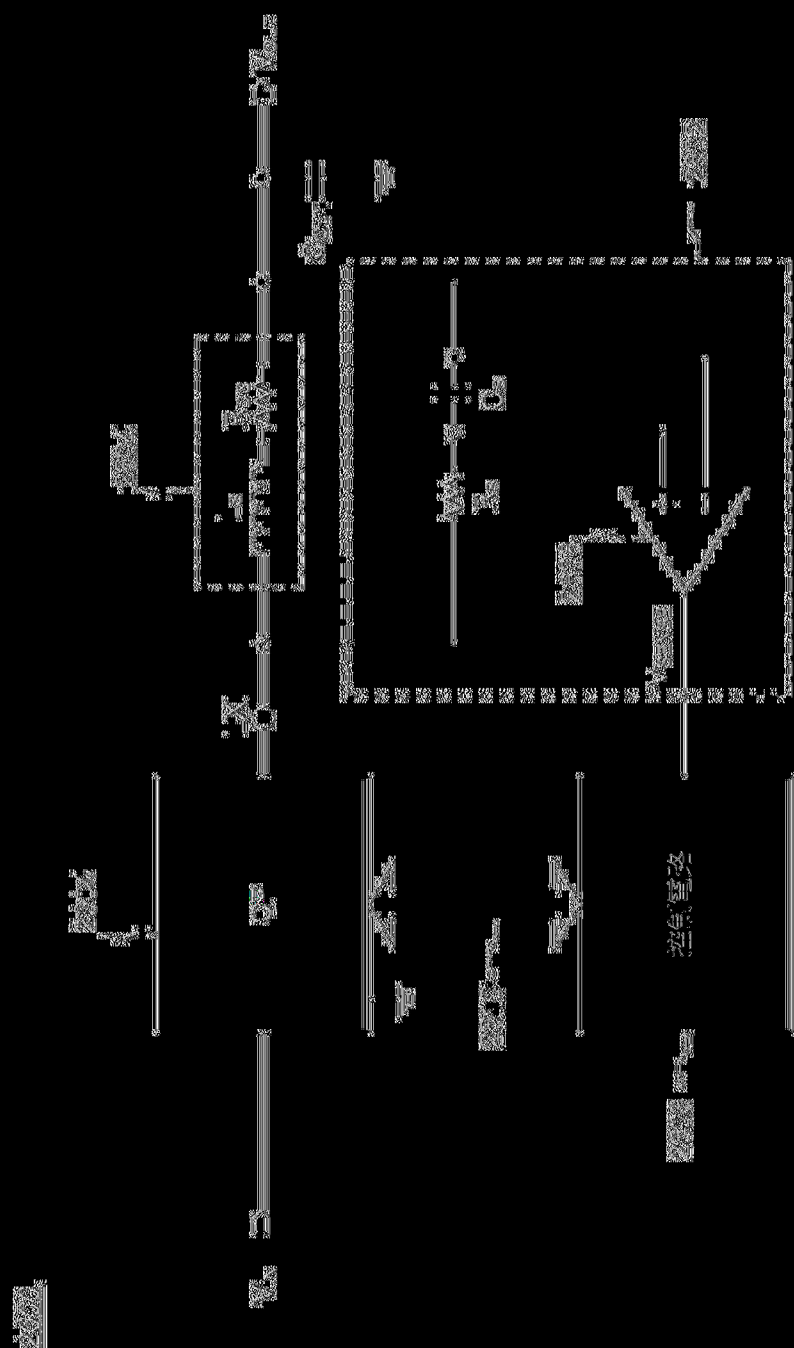


第 24 圖(先前技術)

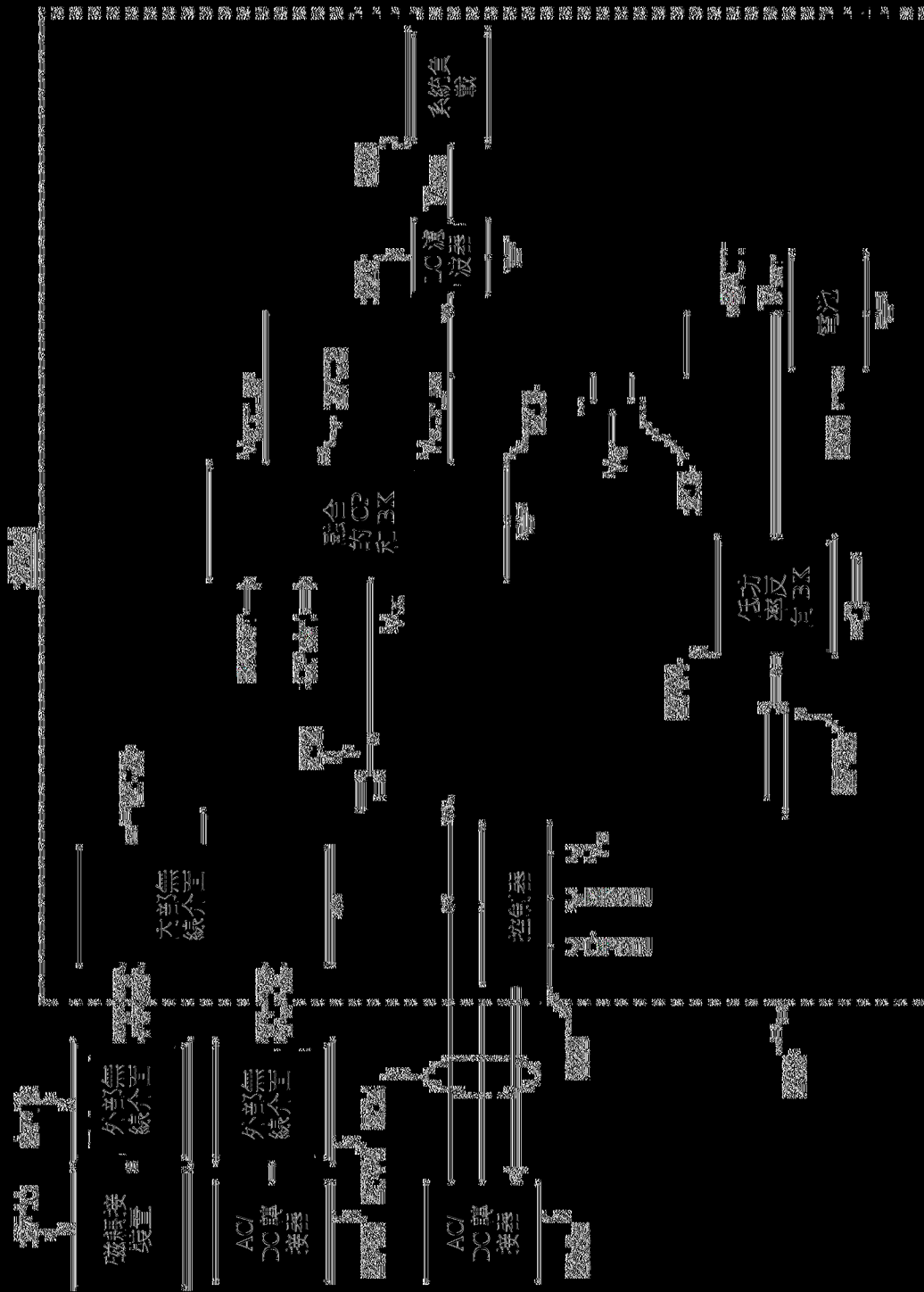


第 25 圖

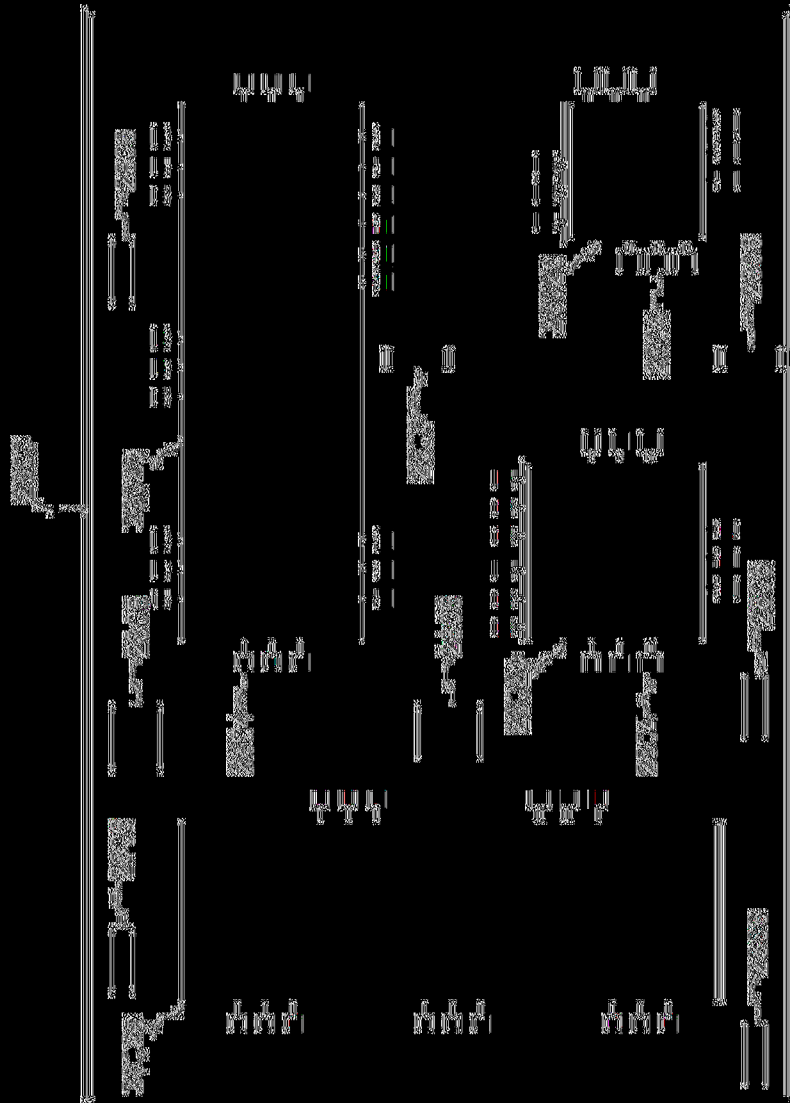




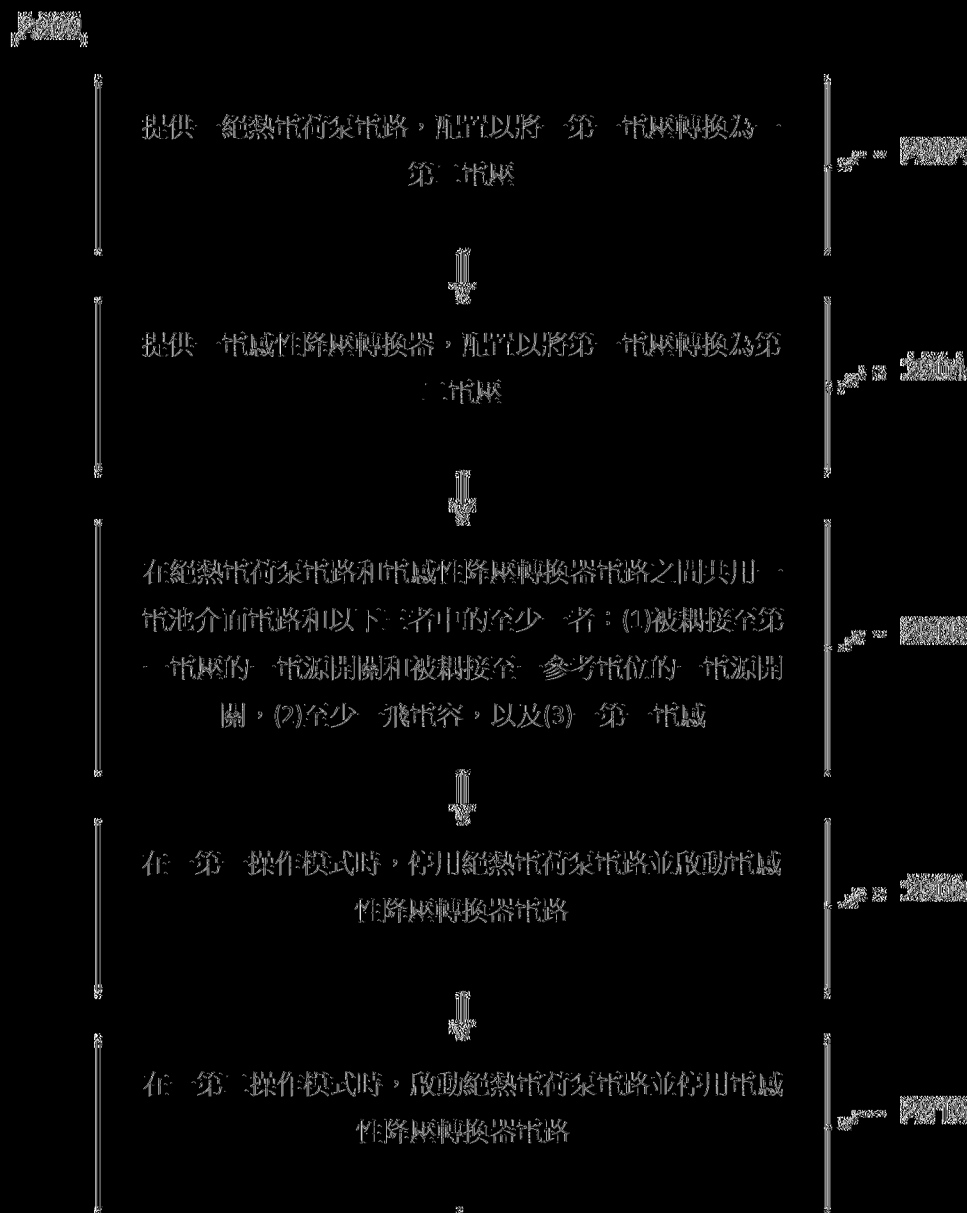
第 26 頁



第27頁



第 28 頁



## 第 29 圖



## 【發明摘要】

【中文發明名稱】電源轉換器電路、電池管理系統和轉換電壓的方法

【英文發明名稱】POWER CONVERTER CIRCUIT, BATTERY MANAGEMENT SYSTEM, AND METHOD OF CONVERTING VOLTAGE

### 【中文】

提供複數電池管理電路，相較傳統設計具有更元件但維持效能不變。複數實施例涵蓋複數電源轉換器，電源轉換器包括絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路，分別透過第一電感和第二電感耦接至電池介面電路。在第一操作模式下，絕熱電荷泵電路被停用而電感性降壓轉換器電路被啟動。在第二操作模式下，絕熱電荷泵電路被啟動而電感性降壓轉換器電路被停用。絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路共用電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至電壓源端和參考電位端的複數電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)第一電感。

### 【英文】

Battery management circuits implementable with fewer components compared to conventional designs while maintaining performance. Embodiments encompass power converters including an adiabatic charge pump circuit coupled to a battery interface circuit through a first inductor, and an inductive buck converter circuit

coupled to the battery interface circuit through a second inductor. In a first mode of operation, the adiabatic charge pump circuit is deactivated, and the inductive buck converter circuit is activated. In a second mode of operation, the adiabatic charge pump circuit is activated, and the inductive buck converter circuit is deactivated. The adiabatic charge pump circuit and the inductive buck converter circuit share a battery interface circuit and at least one of (1) power switches coupled to a voltage source terminal and a reference potential terminal, (2) at least one fly capacitor, or (3) the first inductor.

【指定代表圖】 第 4A 圖

【代表圖之符號簡單說明】

402:BI<sub>1</sub> 電路

V<sub>IN</sub>:輸入電壓/內部電壓

V<sub>SYS</sub>:系統電壓

REF:參考端

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8:開關/電源開關

C1:飛電容/第一飛電容/共用飛電容

C2:飛電容/第二飛電容/共用飛電容

L<sub>B</sub>:電感

L<sub>S</sub>:電感/共用電感/感應器線圈/輸出電感

【特徵化學式】

無。

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 電源轉換器電路、電池管理系統和轉換電壓的方法

【英文發明名稱】 POWER CONVERTER CIRCUIT,  
BATTERY MANAGEMENT SYSTEM, AND METHOD OF  
CONVERTING VOLTAGE

### 【技術領域】

【0001】 本發明係有關於電子電路，係特別有關於電源轉換器電路，包括直流至直流(DC-DC)電源轉換器電路和電池管理系統。

### 【先前技術】

【0002】 許多電子產品，特別是行動計算及/或通訊產品和元件(如：手機、筆記型電腦、超輕薄筆電、平板裝置、液晶顯示器(liquid-crystal display；LCD)以及發光二極體(light emitting diode；LED)顯示器)需要多個電壓位準。例如，射頻(radio frequency；RF)傳輸器功率放大器可需要相較之下更高的電壓(如：12V或更高)，而邏輯電路可要求一低電壓位準(如：1V至3V)。其他電路可要求一中等電壓位準(如：5V至10V)。

【0003】 直流(direct current；DC)電源轉換器經常被用於自一通用(common)電源(如：一電池、複數太陽能電池以及被整流的交流(alternating current；AC)電源)產生一較低或一較高的電壓。將一較高的輸入電壓源轉換為一較低的輸出電壓位準的電源轉換器通常被稱為降壓轉換器，因為輸出電壓



$V_{OUT}$  小於輸入電壓  $V_{IN}$ ，因而轉換器使輸入電壓「降壓」。將一較低的輸入電壓源轉換為一較高的輸出電壓位準的電源轉換器通常被稱為增壓轉換器，因為輸出電壓  $V_{OUT}$  大於輸入電壓  $V_{IN}$ 。取決於特定的配置，例如作為輸入端和輸出端的端口選擇，一些電源轉換器可為一降壓轉換器或一增壓轉換器。一些電源轉換器可提供一反相輸出。

**【0004】** 現代裝置，尤其行動裝置(如：手機)，經常需要複雜的電池管理系統，以在優化裝置使用時間和電池壽命的同時保護電池不會受過充電和熱降解(degradation)影響。已知可在上述電池管理系統中利用兩種不同類型的電源轉換器來對裝置電池進行充電和提供裝置的一系統電壓。

**【0005】** 一種被稱為一電感性電源轉換器的直流電源轉換器可包括複數電量轉移電容(charge transfer capacitors)和一較大的輸出電感作為能量儲存元件，上述能量儲存元件由被控制的複數開關耦接至彼此以將電量從輸入電壓  $V_{IN}$  轉移至輸出電壓  $V_{OUT}$ 。在一些實施例中，一個電感性電源轉換器可由多級電感性電源轉換器實現。另一種被稱為絕熱(adiabatic)電荷泵(charge pump)的直流電源轉換器包括複數電量轉移電容和一較小的輸出電感作為能量儲存元件，上述能量儲存元件由被控制的複數開關耦接至彼此以將電量從輸入電壓  $V_{IN}$  轉移至輸出電壓  $V_{OUT}$ 。在上述兩種電源轉換器中，電量轉移電容被稱為「飛電容(fly capacitor)」或「泵電容」。每當一個飛電容被使用時(即，沒有被忽略(bypass))，流經這個飛電容的電能通常會使其充電或放電。雖然多級電源轉換器和絕熱電荷泵在某些配置下可具有類似的布局，兩者的不同點在於用來優化表現和效率所需的電感數值大小。

**【0006】** 第1A圖係為先前技術的絕熱兩階三位準之電荷泵(two-phase

3-Level charge pump)100之一範例。一第一階子電路包括複數開關S1和S2、分路的複數開關(shunt switches) S3和S4、一飛電容C1以及一較小(如：約1 nH至幾百nH)的共用電感L<sub>s</sub> (此處的S代表「小」)，開關S1和S2串聯並耦接在輸入電壓V<sub>IN</sub>的輸入端和一節點L<sub>x</sub>(位於開關S2和S3之間)之間，開關S3和S4串聯並耦接在節點L<sub>x</sub>和一參考電位/參考電位端(如：電路接地端)之間，飛電容C1連接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間(如圖所示)，共用電感L<sub>s</sub>耦接在節點L<sub>x</sub>和輸出電壓V<sub>OUT</sub>的一輸出端之間。一第二階子電路包括複數開關S1'和S2'、分路的複數開關S3'和S4'、一飛電容C1'以及共用電感L<sub>s</sub>，開關S1'和S2'串聯並耦接在輸入電壓V<sub>IN</sub>的輸入端和節點L<sub>x</sub>(位於開關S2和S3之間)之間，開關S3'和S4'串聯並耦接在節點L<sub>x</sub>和參考電位端(如：電路接地端)之間，飛電容C1'連接在成對的開關S1'-S2'和開關S3'-S4'之間(如第1A圖所示)，共用電感L<sub>s</sub>耦接在節點L<sub>x</sub>和輸出電壓V<sub>OUT</sub>的輸出端之間。一耦合(smoothing)電容C0被耦接在輸出端和參考電位端之間。在操作過程中，開關S1和S3藉由一時脈訊號φ1同時切換至開啟狀態(OPEN)或關閉狀態(CLOSED)，而開關S2和S4藉由一時脈訊號φ2同時切換至開啟狀態或關閉狀態，時脈訊號φ2(在相位之間具有時滯(deadtime))和時脈訊號φ1(在時脈切換時具有時滯)的相位交錯。所描述的範例之結果為 $V_{OUT} = \frac{1}{2} V_{IN}$ 。開關S1'、S2'、S3'以及S4'具有類似的操作，但開關S1'和S3'藉由時脈訊號φ2同時切換至開啟狀態或關閉狀態，而開關S2'和S4'藉由時脈訊號φ1同時切換至開啟狀態或關閉狀態。利用兩種交錯的相位有助於在輸出端提供更平穩的電壓和電流。

【0007】 第1B圖係為先前技術的三位準之電感性降壓轉換器102之一範例。一組四個開關S1、S2、S3以及S4串聯並耦接在輸入電壓V<sub>IN</sub>的輸入端和

電路接地端之間。一飛電容C1和開關S1、S4串聯，並和開關S2、S3並聯。一較大的電感L<sub>B</sub> (此處B代表「大」)被耦接至一輸出電容C0和位於開關S2、S3之間的節點L<sub>X</sub>。電感L<sub>B</sub>的電感值可為共用電感L<sub>S</sub>之電感值的約兩倍到約超過100倍。輸出電容C0的跨壓可在輸出電壓V<sub>OUT</sub>輸出的輸出端取得。

**【0008】** 在所描述的範例中，單一飛電容C1的存在致能四個開關的狀態在節點L<sub>X</sub>產生以下三者之一的電壓位準：0V (接地(GND))、V<sub>IN</sub>或 $\frac{1}{2}V_{IN}$  ( $\frac{1}{2}V_{IN}$ 以兩種不同方式產生)。在一第一切換狀態中，在節點L<sub>X</sub>定義一第一電壓位準(Level-1)，開關S3、S4關閉(closed)而開關S1、S2打開(opened)，有效地忽略掉飛電容C1並將L<sub>X</sub>連接至電路接地端(即，節點L<sub>X</sub>的電壓位準=GND)。在一第二切換狀態中，在節點L<sub>X</sub>定義一第三電壓位準(Level-3)，開關S3和S4打開而開關S1和S2關閉，再次有效地忽略掉飛電容C1並將節點L<sub>X</sub>連接至輸入電壓V<sub>IN</sub> (即，節點L<sub>X</sub>的電壓位準=輸入電壓V<sub>IN</sub>)。

**【0009】** 在一第三切換狀態中，在節點L<sub>X</sub>定義一第二電壓位準(Level-2)，開關S2和S4打開而開關S1和S3關閉，將飛電容C1從連接至輸入電壓V<sub>IN</sub>改為連接至節點L<sub>X</sub>，因此透過讓共用電感L<sub>S</sub>的電流流進一負載來對飛電容C1充電。飛電容C1的跨壓約可為 $\frac{V_{IN}}{2}$ ，而節點L<sub>X</sub>的電壓位準也約等於 $\frac{V_{IN}}{2}$ 。在一第四切換階段中，也在節點L<sub>X</sub>定義了第二電壓位準，開關S2和S4關閉而開關S1和S3打開，將飛電容C1由連接至節點L<sub>X</sub>改為連接至電路接地端GND，因此藉由讓共用電感L<sub>S</sub>的電流自一負載中流出而使飛電容C1放電。飛電容C1的跨壓約可為 $\frac{V_{IN}}{2}$ ，而節點L<sub>X</sub>的電壓位準也約等於 $\frac{V_{IN}}{2}$  (這裡假設飛電容C1被預充電至第三切換狀態)。因此，所描述的電感性降壓轉換器102具有兩個可在節點L<sub>X</sub>產生量值 $\frac{V_{IN}}{2}$ 之第二電壓位準的切換狀態。藉由利用來自一控制器(未顯示)的脈寬調變

(pulse-width modulation ; PWM)控制訊號在位準之間切換，可達到一定範圍內的複數輸出電壓 $V_{OUT}$ 。

**【0010】** 雖然有不同架構的電池管理系統已經被提出或實現，依然需要更有效用並更有效率地提供電池管理的電路和方法。精確來說，需要在維持電路表現的同時可以更少元件(因此減少大小)來實現的電池管理電路配置。本發明將對此需要和其他需求進行描述。

### 【發明內容】

**【0011】** 本揭露包括電池管理電路的複數設置，用於在以相較傳統設計來說更少的元件(因此減少了積體電路(integrated circuit ; IC)面積)來實現電路的同時維持電路效能。

**【0012】** 一般來說，本發明包括一電源轉換器電路，包括：一第一端，用於接收一第一電壓；一第二端，用於提供一第二電壓；一第三端，被配置以耦接至一參考電位端；一電池介面電路，耦接至第二端並被配置以耦接至參考電位端；一絕熱電荷泵電路，耦接在第一端和參考電位端之間，並透過一第一電感耦接至電池介面電路；以及一電感性降壓轉換器電路，耦接在第一端和參考電位端之間，並透過一第二電感耦接至電池介面電路；其中，在電源轉換器電路的一第一操作模式下，絕熱電荷泵電路被停用而電感性降壓轉換器電路被啟動；在電源轉換器電路的一第二操作模式下，絕熱電荷泵電路被啟動而電感性降壓轉換器電路被停用；並且絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路共用電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至第一端的一電源開關和耦接至第三端的一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)第一電感。

【0013】 本發明也包括一迪克森電荷泵和一電感性降壓轉換器電路之複數組合電路，以共用所有或部分的飛電容。本發明也包括和一電荷泵組合的輸出電流感測電路，以透過電感 $L_s$ 提供電荷至一輸出電容 $C_{OUT}$ 。

【0014】 本發明的一或多個實施例之細節在所附圖式和如下說明中闡述。本發明的其他特徵、目的和優點將從說明、所附圖式以及請求項中變得顯而易見。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0015】

第1A圖係為先前技術之絕熱二階三位準電荷泵的一範例之一示意圖。

第1B圖係為先前技術之三位準電感性降壓轉換器的一範例之一示意圖。

第2A圖係為描述電池管理系統之一第一範例的一方塊圖。

第2B圖係為描述電池管理系統之一第二範例的一方塊圖。

第3A和3B圖分別描述了電池充電電流和電池充電電壓的範例之複數圖表。

第4A圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第一實施例之一示意圖。

第4B圖係為第4A圖所使用的第一型電池介面電路之一示意圖。

第5圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第一實施例之一第一演變型之一示意圖。

第6A圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第一實施例之一第二演變型之一示意圖。

第6B圖係為第6A圖所使用的第二型電池介面電路之一示意圖。

第7圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第一實施例的一第三演變型之一示意圖。

第8圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第二實施例的一示意圖。

第9圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第二實施例的一演變型之一示意圖。

第10圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第三實施例的一示意圖。

第11圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第三實施例的一第一演變型之一示意圖。

第12圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第三實施例的一第二演變型之一示意圖。

第13圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之第三實施例的一第三演變型之一示意圖。

第14圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第四實施例的一示意圖。

第15圖係為適用於一電池管理電路之電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第五實施例的一示意圖。

第16圖係為適用於一電池管理系統之多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第一實施例的一示意圖。

第17圖係為適用於一電池管理系統之多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換

器的組合電路之一第二實施例的一示意圖。

第18圖係為適用於一電池管理系統之多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器的組合電路之一第三實施例的一示意圖。

第19圖係為先前技術之四分(divide-by-4)(4:1)二階的迪克森電荷泵1900之一示意圖。

第20圖係為先前技術之五位準電感性降壓轉換器的一示意圖。

第21圖係為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階五位準電感性降壓轉換器之一電荷泵和一電感性降壓轉換器之電源轉換器電路的一第一實施例之一示意圖。

第22圖係為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階五位準電感性降壓轉換器的電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路的一第二實施例之一示意圖。

第23圖係為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階三位準電感性降壓轉換器的電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路的一實施例之一示意圖。

第24圖展示了一傳統開關模式電源供應器的輸出電壓和電流對時間之範例的複數圖表。

第25圖展示了一電荷泵的輸出電壓和電流對時間之範例的複數圖表，上述電荷泵透過電感 $L_s$ 提供電荷至輸出電容 $C_{OUT}$ 。

第26圖係為一電荷泵系統的一方塊圖，上述電荷泵系統包括一輸出電流感測電路。

第27圖係為描述了電池管理系統的一範例之一方塊圖。

第28圖係為一基板的一俯視圖，舉例來說，上述基板可為一印刷電路板或一晶片模組基板(如：一薄膜瓦(thin-film tile))。

第29圖係為展示了將一第一電壓轉換為一第二電壓的一方法之一流程圖。

除非上下文有其他說明，否則多個圖式中的相同參考標號和數字一般代表相同元件。

### 【實施方式】

【0016】 本發明包括可提供更小且更有效率之解決方案的電池管理電路配置。

【0017】 電池管理系統

【0018】 在考慮下述揭露的電荷泵和電感性降壓轉換器電路合適的新穎組合之前，更好地理解這些在電池管理系統中特別好用的電路之新穎範例可能十分有幫助。

【0019】 第2A圖係為描述電池管理系統200的一第一範例之一方塊圖。舉例來說，電池管理系統200可提供一系統電壓 $V_{sys}$ 至一或多個系統負載202 (如：智慧型手機、筆記型電腦、桌上型電腦等)。在所描述的範例中，電池管理系統200可透過一有線電源傳輸路徑204 (如：通用序列匯流排C型(universal serial bus type-C；USB-C))來支援內部電路及/或促進一電池206的充電。有線電源傳輸路徑204可被耦接至電池管理系統200之外部的一AC/DC轉接器208a。在一些實施例中，有線電源傳輸路徑204可由一無線電源傳遞路徑取代或輔助，上述無線電源傳輸路徑包括一外部無線介面210a，耦接至一AC/DC轉接器208b和一內部無線介面210b。舉例來說，外部無線介面210a和內部無線介面210b可



為遵守Qi電感性無線電源傳遞標準的複數元件。內部無線介面210b也可包括電源調節電路，例如一低壓差(low-dropout；LDO) DC線性穩壓電路。一選擇器開關212可選擇AC/DC轉接器208a或內部無線介面210b來提供一內部電壓 $V_{IN}$ 。

**【0020】** 如圖所示，內部電壓 $V_{IN}$ 耦接至一電荷泵(charge pump；CP) 214的一輸入端和一電感性降壓轉換器(buck；BK) 216的一輸入端，電荷泵214和電感性降壓轉換器216分別輸出一轉換電壓 $V_{OUT\_CP}$ 和一轉換電壓 $V_{OUT\_BK}$ 。在所描述的範例中，電感性降壓轉換器216輸出的轉換電壓 $V_{OUT\_BK}$ 提供系統電壓 $V_{SYS}$ 至系統負載202，且可透過一開關218 (如：一場效電晶體或第6B圖所示之一電晶體 $M_{BAT}$ )選擇性地耦接至電池206以提供一電壓 $V_{BAT}$ 至電池206。當轉換電壓 $V_{OUT\_BK}$ 不足時(如：當電池管理系統200沒有連接至AC/DC轉接器208a或208b)，開關218也用以選擇性地提供電壓 $V_{BAT}$ 至系統負載202。在所描述的範例中，電荷泵214的輸出端被直接耦接至電池206以提供電量至電池206。

**【0021】** 在所描述的範例中，一電感電容(inductance-capacitance；LC) 濾波器220被耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的線路。當開關218為關閉狀態(ON)，這個狀態會導入更高的電容值(如：連接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的一些系統負載202)。加入連接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的LC濾波器220會將系統負載202相關的電容值隔離開來，並改善了電荷泵214在沒有電感性元件時的效率。一個電荷泵的再分配耗損(redistribution loss)為飛電容值和輸出電容值的函數。增加飛電容值及/或減少輸出電容值可改善效率。增加飛電容值的缺點可為較大的電容尺寸，而降低輸出電容值的缺點為可能增加輸出電壓的波動。LC濾波器220可在不犧牲效率的情況下移除輸出電壓波動(ripple)。也可能存在其他設置一個LC濾波器的最佳位置。

【0022】 在一些實施例中，電荷泵214和電感性降壓轉換器216內部的複數開關可被用於選擇AC/DC轉接器208a或內部無線介面210b以提供內部電壓 $V_{IN}$ ，因此可忽略選擇器開關212。

【0023】 第2B圖係為描述電池管理系統200'的一第二範例之一方塊圖。類似於第2A圖的電池管理系統200之第一範例的絕大部分特徵，電荷泵214和電感性降壓轉換器216分別輸出的轉換電壓 $V_{OUT\_CP}$ 和 $V_{OUT\_BK}$ 提供系統電壓 $V_{SYS}$ 至系統負載202並可透過開關218選擇性地耦接至電池206以提供電量給電池206。當轉換電壓 $V_{OUT\_CP}$ 和 $V_{OUT\_BK}$ 不足時，開關218也用以選擇性地提供電壓 $V_{BAT}$ 至系統負載202。

【0024】 在第2A和2B圖所展示的範例中，一控制器222提供複數控制訊號CPctrl和BKctrl至電荷泵214、電感性降壓轉換器216、選擇開關212以及(選擇性地)提供複數控制訊號至AC/DC轉接器208a及/或內部無線介面210b來控制這些元件以已知技術(known fashion)進行操作，並提供一電壓 $V_C$ 至電晶體 $M_{BAT}$ 的閘極端。例如，一個非絕熱電荷泵電源轉換器的操作在美國專利第10263514B1號(申請日2019年4月16日，標題為可選擇轉換比例之直流至直流轉換器(Selectable Conversion Ratio DC-DC Converter))中進行說明，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。一個絕熱電荷泵電源轉換器的操作在美國專利第11075576B2號(申請日2021年7月27日，標題為效率性關閉絕熱電荷泵的裝置和方法(Apparatus and Method for Efficient Shutdown of Adiabatic Charge Pumps))中進行說明，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。一個電感性降壓電源轉換器的操作在美國專利第10424564B2號(申請日2014年6月3日，標題為具有積體電容的電源轉換器(Power Converters with Integrated

Capacitors))中進行說明，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。

【0025】 通常來說，電荷泵214和電感性降壓轉換器216會在分開的積體電路(integrated circuit；IC)晶片上實現並分別連接至外部的複數飛電容和複數電感。應當注意，雖然所展示的電池206被包括在電池管理系統200和200'之中，電池206可為一外部元件，被配置以透過一適當端口或一節點BATT耦接至所描述的電池管理系統200和200'。

#### 【0026】 電池充電管理

【0027】 最佳化電池壽命的同時保護電池不受過充電和熱降解影響可以很複雜，並經常涉及不同類型的充電階段以調節一特定類型之電池(如：鋰離子電池、鋰聚合物電池等)的充電/放電、老化和其他特徵。例如，這些階段可包括一涓流(trickle)充電階段、一預充電階段、一定電流(constant current；CC)充電階段及/或一定電壓(constant voltage；CV)或減流(taper)階段。在上述或類似的充電階段中，一個電池管理系統可監控一或多個適當溫度並可減少一充電電流，例如，若一個被監控的特定溫度達到或超過一特定閾值，則減少充電電流。包括一電荷泵和一電感性降壓轉換器的一電池管理系統可選擇最符合一電池之當下需求和輸出特性的電荷泵及/或電感性降壓轉換器。

【0028】 例如，第3A和3B圖分別描述了電池充電電流圖和電池充電電壓圖的複數範例。分別參考內附的複數表格302a和302b，一電感性降壓轉換器(BK)在一涓流充電階段中透過一涓流電流 $I_{TC}$ 對一電池進行充電，並在一預充電階段中透過一預充電電流 $I_{PC}$ 對上述電池進行充電。當電池的電壓超過一第一閾值 $V_{CC1}$ 時，可透過來自BK的一第一快速充電定電流 $I_{CC1}$ 對電池進行充電。當電池的電壓超過一第二閾值 $V_{CC2}$ 時，可透過來自電荷泵(CP)的一第二快速充電定

電流 $I_{CC2}$ 對電池進行充電。當電池的電壓達到一電壓 $V_{REG}$ ，電池可穩定維持在電壓 $V_{REG}$ ，且來自CP的充電電流可隨著電池接近完全充電而逐漸遞減。在定電壓(減流)階段中，由CP操作模式切換至BK操作模式的時間點可由多個觸發點決定，例如時間(T1至T6)、電壓、電流或其他類似觸發點。若電池的電流達到一電流 $I_{TERM}$ ，則電池完成充電。在一些範例中，一電池管理系統可不需要經歷所有區段(Z1至Z6)以完成電池充電，並因此可跳過某些區段。在一些應用中，也可加入額外的區段。

**【0029】** 以下所述為適用於一個電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合的一些實施例和這些實施例的演變型之複數範例。每一個電路都可在一CP操作模式和一BK操作模式之間切換。如第3A和3B圖所示，藉由一系統控制器以已知技術來控制複數CP操作模式和複數BK操作模式之間的切換並選擇電池的多個電流充電模式和電壓充電模式，同時只加入必要的複數控制訊號以重新配置一特定實施例中的電路來啟動或停用CP電路和BK電路。

**【0030】** 當被調整以利用任何如下所述的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合時，第2A和2B圖所展示的電池管理系統之範例可在多種應用中變得特別有用，例如(1)可提供高功率(數十到上百千瓦)充電的複數快閃充電系統，和(2)需要一可編程電源供應器(programmable power supply；PPS)的應用，例如允許電流和電壓進行階段性變化的USB-PPS標準。

**【0031】** 第一實施例

**【0032】** 第4A圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第一實施例之一示意圖。兩組串聯耦接的複數電源開關S1至S4和S5至S8耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和一參考端REF之間，參考端REF被

配置以耦接至參考電位端(如：電路接地端)。舉例來說，電源開關S1至S8可利用複數場效電晶體(field-effect transistor；FET)實現。如圖所示，第一飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間，而一第二飛電容C2耦接在成對的開關S5-S6和開關S7-S8之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S6-S7和一第一型電池介面(BI<sub>1</sub>)電路402之間，並因此耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的一輸出端。較大的電感 $L_B$ (如：電感 $L_S$ 的電感值之二至一百倍)耦接在成對的開關S2-S3和BI<sub>1</sub>電路402之間。

**【0033】** 第4B圖係為第4A圖的第一型電池介面電路402之一示意圖。

較大的電感 $L_B$ 耦接至系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端、輸出電容 $C_{OUT}$ 以及電晶體 $M_{BAT}$ 的一導電通道(conduction channel)之一第一端。電晶體 $M_{BAT}$ 的導電通道之一第二端耦接至一共用電池電容 $C_{BAT}$ 和一電池404。較小的電感 $L_S$ 同樣耦接至共用電池電容 $C_{BAT}$ 和電池404，並耦接至電晶體 $M_{BAT}$ 的導電通道之第二端。在一些應用中，若電晶體 $M_{BAT}$ 在CP電路操作過程中處於導通狀態(ON)，則較小的電感 $L_S$ 也可連接至輸出電容 $C_{OUT}$ 和系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端。

**【0034】** 第一型電池介面電路402可被模板化為一四端口區塊，具有分別對應電感 $L_B$ 和 $L_S$ 、參考電位端(如：連接至電路接地端)和系統電壓 $V_{SYS}$ 之輸出端的複數輸入端。以下說明的一些實施例利用了第一型電池介面電路402。

**【0035】** 回到第4A圖，包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。

【0036】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C2、電感 $L_S$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的一個階段(one phase)之操作(即，開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0037】 在所描述的實施例中，BI<sub>1</sub>電路402由降壓轉換器電路和電荷泵電路共用，而當電晶體M<sub>BAT</sub>為導通狀態(ON)時，輸出電容C<sub>OUT</sub>和共用電池電容C<sub>BAT</sub>以並聯方式彼此耦接。就算降壓轉換器電路和電荷泵電路在分開的IC晶片上加工(請記住，輸出電容C<sub>OUT</sub>一般是一晶片外元件)，這樣的設置可節省元件和佈局空間，或允許利用更小量值的元件。電荷泵和電感性降壓轉換器電路的組合可被有效控制為只共用BI<sub>1</sub>電路402之分開的電路，因此可以直接驅動開關S1至S8。

【0038】 十分重要地，用於降壓轉換器電路和電荷泵電路的電感L<sub>B</sub>和L<sub>S</sub>個別進行大小調整以最佳化表現、操作和這些電路所需的佈局空間。

【0039】 如下表一，總結了第4A圖所展示的實施例之CP電路和BK電路配置。

配置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S5至S8	C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	—	—	—	BI <sub>1</sub>

表一

【0040】 第一實施例的第一演變型

【0041】 第5圖係為第一實施例之一第一演變型的一示意圖，其中第一

實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第4A圖的電路之絕大部分特徵，如第5圖所示，額外加入一導體502和一導體504，導體502耦接成對的開關S1-S2和開關S5-S6，導體504耦接成對的開關S3-S4和開關S7-S8。額外加入的導體502和504有效地讓飛電容C1和C2彼此並聯耦接。

【0042】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1和C2、電感 $L_B$ 以及 $BI_1$ 電路402。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用CP電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。因為飛電容C1和C2的電容值在並聯耦接時可相加(如： $C1||C2$ 的電容值 = C1的電容值 + C2的電容值)，並聯耦接之飛電容C1和C2的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器，但相較第4A圖之電路具有更高的飛電容值，或者說具有更小的電容元件(或者說相較單一一個電容具有複數更小的電容元件組合成的一更大的總電容值)。在某些情況下，若飛電容C1和C2中的一者之電容值夠大，那另一個電容可被忽略。

【0043】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C1和C2、電感 $L_S$ 以及 $BI_1$ 電路402。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的一個階段之操作(即，開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。再次地，並聯耦接之飛電容C1和C2的存在允許CP電路操作為一電荷泵，但相較第4A圖之電路具有更高的飛電容值，或者說具有更小的電容元件(或者說相較單一一個電容具有複數更小的電容元件組合成的一更大的總電容值)。如上所述，在一特定應用中，若飛電容C1和C2中的一者之電容值夠大，那另一個電容可被忽略。

【0044】如下表二，總結了第5圖的實施例之CP電路和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1、C2	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S5至S8	C1、C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	—	C1、C2	—	BI <sub>1</sub>

表二

【0045】第一實施例的第二演變型

【0046】第6A圖係為第一實施例之一第二演變型的一示意圖，其中第一實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第4A圖之電路的絕大部分特徵，電感L<sub>B</sub>透過電感L<sub>S</sub>耦接至一第二型電池介面電路(BI<sub>2</sub>)電路602。

【0047】第6B圖係為第6A圖中所使用的第二型電池介面電路602之一示意圖。較大的電感L<sub>B</sub>和較小的電感L<sub>S</sub>彼此串聯耦接，在一些配置中以L<sub>B</sub> + L<sub>S</sub>的方式串聯耦接，而在其他配置中則以L<sub>S</sub> + L<sub>B</sub>的方式串聯耦接。串聯耦接的電感L<sub>B</sub>和L<sub>S</sub>接著耦接至系統電壓V<sub>sys</sub>的輸出端、輸出電容C<sub>out</sub>以及電晶體M<sub>BAT</sub>的導電通道之第一端。電晶體M<sub>BAT</sub>的導電通道之第二端耦接至共用電池電容C<sub>BAT</sub>和一電池604。一低阻抗之分流(bypass)開關S<sub>BPO</sub>和電晶體M<sub>BAT</sub>彼此並聯耦接，並可在一些應用中用以提供相較導通狀態之電晶體M<sub>BAT</sub>的一低阻抗訊號路徑。當唯一進行操作的是一個直接對電池604進行充電的電荷泵時，這個特性特別有用，因為電晶體M<sub>BAT</sub>相較之下更高的阻抗值會減少總體效率。因此一般來說，當一個耦接的電荷泵正在進行操作時，電晶體M<sub>BAT</sub>會被設置為一導通(ON)狀態。



【0048】 第二型電池介面電路602可被模板化以作為一三端口區塊，具有串聯耦接之電感 $L_B$ 和 $L_S$ 的一輸入端、一參考電位端(如：連接至電路接地端)以及系統電壓 $V_{SYS}$ 的輸出端。如下所說明的一些實施例利用第二型電池介面電路602。

【0049】 應當注意， $BI_1$ 電路402和 $BI_2$ 電路602彼此之間是僅有細微差異的演變型，並且藉由適當地設置分流開關 $S_{BP0}$ 的狀態和將較小的電感 $L_S$ 連接至節點BATT， $BI_2$ 電路602可被用於所有案例並被設置為 $BI_1$ 電路402(因此將電路變為一四端口區塊)。

【0050】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_B + L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用CP電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有相較第4A圖的實施例來說更小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較第4A圖的實施例來說，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。舉例來說，若第4A圖之電路的電感 $L_B$ 的電感值為電感 $L_S$ 之電感值的10倍，則因為在BK電路操作過程中電感 $L_B$ 和 $L_S$ 的電感值會相加，第6A圖之電路的電感 $L_B$ 的電感值可只為電感 $L_S$ 之電感值的約9倍。

【0051】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C2、電感 $L_S$ 以及 $BI_2$ 電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0052】 如下表三，總結了第6A圖所展示的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI 電路
BK	S1 至 S4	C1	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S5 至 S8	C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	—	—	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表三

【0053】 第一實施例的第三演變型

【0054】 第7圖係為第一實施例之一第三演變型的一示意圖，其中第一實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第6A圖之電路的絕大部分特徵，額外加入一導體702和一導體704，如第7圖所示，導體702耦接在成對的開關S1-S2和開關S5-S6之間，而導體704耦接在成對的開關S3-S4和開關S7-S8之間。如第5圖之電路，額外加入的導體702和704有效地讓飛電容C1和C2彼此並聯耦接。

【0055】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1和C2、電感 $L_B + L_S$ 以及BI<sub>2</sub>電路602。在BK電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用CP電路)，而開關S1至S4則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有相較第4A圖的實施例來說更小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較第4A圖的實施例來說，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。並聯耦接之飛電容C1和C2的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器，但相較第4A圖之電路具有更高的飛電容值，或者說具有更小的電容元件(或者說相較單一一個電容具有複數更小的電容元件組合成的一更大的總電容值)。

【0056】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容

C1和C2、電感 $L_S$ 以及BI<sub>2</sub>電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4被打開(因此停用BK電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S5至S8對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0057】 如下表四，總結了第7圖所展示的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4	C1、C2	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S5至S8	C1、C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	—	C1、C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表四

【0058】 第二實施例

【0059】 第8圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第二實施例之一示意圖。單一一組串聯耦接的電源開關S1至S4耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。如圖所示，飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S2-S3和較大的電感 $L_B$ (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)之間，電感 $L_B$ 接著耦接至BI<sub>2</sub>電路602。分流開關 $S_{BP}$ 和電感 $L_B$ 彼此並聯耦接。當分流開關 $S_{BP}$ 關閉時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值只為電感 $L_S$ 的電感值，而當分流開關 $S_{BP}$ 打開時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S + L_B$ 的電感值。

【0060】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_S + L_B$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於開啟狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。飛電容C1的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，分流

開關 $S_{BP}$ 被打開(因此有效地阻止電感 $L_B$ 影響這個電路)，而開關 $S1$ 至 $S4$ 則進行如上所述之第1B圖所描述的操作。

【0061】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關 $S1$ 至 $S4$ 、飛電容 $C1$ 、電感 $L_S$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於關閉狀態)以及 $BI_2$ 電路602。在CP電路操作過程中，開關 $S1$ 至 $S4$ 則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關 $S1$ 至 $S4$ 對應第1A圖的開關 $S1$ 至 $S4$ )。

【0062】 應當注意，相較第4A圖的實施例，第8圖的實施例允許更實質上共用的複數元件，在第8圖的實施例中，一半的電源開關(第8圖中的開關 $S1$ 至 $S4$ 對比第4A圖中的開關 $S1$ 至 $S8$ )和減少一個的電容(第8圖中沒有飛電容 $C2$ )皆為共用元件。此外，串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有相較第4A圖的實施例來說更小的電感值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較第4A圖的實施例來說，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。

【0063】 如下表五，總結了第8圖中的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	$S1$ 至 $S4$	$C1$	$L_B + L_S$	$BI_2$
CP	$S1$ 至 $S4$	$C1$	$L_S$	$BI_2$
共用元件	$S1$ 至 $S4$	$C1$	$L_S$	$BI_2$

表五

【0064】 第二實施例的演變型

【0065】 第9圖係為第二實施例之一演變型的一示意圖，其中第二實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。所描述的範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作。並聯的兩組串聯之開關 $S1$ 至 $S4$

和開關S1'至S4'耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。如圖所示，飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S3-S4之間，而飛電容C1'耦接在成對的開關S1'-S2'和開關S3'-S4'之間。較小的電感 $L_S$ 和一較小的電感 $L_S'$ 耦接在成對的開關S2-S3、成對的開關S2'-S3'以及較大的電感 $L_B$ (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)之間，並接著耦接至BI<sub>2</sub>電路602。在一些實施例中，較小的電感 $L_S$ 和 $L_S'$ 可被單一一個電感 $L_S$ 取代，如第1A圖所示，單一一個電感 $L_S$ 耦接在電感 $L_B$ 和節點 $L_X$ 、一節點 $L_X'$ 之間。

**【0066】** 分流開關 $S_{BP}$ 和電感 $L_B$ 彼此並聯耦接。當分流開關 $S_{BP}$ 關閉時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S$ 之電感值，而成對的開關S2'-S3'和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S'$ 之電感值。當分流開關 $S_{BP}$ 打開時，成對的開關S2-S3和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S + L_B$ 之電感值的和，而成對的開關S2'-S3'和BI<sub>2</sub>電路602之間的電感值為電感 $L_S' + L_B$ 之電感值的和。

**【0067】** 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、開關S1'至S4'、飛電容C1和C1'、電感 $L_S + L_B$ 和電感 $L_S' + L_B$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於開啟狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。飛電容C1和C1'的存在允許BK電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，分流開關 $S_{BP}$ 被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1至S4和開關S1'至S4'則進行如上所述之第1B圖所描述的操作，其中互相對應的開關(開關S1對應開關S1'、開關S2對應開關S2'、開關S3對應開關S3'以及開關S4對應開關S4')同時進行操作，而非如操作在CP模式下時進行反相操作。因此，在BK電路操作過程中，BK電路可有效地包括兩個同時且同相位進行操作的並聯支部(leg)。也就是說，這是一個雙支部BK電路設置。或者，當

利用兩組分隔的電感 $L_S$ 、 $L_S'$ 和電感 $L_B$ 、 $L_B'$ (電感 $L_B'$ 並未展示於圖上)時，BK電路可在反相的情況下進行操作(在只有單一一個電感 $L_S$ 的複數實施例中，BK電路必須操作在同相的狀態下)。

【0068】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、開關S1'至S4'、飛電容C1和C1'、電感 $L_S$ 和 $L_S'$ (分流開關 $S_{BP}$ 處於關閉狀態)以及BI<sub>2</sub>電路602。在CP電路操作過程中，開關S1至S4和開關S1'至S4'則進行如上所述之第1A圖所描述的操作。因此，對應的開關(開關S1對應開關S1'、開關S2對應開關S2'、開關S3對應開關S3'以及開關S4對應開關S4')在反相狀態下進行操作。或者，這些開關可在同相狀態下進行操作。

【0069】 如下表六，總結了第9圖的實施例在利用兩個較小的電感 $L_S$ 和 $L_S'$ 時之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C1'	$L_B + L_S$ 、 $L_B + L_S'$	BI <sub>2</sub>
CP	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C1'	$L_S$ 、 $L_S'$	BI <sub>2</sub>
共用元件	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C1'	$L_S$ 、 $L_S'$	BI <sub>2</sub>

表六

【0070】 第三實施例

【0071】 第10圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第三實施例之一示意圖。一第一組串聯耦接的功能性之電

源開關S1、S2、S3以及S6耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間，而一第二組串聯的功能性之開關S1、S4、S5以及S6耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。因此，開關S1和S6由上述兩組功能性開關共用。

【0072】 如圖所示，飛電容C1耦接在共用的開關S1和S6之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S4-S5和 $BI_1$ 電路402之間。較大的電感 $L_B$  (如：電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)耦接在成對的開關S2-S3和 $BI_1$ 電路402之間。

【0073】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3以及S6、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及 $BI_1$ 電路402。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4和S5被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3以及S6則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S1、S2、S3以及S6對應第1B圖的開關S1至S4)。

【0074】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5以及S6、飛電容C1、電感 $L_S$ 以及 $BI_1$ 電路402。在CP電路操作過程中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，而開關S1、S4、S5以及S6則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0075】 應當注意，相較第4A圖的實施例，第10圖的實施例減少兩個電源開關(第10圖中的開關S1至S6對比第4A圖中的開關S1至S8)和減少一個電容(第10圖中沒有飛電容C2)，允許更實質上共用的複數元件。此外，相較於第8圖的實施例，忽略分流開關 $S_{BP}$ 可避免對低阻抗的電感 $L_S$ 加上額外的輸出阻抗值。

【0076】 雖然第10圖所展示的實施例具有電容C1，並因此致能三位準BK電路操作，但藉由在BK電路操作過程中將開關S1和S6永遠設置為關閉狀態(ON)，或者在BK電路操作過程中將開關S1-S2和開關S3-S6各自編為一組以永遠

同時切換，飛電容C1可被有效地忽略以被配置為兩位準BK電路操作的實施例。

【0077】 如下表七，總結了當致能第10圖的實施例以支援三位準BK電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、 S6	C1	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6	C1	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S6	C1	—	BI <sub>1</sub>

表七

【0078】 第三實施例的第一演變型

【0079】 第11圖係為第三實施例之一第一演變型的一示意圖，其中第三實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第10圖之電路的絕大部分特徵，如第11圖所示，電感L<sub>B</sub>透過電感L<sub>S</sub>耦接至BI<sub>2</sub>電路602。

【0080】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3以及S6、飛電容C1、電感L<sub>B</sub> + L<sub>S</sub>以及BI<sub>2</sub>電路602。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4和S5被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3以及S6則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S1、S2、S3以及S6對應第1B圖的開關S1至S4)。相較於第10圖的實施例，串聯耦接的電感L<sub>B</sub>和L<sub>S</sub>允許電感L<sub>B</sub>具有一較小的電感



值(約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較於第10圖的實施例，電感 $L_B$ 可為一物理上更小的元件。

【0081】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5以及S6、飛電容C1、電感 $L_S$ 以及BI<sub>2</sub>電路602。在CP操作過程中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，而開關S1、S4、S5以及S6則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6對應第1A圖的開關S1至S4)。

【0082】 雖然第11圖所展示的實施例具有飛電容C1，並因此致能三位準BK電路操作，但藉由在BK電路操作過程中將開關S1和S6永遠設置為關閉狀態(ON)，或者在BK電路操作過程中將開關S1-S2和開關S3-S6各自編為一組以永遠同時切換，飛電容C1可被有效地忽略以將電路配置為兩位準BK電路操作的實施例。

【0083】 如下表八，總結了當致能第11圖的實施例以支援三位準BK電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、 S6	C1	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6	C1	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	S1、S6	C1	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表八

【0084】 第三實施例的第二演變型

【0085】 第12圖係為第三實施例之一第二演變型的一示意圖，其中第

三實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第10圖之電路的絕大部分特徵，如第12圖所示，加入兩個開關S7和S8以及一第二飛電容C2以致能四位準BK電路操作。精確來說，如第12圖所展示，開關S7被插入到輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和開關S1之間，且開關S8被插入到開關S6和參考端之間，而飛電容C2被串聯耦接在開關S7和S8之間。

【0086】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3、S6、S7以及S8、飛電容C1和C2、電感 $L_B$ 以及 $BI_1$ 電路402。飛電容C1和C2的存在允許降壓轉換器電路操作為一四位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4和S5被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3、S6、S7以及S8則進行一多位準降壓轉換器的已知操作。操作一多位準電源轉換器的方法之一者在美國專利第17/560767號(申請日2021年12月23日，標題為控制一多位準電源轉換器的電荷平衡和暫態(Controlling Charge-Balance and Transient in a Multi-Level Power Converter))中被揭露，並被轉讓給本發明的受讓人而透過引用併入本文。

【0087】 包括CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5、S6、S7以及S8、飛電容C1和C2、電感 $L_s$ 以及 $BI_1$ 電路402。在CP電路操作過程的一第一模式中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，開關S7和S8被關閉，而開關S1、S4、S5以及S6則進行如上所述之第1A圖所描述的操作(即，將開關S1、S4、S5以及S6對應第1A圖的開關S1至S4)。飛電容C1的存在允許CP電路操作為一三位準(2:1)電荷泵。在CP電路操作過程的一第二模式中，開關S2和S3被打開(因此停用BK電路)，而開關S1、S4、S5、S6、S7以及S8則操作在一些可能已知的狀態序列中之一者以平衡所有飛電容並在系統電壓 $V_{SYS}$ 輸出一個所想要

的電壓。飛電容C1和C2的存在允許CP電路操作為一四位準(3:1)電荷泵。一般來說，當一個電荷泵的位準增加時，中間電壓狀態的數量必須增加以平衡所有飛電容。

【0088】 應當注意，相較於第10圖的電路設置，第12圖中任何一個開關的跨壓都變小了，因此加入電容C2以致能四位準BK電路操作和CP電路操作可允許利用較小的電容作為飛電容C1和C2，並允許利用較低電壓的複數開關。

【0089】 類似於第10和11圖的實施例，第12圖的實施例可藉由將多個開關設置為永遠處於關閉狀態(ON)或藉由分組操作以有效地忽略飛電容C1及/或C2，來致能較少位準(如：三位準或二位準)的BK電路操作。例如，可藉由在BK電路操作過程中將開關S1、S7和開關S6、S8永遠設置為關閉狀態(ON)或將開關S1、S2以及S7和開關S3、S6以及S8各自分組以同時操作來有效地忽略飛電容C1及/或C2，以達到二位準操作。也可以相同的方式致能較少位準的CP電路操作。

【0090】 如下表九，總結了當致能第12圖的實施例以支援四位準BK電路操作和CP電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S2、S3、 S6、S7、S8	C1、C2	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6、S7、S8	C1、C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S6、S7、 S8	C1、C2	—	BI <sub>1</sub>

## 表九

【0091】 第三實施例的第三演變型

【0092】 第13圖係為第三實施例之一第三演變型的一示意圖，其中第三實施例為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路。類似於第10圖之電路的絕大部分特徵，所描述的範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作。

【0093】 兩組串聯之開關S1、S4、S5以及S6和開關S1'、S4'、S5'以及S6'並聯地耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。如圖所示，飛電容C1耦接在成對的開關S1-S4和開關S5-S6之間，而飛電容C1'耦接在成對的開關S1'-S4'和開關S5'-S6'之間。較小的共用電感 $L_S$ 耦接在 $BI_1$ 電路402和成對的開關S4-S5與開關S4'-S5'之間。應當注意，如同第9圖所示，兩個分開的較小之電感 $L_S$ 和 $L_S'$ 可被用於所描述的電路之其他實施例。較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)耦接在 $BI_1$ 電路402和成對的開關S2-S3之間，如同3第10圖所示。

【0094】 包括BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S2、S3以及S6、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及 $BI_1$ 電路402。飛電容C1的存在允許降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S4、S5、S4'以及S5'被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S1、S2、S3以及S6則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S1、S2、S3以及S6對應第1B圖的開關S1至S4)。

【0095】 包括二階CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S4、S5、S6、S1'、S4'、S5'以及S6'、飛電容C1和C1'、電感 $L_S$ 以及 $BI_1$ 電路402。在

CP 電路操作過程中，開關 S1、S4、S5、S6、S1'、S4'、S5' 以及 S6' 進行如上所述之第 1A 圖所描述的操作(即，將開關 S1、S4、S5 以及 S6 和開關 S1'、S4'、S5' 以及 S6' 分別對應第 1A 圖的開關 S1 至 S4 和開關 S1' 至 S4')。因此，對應的開關(開關 S1 對應開關 S1'、開關 S4 對應開關 S4'、開關 S5 對應開關 S5' 以及開關 S6 對應開關 S6') 以反相進行操作。

【0096】 如下表十，總結了第 13 圖的實施例之 CP 和 BK 電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI 電路
BK	S1、S2、S3、S6	C1	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1、S4、S5、 S6、S1'、S4'、 S5'、S6'	C1、C1'	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S6	C1	—	BI <sub>1</sub>

表十

【0097】 第四實施例

【0098】 第 14 圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第四實施例之一示意圖。所描述範例在 CP 模式下允許一二階電荷泵進行操作，而在 BK 模式下則允許兩個共用飛電容。利用兩個共用飛電容可造成輸出端較小的電壓波動，並因此允許利用較低電壓的電源開關。

【0099】 兩組串聯耦接之電源開關 S1 至 S4 和電源開關 S5 至 S8 並聯地耦接在輸入電壓 V<sub>IN</sub> 的輸入端和參考端之間。串聯耦接的電源開關 S9、S10 和串聯耦接的開關 S2、S3 並聯，而串聯耦接的電源開關 S11、S12 和串聯耦接的開關 S6、S7 並聯。如圖所示，飛電容 C1 串聯耦接在開關 S1 和 S4 之間，而飛電容 C2

串聯耦接在開關S5和S8之間。較小的電感 $L_s$ 耦接在成對的開關S2-S3與開關S6-S7和BI<sub>1</sub>電路402之間，如圖所示。較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_s$ 之電感值的二至一百倍)耦接在成對的開關S9-S10與開關S11-S12和BI<sub>1</sub>電路402之間。

**【0100】** 在所描述的範例中，包括BK電路之組合電路的複數元件基本上形成兩個並聯的BK電路。包括第一個並聯的BK電路之組合電路的複數元件包括開關S1、S9、S10以及S4、飛電容C1、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。包括第二個並聯的BK電路之組合電路的複數元件包括開關S5、S11、S12以及S8、飛電容C2、電感 $L_B$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。飛電容C1和C2的存在允許並聯的降壓轉換器電路操作為一三位準電感性降壓轉換器。在BK電路操作過程中，開關S2、S3、S6以及S7被打開(因此停用電荷泵電路)，而成組的開關S1、S9、S10以及S4和開關S5、S11、S12以及S8則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將成組的開關S1、S9、S10以及S4和開關S5、S11、S12以及S8對應第1B圖的開關S1至S4)。

**【0101】** 在所描述的範例中，包括CP電路之組合電路的複數元件基本上形成兩個並聯的CP電路，且一般進行反相操作(即，CP電路可操作為一二階電荷泵)。包括第一階CP電路之組合電路的複數元件包括開關S1至S4、飛電容C1、電感 $L_s$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。包括第二階CP電路之組合電路的複數元件包括開關S5至S8、飛電容C2、電感 $L_s$ 以及BI<sub>1</sub>電路402。在CP操作過程中，開關S9、S10、S11以及S12被打開(因此停用BK電路)，而成組的開關S1至S4和開關S5至S8則進行如上所述之第1A圖所描述的相位交錯操作(即，將開關S5至S8對應第1A圖的開關S1'至S4')。

**【0102】** 雖然第14圖所展示的實施例中，並聯的兩個BK電路分別具有

飛電容C1和C2，並因此致能三位準BK電路操作，但舉例來說，藉由在BK電路操作過程中將成對的開關S9-S11和開關S10-S12各自編成一組以永遠同時切換，飛電容C1和C2可被有效地忽略以被配置為兩位準BK電路操作的實施例。

【0103】 如下表十一，總結了當致能第14圖的實施例以支援三位準BK電路操作的CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S1、S9、 S10、S4和 S5、S11、 S12、S8	C1、C2	L <sub>B</sub>	BI <sub>1</sub>
CP	S1至S4和S5 至S8	C1、C2	L <sub>S</sub>	BI <sub>1</sub>
共用元件	S1、S4、 S5、S8	C1、C2	—	BI <sub>1</sub>

表十一

【0104】 在一些實施例中，將BK電路和CP電路分隔在兩個不同的IC晶片之間會十分有用。在這樣的案例中，加入「鏡像」之開關S1'、S5'、S4'以及S8'(如圖所示，以點線連接)並分別和開關S1、S5、S4以及S8分成一組會十分有用。因此，BK電路的所有開關(開關S1'、S9、S10以及S4'和開關S5'、S11、S12以及S8')可在一第一IC晶片上生產，而CP電路的所有開關(開關S1至S4和開關S5至S8)可在一第二IC晶片上生產。一般來說，飛電容C1、C2和電感L<sub>B</sub>、L<sub>S</sub>可為晶片之外的元件，其中飛電容C1和C2皆耦接至BK和CP之IC晶片。

**【0105】** 第五實施例

**【0106】** 第15圖係為適用於一電池管理電路的電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一第五實施例之一示意圖。所描述的範例在CP模式下允許一二階電荷泵進行操作，並在BK模式下允許複數共用電感。

**【0107】** 兩組串聯耦接之電源開關S1至S4和電源開關S1'-S2'並聯地耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間。第一飛電容C1串聯耦接在開關S1和S4之間，而第二飛電容C2串聯耦接在開關S1'和S4'之間。較小的電感 $L_S$ 耦接在成對的開關S2-S3與開關S2'-S3'和BI<sub>2</sub>電路602之間。因此，一二階電荷泵包括開關S1至S4、開關S1'至S4'、飛電容C1和C2以及電感 $L_S$ 。

**【0108】** 一組串聯耦接的電源開關S5至S8也耦接在輸入電壓 $V_{IN}$ 的輸入端和參考端之間，且一第三飛電容C3串聯耦接在開關S5和S8之間。較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)耦接在成對的開關S6-S7和BI<sub>2</sub>電路602之間。因此，一三位準電荷泵包括開關S5至S8、第三飛電容C3以及電感 $L_B$ 。

**【0109】** 相較於電感 $L_B$ 直接耦接至輸出端的複數實施例，第15圖之串聯耦接的電感 $L_B$ 和 $L_S$ 允許電感 $L_B$ 具有一較小的電感值(如：約等於電感 $L_S$ 的電感值)，也因此相較於電感 $L_B$ 直接耦接至輸出端的上述實施例，電感 $L_B$ 可為一物理上較小的元件。

**【0110】** 在BK電路操作過程中，開關S1至S4和開關S1'至S4'被打開(因此停用電荷泵電路)，而開關S5至S8則進行如上所述之第1B圖所描述的操作(即，將開關S5至S8對應第1B圖的開關S1至S4)。

**【0111】** 在CP電路操作過程中，開關S5至S8被打開(因此停用BK電路)，而成組的開關S1至S4和開關S1'至S4'則進行如上所述之第1A圖所描述的



相位交錯(phase interleaved)操作。

【0112】 如下表十二，總結了第15圖的實施例之CP和BK電路設置。

設置	開關	電容	電感	BI電路
BK	S5至S8	C3	$L_B + L_S$	BI <sub>2</sub>
CP	S1至S4、 S1'至S4'	C1、C2	$L_S$	BI <sub>2</sub>
共用元件	—	—	$L_S$	BI <sub>2</sub>

表十二

【0113】 多位準的複數實施例

【0114】 如上在本揭露中應當十分清楚地說明，電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的多個範例可輕易轉換為多階電荷泵電路及/或多位準降壓轉換器電路(如：兩位準、三位準、四位準等)。在多個實施例中，用語「電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路」意旨CP電路和BK電路的組合電路可被配置到一個、兩個或更多共用複數元件(開關、電容、電感)的IC晶片上，以更有利於特定應用的操作。相較於傳統的設計，許多實施例因為在CP和BK電路間共用一或多個元件而提供更小的尺寸(IC面積)。

【0115】 第16圖係為一多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器的電路1600之一第一實施例的一示意圖，電路1600適合用以作為一電池管理系統。在所描述的範例中，複數BK開關區塊1602a和1602b各自包括用於實現一N位準電感性降壓轉換器的複數開關，其中 $N \geq 2$ 。一CP開關區塊1604包括用於實現一M位準絕熱電荷泵的複數開關，其中 $M \geq 3$ ；電荷泵可為單階或二階。BK開關區塊1602a、1602b和CP開關區塊1604彼此並聯耦接，以設置足夠數量的複數共用

飛電容 $C_F$ 來致能 $N$ 位準電感性降壓轉換器和 $M$ 位準絕熱電荷泵(包括共用飛電容 $C_F$ 以支援CP開關區塊1604的被選擇階)。舉例來說， $N$ 可為5，使得BK開關區塊1602a和1602b各自被配置為需要3個共用飛電容 $C_F$ 的五位準降壓轉換器。透過共用飛電容 $C_F$ ，CP開關區塊1604可被配置為一五位準電荷泵，因此 $M=5$ 。應當注意，第14圖的範例中， $N=3$ 而 $M=3$ 。

**【0116】** CP開關區塊1604的輸出端透過較小的電感 $L_S$ 被耦接至 $BI_1$ 電路402。BK開關區塊1602a和1602b的輸出端相連並被耦接至較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_S$ 之電感值的二至一百倍)，並接著耦接至 $BI_1$ 電路402。

**【0117】** 第17圖係為一多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器之電路1700的一示意圖，電路1700適用於作為一電池管理系統。類似於電路1600的絕大部分特徵，BK電路1602a、1602b和CK電路1604的輸出端之耦接方式不同。精確來說，BK開關區塊1602a和1602b的輸出端相連並被耦接至較大的電感 $L_B$ ，並接著耦接至電感 $L_S$ 。CP開關區塊1604的輸出端也耦接至電感 $L_S$ ，並接著耦接至 $BI_2$ 電路602。通常，當CP電路為可操作狀態時，電晶體 $M_{BAT}$ 被設置為導通(ON)狀態。

**【0118】** 第18圖係為一多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器之電路1800的一概念圖，電路1800適用於作為一電池管理系統。類似於第16圖所展示的電路1600之許多特徵，共用飛電容 $C_F$ 、較小的電感 $L_S$ 以及較大的電感 $L_B$ 的耦接方式不同。精確來說，BK開關區塊1602a、1602b以及CP開關區塊1604和一組足夠數量的共用飛電容 $C_F$ 並聯耦接以致能 $N$ 位準電感性降壓轉換器。CP開關區塊1604可並聯耦接至同一組共用飛電容 $C_F$  (或其他子組的共用飛電容 $C_F$ )，CP開關區塊1604也可並聯耦接至串聯耦接的複數飛電容 $C_{Fs}$ ，飛電容 $C_{Fs}$ 並沒有和

BK開關區塊1602a、1602b共用。此外，第16圖的電路1600利用之單一較大的電感 $L_B$ 被兩個並聯的較小之電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 取代(應當注意，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 的總電感值還是比較小的電感 $L_S$ 之電感值大)。在一些實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 彼此可電磁非耦接(electromagnetically uncoupled)，然而在其他實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 彼此可電磁耦接(如一虛線1802所示)。所描述的架構展示了本發明之複數實施例允許在替特定應用選擇架構細節時的高適應性。舉例來說， $N$ 可以為3，使得BK開關區塊1602a和1602b分別被配置為需要一個共用飛電容 $C_F$ 的三位準降壓轉換器。透過非共用的飛電容 $C_{Fs}$ ，CP開關區塊1604依然可被配置為一五位準電荷泵，因此 $M=5$ 。

**【0119】** 迪克森(Dickson)電荷泵的複數實施例

**【0120】** 第16至18圖所展示的複數多位準多階電荷泵和電感性降壓轉換器之電路可變換為利用其他類型的電荷泵，例如迪克森(Dickson)電荷泵。迪克森電荷泵可藉由電壓位準的數量 $M$ 或轉換係數 $K$ 進行特徵化，其中轉換係數 $K$ 通常以比例 $K:1$ 表示。例如，轉換比例為4:1 (即 $K=4$ )的一迪克森電荷泵為一五位準電路(即 $M=5$ )，具有五個內部電壓位準( $0$ 、 $\frac{1}{4}V_{IN}$ 、 $\frac{1}{2}V_{IN}$ 、 $\frac{3}{4}V_{IN}$ 以及 $V_{IN}$ )。將一個迪克森電荷泵和一個多位準降壓轉換器組合在一起允許協同共用的複數飛電容，並在某些時候致能同步操作。

**【0121】** 第19圖係為先前技術之四分(divide-by-4)(4:1)二階的迪克森電荷泵1900的一示意圖。所描述的迪克森電荷泵1900包括兩個並聯的單元1902a和1902b，耦接在一電壓源 $V_{in}$ 和參考電位端(如：電路接地端)之間。單元1902a和1902b各自包括一組開關(通稱為 $S_x$ ， $x$ 為正整數)和一組飛電容(通稱為 $C_x$ ， $x$ 為正整數)，其中每一個開關耦接至交錯的兩個時脈訊號P1和P2中的一者。參

照單元1902a，一子組的四個開關S1、S2、S3以及S8彼此串連並耦接至一第一分支和一第二分支，第一分支包括串聯的兩個開關S4和S5，第二分支包括串聯的兩個開關S6和S7。開關S1也被耦接至電壓源 $V_{in}$ ，而開關S5和S7也被耦接至參考電位端。舉例來說，每一個開關可包括一或多個FET，包括一或多個金屬氧化物半導體場效電晶體(metal oxide semiconductor FET；MOSFET)。

【0122】 再次參照單元1902a，第一飛電容C1耦接在作為複數第一上部交替式相位(alternating phase)(P2, P1)開關之成對的開關S1-S2和作為複數第一分支交替式相位(P2, P1)開關之成對的開關S4-S5之間。第二飛電容C2耦接在作為複數第二上部交替式相位(P1, P2)開關之成對的開關S2-S3和作為複數第二分支交替式相位(P1, P2)開關之成對的開關S6-S7之間。第三飛電容C3耦接在作為複數第三上部交替式相位(P2, P1)開關之成對的開關S3-S8和作為複數第三分支交替式相位(P1, P2)開關之成對的開關S4-S5之間。

【0123】 單元1902b基本上和單元1902a相同(兩者具有類似的開關和飛電容，並以撇號做符號區隔，即，開關S1至S8對應開關S1'至S8')，但單元1902b的時脈訊號P1和P2之相位設置和單元1902a為反相。單元1902a的一輸出節點A和單元1902b的一輸出節點B分別位於開關S8、S6和開關S8'、S6'之間，並且輸出節點A和B在一輸出端Term $V_o$ 彼此耦接，輸出端Term $V_o$ 一般會透過一電感被耦接至一輸出電容(如：第16圖中的共用電池電容 $C_{BAT}$ 和第17圖中的輸出電容 $C_{OUT}$ )。

【0124】 在這個範例中，單元1902a和1902b各自具有三個飛電容，而一輸出電容耦接至輸出端Term $V_o$ ，在上述狀態下，迪克森電荷泵1900在輸出端Term $V_o$ 將輸入電壓 $V_{IN}$ 分為一輸出電壓 $V_o (= \frac{1}{4}V_{IN})$ 。飛電容C1和C1'之間的穩態

跨壓為 $3V_O (= \frac{3}{4}V_{IN})$ 。飛電容C2和一飛電容C2'之間的穩態跨壓為 $2V_O (= \frac{1}{2}V_{IN})$ 。飛電容C3和一飛電容C3'之間的穩態跨壓為 $V_O (= \frac{1}{4}V_{IN})$ 。飛電容底部的電壓在某些時刻可為0V。

【0125】 第19圖的四分二階之迪克森電荷泵1900可藉由移除飛電容C3、C3'和開關S8、S8'來轉換為一三分(divide-by-3)(3:1)迪克森電荷泵。具有其他比例的迪克森電荷泵在先前技術中已知。

【0126】 第20圖係為先前技術之一五位準電感性降壓轉換器2000的一示意圖。一開關區塊2002包括串聯的開關S1至S4，耦接在電感L<sub>B</sub>的一第一端和接收輸入電壓V<sub>IN</sub>的電壓端之間。開關S5至S8串聯並耦接在電感L<sub>B</sub>的第一端和參考電壓端(如：電路接地端)之間。飛電容C1耦接在成對的開關S1-S2和開關S5-S6之間，如圖所示。飛電容C2耦接在成對的開關S2-S3和開關S6-S7之間，如圖所示。飛電容C3耦接在成對的開關S3-S4和開關S7-S8之間，如圖所示。電感L<sub>B</sub>的一第二端耦接至一輸出端以提供輸出電壓V<sub>O</sub>。輸出電容C<sub>OUT</sub>耦接在電感L<sub>B</sub>的第二端和參考電壓端之間。也可參考第1B圖中的三位準電感性降壓轉換器。

【0127】 飛電容C1至C3在第20圖中展示為開關區塊2002的一部分，但也可以位於開關區塊2002之外。複數個五位準電感性降壓轉換器2000中的兩個可被同時使用，並藉由交錯相位控制的開關來形成一二階五位準電感性BK。在操作過程中，五位準電感性降壓轉換器2000在一節點LX將輸入電壓V<sub>IN</sub>分為任意五個不同的電壓；開關切換序列的脈寬調整將輸出電壓控制在所想要的輸出電壓V<sub>O</sub>。飛電容C1之上的穩態跨壓將為 $3V_O (= \frac{3}{4}V_{IN})$ 。飛電容C2之上的穩態跨壓將為 $2V_O (= \frac{1}{2}V_{IN})$ 。飛電容C3之上的穩態跨壓將為 $V_O (= \frac{1}{4}V_{IN})$ 。

【0128】 因此，一個四分(「4:1」或「五位準」)二階之迪克森電荷泵 1900 的複數飛電容電壓和一二階五位準電感性降壓轉換器匹配，導致一定數量的同步效益。表十三總結了一單階迪克森電荷泵和一單階五位準電感性BK之平均穩態飛電容電壓。

平均穩態飛電容電壓		
	4:1迪克森電荷泵	五位準電感性BK
飛電容C1	$\frac{3}{4}V_{IN}$	$\frac{3}{4}V_{IN}$
飛電容C2	$\frac{1}{2}V_{IN}$	$\frac{1}{2}V_{IN}$
飛電容C3	$\frac{1}{4}V_{IN}$	$\frac{1}{4}V_{IN}$

表十三

【0129】 因此，利用第16圖所展示的配置，所有飛電容可被一二階迪克森電荷泵和一二階電感性降壓轉換器共用，或者被一二階迪克森電荷泵和一單階電感性降壓轉換器共用，或者被一單階迪克森電荷泵和一單階電感性降壓轉換器共用。例如，第21圖係為電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路 2100 的一第一實施例之一示意圖，電源轉換器電路 2100 為基於一二階 4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階五位準電感性降壓轉換器的電路。在所描述的範例中，複數BK開關區塊 2102a 和 2102b 各自包括用於實現一五位準電感性降壓轉換器的複數開關，如第20圖所示。一CP開關區塊 2104 包括用於實現一四分迪克森電荷泵的複數開關，如第19圖所示。在所描述的範例中，具有二階迪克森電荷泵，並因此具有兩組飛電容：飛電容 C1 至 C3 和飛電容 C1' 至 C3'。BK開關區塊 2102a 與迪克森電荷泵之 CP 開關區塊 2104 和第一組之共用飛電容 C1 至 C3 彼此並聯耦接，而BK開關區塊 2102b 與迪克森電荷泵之 CP 開關區塊 2104 和一第二組之

共用飛電容C1'至C3'彼此並聯耦接。迪克森電荷泵之CP開關區塊2104的輸出端透過較小的電感 $L_s$ 耦接至BI<sub>1</sub>電路402。BK開關區塊2102a和2102b的輸出端相連並被耦接至較大的電感 $L_B$  (如：為電感 $L_s$ 之電感值的二至一百倍)，並接著耦接至BI<sub>1</sub>電路402。

**【0130】** 第21圖的電源轉換器電路2100一次可操作在一種模式下，上述模式為一二階五位準降壓轉換器(啟動(active)BK開關區塊2102a和2102b)或一4:1二階迪克森電荷泵(啟動迪克森電荷泵之CP開關區塊2104)。但是，在兩種模式之間切換的最佳時間是當共用飛電容電壓處於一般穩態值(common steady-state voltage)(飛電容電壓可能因為負載而產生波動)的時候。因此，為了避免飛電容電壓突然的變化，BK開關和迪克森電荷泵之CP開關可同時操作以確保電荷在共用飛電容上保持平衡，而BK開關和迪克森電荷泵之CP開關中的一組開關可被打開(OFF)。

**【0131】** 利用第17圖的配置，一二階迪克森電荷泵和一二階電感性降壓轉換器可共用所有飛電容和一電感。例如，第22圖係為電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路2200的一第二實施例之一示意圖，電源轉換器電路2200為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和電感性五位準降壓轉換器的電路。在所描述的範例中，複數BK開關區塊2202a和2202b各自包括用於實現一五位準電感性降壓轉換器的複數開關，如第20圖所示。一CP開關區塊2204包括用於實現一四分迪克森電荷泵的複數開關，如第19圖所示。在所描述的範例中，具有二階迪克森電荷泵，並因此將具有兩組飛電容：飛電容C1至C3和飛電容C1'至C3'。BK開關區塊2202a和迪克森電荷泵之CP開關區塊2204彼此並聯耦接至第一組之共用飛電容C1至C3，而BK開關區塊2202b和迪克森電荷泵之CP開

關區塊2204彼此並聯耦接至第二組之共用飛電容C1'至C3'。此外，BK開關區塊1602a和1602b耦接至較大的電感 $L_B$ ，並接著耦接至較小的電感 $L_S$ 。迪克森電荷泵之CP開關區塊2204的輸出端也耦接至電感 $L_S$ ，並接著耦接至BI<sub>2</sub>電路602。一般來說，當迪克森電荷泵處於操作狀態時，電晶體M<sub>BAT</sub>被設置為導通(ON)狀態。

【0132】 第22圖的電源轉換器電路2200一次可操作在一種模式下，上述模式為一二階五位準降壓轉換器(啟動BK開關區塊2202a和2202b)或一4:1二階迪克森電荷泵(啟動迪克森電荷泵之CP開關區塊2204)。但是，在兩種模式之間切換的最佳時間是當共用飛電容電壓處於一般穩態值(飛電容電壓可能因為負載而產生波動)的時候。因此，為了避免飛電容電壓突然的變化，BK開關和迪克森電荷泵之CP開關可同時操作以確保電荷在共用飛電容上保持平衡，而BK開關和迪克森電荷泵之CP開關中的一組開關可被打開(OFF)。

【0133】 五位準BK一般在非PPS操作(如：第3B圖的區段Z1、Z2、Z3以及Z6)或一個電池充電週期開始及/或結束時啟動。4:1 (五位準)迪克森CP一般在一個電池充電週期的中段(如：第3B圖的區段Z4和Z5)時啟動。

【0134】 第21和22圖所展示的架構可被擴大(scaled)以使得二階電感性降壓轉換器的位準 $M$ 通常比二階迪克森電荷泵的轉換係數 $K$ 還多一。因此，對於許多這樣的架構來說， $M=K+1$ ，其中 $K \geq 2$  (如下表十四所述)。例如，若二階迪克森電荷泵為一5:1之實施例(因此需要兩組飛電容，每一組各四個飛電容)，則一六位準二階電感性降壓轉換器(每一階需要四個飛電容)將共用兩組飛電容，每一組各四個飛電容(即，總共8個飛電容)。

【0135】 利用第18圖的配置，一二階迪克森電荷泵和一二階電感性降



壓轉換器可共用一些飛電容。例如，第23圖係為電荷泵和電感性降壓轉換器之電源轉換器電路2300的一實施例之一示意圖，電源轉換器電路2300為基於一二階4:1 (五位準)迪克森電荷泵和一二階三位準電感性降壓轉換器的電路。複數個三位準BK開關區塊會需要一個飛電容(如第1B圖所示)。如上所述，單一飛電容的存在致能四個開關狀態，每一個開關狀態在節點LX產生如下三種電壓位準中的一者： $0V$  (GND)、 $V_{IN}$ 或 $\frac{1}{2}V_{IN}$  ( $\frac{1}{2}V_{IN}$ 由兩種不同方式產生)。因此，上述單一飛電容之上的穩態跨壓為 $\frac{1}{2}V_{IN}$ ，和一4:1 (五位準)迪克森電荷泵的飛電容C2之上的穩態跨壓相同。因此，一個飛電容可被一三位準電感性降壓轉換器的一階(one phase)和一四位準迪克森點電荷泵的一階共用。

【0136】 第23圖所展示的範例中，成對的三位準之BK開關區塊2302a、2302b和一迪克森電荷泵之CP開關區塊2304與共用飛電容C2、C2' (兩個電容各自做為一三位準BK的單一飛電容)彼此並聯耦接。此外，迪克森電荷泵之CP開關區塊2304耦接至沒有被共用的成對之飛電容C1-C1'和飛電容C3-C3'。迪克森電荷泵之CP開關區塊2304的輸出端透過較小的電感 $L_S$ 耦接至BI<sub>1</sub>電路402。在這個範例中，如第18圖所示，第16圖的電路1600所使用之較大而單一的電感 $L_B$ 由兩個較小的電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 取代，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 耦接在成對的三位準之BK開關區塊2302a和2302b各自的輸出端和BI<sub>1</sub>電路402之間(應當注意，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 的總電感值還是比較小的電感 $L_S$ 大)。在一些實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 可被電磁非耦接，然而在其他實施例中，電感 $L_{B1}$ 和 $L_{B2}$ 可被電磁耦接(如一虛線2306所示)。在其他實施例中，可利用較大而單一的電感 $L_B$ ，如第16圖的電路1600所示。在另一實施例中，迪克森電荷泵之CP開關區塊2304和成對的三位準之BK開關區塊2302a、2302b可被耦接至一個BI<sub>2</sub>電路，如第22圖所示。

【0137】 第23圖的電源轉換器電路2300一次可操作在一種模式下，上述模式可為一二階三位準電感性降壓轉換器(啟動BK開關區塊2302a和2302b)或一4:1二階迪克森電荷泵(啟動迪克森電荷泵之CP開關區塊2304)。但是，在兩種模式之間切換的最佳時間是當共用飛電容電壓處於一般穩態值(飛電容電壓可能因為負載而產生波動)的時候。因此，為了避免飛電容電壓突然的變化，BK開關和迪克森電荷泵之CP開關可同時操作以確保電荷在共用飛電容上保持平衡，而BK開關或迪克森電荷泵之CP開關中的一組開關可被打開(OFF)。

【0138】 在 $N$ 和 $K$ 之間存在特定關係的情況下，第23圖所展示的架構可被擴展，以在 $N$ 位準電感性降壓轉換器和 $K:1$ 迪克森電荷泵之間共用具有相同穩態電壓之一組完整的飛電容或一適當子組的飛電容。舉例來說，表十四展示了和 $N$ 位準降壓轉換器與 $K:1$ 迪克森電荷泵相關的非零電壓之組合的複數範例。被寫為分數且分子和分母均為正整數的電壓具有 $K$ 作為分母而1至 $K-1$ 作為分子，因此可推導出其他和 $N$ 與 $K$ 相關的電壓組合。

$N$ 位準	轉換係數 $K (K:1)$	電壓組合(單位為 $V_{IN}$ )
3	2	$\frac{1}{2}$
4	3	$\frac{1}{3}$ 、 $\frac{2}{3}$
5	4	$\frac{1}{4}$ 、 $\frac{2}{4}$ 、 $\frac{3}{4}$
6	5	$\frac{1}{5}$ 、 $\frac{2}{5}$ 、 $\frac{3}{5}$ 、 $\frac{4}{5}$
7	6	$\frac{1}{6}$ 、 $\frac{2}{6}$ 、 $\frac{3}{6}$ 、 $\frac{4}{6}$ 、 $\frac{5}{6}$

表十四

【0139】 如上所應當十分清楚地說明，當相關的電壓組合被共用時(即， $N=K+1$ ，其中 $K \geq 2$ )，一 $N$ 位準降壓轉換器和一 $K:1$ 迪克森電荷泵之間可共

用一組完整的飛電容。

【0140】更進一步來說，當相關的電壓組合中的一部分數值被共用時，一 $N$ 位準降壓轉換器和一 $K:1$ 迪克森電荷泵之間可共用一子組的飛電容。舉例來說，在表十四中，相當於 $\frac{1}{2}$ 的數值( $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{2}{4}$ 以及 $\frac{3}{6}$ )被標記為粗體以代表對應的 $N$ 位準電感性降壓轉換器 $K:1$ 迪克森電荷泵可共用至少一個飛電容。因此，舉例來說，一三位準電感性降壓轉換器可和2:1、4:1以及6:1的迪克森電荷泵共用飛電容。類似地，一2:1迪克森電荷泵可和三位準、五位準以及七位準電感性降壓轉換器共用飛電容。

【0141】表十五更展示了可和一或多個 $K:1$ 迪克森電荷泵共用飛電容的 $N$ 位準電感性降壓轉換器之複數範例。

$N$ 位準	可共用飛電容的轉換係數 $K$
3	2:1、4:1、6:1...
4	3:1、6:1、9:1...
5	4:1、8:1、12:1...

表十五

【0142】此外，一般來說，當 $K$ 為 $N-1$ 的正整數倍時(即， $K=i(N-1)$ ，其中 $i \geq 1$ )，任何 $N$ 位準電感性降壓轉換器可和任何 $K:1$ 迪克森電荷泵共用飛電容。例如，當 $N=6$ ，迪克森電荷泵可能的轉換係數為5:1、10:1、15:1等。

【0143】表十六更展示了可和一或多個 $N$ 位準電感性降壓轉換器共用至少一個飛電容的 $K:1$ 迪克森電荷泵之複數範例。

轉換係數 $K$	可共用飛電容的 $N$ 位準(level ; $L$ )
2	3L、5L、7L.....

3	4L、7L、10L……
4	5L、9L、13L……

表十六

【0144】此外，一般來說，當 $N$ 為 $K$ 的正整數倍加1時(即， $N=iK+1$ ，其中 $i \geq 1$ )，任何 $K:1$ 迪克森電荷泵可和任何 $N$ 位準電感性降壓轉換器共用飛電容。例如，當 $K=5$ ， $N$ 可能的數值為6L、11L、16L等。

【0145】傳統的電荷泵在不讓電流通過電感 $L_s$ 的情況下直接輸出電荷到輸出電容 $C_{OUT}$ 。另一方面，讓電荷通過電感 $L_s$ 再流至輸出電容 $C_{OUT}$ 的一電荷泵形成一混和電源轉換器。因為電感 $L_s$ 的存在，相較於傳統的開關模式電源供應器，這樣的電荷泵(包括迪克森電荷泵)從電感 $L_s$ 看進去時，在節點LX(如第21至23圖)上具有不同的電壓和電流波形。

【0146】舉例來說，第24圖展示了傳統開關模式的電源供應器之輸出電壓和電流對時間的圖表2400之複數範例。雖然電壓基本上是方波，電流則具有三角波的波形。

【0147】相較之下，第25圖展示了讓電荷通過電感 $L_s$ 再送至輸出電容 $C_{OUT}$ 的電荷泵之輸出電壓和電流對時間的圖表2500之複數範例。電壓週期性地突然上升(如虛線所示)至一最大值，接著線性下降至一最小值，接著重複上升和下降。因為電感 $L_s$ 的存在，對應的電流展現出「駝峰(humped)」波形，代表一個被整流的正弦波。

【0148】在一些實施例中，測量流經一電荷泵的一輸出電感 $L_s$ 之電流可能有用。第26圖係為一電荷泵系統2600的一方塊圖，電荷泵系統2600包括一輸出電流感測電路2602。電荷泵系統2600的輸出端透過節點LX和一電感2604耦

接至輸出電容 $C_{OUT}$ 。輸出電流感測電路2602利用電感直流電阻(DC resistance ; DCR)電流感測原理進行感測，DCR電流感測原理為利用電感本身的寄生電阻來測量電流。在所描述的範例中，電感2604被表示為彼此串聯耦接的等效串聯電阻 $R_{DC}$ 和感應器線圈(inductor winding)  $L_S$ 。

【0149】 輸出電流感測電路2602包括一電阻電容(resistor-capacitor ; RC)電路，並聯耦接至電感2604，並因而和寄生電阻 $R_{DC}$ 並聯。輸出電流感測電路2602的RC電路包括一感測電阻 $R_S$ ，和一感測電容 $C_S$ 彼此串聯耦接。感測電容 $C_S$ 之上的跨壓藉由一比較器2606 (如：一放大器)進行測量，比較器2606具有一第一端和一第二端，第一端耦接至感測電容 $C_S$ 的一第一面板(plate)，而第二端耦接至感測電容的一第二面板。比較器2606的輸出電壓 $V_{SENSE}$ 可被耦接至控制電路2608以實現第2A和2B圖中之控制器222的一部份。

【0150】 藉由適當的元件選擇(如： $R_S * C_S = L_S / R_{DC}$ )，感測電容 $C_S$ 之上的跨壓(以輸出電壓 $V_{SENSE}$ 表示)應當和經過感應器線圈 $L_S$ 的電流成正比。最好能替感測電阻 $R_S$ 跟感測電容 $C_S$ 選擇和 $L_S / R_{DC}$ 之時間常數匹配的時間常數(雖然作為獨立元件時，感測電阻 $R_S$ 和寄生電阻 $R_{DC}$ 不需要匹配，而感測電容 $C_S$ 和電感 $L_S$ 也不需要匹配)。相等的時間常數可提供代表流經電感 $L_S$ 之電流的正確即時電壓。但是，一個較慢的時間常數(如：當感測電阻 $R_S$ 和感測電容 $C_S$ 大於 $L_S / R_{DC}$ )可提供流經電感 $L_S$ 之電流的濾波後電壓。在一些需要高準確性的應用中，感測電阻 $R_S$ 和寄生電阻 $R_{DC}$ 的溫度係數可被選擇以使得這兩種電阻的真實數值皆緊隨溫度變化。

【0151】 舉例來說，比較器2606的輸出電壓 $V_{SENSE}$ 可透過複數控制訊號線2610被用於決定和設置一電荷泵(CP) 2604的操作頻率。輸出電壓 $V_{SENSE}$ 的

其他用途可包括感測輸出電流以用於錯誤保護和提供電荷泵2604的一般遙測能力(general telemetry capability)。

【0152】 一些實施例可選擇性地包括一平行低功率降壓轉換器224以用於在低功率操作時的反向電源流。例如，第27圖係為描述電池管理系統2700的一範例之一方塊圖。電池管理系統2700類似於第2A、2B圖之電池管理系統200的絕大部分特徵，但在本發明的指導下包括融合的電荷泵(CP)和電感性降壓轉換器(BK) 2702。電池管理系統2700也包括一選擇性的低功率反向降壓轉換器(BK) 2704，連接至電池206並被配置以自電池206透過一開關2706選擇性地提供電源至內部無線介面210b。舉例來說，內部無線介面210b可被配置以操作在一反向狀態，以對一磁耦接裝置2710(如：頭戴式耳機、電池盒、手機等)供電或充電，磁耦接裝置2710被連接至一外部無線介面2712(如：一磁線圈)的一範例。在另一實施例中，融合的電荷泵和電感性降壓轉換器2702可被配置為類似於第2B圖所描述的電池管理系統200'之第二範例。

#### 【0153】 電路實施例

【0154】 應當注意，雖然前文的說明和範例集中在絕熱電荷泵上，也可同時利用共用元件(如：開關及/或飛電容)和缺少輸出電感的非絕熱電荷泵。因此，只有當需要絕熱電荷泵時，範例中的電荷泵才需要輸出電感。

【0155】 在一些應用中，電荷泵和電感性降壓轉換器之組合電路的一些電源開關(例如：第4A圖之電路的開關S1-S2和開關S5-S6)可作為負載開關。通常來說，一USB協議可呼叫一負載開關來使用，上述負載開關為斷開輸入電壓 $V_{IN}$ 和一電池管理系統其他部分之連結的開關。在一些範例中，舉例來說，一個負載開關可以一雙向開關實現，使得上述負載開關可停止順向及/或反向的電

源。一典型的MOSFET可具有和自身並聯的一內接二極體(body diode)。因此，為了防止上述內接二極體導通，可利用和上述內接二極體串聯並指向或指離彼此(即，彼此朝著不同方向)的兩個開關。

【0156】 應當理解，其他類型的電池介面電路可被結合至本發明的複數實施例，因此本發明並不受限於使用第21和22圖所展示的電池介面電路。

【0157】 根據本發明的複數電路和複數裝置可被單獨使用，或和其他元件、電路以及裝置進行組合。本發明的複數實施例可被加工為積體電路(integrated circuit；IC)，因此可被包裝為IC封裝及/或複數模組以便於操作、生產及/或改善效能。尤其，本發明的複數IC實施例經常被用於模組中，並且在這些模組中，上述IC和其他電路元件或區塊(如：濾波器、放大器、被動元件以及可能的額外IC)組合為一個封裝。上述IC及/或模組接著和其他元件組合，且通常在一印刷電路板上作為一最終產品的一部分，這些最終產品可為行動電話、膝上型電腦或電子平板，或者形成一更高階的模組以用於廣泛多樣的產品，例如載具、測試設備、醫療裝置等。透過模組和組件的多種配置，這些IC通常可實現一種通訊模式，並經常是無線通訊模式。

【0158】 作為更進一步將本發明之實施例和其他元件積體化的一範例，第28圖係為一基板2800的一俯視圖，舉例來說，基板2800可為一印刷電路板或晶片模組基板(如：一薄膜瓦(thin-film tile))。在所描述的範例中，基板2800包括多個IC 2802a至2802d，具有複數端墊(terminal pad) 2804，端墊2804藉由基板2800之上及/或之中或者基板2800相反側(背側)表面的導通孔及/或導電路徑彼此連接，基板2800背側表面的導通孔及/或導電路徑用於避免干擾(clutter)，且基板2800表面的導電路徑並未展示，也並非所有端墊都被標號。例如，IC

2802a至2802d可實現(embodiment)訊號開關、主動及/或被動濾波器、放大器(包括一或多個低噪訊放大器(low noise amplifier ; LNA))以及其他電路。例如，IC 2802b可結合一或多個類似於第4A、5、6A、7至18、21至23及/或26圖的電路。

**【0159】** 基板2800也可包括一或多個被動裝置2806，被動裝置2806可嵌入、形成於及/或附於(affixed)基板2800之上。雖然在圖上展示為通常的矩形，舉例來說，被動裝置2806可為濾波器、電容、電感、傳輸線、電阻、平面天線元件、轉換器(transducer)(例如，包括基於微機電系統(micro electromechanical system ; MEMS)的轉換器，如加速計、陀螺儀、麥克風、壓力感測器等)、電池等，並藉由基板2800之上或之中的導電路徑連接至其他被動裝置2806及/或獨立的IC 2802a至2802d。基板2800的正面或背面可被用以作為其他結構的形成區域。

**【0160】** 方法

**【0161】** 本發明的另一面向包括轉換電壓的複數方法。舉例來說，第29圖係為一流程圖2900，展示了將一第一電壓轉換為一第二電壓的一方法。上述方法包括：提供一絕熱電荷泵電路，配置以將第一電壓轉換為第二電壓(如一區塊2902)；提供一電感性降壓轉換器電路，配置以將第一電壓轉換為一第二電壓(如一區塊2904)；在絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路之間共用一電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)被耦接至第一電壓的一電源開關和被耦接至一參考電位的一電源開關，(2)至少一飛電容，以及(3)一第一電感(如一區塊2906)；在一第一操作模式時，停用絕熱電荷泵電路並啟動電感性降壓轉換器電路(如一區塊2908)；以及在一第二操作模式時，啟動絕熱電荷泵電路並停用電感性降壓轉換器電路(如一區塊2910)。



**【0162】 系統實施例**

**【0163】** 本發明的實施例在多種較大且用於一定範圍之功能的射頻 (radio frequency ; RF) 電路和系統中十分有用，上述 RF 電路和系統的功能包括 (但不僅限於) 阻抗匹配電路、RF 功率放大器、RF 低噪訊放大器(LNA)、相位位移器、衰減器(attenuator)、天線射線轉向系統、電荷泵裝置、RF 開關等。這些功能在多種應用中十分有用，舉例來說，這些應用可為雷達系統(包括相位陣列和車用雷達系統)、無線電系統(包括蜂巢式無線電系統)以及測試設備。

**【0164】** 無線電系統的用途包括無線 RF 系統(包括基地台、中繼站以及手持收發器)，並利用多種技術和協議，包括多種類型的正交頻分多工 (orthogonal frequency-division multiplexing ; OFDM)、正交調幅(quadrature amplitude modulation ; QAM)、分碼多重存取(code-division multiple access ; CDMA)、分時多重存取(time-division multiple access ; TDMA)、寬頻 CDMA (wide band CDMA ; W-CDMA)、全球行動通訊系統(global system for mobile communication ; GSM)、長期演進技術(long term evolution ; LTE)、5G 新無線 (new radio)、6G 以及 WiFi (如：802.11a、b、g、ac、ax、be) 協議，和其他無線電通訊標準與協議。

**【0165】** 如上所述，本發明改善了效率，並且在許多實施例中藉由在絕熱電荷泵電路和電感性降壓轉換器電路之間共用複數元件來減少 IC 晶片的面積。本領域之通常技術者將理解，本發明可對一個系統架構產生有益的關鍵影響，包括較小的面積、較低的功率以及較長的電池壽命。

**【0166】 製程技術和方案**

**【0167】** 用語「MOSFET」如本揭露所述，包括任何具有可利用電壓

來控制導通性之絕緣閘極的場效電晶體(FET)，且上述絕緣閘極被金屬、類金屬、絕緣體及/或半導體結構所包圍。用語「金屬」或「類金屬」包括至少一種電性導通材料(如：鋁、銅或其他金屬，或者高摻雜濃度的多晶矽、石墨烯或其他電性導體)，用語「絕緣體」包括至少一種絕緣材料(如：氧化矽或其他介電材料)，而用語「半導體」包括至少一種半導體材料。

【0168】 如本揭露所述，用語「射頻(RF)」為在3 kHz至300 GHz範圍內的振盪頻率。這個用語也包括無線通訊系統的頻率。一RF頻率可為一電磁波之頻率或一電路中額外的電壓或電流之頻率。

【0169】 本發明的多個實施例可以廣泛多樣的規格來實現。除非如上另有描述，否則設計時應選擇適當的元件數值。本發明的多個實施例可藉由任何適合的積體電路(IC)技術(包括但不僅限於MOSFET結構)來實現，也可以混合或離散電路的形式實現。積體電路之實施例可利用任何適合的基板和程序來加工，上述基板和程序包括但不僅限於標準矽塊材(bulk silicon)、高阻抗CMOS塊材、絕緣層上矽(silicon-on-insulator；SOI)以及藍寶石上矽(silicon-on-sapphire；SOS)。除非如上另有描述，本發明的複數實施例可藉由其他電晶體技術實現，例如雙極性接面電晶體(bipolar junction transistor；BJT)、雙極性CMOS (bipolar CMOS；BiCMOS)、橫向擴散MOS (laterally diffused MOS；LDMOS)、雙極性互補擴散MOS (bipolar-CMOS-DMOS；BCD)、砷化鎵異質雙極性接面電晶體(GaAs heterojunction bipolar transistor；GaAs HBT)、氮化鎵高電子遷移率電晶體(GaN high electron mobility transistor；GaN HEMT)、GaAs假晶HEMT (GaAs pseudomorphic HEMT；GaAs pHEMT)、金屬半導體FET (metal semiconductor FET；MESFET)、磷化銦HBT (InP HBT)、InP HEMT、鰭式FET (FinFET)、閘

極全環FET (gate-all-around FET ; GAAFET)以及基於碳化矽(SiC)的電源裝置技術，並利用二維(2-D)、偽三維(2.5-D)以及三維(3D)結構。但是，本發明的複數實施例在利用一基於SOI或SOS的程序或者其他具有類似特徵的製程進行加工時最有用。利用SOI或SOS製程進行CMOS加工可使得電路具有低功耗、承受當FET堆疊時使用的高功率訊號之能力、良好的線性表現以及高操作頻率(即，達到或超過300 GHz的無線電頻率)。當藉由謹慎設計使得寄生電容可被保持在低數值(或保持在一最小值並在所有單元間維持一定，以讓寄生電容可被補償)，則單獨的IC實施例特別好用。

**【0170】** 根據一特定規格及/或實現技術(如：N型MOS(N-type MOS ; NMOS)、P型MOS(P-type MOS ; PMOS)或CMOS，和增強型或空乏型電晶體裝置)，電壓位準可被調整，並且/或者電壓及/或邏輯訊號的極性可被反向。元件的電壓、電流以及電源控制能力也可根據需求進行調整，舉例來說，調整裝置大小、以「堆疊」的方式串聯元件(尤其對於FET來說)以承受更高的電壓及/或利用多個元件並聯來控制更高的電流。額外的電路元件可被加入以增強所揭露的電路之容忍度及/或在不大幅影響所揭露的電路之原有功能的情況下提供額外的功能。

**【0171】** 結論

**【0172】** 本發明的一些實施例如上所述。應當理解，在不脫離本發明的精神和範圍的情況下可以進行各種修改。例如，上述的一些步驟和順序無關，並因此可按照與所描述的順序不同的順序來執行。此外，上述的一些步驟為可選擇性執行的。可以重複、串列及/或並行方式執行關於上述方法所描述各種活動。

【0173】 應當理解，前面的描述旨在說明而不是限制本發明的範圍，本發明的範圍由所附請求項的範圍限定，並且其他實施例也在請求項的範圍內。精確來說，本發明的範圍包括所附請求項中闡述的一或多種製程、機器、製造或物質組合物的任何及所有可行的組合。(請注意，請求項元素的括號標籤是為了便於引用這些元素，並且其本身並不指示元素的特定所需排序或枚舉；此外，這些標籤可以在附屬項中重複使用作為對附加元素的引用，而無需被視為開始矛盾的標籤序列)。

### 【符號說明】

#### 【0174】

100: 電荷泵

$V_{IN}$ : 輸入電壓/內部電壓

$V_{OUT}$ ,  $V_O$ ,  $V_{SENSE}$ : 輸出電壓

$S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ ,  $S_7$ ,  $S_8$ ,  $S_1'$ ,  $S_2'$ ,  $S_9$ ,  $S_{10}$ ,  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ : 開關/電源開關

$S_3'$ ,  $S_4'$ , 218,  $S_5'$ ,  $S_6'$ ,  $S_7'$ ,  $S_8'$ , 2706: 開關

$L_S$ : 電感/共用電感/感應器線圈/輸出電感

$C_1$ : 飛電容/第一飛電容/共用飛電容

$C_1'$ ,  $C_2'$ ,  $C_3'$ : 飛電容/共用飛電容

$L_X$ , BATT,  $L_X'$ , LX: 節點

$C_0$ : 耦合電容/輸出電容

102: 電感性降壓轉換器

$L_B, L_S', L_{B1}, L_{B2}$ : 電感

200, 200', 2700: 電池管理系統

202: 系統負載

204: 有線電源傳輸路徑

206, 404, 604: 電池

208a, 208b: AC/DC 轉接器

210a, 2712: 外部無線介面

210b: 內部無線介面

212: 選擇器開關

214: CP

216: BK

220: LC 濾波器

222: 控制器

CPctrl, BKctrl: 控制訊號

$V_C, V_{BAT}, V_{REG}$ : 電壓

$V_{OUT\_CP}, V_{OUT\_BK}$ : 轉換電壓

302a, 302b: 表格

$I_{TC}$ : 涓流電流

$I_{TERM}$ : 電流

$I_{PC}$ : 預充電電流

$I_{CC1}$ : 第一快速充電定電流

$I_{CC2}$ : 第二快速充電定電流

T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6: 時間

Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6: 區段

V<sub>CC1</sub>: 第一閾值

V<sub>CC2</sub>: 第二閾值

402: BI<sub>1</sub> 電路

C2: 飛電容/第二飛電容/共用飛電容

REF: 參考端

M<sub>BAT</sub>: 電晶體

C<sub>OUT</sub>: 輸出電容

C<sub>BAT</sub>: 共用電池電容

502, 504, 702, 704: 導體

602: BI<sub>2</sub> 電路

S<sub>BP0</sub>, S<sub>BP</sub>: 分流開關

C3: 飛電容/第三飛電容/共用飛電容

1600, 1700, 1800: 電路

1602a, 1602b, 2102a, 2102b, 2202a, 2202b, 2302a,  
2302b: BK 開關區塊

1604, 2104, 2204, 2304: CP 開關區塊

C<sub>F</sub>: 共用飛電容

1802, 2306: 虛線

C<sub>Fs</sub>: 飛電容

1900: 迪克森電荷泵

1902a, 1902b: 單元

P1, P2: 時脈訊號

A, B: 輸出節點

Vin: 電壓源

TermVo: 輸出端

2000: 五位準電感性降壓轉換器

2002: 開關區塊

2100, 2200, 2300: 電源轉換器電路

2400, 2500: 圖表

2600: 電荷泵系統

2602: 輸出電流感測電路

2604: CP/電感

2606: 比較器

2608: 控制電路

2610: 控制訊號線

R<sub>DC</sub>: 寄生電阻/等效串聯電阻

R<sub>S</sub>: 感測電阻

C<sub>S</sub>: 感測電容

2702: 融合的電荷泵和電感性降壓轉換器

2704: 低功率反向降壓轉換器

2710: 磁耦接裝置

2800: 基板

2802a, 2802b, 2802c, 2802d: IC

2804: 端墊

2806: 被動裝置

2900: 流程圖

2902, 2904, 2906, 2908, 2910: 區塊



## 【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種電源轉換器電路，包括：

—第一端，用於接收一第一電壓；

—第二端，用於提供一第二電壓；

—第三端，被配置以耦接至一參考電位；

—電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

—絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第

一電感耦接至上述電池介面電路；以及

—電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透

過一第二電感耦接至上述電池介面電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1)耦接至上述第一端的一電源開關和耦接至上述第三端的另一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)上述第一電感。

【請求項 2】 一種電源轉換器電路，包括：

—第一端，用於接收一第一電壓；

—第二端，用於提供一第二電壓；

—第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路。

【請求項3】 如請求項2之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項4】 如請求項2之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項5】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述絕熱電荷泵電路包括一第一飛電

容；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二飛電容，上述第二飛電容和上述第一飛電容並聯耦接；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容以及上述第二飛電容。

【請求項 6】 如請求項 5 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項 7】 如請求項 5 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項 8】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第

一電感耦接至上述電池介面電路，上述絕熱電荷泵電路包括一第一飛電

容；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二飛電容；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路和上述第一電感。

**【請求項 9】** 如請求項 8 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

**【請求項 10】** 如請求項 8 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

**【請求項 11】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述絕熱電荷泵電路包括一第一飛電容；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透

過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二飛電容，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接，上述第二飛電容和上述第一飛電容並聯耦接；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第二飛電容以及上述第一電感。

**【請求項 12】** 如請求項 11 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

**【請求項 13】** 如請求項 11 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

**【請求項 14】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一第一電感，耦接至上述電池介面電路；

一分流開關，和上述第一電感並聯耦接；

一第二電感，和上述第一電感串聯耦接；以及

一組合電路，耦接至上述第二電感，並耦接在上述第一端和上述參考電位

之間，上述組合電路包括一組的電源開關和一飛電容，上述電源開關串聯耦接，上述飛電容耦接至上述電源開關，上述組合電路可被配置為一絕熱電荷泵電路或一電感性降壓轉換器電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述分流開關閉閉，而上述組合電路可操作為上述絕熱電荷泵電路；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述分流開關打開，而上述組合電路可操作為上述電感性降壓轉換器電路；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述電源開關、上述飛電容以及上述第二電感。

**【請求項 15】** 如請求項14之電源轉換器電路，其中上述第一電感的電感值遠大於上述第二電感的電感值。

**【請求項 16】** 如請求項14之電源轉換器電路，其中上述第一電感的電感值約為上述第二電感的電感值之兩倍。

**【請求項 17】** 如請求項14之電源轉換器電路，其中在上述電源轉換器電路的上述第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被配置為一二階絕熱電荷泵電路，而在上述電源轉換器電路的上述第二操作模式下，上述電感性降壓轉換器電路被配置為一二分支電感性降壓轉換器電路。

**【請求項 18】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，包括一第一開關和一第二開關，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第一開關耦接至上述第一端，而上述第二開關耦接至上述參考電位；

一電感性降壓轉換器電路，透過上述第一開關耦接至上述第一端，並透過上述第二開關耦接至上述參考電位，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路；以及

一第一飛電容，耦接在上述第一開關和上述第二開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第一開關以及上述第二開關。

**【請求項 19】** 如請求項 18 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

**【請求項 20】** 如請求項 18 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

**【請求項 21】** 如請求項 18 之電源轉換器電路，其中在上述電源轉換器電路的上述第二操作模式下，上述電感性降壓轉換器電路被配置為一二位準電感性降壓轉換器電路。

**【請求項 22】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一絕熱電荷泵電路，包括一第一開關和一第二開關，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第一開關耦接至上述第一端，而上述第二開關耦接至上述參考電位；

一電感性降壓轉換器電路，透過上述第一開關耦接至上述第一端，並透過上述第二開關耦接至上述參考電位，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接；以及

一第一飛電容，耦接在上述第一開關和上述第二開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第一開關、上述第二開關以及上述第一電感。

【請求項 23】 如請求項 22 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項 24】 如請求項 22 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項 25】 如請求項 22 之電源轉換器電路，更包括：



一互補式絕熱電荷泵電路，包括一第三開關和一第四開關，並透過上述第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第三開關耦接至上述第一端，而上述第四開關耦接至上述參考電位；以及

一第二飛電容，耦接在上述第三開關和上述第四開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的上述第一操作模式下，上述互補式絕熱電荷泵電路和上述絕熱電荷泵電路以不同階段進行操作。

**【請求項 26】** 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一第一絕熱電荷泵電路，包括一第一開關和一第二開關，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第一開關耦接至上述第一端，而上述第二開關耦接至上述參考電位；

一第二絕熱電荷泵電路，包括一第三開關和一第四開關，並透過上述第一電感耦接至上述電池介面電路，上述第三開關耦接至上述第一端，而上述第四開關耦接至上述參考電位；

一第一電感性降壓轉換器電路，透過上述第一開關耦接至上述第一端，並透過上述第二開關耦接至上述參考電位，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接；

一第二電感性降壓轉換器電路，透過上述第三開關耦接至上述第一端，並透過上述第四開關耦接至上述參考電位，並透過上述第二電感耦接至上述

電池介面電路；以及

一第一飛電容，耦接在上述第一開關和上述第二開關之間；以及

一第二飛電容，耦接在上述第三開關和上述第四開關之間；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述第一絕熱電荷泵電路和上述第二絕熱電荷泵電路被停用，而上述第一電感性降壓轉換器電路和上述第二電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述第一絕熱電荷泵電路和上述第二絕熱電荷泵電路被啟動，而上述第一電感性降壓轉換器電路和上述第二電感性降壓轉換器電路被停用；以及

其中上述第一絕熱電荷泵電路、上述第二電感性降壓轉換器電路、上述第一電感性降壓轉換器電路以及上述第二電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路、上述第一飛電容、上述第二飛電容、上述第一開關、上述第二開關、上述第三開關以及上述第四開關。

【請求項 27】 如請求項 26 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項 28】 如請求項 26 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項 29】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電池介面電路，耦接至上述第二端並被配置以耦接至上述參考電位；

一二階絕熱電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第一電感耦接至上述電池介面電路；以及

一電感性降壓轉換器電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，並透過一第二電感耦接至上述電池介面電路，上述第二電感和上述第一電感串聯耦接；

其中在上述電源轉換器電路的一第一操作模式下，上述二階絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電源轉換器電路的一第二操作模式下，上述二階絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；

其中上述二階絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用上述電池介面電路和上述第一電感。

**【請求項 30】** 如請求項 29 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

**【請求項 31】** 如請求項 29 之電源轉換器電路，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

**【請求項 32】** 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一絕熱電荷泵電路，耦接至上述第一端和一參考電位，上述絕熱電荷泵電路包括一第一電感；

一電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述參考電位，上述電感性降壓轉換器電路包括一第二電感；

一開關，耦接至上述第二電感；以及

一節點，被配置以耦接至一電池並耦接至上述第一電感和上述開關；

其中在上述電池管理系統的一第一操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被停用，而上述電感性降壓轉換器電路被啟動；

其中在上述電池管理系統的一第二操作模式下，上述絕熱電荷泵電路被啟動，而上述電感性降壓轉換器電路被停用；以及

其中上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路共用以下三者中的至少一者：(1)耦接至上述第一端的一電源開關和耦接至上述參考電位的另一電源開關，(2)至少一個飛電容，以及(3)上述第一電感。

**【請求項 33】** 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一第二端，被配置以耦接至一參考電位；

一第一電感；

一第二電感；

一二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第一電感來輸出一第二電壓；

一第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一第三電壓；

一第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一第四電壓；

一第一組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第一 $N$ 位準電感

性降壓轉換器電路共用；

一第二組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；以及

一電池介面，耦接至上述第一電感和上述第二電感，並被配置以對一電池進行充電和輸出一系統電壓。

【請求項 34】 如請求項 33 之電池管理系統，其中 $N=K+1$ 。

【請求項 35】 如請求項 33 之電池管理系統，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項 36】 如請求項 33 之電池管理系統，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項 37】 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一第二端，被配置以耦接至一參考電位；

一第一電感；

一第二電感，和上述第一電感串聯耦接；

一二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第一電感來輸出一第二電壓；

一第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一第三電壓；

一第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一第四電壓；

一第一組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；

一第二組飛電容，由上述二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路和上述第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路共用；以及

一電池介面，耦接至上述第一電感和上述第二電感，並被配置以對一電池進行充電和輸出一系統電壓。

【請求項 38】 如請求項 37 之電池管理系統，其中 $N=K+1$ 。

【請求項 39】 如請求項 37 之電池管理系統，其中上述第二電感的電感值遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項 40】 如請求項 37 之電池管理系統，其中上述第二電感的電感值約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項 41】 一種電池管理系統，包括：

一第一端，被配置以從一有線電源傳輸路徑和一無線電源傳輸路徑的至少一者接收一第一電壓；

一第二端，被配置以耦接至一參考電位；

一第一電感；

一第二電感和一第三電感；

一二階 $K:1$ 迪克森電荷泵電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第一電感來輸出一第二電壓；

一第一 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並被配置以透過上述第二電感輸出一第三電壓；

一第二 $N$ 位準電感性降壓轉換器電路，耦接至上述第一端和上述第二端，並

被配置以透過上述第三電感輸出一第四電壓；

一第一組飛電容，其中上述第一組飛電容中的一子組之飛電容由上述二階  $K:1$  迪克森電荷泵電路和上述第一  $N$  位準電感性降壓轉換器電路共用；

一第二組飛電容，其中上述第二組飛電容中的一子組之飛電容由上述二階  $K:1$  迪克森電荷泵電路和上述第二  $N$  位準電感性降壓轉換器電路共用；以及  
一電池介面，耦接至上述第一電感、上述第二電感以及上述第三電感，並被配置以對一電池進行充電和輸出一系統電壓。

【請求項 42】 如請求項 41 之電池管理系統，其中  $K=i(N-1)$ ， $i$  為一正整數且  $i \geq 1$ 。

【請求項 43】 如請求項 41 之電池管理系統，其中  $N=iK+1$ ， $i$  為一正整數且  $i \geq 1$ 。

【請求項 44】 如請求項 41 之電池管理系統，其中上述第二電感和上述第三電感電磁耦接。

【請求項 45】 如請求項 41 之電池管理系統，其中上述第二電感和上述第三電感的電感值之和遠大於上述第一電感的電感值。

【請求項 46】 如請求項 41 之電池管理系統，其中上述第二電感和第三電感的電感值之和約為上述第一電感的電感值之兩倍。

【請求項 47】 一種電源轉換器電路，包括：

一第一端，用於接收一第一電壓；

一第二端，用於提供一第二電壓；

一第三端，被配置以耦接至一參考電位；

一電感，具有一等效串聯電阻；

一電荷泵電路，耦接在上述第一端和上述參考電位之間，上述電荷泵電路包括至少一個飛電容並具有耦接至上述電感的一輸出端；以及

一電流感測電路，包括：

一電阻電容電路，和上述電感並聯耦接，上述電阻電容電路包括串聯耦接的一感測電阻和一感測電容；以及

一比較器，具有一第四端和一第五端，分別耦接至上述感測電容之一第一面板和一第二面板，上述比較器被配置以輸出代表上述感測電容之一跨壓的一訊號，上述訊號和流經上述電感的電流成正比；

其中上述電感被配置以幫助對上述電荷泵電路的上述至少一個飛電容充電或放電。

【請求項 48】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路輸出一電壓，上述電壓會週期性地突然上升至一最大值再線性下降至一最小值。

【請求項 49】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括：

一第一組開關，上述第一組開關中的每一個開關串聯耦接，上述第一組開關包括至少兩個開關，耦接在上述第一端和上述電感之間；

一第二組開關，上述第二組開關中的每一個開關串聯耦接，上述第二組開關包括至少兩個開關，耦接在上述第三端和上述電感之間；以及

至少一個飛電容，上述至少一個飛電容的每一者耦接在上述第一組開關中之一對相關的開關和上述第二組開關中之一對相關的開關之間。

【請求項 50】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一 2:1 電荷泵。



【請求項 51】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一 3:1 電荷泵。

【請求項 52】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一 4:1 電荷泵。

【請求項 53】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一迪克森電荷泵。

【請求項 54】 如請求項 47 之電源轉換器電路，其中上述電荷泵電路包括一  $K$  位準二階電荷泵。

【請求項 55】 一種轉換電壓的方法，用於將一第一電壓轉換為一第二電壓，上述方法包括：

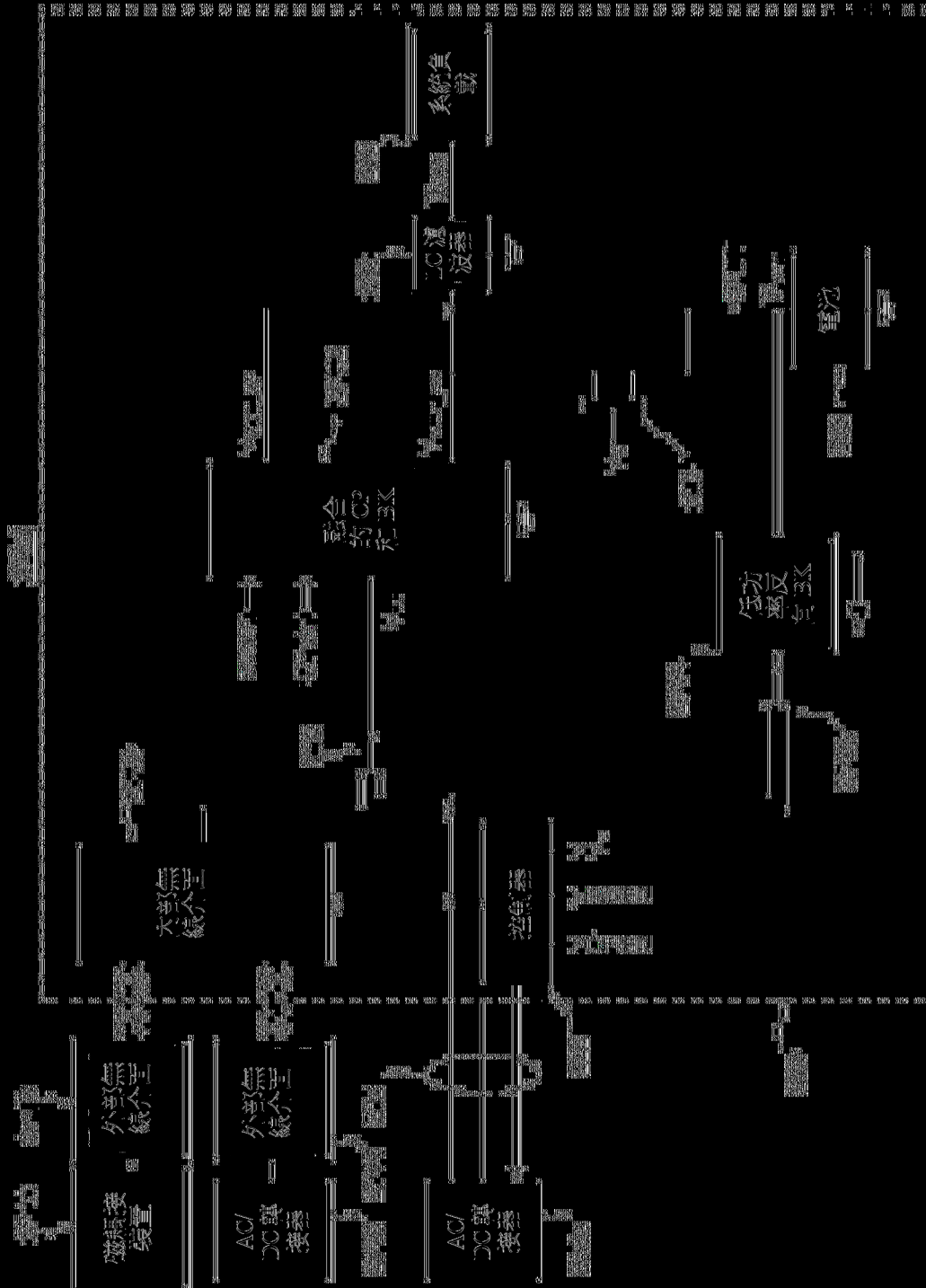
提供一絕熱電荷泵電路，上述絕熱電荷泵電路配置以將上述第一電壓轉換為上述第二電壓；

提供一電感性降壓轉換器電路，上述電感性降壓轉換器電路配置以將上述第一電壓轉換為上述第二電壓；

在上述絕熱電荷泵電路和上述電感性降壓轉換器電路之間共用一電池介面電路和以下三者中的至少一者：(1) 耦接至上述第一電壓的一電源開關和耦接至上述第二電壓的另一電源開關，(2) 至少一個飛電容，以及(3) 一第一電感；

在一第一操作模式下，停用上述絕熱電荷泵電路並啟動上述電感性降壓轉換器電路；以及

在一第二操作模式下，啟動上述絕熱電荷泵電路並停用上述電感性降壓轉換器電路。



第27頁