

【發明說明書】

【中文發明名稱】

數位式廢棄電池能源回收系統轉換器

【英文發明名稱】

ENERGY RECOVERY SYSTEM CONVERTER FOR DIGITAL WASTE BATTERIES

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種數位式廢棄電池能源回收系統轉換器，尤其是指一種不僅能有效回收廢棄電池之電能，達到節能減碳的要求，且具有體積縮小、重量減輕以及低成本的優點，能減少開關上的切換損失，和高耐壓大電流應力之問題，而在其整體施行使用上更增實用功效特性之數位式廢棄電池能源回收系統轉換器創新設計者。

【先前技術】

【0002】 按，隨著環保意識的抬頭與國際油價持續受到國際局勢動盪不安的影響，自 20 世紀以來，電動車研究開發，始終是先進國家最熱門的發展領域之一。而由於電動汽車的關鍵技術，亦即車用電能之二次電池技術方面，已獲得重大突破性發展，使得多年來人類欲駕駛不用石油、無廢氣排放的電動汽車夢想，一步一步地即將實現。

【0003】 然而於電池製作過程中，包含從原始材料前處理、漿料配製、

電極塗佈與製作、組裝電池、篩選電池以及最後應用於電動車的完整程序裡，各個步驟都會遇到流力、熱傳與質傳等相關問題；以電動汽車的關鍵技術二次電池為例：將二次電池放入電動汽車作為動力來源，並以電動馬達驅動的電壓設計為 300V 來看，大約需要 30 個以上的模組，因此每個模組的散熱效率，必須以有效的散熱流道設計，將電動汽車於行駛期間其電池模組所產生的熱量順利排放，才能確保各個電池模組的循環壽命一致。若是其中 1 個模組，抑或是其中 1 個單顆電池發生異常，則整個電動汽車將因電壓不足而無法行駛。以目前科技進步神速的眼光來看，未來汽車市場最大的賣點是新能源車，隨著各國對新能源汽車的扶持政策，電動車也正式駛入了發展的高速公路。在節能省碳的環保大趨勢下，以電力取代汽油，零排放的電動車，可望開啟另外一次的工業革命，而電池技術的掌握，更是主導電動車發展的關鍵。一台電動車平均要用五千顆電池芯，是一台筆記型電腦使用八顆電池芯的六百多倍的數量，也因此，二次電池的開發被視為未來最大潛力的市場。

【0004】 而儲能設備的應用非常廣泛，大容量的儲電設備裝置可提供如再生能源儲電系統、油電混合電動車、純電動車、電動機車與電動自行車等的動力來源；至於小容量的儲電設備可提供電能給手機、筆記型電腦、數位相機、遊戲機、電動工具、機器人、電動刮鬍刀、UPS 不斷電系統，未來更可應用在 IC 卡、軟性電子、生醫等薄型可撓式產品上，應用範圍十分廣泛。此外，目前消費性電子產品的外型要求趨向短小輕薄，因此重量輕、體積小、高儲能容量、安全

性佳、高功率且無環境污染的儲電裝置當然也受到矚目。目前可攜式電子產品如筆記型電腦〔Notebook PC〕、行動電話〔Mobile Phone〕、個人數位助理〔PDA〕、攝錄放影機、隨身聽或數位相機等正蓬勃發展。其中，二次電池〔Secondary Battery〕已成為可攜式消費性電子產品的主要電力供應來源，而正由於這些可攜式電子產品的成長，帶動了二次電池的生產數量越來越龐大。

【0005】 而眾所皆知，廢電池具有污染性，若任意丟棄，將污染環境，危害生物之健康，因此世界各國政府都會立法回收廢電池，然後再加以處理。經過多方調查發現，國內外廢電池回收機構都僅回收廢電池中之金屬與塑膠材料，並未回收其中之剩餘電力。此一作法實在令人惋惜，因為在能源價格高漲的今日，電能是十分寶貴的資源，實在是不應輕易浪費。另一方面再生能源發電與電動汽車所採用的蓄電池儲能系統都是以二次電池為主，二次電池是具備將化學能轉換成電能以及將電能轉換回化學能之雙向轉換功能，其種類包括鉛酸電池、鎳鎘〔Ni-Cd〕電池、鎳氫〔Ni-H〕電池與鋰離子〔Li-ion〕電池等。而這些蓄電池在生產完畢後，並不是馬上就能夠出廠販售讓使用者使用，而是必須先經過充/放電測試程序檢驗之後，確定品質符合規範才可以出廠販售給消費者使用。而傳統的蓄電池模組充/放電測試設備，不但充電時採用線性電源供應器，轉換效率差、耗電量大且放電時採用電子負載機放電，除電力無法回收再利用而造成能源浪費之外，更因消耗電能產生熱能，尚需更多風扇或冷氣散熱。同時，根據環保署所做的統計，國內廢乾電池與廢鉛酸蓄電

池之回收重量每年約在 3 至 5 萬公噸之間，換算成 3 號乾電池約有數億個之多，若換算成機車用蓄電池也大約有數千萬個，這些數字都十分龐大。廢電池的剩餘電力或許不多，但其數量龐大，累加起來必然十分可觀，因此若能予以回收再利用，必能達到節能減碳之目的。

【0006】 緣是，發明人有鑑於此，秉持多年該相關行業之豐富設計開發及實際製作經驗，針對現有之結構及缺失再予以研究改良，提供一種數位式廢棄電池能源回收系統轉換器，以期達到更佳實用價值性之目的者。

【發明內容】

【0007】 本發明之主要目的在於提供一種數位式廢棄電池能源回收系統轉換器，其主要係不僅能有效回收廢棄電池之電能，達到節能減碳的要求，且具有體積縮小、重量減輕以及低成本的優點，能減少開關上的切換損失，和高耐壓大電流應力之問題，而在其整體施行使用上更增實用功效特性者。

【0008】 本發明數位式廢棄電池能源回收系統轉換器之主要目的與功效，係由以下具體技術手段所達成：

【0009】 其主要係包括回收系統轉換器、蓄電池模組、廢棄蓄電池模組及待儲能蓄電池模組；其中：

【0010】 該回收系統轉換器係於第一濾波電容器 C_1 並聯有該蓄電池

模組，且於該第一濾波電容器 C_1 之第一端與第一主動開關 S_1 之第一端及第一被動開關二極體 D_1 之負極相連接，該第一濾波電容器 C_1 第二端則分別與第二主動開關 S_2 之第二端及第二被動開關二極體 D_2 之正極、第三主動開關 S_3 之第二端及第三被動開關二極體 D_3 之正極、第二濾波電容器 C_2 之第二端相連接，令該第一主動開關 S_1 之第二端及該第一被動開關二極體 D_1 之正極與該第二主動開關 S_2 之第一端及該第二被動開關二極體 D_2 之負極皆和儲能電感 L_r 之第一端相連接，該儲能電感 L_r 之第二端與該第三主動開關 S_3 之第一端及該第三被動開關二極體 D_3 之負極皆與第四主動開關 S_4 之第二端及第四被動開關二極體 D_4 之正極相連接，而於該第四主動開關 S_4 之第一端及該第四被動開關二極體 D_4 之負極與該第二濾波電容器 C_2 之第一端則和廢棄電池二極體開關 D_A 之負極及待儲能電池二極體開關 D_B 之正極相連接，於該廢棄電池二極體開關 D_A 之正極與該第二濾波電容器 C_2 之第二端間連接有該廢棄蓄電池模組，於該待儲能電池二極體開關 D_B 之負極與該第二濾波電容器 C_2 之第二端間連接有該待儲能蓄電池模組。

【0011】 本發明數位式廢棄電池能源回收系統轉換器的較佳實施例，其中，該回收系統轉換器進一步設有微處理器，於該微處理器連接有界面電路，且於該界面電路連接有觸發電路，該觸發電路對應該第一主動開關 S_1 、該第二主動開關 S_2 、該第三主動開關 S_3 、該第四主動開關 S_4 能分別產生觸發訊號 v_{gs1} 、 v_{gs2} 、 v_{gs3} 、 v_{gs4} ，以分別用來控制該第一主動開關 S_1 、該第二主動開關 S_2 、該第三主動開關 S_3 、該

第四主動開關 s_4 之開啟及關閉。

【0012】 本發明數位式廢棄電池能源回收系統轉換器的較佳實施例，其中，該回收系統轉換器於責任週期比 $D < 0.5$ 時，該回收系統轉換器操作在降壓模式。

【0013】 本發明數位式廢棄電池能源回收系統轉換器的較佳實施例，其中，該回收系統轉換器於責任週期比 $D > 0.5$ 時，該回收系統轉換器操作在升壓模式。

【圖式簡單說明】

【0014】 第一圖：本發明之電路圖

【0015】 第二圖：本發明之模式一、二時序圖

【0016】 第三圖：本發明之模式一等效電路圖

【0017】 第四圖：本發明之模式二等效電路圖

【0018】 第五圖：本發明之模式三、四時序圖

【0019】 第六圖：本發明之模式三等效電路圖

【0020】 第七圖：本發明之模式四等效電路圖

【0021】 第八圖：本發明之第一主動開關 s_1 訊號 v_{gs1} 端與第三主動開關 s_3 訊號 v_{gs3} 端實測波形圖

【0022】 第九圖：本發明之第一主動開關 s_1 訊號 v_{gs1} 端與 v_{ds1} 端實測波形圖

- 【0023】 第十圖：本發明之第三主動開關 S_3 訊號 v_{gs3} 端與 v_{ds3} 端實測波形圖
- 【0024】 第十一圖：本發明之第一主動開關 S_1 訊號 v_{ds1} 端與電流 i_{s1} 實測波形圖
- 【0025】 第十二圖：本發明之儲能電感 L_r 電壓 V_{Lr} 與電流 i_{Lr} 波形實測波形圖
- 【0026】 第十三圖：本發明之第三主動開關 S_3 訊號 V_{ds3} 端與電流 i_{s3} 實測波形圖
- 【0027】 第十四圖：本發明之第四被動開關二極體 D_4 電壓 V_{D4} 與電流 i_{D4} 波形圖
- 【0028】 第十五圖：本發明之第二被動開關二極體 D_2 電壓 V_{D2} 與電流 i_{D2} 波形圖
- 【0029】 第十六圖：本發明之輸入電壓與輸入電流波形圖
- 【0030】 第十七圖：本發明之輸出電壓與輸出電流波形圖所
- 【0031】 第十八圖：本發明之第二主動開關 S_2 訊號 v_{gs2} 端與第四主動開關 S_4 訊號 v_{gs4} 端實測波形圖
- 【0032】 第十九圖：本發明之第四主動開關 S_4 訊號 v_{gs4} 端與 v_{ds4} 端實測波形圖
- 【0033】 第二十圖：本發明之第二主動開關 S_2 訊號 v_{gs2} 端與 v_{ds2} 端實測

波形圖

【0034】 第二十一圖：本發明之第四主動開關 S_4 訊號 v_{ds4} 端與電流 i_{s4}

實測波形圖

【0035】 第二十二圖：本發明之儲能電感 L_r 電壓 V_{Lr} 與電流 i_{Lr} 波形實

測波形圖

【0036】 第二十三圖：本發明之第二主動開關 S_2 訊號 V_{ds2} 端與電流 i_{s2}

實測波形圖

【0037】 第二十四圖：本發明之第一被動開關二極體 D_1 電壓 V_{D1} 與電

流 i_{D1} 波形圖

【0038】 第二十五圖：本發明之第三被動開關二極體 D_3 電壓 V_{D3} 與電

流 i_{D3} 波形圖

【0039】 第二十六圖：本發明之輸入電壓與輸入電流波形圖

【0040】 第二十七圖：本發明之輸出電壓與輸出電流波形圖

【實施方式】

【0041】 為令本發明所運用之技術內容、發明目的及其達成之功效有更完整且清楚的揭露，茲於下詳細說明之，並請一併參閱所揭之圖式及圖號：

【0042】 首先，請參閱第一圖本發明之電路圖所示，本發明主要係包括回收系統轉換器(1)、蓄電池模組(2)、廢棄蓄電池模組(3)

及待儲能蓄電池模組（4）；其中：

【0043】 該回收系統轉換器（1）係於第一濾波電容器 C_1 並聯有該蓄電池模組（2），且於該第一濾波電容器 C_1 之第一端與第一主動開關 S_1 之第一端及第一被動開關二極體 D_1 之負極相連接，該第一濾波電容器 C_1 第二端則分別與第二主動開關 S_2 之第二端及第二被動開關二極體 D_2 之正極、第三主動開關 S_3 之第二端及第三被動開關二極體 D_3 之正極、第二濾波電容器 C_2 之第二端相連接，令該第一主動開關 S_1 之第二端及該第一被動開關二極體 D_1 之正極與該第二主動開關 S_2 之第一端及該第二被動開關二極體 D_2 之負極皆和儲能電感 L_r 之第一端相連接，該儲能電感 L_r 之第二端與該第三主動開關 S_3 之第一端及該第三被動開關二極體 D_3 之負極皆與第四主動開關 S_4 之第二端及第四被動開關二極體 D_4 之正極相連接，而於該第四主動開關 S_4 之第一端及該第四被動開關二極體 D_4 之負極與該第二濾波電容器 C_2 之第一端則和廢棄電池二極體開關 D_A 之負極及待儲能電池二極體開關 D_B 之正極相連接，於該廢棄電池二極體開關 D_A 之正極與該第二濾波電容器 C_2 之第二端間連接有該廢棄蓄電池模組（3），於該待儲能電池二極體開關 D_B 之負極與該第二濾波電容器 C_2 之第二端間連接有該待儲能蓄電池模組（4），另設有微處理器（11），於該微處理器（11）連接有界面電路（12），且於該界面電路（12）連接有觸發電路（13），該觸發電路（13）對應該第一主動開關 S_1 、該第二主動開關 S_2 、該第三主動開關 S_3 、該第四主動開關 S_4 能分別產生觸發訊號 v_{gs1} 、 v_{gs2} 、 v_{gs3} 、 v_{gs4} ，以

分別用來控制該第一主動開關 s_1 、該第二主動開關 s_2 、該第三主動開關 s_3 、該第四主動開關 s_4 之開啟及關閉。

【0044】 該回收系統轉換器(1)主要是依照責任週期比來決定降壓模式或是升壓模式,當任務週期 $D < 0.5$ 時,該回收系統轉換器(1)操作在降壓模式;反之,當任務週期 $D > 0.5$ 時,該回收系統轉換器(1)操作在升壓模式。而微處理器(11)會依據該蓄電池模組(2)的電壓,自動地調整任務週期 D 所需要的操作區間,以能將該廢棄電池模組(3)中的剩餘能源儲存於該蓄電池模組(2),當該蓄電池模組(2)存飽電量時,再將該蓄電池模組(2)的電能釋放至該待儲能蓄電池模組(4)中,如此,就可將該廢棄電池模組(3)中的電能轉移至該待儲能蓄電池模組(4)中加以利用。

【0045】 該回收系統轉換器(1)之詳細動作如下,先假設:

【0046】 1.該第一主動開關 s_1 、該第二主動開關 s_2 、該第三主動開關 s_3 、該第四主動開關 s_4 、該第一被動開關二極體 D_1 、該第二被動開關二極體 D_2 、該第三被動開關二極體 D_3 、該第四被動開關二極體 D_4 、該廢棄電池二極體開關 D_a 、該待儲能電池二極體開關 D_b 皆視為理想,即開關之切換時間、截止電流、導通電阻、順向導通電壓與二極體反向恢復時間均忽略不計。

【0047】 2.該第一濾波電容器 C_1 、該第二濾波電容器 C_2 、該儲能電感 L ,皆視為理想無寄生電阻。

【0048】 3.該第一主動開關 s_1 、該第二主動開關 s_2 、該第三主動開關 s_3 、

該第四主動開關 s_4 之切換速度與切換頻率大於該第一濾波電容器 C_1 、該第二濾波電容器 C_2 之電壓及該儲能電感 L_r 電流之變化速度，因此在切換週期內可將輸入電流與輸出電壓視為常數。

【0049】 4.該回收系統轉換器（1）操作於連續電感電流模式。

【0050】 首先討論的該回收系統轉換器（1）操作模式是將該廢棄電池模組（3）中的剩餘能源儲存於該蓄電池模組（2）中，而該回收系統轉換器（1）之分析是依據功率電晶體 MOSFET 開關流過電流，在一個切換週期中同時會有兩顆功率電晶體同時導通，可將電路分為兩個工作模式各別討論之，請再一併參閱第二圖本發明之模式一、二時序圖所示：

【0051】 模式一 [$t_0 \leq t < t_1$] ：

【0052】 請再一併參閱第三圖本發明之模式一等效電路圖所示，在要進入一週期開始前，該第一濾波電容器 C_1 及該第二濾波電容器 C_2 上的初始電壓為分別為該蓄電池模組（2）與廢棄電池模組（3）端電壓，該第二主動開關 s_2 及該第四主動開關 s_4 皆為截止狀態，該第一被動開關二極體 D_1 及該第三被動開關二極體 D_3 為導通狀態。當 $t=t_1$ 時，該第二主動開關 s_2 及該第四主動開關 s_4 同時由截止狀態切換為導通狀態，此時該第一被動開關二極體 D_1 及該第三被動開關二極體 D_3 因為反向偏壓而進入截止狀態，該儲能電感 L_r 之電壓為正值，因此該儲能電感 L_r 上之電流 i_{L_r} 將會呈現線性上升，而該第一濾波電容器 C_1 上會跨一電壓，因此該蓄電池模組（2）將由該第一濾波電

容器 C_1 來提供能量，此模式就是一個升壓式模式。

【0053】 該模式一的物理電壓電流之關係方程式為：

$$\text{【0054】 } \frac{di_{Lr}(t)}{dt} = \frac{\Delta i_{Lr}}{\Delta t} = \frac{V_s}{L_r} \dots\dots\dots(1)$$

【0055】 由(1)式可計算該儲能電感 L_r 電流變化量 Δi_{Lr} 為

$$\text{【0056】 } (\Delta i_{Lr})_{on} = \frac{V_s}{L_r} DT \dots\dots\dots(2)$$

【0057】 該第一濾波電容器 C_1 與該蓄電池模組 (2) 所構成之迴路，可推導求得

$$\text{【0058】 } \frac{dV_c}{dt} = \frac{-V_c}{R_o C_1} \dots\dots\dots(3)$$

【0059】 其中，各元件上的值為 $v_{s4}(t)=0$ 、 $i_{s4}(t)=i_{Lr}$ 、 $v_{s2}(t)=0$ 、 $i_{s2}(t)=i_{Lr}$ 、 $v_{D3}(t)=V_s$ 、 $i_{D2}(t)=i_{D3}(t)=i_{D4}(t)=0$ 、 $v_{D1}(t)=V_o$ 、 $i_{D1}(t)=0$ 、 $i_{c1}(t)=I_s - I_o$ 。

【0060】 當該第二主動開關 s_2 及該第四主動開關 s_4 皆為截止時，該第一被動開關二極體 D_1 及該第三被動開關二極體 D_3 會由截止狀態進入導通狀態，此時進入模式二。

【0061】 模式二 [$t_1 \leq t < t_2$] ：

【0062】 請再一併參閱第四圖本發明之模式二等效電路圖所示，當模式二開始時，該第二主動開關 s_2 及該第四主動開關 s_4 從導通狀態進入截止狀態，此時該第一被動開關二極體 D_1 及該第三被動開關二極體 D_3 上會有電流而進入為導通狀態，該第一濾波電容器 C_1 電壓 v_{c1} 其值為 V_o ，而該儲能電感 L_r 電流 i_{Lr} 會將能量傳送至該蓄電池模組

(2) 上，因此該儲能電感 L_r 電壓為負值，該儲能電感 L_r 電流 i_{L_r} 呈現性下降，此模式為降壓式電路。

【0063】 該儲能電感 L_r 、第一被動開關二極體 D_1 、該第三被動開關二極體 D_3 與該第一濾波電容器 C_1 所構成之迴路，可求得方程式為：

$$\text{【0064】 } \frac{di_{L_r}(t)}{dt} = -\frac{V_o}{v_{L_r}} \dots\dots\dots(4)$$

【0065】 由(4)方程式可得該儲能電感 L_r 電流變化量 Δi_{L_r} 為：

$$\text{【0066】 } (\Delta i_{L_r})_{off} = -\frac{V_o}{L_r}(1-D)T \dots\dots\dots(5)$$

【0067】 可列出該第一濾波電容器 C_1 節點方程式為：

$$\text{【0068】 } i_{L_r} = i_{c1} + I_o \dots\dots\dots(6)$$

【0069】 其中，各元件上的值為 $v_{s4}(t) = V_s$ 、 $i_{s4}(t) = 0$ 、 $v_{s2}(t) = V_o$ 、 $i_{s2}(t) = 0$ 、 $v_{D3}(t) = 0$ 、 $i_{D4}(t) = i_{L_r}$ 、 $v_{D1}(t) = 0$ 、 $i_{D1}(t) = i_{L_r} - i_{s4}$ 、 $i_{c1}(t) = i_{D1} - I_o$

【0070】 當 $t = t_0 + T_s$ ，該第二主動開關 S_2 及該第四主動開關 S_4 由截止切換為導通時，模式二階段結束，重新進入模式一的階段。

【0071】 接著討論的該回收系統轉換器(1)操作模式是將該蓄電池模組(2)的電能釋放至該待儲能蓄電池模組(4)中。而該回收系統轉換器(1)之分析是依據功率電晶體 MOSFET 開關流過電流，在一個切換週期中同時會有兩顆功率電晶體同時導通，可將電路分為兩個工作模式各別討論之，請再一併參閱第五圖本發明之模式三、四時序圖所示：

【0072】 模式三 [$t_0 \leq t < t_1$] :

【0073】 請再一併參閱第六圖本發明之模式三等效電路圖所示，在要進入一週期開始前，該第一濾波電容器 C_1 及該第二濾波電容器 C_2 上的初始電壓分別為該蓄電池模組 (2) 與待儲能蓄電池模組 (4) 端電壓，該第一主動開關 S_1 及該第三主動開關 S_3 皆為截止狀態，該第二被動開關二極體 D_2 及該第四被動開關二極體 D_4 為導通狀態。當 $t = t_1$ 時，該第一主動開關 S_1 及該第三主動開關 S_3 同時由截止狀態切換為導通狀態，此時該第二被動開關二極體 D_2 及該第四被動開關二極體 D_4 因為反向偏壓而進入截止狀態，該儲能電感 L_r 之電壓為正值，因此該儲能電感 L_r 上之電流 i_{L_r} 將會呈現線性上升，而該第二濾波電容器 C_2 上會跨一電壓，因此該待儲能蓄電池模組 (4) 將由該第二濾波電容器 C_2 來提供能量，此模式就是一個升壓式模式。

【0074】 該模式三的物理電壓電流之關係方程式為：

$$\text{【0075】 } \frac{di_{L_r}(t)}{dt} = \frac{\Delta i_{L_r}}{\Delta t} = \frac{V_s}{L_r} \dots\dots\dots(7)$$

【0076】 由(7)式可計算該儲能電感 L_r 電流變化量 Δi_{L_r} 為

$$\text{【0077】 } (\Delta i_{L_r})_{on} = \frac{V_s}{L_r} DT \dots\dots\dots(8)$$

【0078】 該第二濾波電容器 C_2 與該待儲能蓄電池模組 (4) 所構成之迴路，可推導求得

$$\text{【0079】 } \frac{dV_c}{dt} = \frac{-V_c}{R_o C_2} \dots\dots\dots(9)$$

【0080】 其中，各元件上的值為 $v_{s1}(t)=0$ 、 $i_{s1}(t)=i_{Lr}$ 、 $v_{s3}(t)=0$ 、 $i_{s3}(t)=i_{Lr}$ 、
 $v_{D2}(t)=V_s$ 、 $i_{D1}(t)=i_{D2}(t)=i_{D3}(t)=0$ 、 $v_{D4}(t)=V_o$ 、 $i_{D4}(t)=0$ 、 $i_{c2}(t)=I_s-I_o$

【0081】 當該第一主動開關 s_1 及該第三主動開關 s_3 皆為截止時，該第二被動開關二極體 D_2 及該第四被動開關二極體 D_4 會由截止狀態進入導通狀態，此時進入模式四。

【0082】 模式四 [$t_1 \leq t < t_2$] ：

【0083】 請再一併參閱第七圖本發明之模式四等效電路圖所示，當進入模式四時，該第一主動開關 s_1 及該第三主動開關 s_3 由導通狀態進入截止狀態，此時該第二被動開關二極體 D_2 及該第四被動開關二極體 D_4 上會有電流而進入為導通狀態，該第二濾波電容器 C_2 電壓 v_{c2} 其值為 V_o ，而該儲能電感 L_r 電流 i_{Lr} 會將能量傳送至該待儲能蓄電池模組（4）上，因此該儲能電感 L_r 電壓為負值，該儲能電感 L_r 電流 i_{Lr} 呈現性下降，此模式為降壓式電路。

【0084】 該儲能電感 L_r 、該第二被動開關二極體 D_2 、該第四被動開關二極體 D_4 與該第二濾波電容器 C_2 所構成之迴路，可求得方程式為：

$$\text{【0085】 } \frac{di_{Lr}(t)}{dt} = -\frac{V_o}{v_{Lr}} \dots\dots\dots (10)$$

【0086】 由(10)方程式可得該儲能電感 L_r 電流變化量 Δi_{Lr} 為：

$$\text{【0087】 } (\Delta i_{Lr})_{off} = -\frac{V_o}{L_r} (1-D)T \dots\dots\dots (11)$$

【0088】 可列出該第二濾波電容器 C_2 節點方程式為：

$$\text{【0089】 } i_{Lr} = i_{c2} + I_o \dots\dots\dots(12)$$

【0090】 其中，各元件上的值為 $v_{s1}(t) = V_s$ 、 $i_{s1}(t) = 0$ 、 $v_{s3}(t) = V_o$ 、 $i_{s3}(t) = 0$ 、
 $v_{D2}(t) = 0$ 、 $i_{D1}(t) = i_{Lr}$ 、 $v_{D4}(t) = 0$ 、 $i_{D4}(t) = i_{Lr} - i_{s1}$ 、 $i_{c2}(t) = i_{D4} - I_o$

【0091】 當 $t = t_0 + T_s$ ，該第一主動開關 s_1 及該第三主動開關 s_3 由截止狀況切換為導通狀態時，模式四階段結束，重新進入模式三的階段。

【0092】 而該回收系統轉換器（1）經實際硬體電路測試，將其切換頻率操作於 70kHz 下，使其電路工作在電感性負載連續導通模式狀態。

【0093】 當由該廢棄電池模組（3）將電能傳輸至該蓄電池模組（2）時，輸入蓄電池額定電壓為 48V，而實際電壓為 52.8V，輸出蓄電池額定電壓為 120V，而實際電壓為 122.4V，請再一併參閱第八圖本發明之第一主動開關 s_1 訊號 v_{gs1} 端與第三主動開關 s_3 訊號 v_{gs3} 端實測波形圖所示，其係為該第一主動開關 s_1 及該第三主動開關 s_3 的驅動訊號波形，主要提供方波給該第一主動開關 s_1 及該第三主動開關 s_3 進行 ON 與 OFF 動作。請再一併參閱第九圖本發明之第一主動開關 s_1 訊號 v_{gs1} 端與 v_{ds1} 端實測波形圖、第十圖本發明之第三主動開關 s_3 訊號 v_{gs3} 端與 v_{ds3} 端實測波形圖及第十一圖本發明之第一主動開關 s_1 訊號 v_{ds1} 端與電流 i_{s1} 實測波形圖所示，當開關為零，則輸入電流流過開關開始對該儲能電感 L_r 充電，當開關上等於輸入電壓，則無電流通過，因此停止對該儲能電感 L_r 提供能量。請再一併參閱第十二圖本

發明之儲能電感 L_r 電壓 V_{Lr} 與電流 i_{Lr} 波形實測波形圖所示，當該儲能電感 L_r 的電壓 V_{Lr} 為正時，該儲能電感 L_r 的電流 i_{Lr} 上升，該儲能電感 L_r 的電壓 V_{Lr} 為負時，該儲能電感 L_r 的電流 i_{Lr} 下降。請再一併參閱第十三圖本發明之第三主動開關 S_3 訊號 V_{ds3} 端與電流 i_{s3} 實測波形圖、第十四圖本發明之第四被動開關二極體 D_4 電壓 V_{D4} 與電流 i_{D4} 波形圖、第十五圖本發明之第二被動開關二極體 D_2 電壓 V_{D2} 與電流 i_{D2} 波形圖所示，當二極體電壓為負的輸出電壓時，則電流無法流入二極體，而當二極體電壓為零時，進入導通狀態，電流開始流經二極體。請再一併參閱第十六圖本發明之輸入電壓與輸入電流波形圖及第十七圖本發明之輸出電壓與輸出電流波形圖所示，輸入電壓為 $52.8V$ ，輸入電流為 $4.91A$ ，輸入功率為 $259.2W$ ，輸出電壓為 $128V$ ，輸出電流為 $1.76A$ ，輸出功率為 $225.28W$ ，故效率為 86.91% 。

【0094】 當由該蓄電池模組 (2) 將電能傳輸至該待儲能蓄電池模組 (4) 時，請再一併參閱第十八圖本發明之第二主動開關 S_2 訊號 v_{gs2} 端與第四主動開關 S_4 訊號 v_{gs4} 端實測波形圖所示，其係為該第二主動開關 S_2 及該第四主動開關 S_4 的驅動訊號波形，主要提供方波給該第二主動開關 S_2 及該第四主動開關 S_4 進行 ON 與 OFF 動作。請再一併參閱第十九圖本發明之第四主動開關 S_4 訊號 v_{gs4} 端與 v_{ds4} 端實測波形圖、第二十圖本發明之第二主動開關 S_2 訊號 v_{gs2} 端與 v_{ds2} 端實測波形圖及第二十一圖本發明之第四主動開關 S_4 訊號 v_{ds4} 端與電流 i_{s4} 實測波形圖所示，當開關為零，則輸入電流流過開關開始對該儲能電感 L_r 充電，當開關上等於輸入電壓，則無電流通過，因此停止對該

儲能電感 L_r 提供能量。請再一併參閱第二十二圖本發明之儲能電感 L_r 電壓 V_{Lr} 與電流 i_{Lr} 波形實測波形圖所示，當該儲能電感 L_r 的電壓 V_{Lr} 為正時，該儲能電感 L_r 的電流 i_{Lr} 上升，該儲能電感 L_r 的電壓 V_{Lr} 為負時，該儲能電感 L_r 的電流 i_{Lr} 下降。請再一併參閱第二十三圖本發明之第二主動開關 s_2 訊號 V_{ds2} 端與電流 i_{s2} 實測波形圖、第二十四圖本發明之第一被動開關二極體 D_1 電壓 V_{D1} 與電流 i_{D1} 波形圖、第二十五圖本發明之第三被動開關二極體 D_3 電壓 V_{D3} 與電流 i_{D3} 波形圖所示，當二極體電壓為負的輸出電壓時，則電流無法流入二極體，而當二極體電壓為零時，進入導通狀態，電流開始流經二級體。請再一併參閱第二十六圖本發明之輸入電壓與輸入電流波形圖及第二十七圖本發明之輸出電壓與輸出電流波形圖所示，輸入電壓為 $52.5V$ ，輸入電流為 $4.91A$ ，輸入功率為 $257W$ ，輸出電壓為 $126V$ ，輸出電流為 $1.76A$ ，輸出功率為 $221W$ ，故效率為 86.28% 。

【0095】 藉由以上所述，本發明之使用實施說明可知，本發明與現有技術手段相較之下，本發明主要係不僅能有效回收廢棄電池之電能，達到節能減碳的要求，且具有體積縮小、重量減輕以及低成本的優點，能減少開關上的切換損失，和高耐壓大電流應力之問題，而在其整體施行使用上更增實用功效特性者。

【0096】 然而前述之實施例或圖式並非限定本發明之產品結構或使用方式，任何所屬技術領域中具有通常知識者之適當變化或修飾，皆應視為不脫離本發明之專利範疇。

【0097】 綜上所述，本發明實施例確能達到所預期之使用功效，又其所揭露之具體構造，不僅未曾見諸於同類產品中，亦未曾公開於申請前，誠已完全符合專利法之規定與要求，爰依法提出發明專利之申請，懇請惠予審查，並賜准專利，則實感德便。

【符號說明】

【0098】 (1) 回收系統轉換器

【0099】 C_1 第一濾波電容器

【0100】 C_2 第二濾波電容器

【0101】 s_1 第一主動開關

【0102】 s_2 第二主動開關

【0103】 s_3 第三主動開關

【0104】 s_4 第四主動開關

【0105】 D_1 第一被動開關二極體

【0106】 D_2 第二被動開關二極體

【0107】 D_3 第三被動開關二極體

【0108】 D_4 第四被動開關二極體

【0109】 L_r 儲能電感

【0110】 D_A 廢棄電池二極體開關

- 【0111】 D_B 待儲能電池二極體開關
- 【0112】 (1 1) 微處理器
- 【0113】 (1 2) 界面電路
- 【0114】 (1 3) 觸發電路
- 【0115】 (2) 蓄電池模組
- 【0116】 (3) 廢棄蓄電池模組
- 【0117】 (4) 待儲能蓄電池模組