

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96142430

※ 申請日期：96.11.16

※ IPC 分類：H02H7/18 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

鋰電池預警保護裝置及其方法 /

ALARM PROTECTED APPARATUS FOR LITHIUM-ION BATTERY
AND METHOD THEREOF

二、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 加百裕工業股份有限公司

2. 英屬維京群島商先進智慧工業有限公司 /

Advance Smart Industrial Limited

代表人：(中文/英文)

1. 黃世明

2. 黃世明 / Shih-Ming Huang

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 桃園縣龍潭鄉工五路 128 號

2. 英屬維京群島托土拉島羅德城濱海法人組織中心郵政信箱 957 號 /

P.O. Box 957, Offshore Incorporations Centre, Road Town, Tortola,
British Virgin Islands

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國

2. 英屬維京群島 / British Virgin Islands

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

奧藤忠司

國 籍：(中文/英文)

日本

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

奧藤忠司

國 籍：(中文/英文)

日本

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種鋰電池預警保護裝置及其方法，尤指一種藉由硬體電路與軟體程式配合運作，以提供鋰電池預警保護的裝置及方法。

【先前技術】

鋰電池因為材質特性的限制，其充電電壓一般不得超過 4.2V/cell，否則使用壽命將大為減少，同時，若是充電電壓超過太多，鋰電池會有燃燒或爆炸的危險性存在。另外，鋰電池的放電電壓一般不得低於 2.7V/cell，否則將無法回復充電。

因此，鋰電池組在應用上通常會加裝傳統保護裝置，以提供鋰電池組的保護。請參考第一圖，為傳統保護裝置的電路方塊示意圖。傳統保護裝置 1 係由一熱敏器 10、一熱熔保險絲 11、一充電控制開關 12、一放電控制開關 13、一短路保護器 14 及一中央微處理器 15。其中，熱敏器 10 用來偵測鋰電池組 2 在充/放電時所產生的異常溫度。熱熔保險絲 11 則是在過熱時斷路，以避免高溫損壞鋰電池組 2。中央微處理器 15 控制切換充電控制開關 12 與放電控制開關 13，用以對鋰電池組 2 進行充電或放電作業。短路保護器 14 則提供產生短路現象時之電路保護作用。

復配合第一圖，請參考第二圖，為傳統鋰電池的充電電壓分配示意圖。當充電器 5a 對鋰電池組 2 充電時，充電中的每個電池單體 21、22、23 會受到不同內阻值的影響，而造成每個電池單體 21、22、23 之端電壓分壓不一致的現

象。此時，傳統保護裝置 1 將會針對最先達到上限電壓值的電池單體做出保護，進而對整體的鋰電池組 2 停止充電，而讓其他未達上限電壓值的電池單體無法充電飽和。如第二圖所示，電池單體 21 的電壓值 V_1 為 4.35V，電池單體 22 的電壓值 V_2 為 4.15V，電池單體 23 的電壓值 V_3 為 4.1V，而充電器 5a 提供的充電電壓 V_t 為 12.6V。

另外，鋰電池組 2 在放電時的情況正好與充電相反，傳統保護裝置 1 將會針對最先達到下限電壓值的電池單體做出保護，進而對整體的鋰電池組 2 停止充電，而讓其他未達下限電壓值的電池單體無法完全放電。

如此，使用傳統保護裝置 1 作為鋰電池組 2 的保護時，將會產生週而復始的累積干擾效應，使得鋰電池組 2 在充電時，某些電池單體發生充電電壓過大的情形，而導致燒毀或爆炸，或者，在放電時，某些電池單體發生放電電壓過低的情形，而導致其容量無法回復及無法再充電。

【發明內容】

有鑑於此，本發明提供一種鋰電池預警保護裝置及其方法，係利用硬體電路與軟體程式配合運作，以避免鋰電池組於充電過程中因累積干擾效應所造成的燒燬或爆炸等傷害發生。

本發明的鋰電池預警保護裝置適用於一具有數個串聯電池單體的鋰電池組，其包括有一電壓平衡控制器、一保護元件及一微處理器。其中，電壓平衡控制器連接鋰電池組，用以檢知每一電池單體的端電壓，以及平衡每一電池單體的端電壓。保護元件串接於鋰電池組。微處理器連接於電壓平衡控制器與保護元件，該微處理器接收每一電

池單體的端電壓，以及計算出最大端電壓與最小端電壓的一充電電壓差，同時，該微處理器根據充電電壓差與複數電壓差臨界值的比較結果，用以控制電壓平衡控制器動作、產生一警報信號或控制該保護元件動作。

本發明的鋰電池預警保護方法適用於一具有數個串聯電池單體的鋰電池組，其步驟包括有：a. 首先，判斷鋰電池組中，電池單體之最大端電壓與最小端電壓的充電電壓差是否大於一第一電壓差臨界值，若是大於第一電壓差臨界值，則進行電池單體之端電壓的平衡修正，相反的，則維持鋰電池組正常的充電。接著，b. 於電池單體之端電壓的平衡修正後，再一次判斷鋰電池組中，電池單體之最大端電壓與最小端電壓的充電電壓差是否大於一第二電壓差臨界值，若是大於第二電壓差臨界值，則提供一警報信號的輸出，相反的，則進行電池單體之端電壓的平衡修正。c. 最後，判斷鋰電池組中，電池單體之最大端電壓與最小端電壓的充電電壓差是否大於一第三電壓差臨界值，若是大於第三電壓差臨界值，則切斷鋰電池組的充電迴路，相反的，則回到步驟 a。

本發明提供的鋰電池預警保護裝置及其方法，係利用微處理器接收任一電池單體的端電壓，以及計算出最大端電壓與最小端電壓的一充電電壓差。再者，微處理器根據充電電壓差控制電壓平衡控制器動作以平衡修正電池單體之端電壓、或產生警報信號、亦或控制保護元件動作以切斷鋰電池組的充電迴路。如此，本發明係可避免鋰電池組於充電過程中因累積干擾效應所造成的燒燬或爆炸等傷害發生。

以上的概述與接下來的詳細說明皆為示範性質，是為了進一步說明本發明的申請專利範圍。而有關於本發明的其他目的與優點，將在後續的說明與圖示加以闡述。

【實施方式】

請參考第三圖，為本發明的鋰電池預警保護裝置之電路方塊示意圖。鋰電池預警保護裝置 3 適用於一具有數個串聯電池單體 41、42、43 的鋰電池組 4，其中，鋰電池預警保護裝置 3 包括有一電壓平衡控制器 30、一保護元件 32、一過充電保護開關 Q1、一過放電保護開關 Q2、一保護開關 Q3 及一微處理器 34。

其中，保護元件 32、過充電保護開關 Q1 及過放電保護開關 Q2 與鋰電池組 4 形成串聯連接，且在正常使用中，充電器 5 經由保護元件 32、過充電保護開關 Q1 及過放電保護開關 Q2 對鋰電池組 4 進行充電，另外，鋰電池組 4 也會經由保護元件 32、過充電保護開關 Q1 及過放電保護開關 Q2 而對負載 6 進行放電。同時，過充電保護開關 Q1 於鋰電池組 4 過度充電的情況下進入截止 (turn off)，用以達到鋰電池組 4 過度充電的保護要求，以及，過放電保護開關 Q2 於鋰電池組 4 過度放電的情況下進入截止 (turn off)，用以達到鋰電池組 4 過度放電的保護要求。

復參考第三圖，電壓平衡控制器 30 連接鋰電池組 4、過充電保護開關 Q1 及過放電保護開關 Q2，電壓平衡控制器 30 係動態檢測鋰電池組 4 中每一電池單體 41、42、43 的端電壓，以及控制每一電池單體 41、42、43 端電壓的平衡。其中，當電池單體 41、42、43 之一的端電壓過大時，電壓平衡控制器 30 即驅動過充電保護開關 Q1 進入截止

(turn off)，達到鋰電池組 4 過度充電的保護要求。另外，當電池單體 41、42、43 之一的端電壓過低時，電壓平衡控制器 30 即驅動過放電保護開關 Q2 進入截止 (turn off)，達到鋰電池組 4 過度放電的保護要求。

復參考第三圖，微處理器 34 連接於電壓平衡控制器 30 與保護開關 Q3，同時，微處理器 34 預設有一第一電壓差臨界值 V_{th1} 、一第二電壓差臨界值 V_{th2} 、一第三電壓差臨界值 V_{th3} 及一電壓臨界值 V_{th} 。該微處理器 34 從電壓平衡控制器 30 動態接收每一電池單體 41、42、43 的端電壓，並且判斷每一電池單體 41、42、43 的端電壓是否超過所預設的電壓臨界值 V_{th} 。若是沒有超過，則電池單體 41、42、43 繼續接受充電器 5 充電。若是任一電池單體 41、42、43 的端電壓超過所預設的電壓臨界值 V_{th} ，則微處理器 34 開始計算電池單體 41、42、43 中的最大端電壓 V_{max} 與最小端電壓 V_{min} 的一充電電壓差 ΔV 。

復參考第三圖，微處理器 34 計算出充電電壓差 ΔV 後，即比較運算該充電電壓差 ΔV 與第一電壓差臨界值 V_{th1} ，經比較結果，若是充電電壓差 ΔV 小於第一電壓差臨界值 V_{th1} ，則充電電路對鋰電池組 4 正常充電。相反的，經比較結果，若是充電電壓差 ΔV 大於第一電壓差臨界值 V_{th1} ，則微處理器 34 控制電壓平衡控制器 30 動作，用以平衡修正每一電池單體 41、42、43 的端電壓，使其達到平衡的要求。

在前述電壓平衡控制器 30 動作後，微處理器 34 會再次動態接收每一電池單體 41、42、43 的端電壓，並且算出充電電壓差 ΔV ，接著比較運算充電電壓差 ΔV 與第二電壓

差臨界值 V_{th2} ，經比較結果，若是充電電壓差 ΔV 小於第二電壓差臨界值 V_{th2} ，則微處理器 34 再次控制電壓平衡控制器 30 動作，用以平衡修正每一電池單體 41、42、43 的端電壓，使其達到平衡的要求。相反的，經比較結果，若是充電電壓差 ΔV 大於第二電壓差臨界值 V_{th2} ，則微處理器 34 產生一警報信號 S1 輸出，以警告使用者鋰電池組 4 已經瀕臨危險狀態。

在微處理器 34 產生警報信號 S1 輸出的同時，微處理器 34 再次動態接收每一電池單體 41、42、43 的端電壓，並且算出充電電壓差 ΔV ，接著比較運算充電電壓差 ΔV 與第三電壓差臨界值 V_{th3} ，經比較結果，若是充電電壓差 ΔV 小於第三電壓差臨界值 V_{th3} ，則微處理器 34 重新再次比較運算充電電壓差 ΔV 與第一電壓差臨界值 V_{th1} 。相反的，經比較結果，若是充電電壓差 ΔV 大於第三電壓差臨界值 V_{th3} ，則微處理器 34 即控制保護開關 Q3 導通 (turn on)，用以燒斷保護元件 32，以達到鋰電池組 4 的保護，此保護元件 32 可為一保險絲。

復參考第三圖，鋰電池預警保護裝置 3 進一步包括一溫度檢知器 33，溫度檢知器 33 連接於微處理器 34，並被設置在鋰電池組 4 的周邊環境，用以檢知鋰電池組 4 的周邊溫度，並且將溫度資料送至微處理器 34，以提供微處理器 34 對鋰電池組 4 進行溫度異常的保護。另外，鋰電池預警保護裝置 3 進一步包括一電阻 R2，電阻 R2 連接微處理器 34。電阻 R2 依據不同廠商電池之差異，提供第一電壓差臨界值 V_{th1} 、第二電壓差臨界值 V_{th2} 及第三電壓差臨界值 V_{th3} 的調整。另外，鋰電池預警保護裝置 3 進一步包

若是任一電池之端電壓大於臨界電壓值 V_{th} ，則本發明的鋰電池預警保護方法開始操作。

首先，判斷鋰電池組 4 中，電池單體之最大端電壓 V_{max} 與最小端電壓 V_{min} 的充電電壓差 ΔV 是否大於第一電壓差臨界值 V_{th1} (S12)，若是充電電壓差 ΔV 大於第一電壓差臨界值 V_{th1} ，則進行每一電池單體 41、42、43 端電壓的平衡修正 (S14)，若不是，鋰電池組 4 維持正常充電動作 (S10)。接著，判斷鋰電池組 4 中，電池單體之最大端電壓 V_{max} 與最小端電壓 V_{min} 的充電電壓差 ΔV 是否大於第二電壓差臨界值 V_{th2} ，若是充電電壓差 ΔV 大於第二電壓差臨界值 V_{th2} ，則提供安全警報 (S18)，若不是，則進行每一電池單體 41、42、43 之端電壓的平衡修正 (S14)。

在提供安全警報步驟 (S18) 之前，會先計算充電電壓差 ΔV 大於第二電壓差臨界值 V_{th2} 的次數 (S16)。然後，判斷次數是否超過一臨界次數 T (17)，其中，若是次數不超過臨界次數 T ，則進行每一電池單體 41、42、43 之端電壓的平衡修正 (S14)，若是次數超過臨界次數 T ，則提供安全警報 (S18)。

同時，步驟 (S17) 後，接下來判斷鋰電池組 4 中，電池單體之最大端電壓 V_{max} 與最小端電壓 V_{min} 的充電電壓差 ΔV 是否大於第三電壓差臨界值 V_{th3} (S19)。若是充電電壓差 ΔV 大於第三電壓差臨界值 V_{th3} ，則切斷鋰電池組 4 的充電迴路 (S20)，以對其進行預警保護。若不是，則重新回到步驟 (S12)，再一次的判斷充電電壓差 ΔV 是否大於第一電壓差臨界值 V_{th1} 。

綜上所述，本發明提供的鋰電池預警保護裝置及其方

法，係利用微處理器接收每一電池單體的端電壓，並且計算出電池單體中最大端電壓與最小端電壓的充電電壓差。進而，微處理器根據該充電電壓差與內部電壓差臨界值的比較運算，用以平衡修正電池單體之端電壓、或產生警報信號、亦或切斷鋰電池組的充電迴路。如此，本發明係可避免鋰電池組於充電過程中因累積干擾效應所造成的燒燬或爆炸等傷害發生，進而有效改善傳統保護裝置的缺點。

按，以上所述，僅為本發明最佳之具體實施例，惟本發明之特徵並不侷限於此，任何熟悉該項技藝者在本發明之領域內，可輕易思及之變化或修飾，皆可涵蓋在以下本案之專利範圍。

【圖式簡單說明】

第一圖為傳統保護裝置的電路方塊示意圖；

第二圖為傳統鋰電池的充電電壓分配示意圖；

第三圖為本發明的鋰電池預警保護裝置之電路方塊示意圖；及

第四圖為本發明操作流程示意圖。

【主要元件符號說明】

習知：

傳統保護裝置 1

熱敏器 10

熱熔保險絲 11

充電控制開關 12

放電控制開關 13

短路保護器 14

中央微處理器 15

鋰電池組 2

電池單體 21、22、23

充電器 5a

本發明：

鋰電池預警保護裝置 3

電壓平衡控制器 30

保護元件 32

溫度檢知器 33

微處理器 34

鋰電池組 4

電池單體 41、42、43

充電器 5

負載 6

過充電保護開關 Q1

過放電保護開關 Q2

保護開關 Q3

負載偵測電阻 R1

電阻 R2

警報信號 S1

五、中文發明摘要：

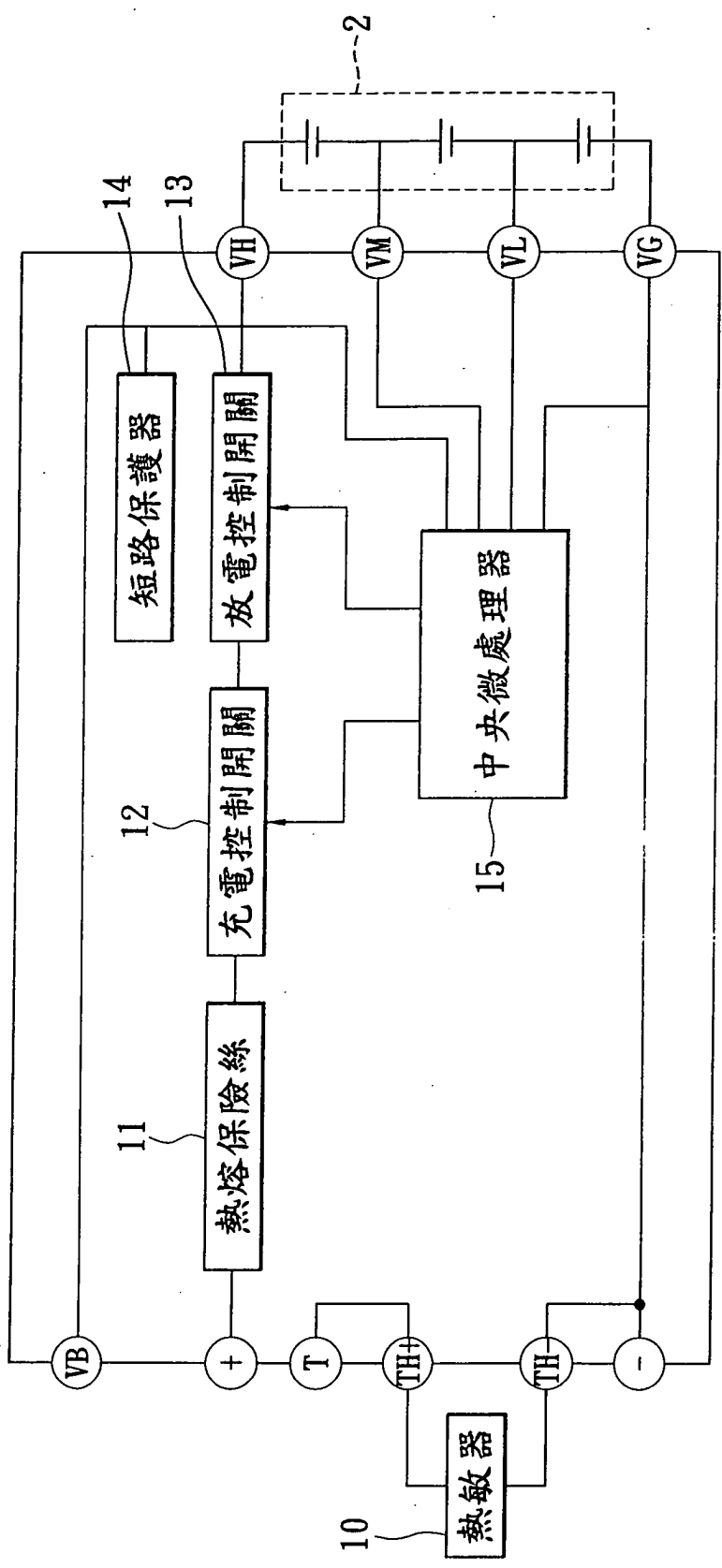
一種鋰電池預警保護裝置及其方法，係適用於一具有數個串聯電池單體的鋰電池組。其中，預警保護裝置包括有一電壓平衡控制器，用以檢知每一電池單體的端電壓，以及平衡修正每一電池單體的端電壓；一保護元件與鋰電池組串接。微處理器連接於電壓平衡控制器與保護元件，係接收每一電池單體的端電壓，以及計算出最大端電壓與最小端電壓的充電電壓差，並且，根據充電電壓差與內部複數電壓差臨界值的比較結果，用以平衡修正電池單體之端電壓、產生警報信號、或切斷鋰電池組的充電迴路。

六、英文發明摘要：

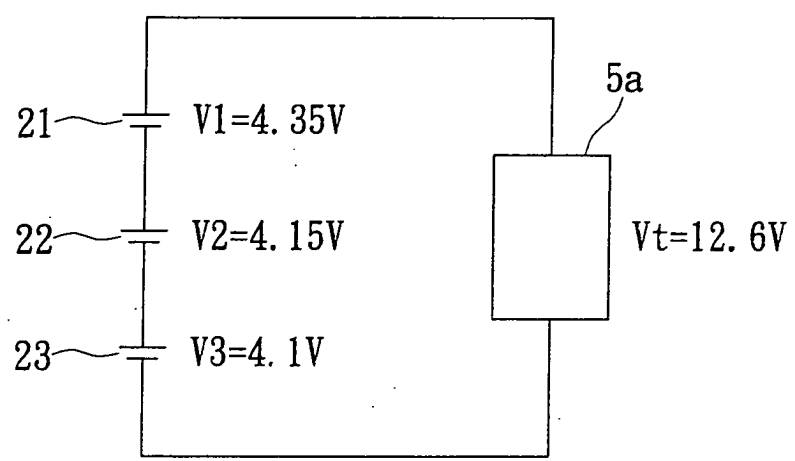
An alarm protected apparatus and method thereof are used to protect a lithium-ion battery with a plurality of series cells. Moreover, the alarm protected apparatus includes a voltage balance controller for detecting the terminal voltage of each cell and correcting the terminal voltage of each cell averagely. A protected unit and the lithium-ion battery are connected in series. A microprocessor connects to the voltage balance controller and the protected unit for receiving the terminal voltage of each cell and figuring out a voltage difference between the maximum terminal voltage and the minimum

of terminal voltage of the series cells. According to the compared result of the voltage difference and a plurality of critical voltages, the microprocessor is used to correct the terminal voltage of each cell averagely, generate an alarm signal or stop charging to the lithium-ion battery.

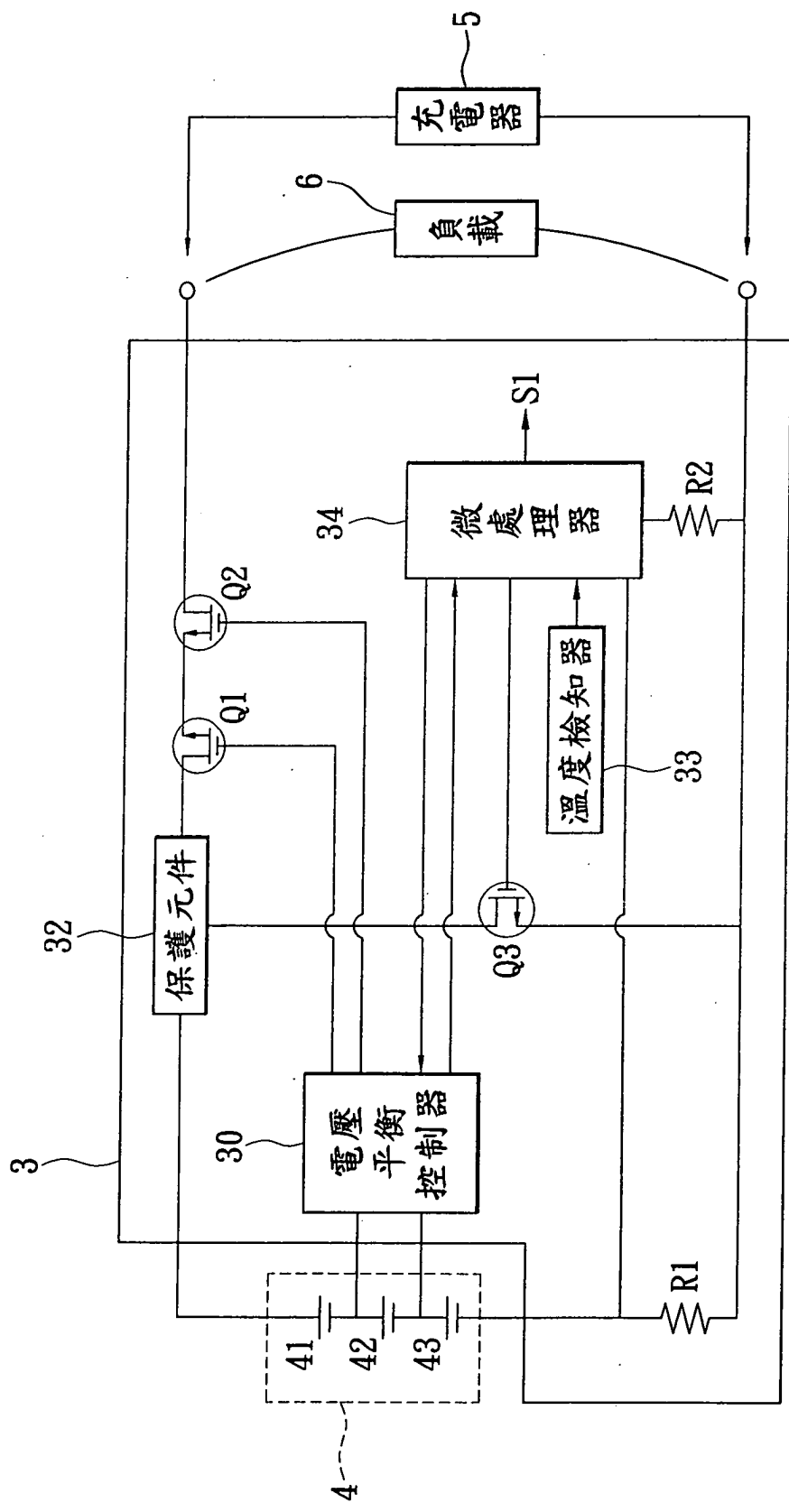
十一、圖式：



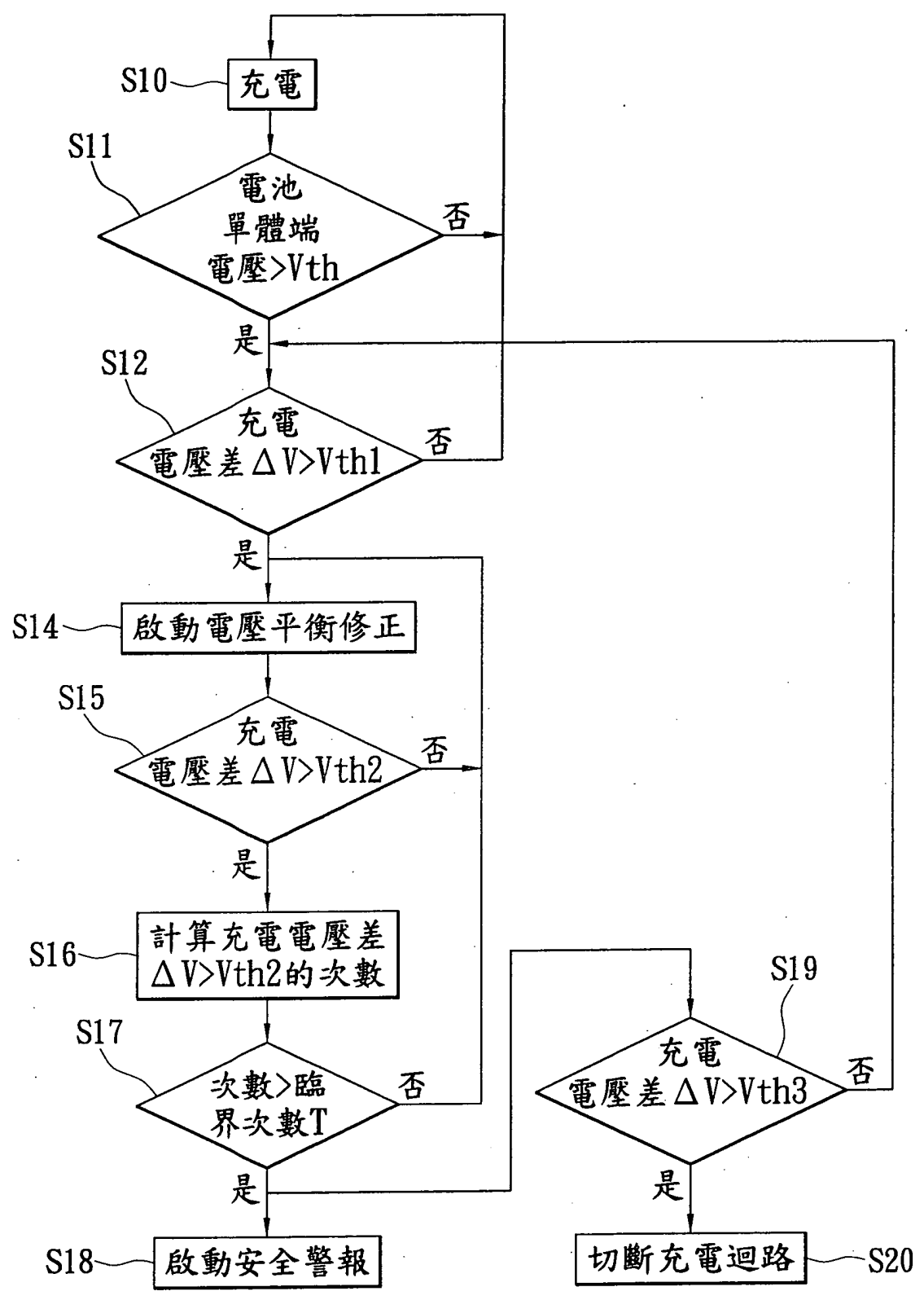
第一圖
(習知技術)



第二圖
(習知技術)



第三圖



第四圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 三 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

鋰電池預警保護裝置 3

電壓平衡控制器 30

保護元件 32

溫度檢知器 33

微處理器 34

鋰電池組 4

電池單體 41、42、43

充電器 5

負載 6

過充電保護開關 Q1

過放電保護開關 Q2

保護開關 Q3

負載偵測電阻 R1

電阻 R2

警報信號 S1

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

括一負載偵測電阻 R1，負載偵測電阻 R1 串聯連接於鋰電池組 4，係偵測流過鋰電池組 4 的電流大小，並將偵測結果送至微處理器 34，以提供微處理器 34 對鋰電池組 4 進行過電流的保護。

復參考第三圖，鋰電池預警保護裝置 3 中的微處理器 34 係透過電壓平衡控制器 30 取得鋰電池組 4 中任一電池單體 41、42、43 的端電壓，並於每一電池單體 41、42、43 的端電壓超過臨界電壓值 V_{th} 後，開始進行鋰電池組 4 的預警保護操作。在預警保護操作中，微處理器 34 算出每一電池單體 41、42、43 中的最大端電壓 V_{max} 與最小端電壓 V_{min} 的充電電壓差 ΔV ，然後，充電電壓差 ΔV 依序比較第一電壓差臨界值 V_{th1} 、第二電壓差臨界值 V_{th2} 及第三電壓差臨界值 V_{th3} 。其中，當充電電壓差 ΔV 大於第一電壓差臨界值 V_{th1} 時，微處理器 34 控制電壓平衡控制器 30 動作，用以平衡修正每一電池單體 41、42、43 的端電壓。經平衡修正後，若是充電電壓差 ΔV 大於第二電壓差臨界值 V_{th2} ，則微處理器 34 提供警報信號 S1 給電腦主機（未標示）。同時，若是充電電壓差 ΔV 大於第三電壓差臨界值 V_{th3} ，則微處理器 34 控制切斷鋰電池組 4 的充電迴路，以對其進行預警保護。

配合第三圖，參考第四圖，為本發明操作流程示意圖。如第四圖所示，鋰電池組 4 開始處於正常充電狀況（S10），此時鋰電池組 4 中的電池單體 41、42、43 開始建立電壓。接著，進行電池單體 41、42、43 端電壓大小的判斷（S11），此時，若是端電壓小於臨界電壓值 V_{th} ，則電池單體 41、42、43 繼續進行正常充電以建立電壓，相反的，

十、申請專利範圍：

1.一種鋰電池預警保護裝置，適用於一具有數個串聯電池單體的鋰電池組，包括有：

一電壓平衡控制器，連接該鋰電池組，該電壓平衡控制器用以檢知每一電池單體的端電壓，以及平衡每一電池單體的端電壓；

一保護元件，串接於該鋰電池組；及

一微處理器，連接於該電壓平衡控制器與該保護元件，該微處理器接收每一電池單體的端電壓，以及計算出最大端電壓與最小端電壓的一充電電壓差，該微處理器根據該充電電壓差與一第一電壓差臨界值、一第二電壓差臨界值及一第三電壓差臨界值的比較結果，用以控制該電壓平衡控制器動作、產生一警報信號或控制該保護元件動作；

其中當該充電電壓差大於該第一電壓差臨界值時，該微處理器控制該電壓平衡控制器動作，以平衡每一電池單體的端電壓；當該充電電壓差大於該第二電壓差臨界值時，該微處理器輸出該警報信號；當該充電電壓差大於該第三電壓差臨界值時，該微處理器控制該保護元件動作。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池預警保護裝置，進一步包括一保護開關，該保護開關連接於該微處理器與該保護元件，其中該微處理器控制該保護開關用以驅動該保護元件動作。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之鋰電池預警保護裝置，其

中該保護元件為一保險絲。

- 4.如申請專利範圍第 2 項所述之鋰電池預警保護裝置，其中進一步包括一過充電保護開關，該過充電保護開關串接於該鋰電池組，並且受控於該電壓平衡控制器，用以提供該鋰電池組過度充電的保護。
- 5.如申請專利範圍第 4 項所述之鋰電池預警保護裝置，其中進一步包括一過放電保護開關，該過放電保護開關串接於該鋰電池組，並且受控於該電壓平衡控制器，用以提供該鋰電池組過度放電的保護。
- 6.如申請專利範圍第 2 項所述之鋰電池預警保護裝置，其中該微處理器透過一溫度檢知器，用以檢知該鋰電池組的周邊溫度，並且提供該鋰電池組溫度異常的保護。
- 7.如申請專利範圍第 2 項所述之鋰電池預警保護裝置，進一步包括一電阻，該電阻連接該微處理器，係提供該第一電壓差臨界值、該第二電壓差臨界值及該第三電壓差臨界值的調整。
- 8.如申請專利範圍第 2 項所述之鋰電池預警保護裝置，其中該微處理器透過一負載偵測電阻偵測鋰電池組的電流，並且提供鋰電池組過電流的保護。
- 9.一種鋰電池預警保護方法，適用於一具有數個串聯電池單體的鋰電池組，包括有：
 - a.判斷每一電池單體之端電壓是否大於一電壓臨界值；
 - b.若步驟 a 之判斷結果為是，則偵測該些電池單體之最大端電壓與最小端電壓的一充電電壓差；

- c. 若步驟 a 之判斷結果為否，則繼續對每一電池單體進行充電；
 - d. 判斷該充電電壓差是否大於一第一電壓差臨界值，若是，則進行每一電池單體之端電壓的平衡修正；
 - e. 判斷該充電電壓差是否大於一第二電壓差臨界值，若是，則提供安全警報；及
 - f. 判斷該充電電壓差是否大於一第三電壓差臨界值，若是，則切斷鋰電池組的充電迴路。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之鋰電池預警保護方法，在步驟 d 中，若該充電電壓差不是大於該第一電壓差臨界值，則每一電池單體維持充電動作。
11. 如申請專利範圍第 9 項所述之鋰電池預警保護方法，在步驟 e 中，若該充電電壓差不是大於該第二電壓差臨界值，則繼續進行每一電池單體之端電壓的平衡修正。
12. 如申請專利範圍第 9 項所述之鋰電池預警保護方法，在步驟 e 後，進一步包括計數該充電電壓差大於該第二電壓差臨界值的次數。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之鋰電池預警保護方法，在計數該充電電壓差大於該第二電壓差臨界值的次數步驟後，進一步包括一判斷該次數是否超過一臨界次數的步驟，其中，若不超過，則進行每一電池單體之端電壓的平衡修正，若是超過，則提供安全警報。
14. 如申請專利範圍第 9 項所述之鋰電池預警保護方法，在步驟 f 中，若充電電壓差不是大於該第三電壓差臨界值，則進行步驟 d。