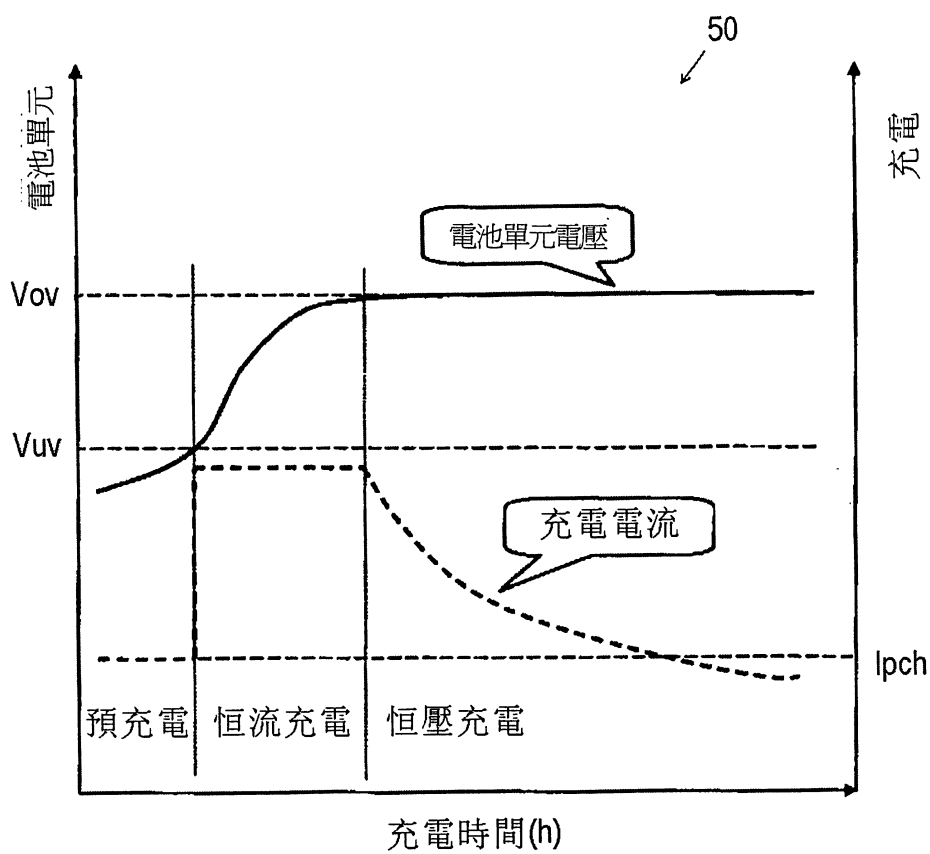
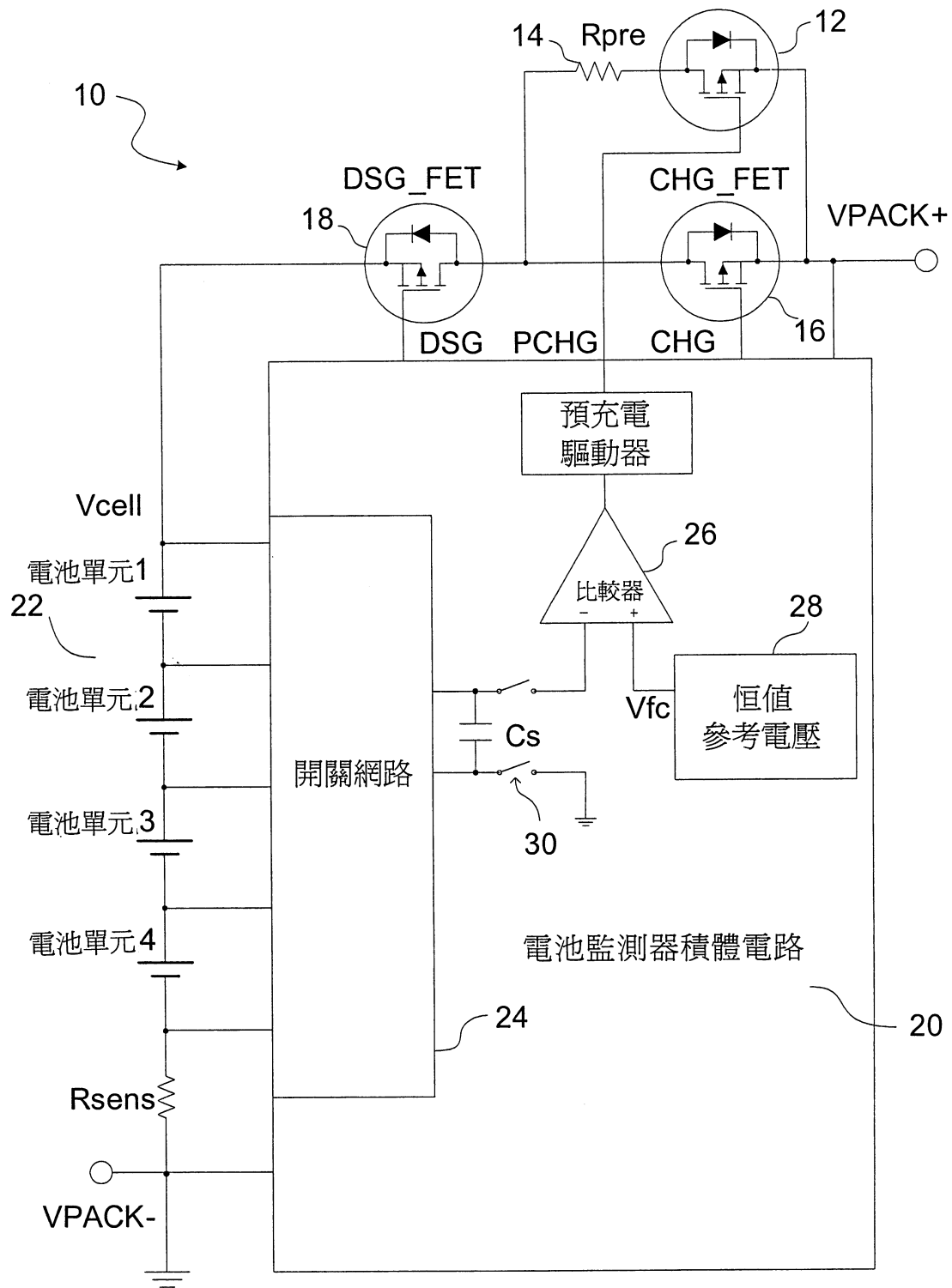


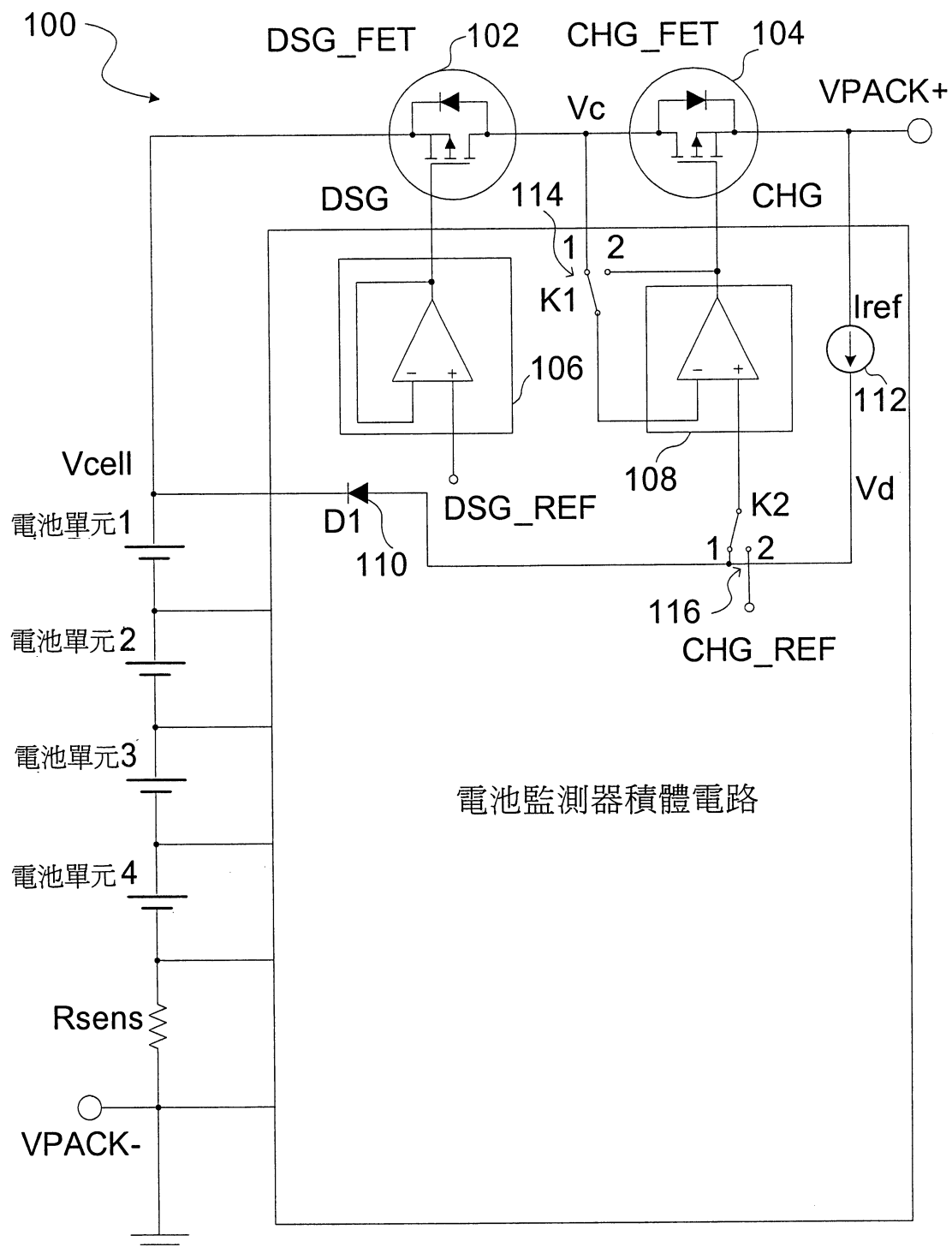
十一、圖式：



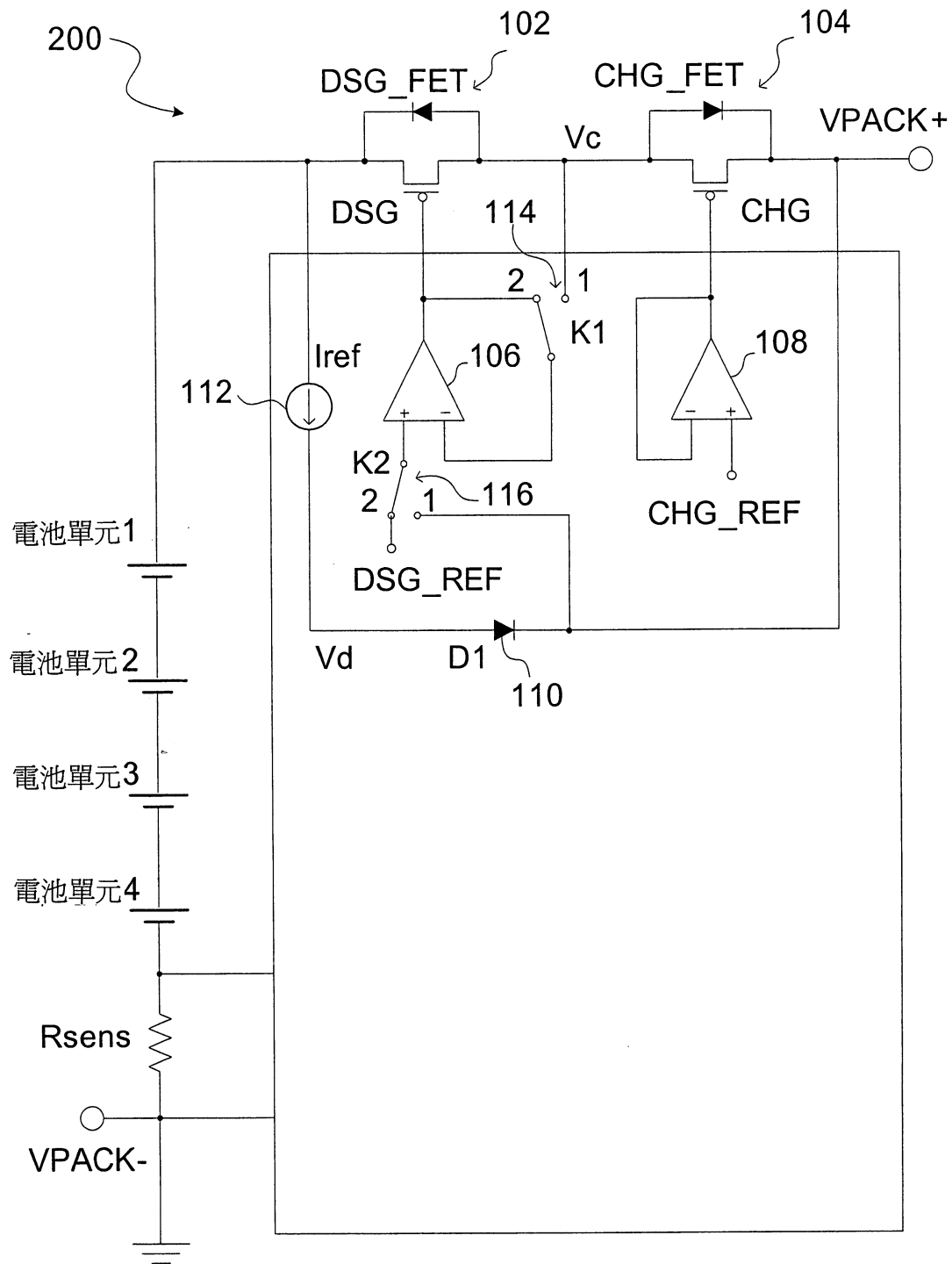
第 1A 圖



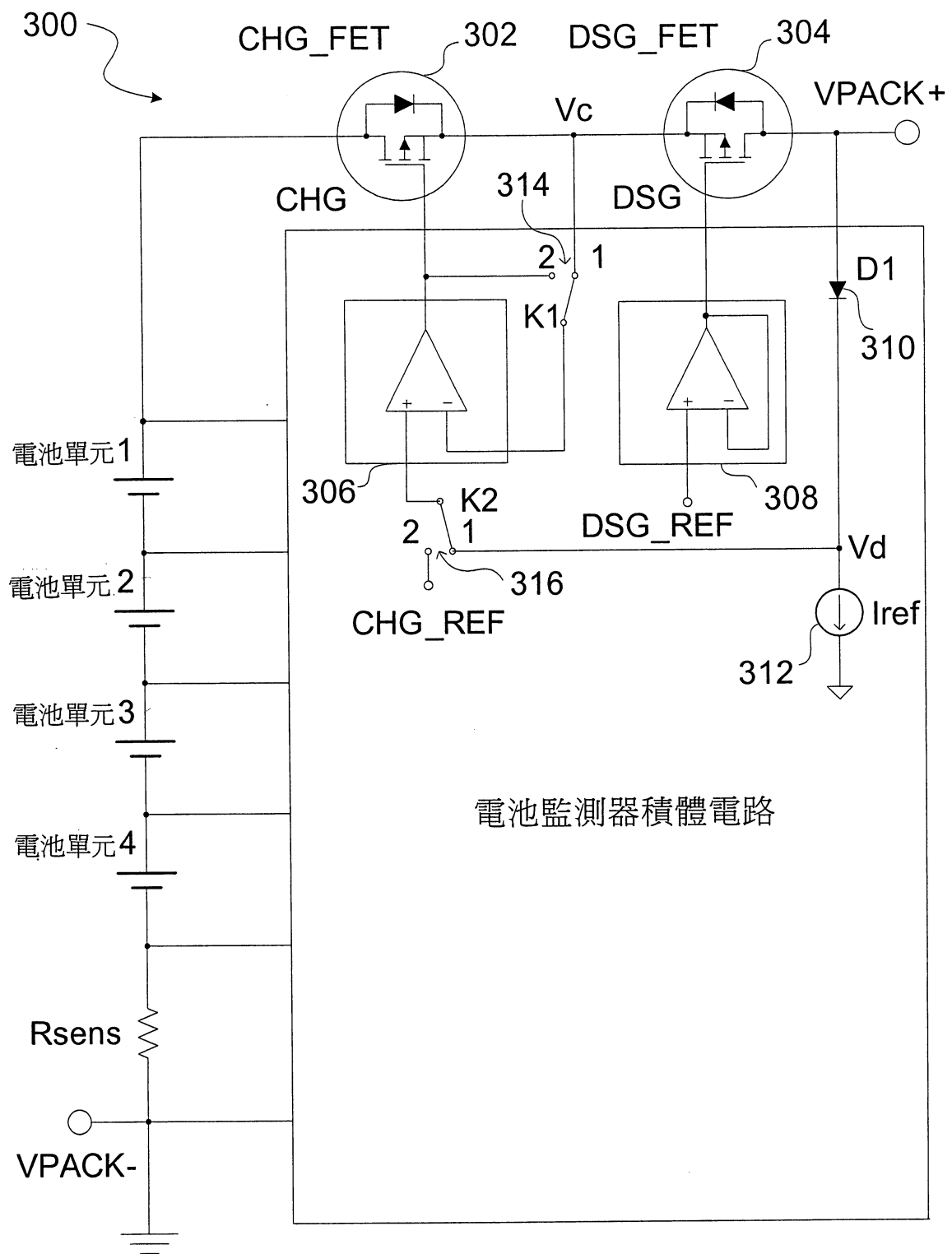
第 1B 圖



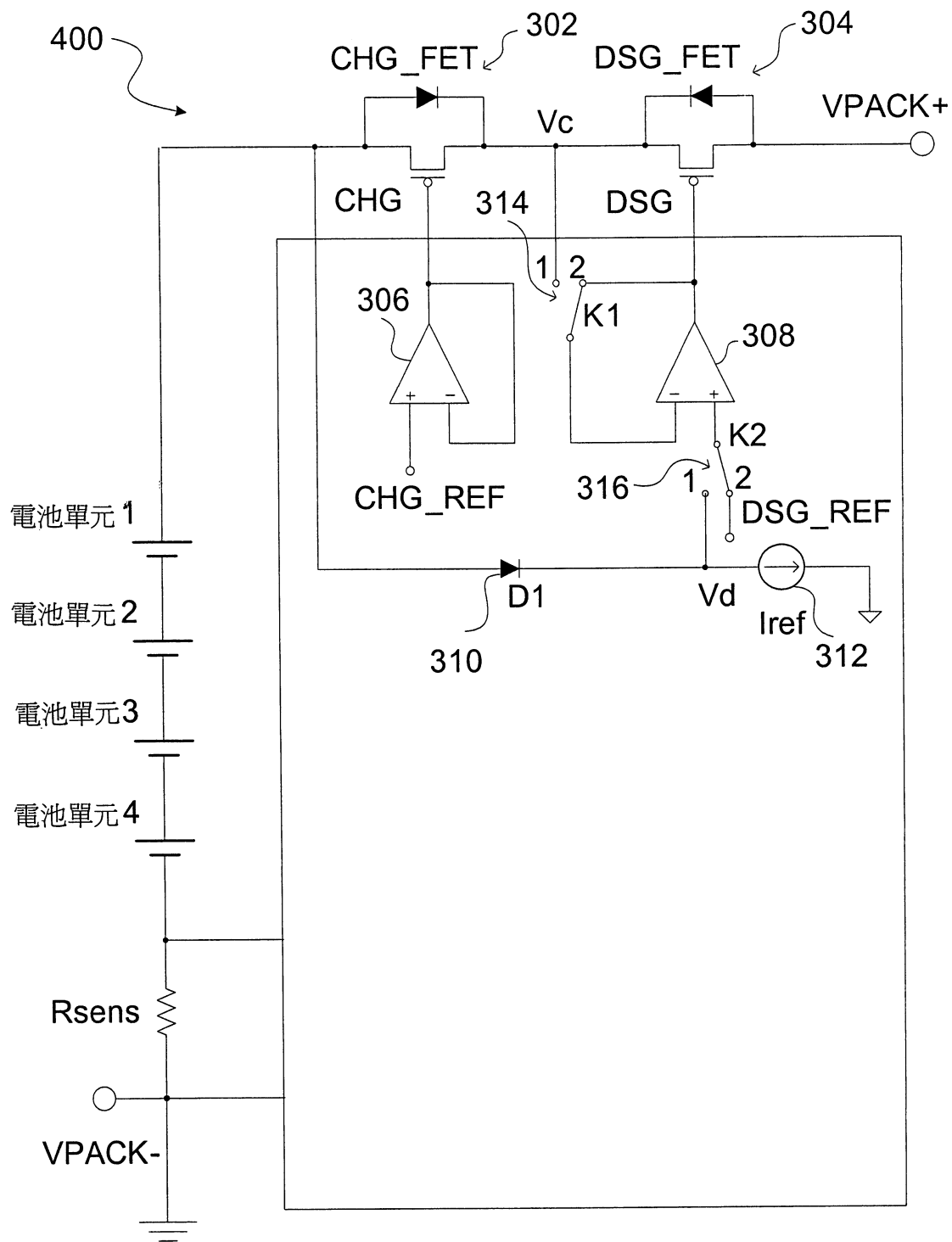
第 2A 圖



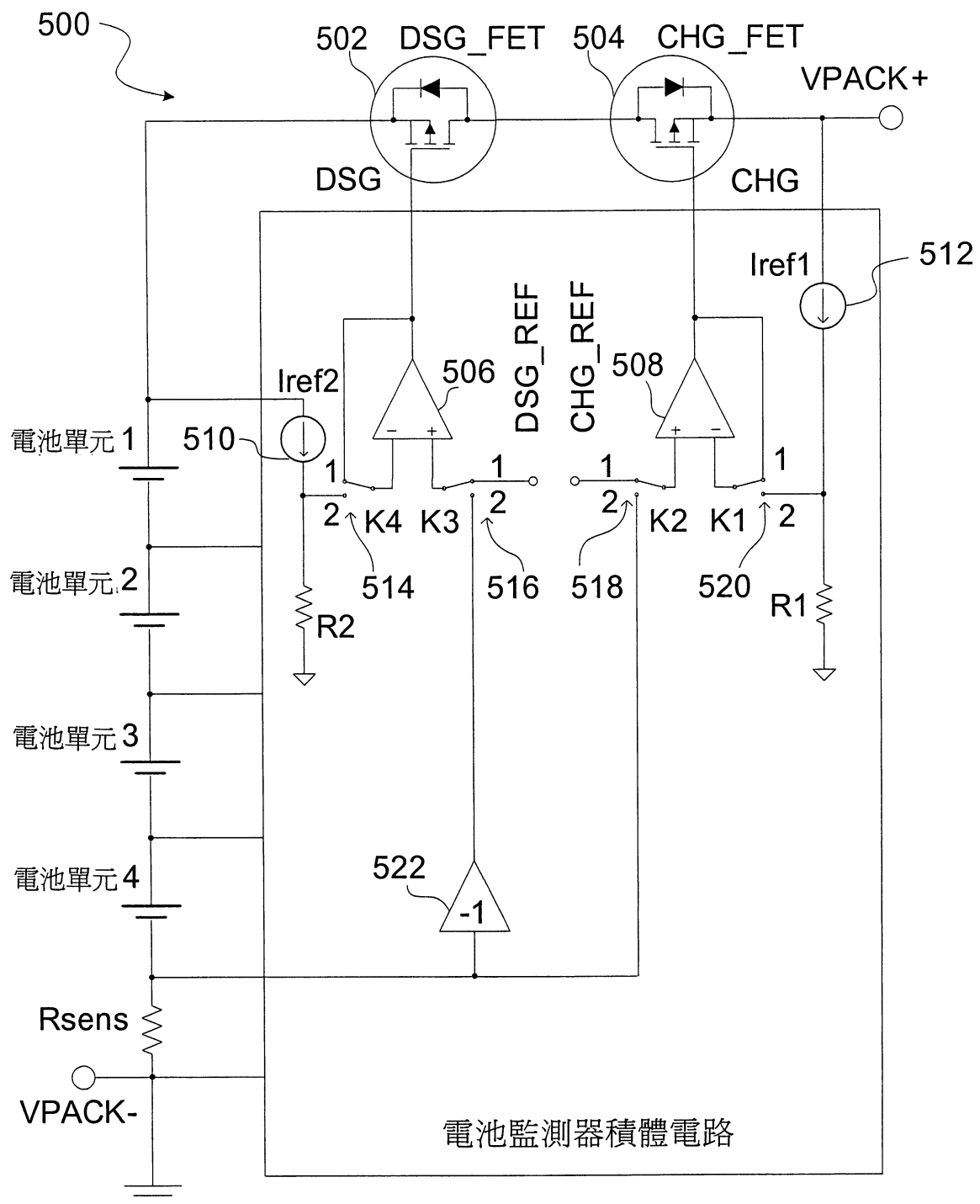
第 2B 圖



第 3A 圖

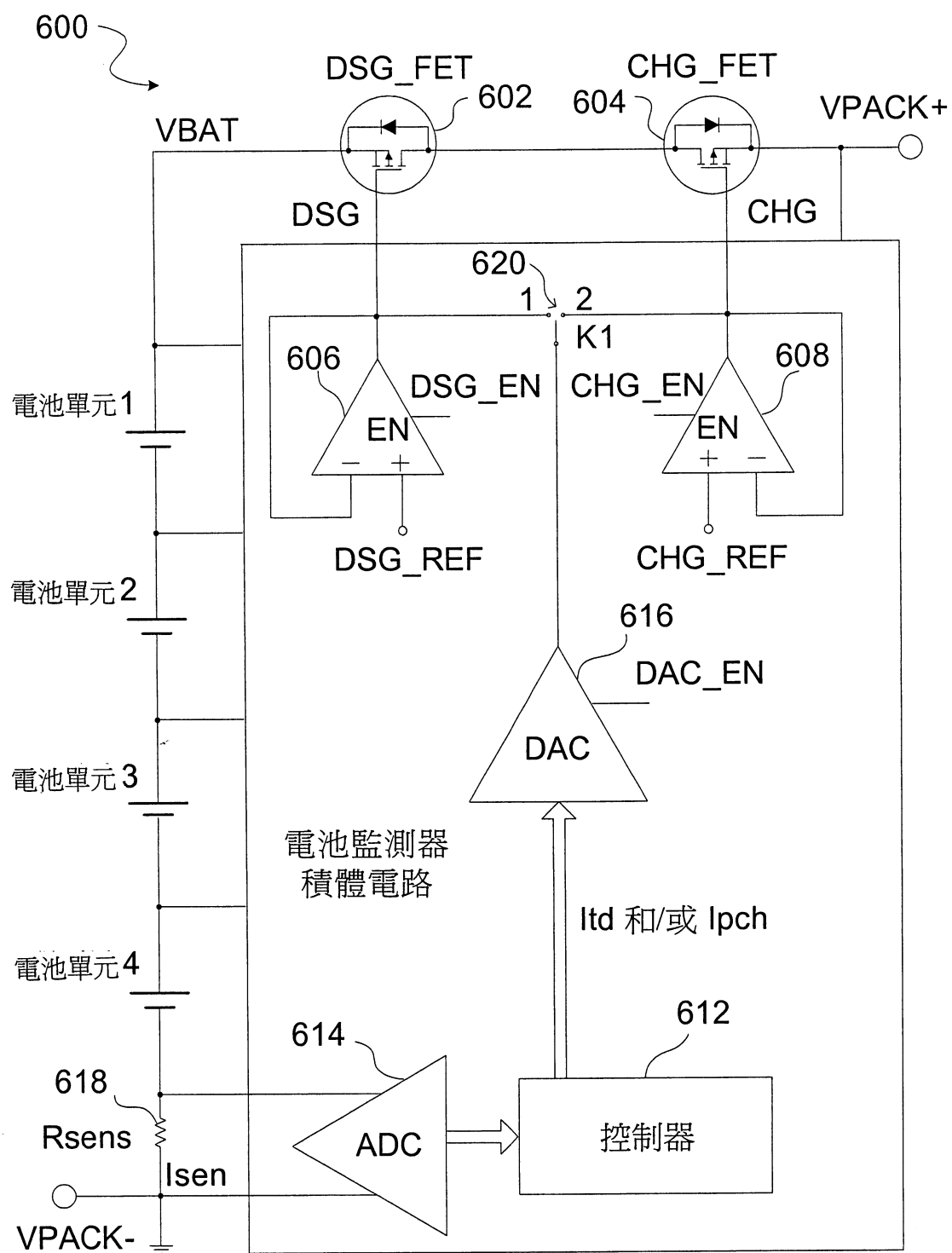


第 3B 圖



第 4 圖





第 6 圖

發明專利說明書

中文說明書替換頁(96年12月用)

修正

(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：094104238

※ 申請日期：94.2.14

※IPC 分類：H02J 7/6 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

控制預充電/放電狀態之電路及其方法、裝置與系統

CIRCUIT FOR CONTROLLING PRECHARGE/DISCHARGE STATE
AND METHOD, APPARATUS AND SYSTEM THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

開曼群島商凹凸科技國際股份有限公司

O2MICRO INTERNATIONAL LIMITED

代表人：(中文/英文)

杜珣弢

DU, STERLING

住居所或營業所地址：(中文/英文)

開曼群島大開曼喬治鎮 SMB 郵政信箱 32331 號西灣路大帕維里恩商業
中心THE GRAND PAVILLION COMMERCIAL CENTRE, WEST BAY
ROAD, P.O. BOX 32331 SMB, GEORGETOWN, GRAND CAYMAN,
CAYMAN ISLANDS

國 籍：(中文/英文)

開曼群島 CAYMAN ISLANDS

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 布魯斯 S 丹寧
DENNING, BRUCE S.
2. 栗國星
LI, GUOXING
3. 劉柳勝
LIU, LIUSHENG

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 中國大陸 P.R.C.
3. 中國大陸 P.R.C.

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：

1. 美國；2004 年 03 月 25 日；60/556,254

2. 美國；2004 年 04 月 27 日；10/832,621

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 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】

本發明涉及電池充電電路，更具體的是涉及能夠進行涓流預充電和/或涓流放電的電池充電電路。本發明可以應用於可攜式電子裝置的電池充電系統，例如筆記型電腦、個人數位助理、手機和/或具有充電電池的任何類型的電子裝置。

【先前技術】

充電電池，特別是鋰離子電池，需要在深度放電狀態後進行預充電(恢復充電)，以防止電池的過度耗盡。當一個充電電池被深度放電，且它的電池單元電壓小於一閾值電壓 V_{uv} 時，不能直接採用大的充電電流對其充電。反而，需要一個預充電模式。在預充電模式下，採用一個小的充電電流，直至電池電壓充電至高於該電壓 V_{uv} ，然後可以在正常模式下充電，即採用較大電流充電。對於鋰離子電池，根據電池類型和生產廠商的不同，一個電池單元的閾值電壓 V_{uv} 大約為 2.4 V~3.0 V。預充電電流大約為 10 mA~100 mA。然而，根據電池電量的不同，正常充電電流可以為幾百毫安培至 1 安培。

圖 1A 為一個鋰離子充電電池的充電曲線圖 50。當該電池電壓高於 V_{uv} 時，電池進入恒流(CC)充電模式，且採用一個大的恒電流對該電池充電(該電池電壓也隨著該電池電量的增加而增加)。當該電池電壓超過 V_{ov} (V_{ov} 代表過電壓，對於鋰離子電池，通常大約為 4.2 V)，電池進入恒壓(CV)

充電模式。在該模式下，充電器將該電壓保持在 V_{ov} 。當該充電電流減小到一個預設的最小值時，例如 50 mA，充電過程停止。在恒壓充電模式期間，該充電器必須精確地調節該電壓至 V_{ov} (誤差在 ± 0.005 V內)，否則，隨著電池電量增大，充電電流將不會減小。例如，如果充電輸出大於 V_{ov} ，則會出現電池過度充電的現象，鋰離子電池會出現安全問題。

圖 1B 為一個實現預充電的傳統電路 10。一個預充電 MOSFET(金屬氧化物半導體場效應電晶體)12與一個電阻 14串聯，它們用於預充電。在預充電的同時，充電FET(場效應管)16斷開，預充電FET12導通。所以，預充電電流大致由充電器輸入電壓 V_{PACK+} 和總電池單元電壓 V_{cell} 之差， $V_{PACK+}-V_{cell}$ ，除以串聯電阻 14 R_{pre} 決定。當交流配接器存在時， V_{PACK+} 比電池組電壓 V_{cell} 高，根據每個電池單元的初始電壓開始充電或預充電。如果任何一個電池單元的電壓低於閾值電壓 V_{uv} ，則電池組將進入預充電模式。否則，進入正常充電模式。

本領域的技術人員將知道，圖 1B 中的電路 10 包括一個電池監測器積體電路 20，該電池監測器積體電路 20 包括監測電池組 22 的每個電池單元(Cell1, Cell2...Cell4)的電壓、電流狀態的電路。該電路可以包括一個開關網路 24 對每個電池單元的電壓進行採樣。為了控制預充電 MOSFET12 的工作，傳統電路 10 包括一個比較器 26，該比較器 26 經由開關 30，將一個恒值參考電壓 28(V_{uv})與每個電池單元的電壓作

比較。

然而，圖1中的該拓撲有一個缺陷，它需要一個額外的功率MOSFET(即MOSFET12)和電阻14，它們既昂貴又會增加印刷電路板的面積。另外，根據這個拓撲，電池組電壓越低，預充電電流越大。而且，預充電電流會隨著電池單元電壓的增加而減小，這意味著需要更長的時間來完成預充電。

另外，電阻14的值通常是固定的，最大和最小預充電電流通常也是固定的，因此它們不能進行調整以滿足不同電池組的需求。

【發明內容】

本發明的一實施例關於一種裝置，包括
至少一個具有完全導通狀態和可控導通狀態的開關；和
能夠檢測狀態的開關控制電路，該開關控制電路還能夠
產生至少一個控制信號，該信號能夠至少部分地根據該檢
測到的狀態控制該開關的導通狀態。

本發明的另一實施例關於一種系統，包括：
一個包括至少一個可充電電池單元的電池組；
至少一個具有完全導通狀態和可控導通狀態的開關；和
能夠檢測狀態的開關控制電路，該開關控制電路還能夠
產生至少一個控制信號，該信號能夠至少部分地根據該檢
測到的狀態控制該開關的導通狀態。

本發明的另一實施例關於一種方法，包括：

為一個電池檢測涓流充電狀態和涓流放電狀態中的至少

一個狀態；和

控制至少一個開關的導通狀態，以允許該電池接收涓流充電電流和產生涓流放電電流的至少一個。

【實施方式】

圖2A描述了一個典型的涓流預充電拓撲100。在該實施例中，可以採用兩個FET(充電FET CHG_FET和放電FET DSG_FET)。在該實施例中，充電FET 104和放電FET 102可以如圖所示 "背對背"串聯放置，該方法為本領域所知。在涓流預充電模式下，放電FET 102斷開(非導通)。但是，若充電FET(CHG_FET)導通，則電流仍然可以通過放電FET 102的主體二極體流入電池組。若CHG_FET斷開，則沒有電流流出或流入電池組。

除了兩個MOSFET，此涓流預充電拓撲100還包括一個參考二極體D1 110、放電驅動器106、充電驅動器108和參考電流源Iref 112。充電驅動器108和放電驅動器106可以具有各自的比較器。在正常充電模式下，開關(K1和K2)114、116被設置在位置2。在該位置上，充電驅動電壓CHG被驅動到大致等於一個相對參考電壓CHG_REF的值，該參考電壓值可以操作以完全導通充電FET 104。因此，參考電壓CHG_REF是根據充電FET裝置104的導通要求來選擇的。

在涓流預充電模式下，開關K1和K2被設置在位置1。當加入交流配接器時，電壓VPACK+會上升。充電FET 104被充電驅動器108驅動進入飽和狀態，這意味著充電FET 104作為一個可變電阻，且涓流電流可以流經開關104。充電驅

動器 108 可以適應以調節充電 FET(CHG_FET)104 迫使電壓 V_c 相等於 V_d ，該 V_d 的電壓由二極體 D1 110 和參考電流源 I_{ref} 112 來設置。

V_c 由開關之間的電壓所得。 V_c 可以作為比較器負極的輸入， V_d (由 I_{ref} 和 D1 設置) 可以作為正極的輸入。輸出信號 CHG 為 $V_d - V_c$ 。當 V_c 可能大致等於 V_d 時，可以選擇放大器的增益以產生一個大的輸出信號來足夠令充電 FET 在飽和區工作。因此，充電驅動器 108 可以調適在涓流預充電期間將固定的信號 (V_d) 與 V_c 比較。

在正偏壓條件下，該二極體 D1 的直流電流由下式給出：

$$I_{ref} = A1 * IS1 * (\exp(V_{d1}/V_t) - 1)$$

其中， $A1$ 為二極體 D1 的接合區域， $IS1$ 為二極體 D1 的單位反向飽和電流， V_{d1} 為橫越二極體 D1 的壓降，且 $V_{d1} = V_d - V_{cell}$ ， V_t 為二極體閾值電壓。

放電 FET102 的主體二極體的直流電流由下式給出：

$$I_{pch} = A2 * IS2 * (\exp(V_{d2}/V_t) - 1)$$

其中， $A2$ 為體二極體的接合區域， $IS2$ 為主體二極體的單位反向飽和電流， V_{d2} 為橫越放電 FET 主體二極體的壓降，且 $V_{d2} = V_c - V_{cell}$ 。

如本領域所知， $IS1$ 和 $IS2$ 由所選半導體裝置的類型決定。

若迫使 V_d 和 V_c 大致相等，則該涓流預充電電流與參考電流 I_{ref} 成正比，且由下式給出：

$$I_{pch} = A2/A1 * (IS2/IS1) * I_{ref}$$

較佳地，儘管本發明沒有要求，但是充電和放電 FET 的

主體二極體的接合區域A2由於低導通電阻和大電流的要求而通常較大，而為了節省晶圓晶片面積，二極體D1的接合區域A1較小。因此，由於 $A2 \gg A1$ ，可以用小電流 I_{ref} (幾十微安)來控制大電流 I_{pch} (幾十到幾百毫安培)。

圖2B描述了本發明的一個典型的涓流放電拓撲200。除了參考電流源112和二極體110與放電MOSFET 102相連之外，該實施例與圖2A所示的拓撲100相似。在涓流放電期間，充電MOSFET 104斷開，放電電流流經它的主體二極體。拓撲200在其他方面的操作可以參考上述圖2A。

圖3A描述了本發明的另一個典型涓流預充電拓撲300。在該實施例中，充電FET和放電FET可以"面對面"串聯放置，而不是"背對背"放置(如圖2A所示)。圖2B的實施例還可以包括一個參考二極體D1 310，在該實施例中，充電FET驅動器306受開關K1和K2控制。

在正常充電模式下，開關K1和K2被設置在位置2，所以該充電FET的閘極電壓被驅動至CHG_REF，該電壓值可以操作以完全導通充電FET 302。在涓流預充電模式下，放電FET 304斷開，K1和K2被設置在位置1。在這種情況下，充電FET驅動器306可以操作以調節充電FET 302以迫使電壓 V_c 大致等於 V_d 。在正偏壓條件下，該二極體D1的直流電流為：

$$I_{ref} = A1 * IS1 * (\exp(V_{d1}/V_t) - 1)$$

其中，A1為二極體D1的接合區域，IS1為二極體D1的單位反向飽和電流， V_{d1} 為橫越二極體D1的壓降，且

$V_{d1} = V_{PACK} - V_d$ ， V_t 為二極體閾值電壓。

放電FET的主體二極體的直流電流由下式給出：

$$I_{pch} = A_2 * I_{S2} * (\exp(V_{d2}/V_t) - 1)$$

其中， A_2 為主體二極體的接合區域， I_{S2} 為主體二極體的單位反向飽和電流， V_{d2} 為橫越放電FET體二極體的壓降，且 $V_{d2} = V_{PACK} - V_c$ 。

如本領域所知， I_{S1} 和 I_{S2} 由所選半導體裝置的類型決定。

若 V_d 和 V_c 被強制相等，則涓流預充電電流為：

$$I_{pch} = A_2/A_1 * (I_{S2}/I_{S1}) * I_{ref}$$

圖3B描述了本發明的一個典型的涓流放電拓撲400。除了參考電流源312和二極體310與充電MOSFET302相連之外，該實施例與圖3A的拓撲300相似。在涓流放電期間，充電MOSFET302斷開，放電電流流經其主體二極體。拓撲400在其他方面的操作可以參考上述圖3A。

為了加快該涓流預充電進程，可以容易地根據電池單元電壓大小調整涓流預充電電流 I_{pch} 。電池單元電壓越高，通過對參考電流 I_{ref} 的程式化可以將涓流預充電電流設置得越大。圖4的可程式化參考電流源可以調適根據電池單元電壓大小而產生一個參考電流，這為本技術領域所熟知。

圖4描述了本發明的另一個典型的涓流預充電拓撲500。在該典型實施例中，充電FET 504和放電FET 502"背對背"串聯放置的方式如圖所示，且為本領域所知。在涓流預充電模式下，放電FET 502可以斷開(非導通)，若充電FET(CHG_FET)導通，則電流仍然可以通過放電FET 502的

主體二極體流入電池單元。若CHG_FET斷開，則沒有電流從電池單元流出或流入電池單元。

本實施例還可以包括一個參考電阻R1、放電驅動器506、充電驅動器508和參考電流源Iref1 512。充電驅動器508和放電驅動器506可以包括各自的比較器。在一個正常充電模式下，開關(K1和K2)518、520被設置到位置1。在該位置上，充電驅動電壓CHG被驅動到大致等於一個相對參考電壓CHG_REF的值，該參考電壓值可以操作以完全導通充電FET 504。因此，參考電壓CHG_REF是根據充電FET 504的導通要求來選擇。

當需要涓流充電(即涓流預充電)時，開關K1和K2可以與節點2相連。在這種情況下，比較器508的輸入為橫越Rsens(+)的電壓和橫越R1的壓降(由Iref1 512產生)。比較器508的增益可以選擇地大一點(例如>80dB)，俾使由Iref1產生的橫越R1的壓降將大致等於由涓流充電電流Ipch橫越檢測電阻Rsens的電壓。

涓流預充電電流由下式給出：

$$Ipch = Iref1 * R1 / Rsens ;$$

其中，Iref1是一個可程式化電流參考源。通常Rsens很小(例如大約10到20毫歐姆)，而R1大約選擇10歐姆的次方。因此，R1與Rsens之比可能很大，這樣，由於R1/Rsens的大增益，可以用一個較小的參考電流Iref1產生一個相對大的涓流預充電電流。

圖4的實施例中，在涓流預充電模式期間，該放電FET可

以完全導通，這樣，消除了在VPACK+與電池組電壓之間的二極體正偏壓壓降。在該模式下，開關(K4)514和(K3) 516可以設置到位置1，這樣，以放電參考電壓驅動放電FET而完全導通該放電FET(方式如上所述)。

仍然參考圖4，在一個正常放電模式下，開關K3和K4可以分別與節點1相連。在這種方式下，該放電FET驅動器可以作為一個緩衝器並驅動該放電FET以完全導通。當處在涓流放電模式下，開關K3和K4可以與節點2相連。由於驅動器的高增益，由Iref2產生的橫越電阻R2的壓降大致等於橫越檢測電阻Rsens的電壓。因此，涓流放電電流為：

$$Idsg = Iref2 * R2 / Rsens$$

其中，Iref2是一個可程式化電流參考源。通常Rsens可以很小，因此R2與Rsens之比可能很大，這樣，由於R2/Rsens的大增益，可以用一個較小的參考電流Iref2產生一個相對大的涓流放電電流。因為在放電期間該電流方向係反向，所以橫越檢測電阻Rsens和橫越R2的壓降極性相反。因此，可以提供一個極性反向電路522以反向流經Rsens的電流極性。

在該實施例中，在涓流充電期間，放電FET完全導通。這樣，消除了在VPACK+與電池組電壓之間的二極體正偏壓壓降。同樣，在涓流放電期間，充電FET完全導通，消除了電池組電壓與VPACK+之間的二極體正偏壓壓降。

在本發明中，一旦MOSFET與二極體固定，仍然可以通過可程式化電流源(Iref)112、312、510和/或512調整Ipch。

圖5描述了本發明的一個典型的可程式化電流源的電路拓撲。圖5的電路可以調適以通過成比例的鏡像電流產生電流 I_{ref} ，如本技術領域所知。當然，可程式化參考電流源為本技術領域所熟知，除了圖5所示電路之外，可程式化參考電流源還能通過各種方法實現。

圖6描述了本發明的一個典型的涓流預充電和涓流放電拓撲600。在該實施例中，充電FET 604和放電FET 602"背對背"串聯放置的方式如圖所示，且為本領域所知，或者，可以採用先前所述的"面對面"串聯放置的方式。在該典型實施例中，一個數位類比轉換器電路(DAC)616可以用以產生FET驅動電壓，下文將詳細描述。

該實施例包括一個控制迴路，該控制迴路包括一個類比數位轉換器電路(ADC)614、一個控制器612和一個數位類比轉換器電路(DAC)616。ADC 614接收流經檢測電阻 R_{sens} 618的檢測所得電流。接著，該ADC 產生代表檢測所得電位準的數位信號，並將那些信號傳送給控制器612。操作時，若流經電阻 R_{sens} 618的電流比預設閾值小，控制器612會向DAC 616發送資料以增加相關FET的驅動電壓。否則，控制器612會向DAC616發送資料以降低FET的驅動電壓，直至檢測所得電流與預設電流大致相等。該實施例的這些操作上的特點將在下文中更詳細地描述。

在正常充電或放電模式下，可以不啟動DAC 616，並且充電FET 604和放電FET 602導通。在該實施例中，DAC 616能夠可控地啟動和/或不啟動，藉由例如通過使用一個圖中

所示的DAC_EN信號。充電FET驅動器608可以將充電FET 604的閘極驅動至CHG_REF值，該值可以令充電FET 604完全導通。放電FET驅動器606可以將放電FET 602的閘極驅動至DSG_REF值，該值可以令放電FET 602完全導通。通過諸如分別採用CHG_EN和DSG_EN信號的方法，充電FET驅動器608和放電FET驅動器606能夠可控地啟動或不啟動。

在涓流放電模式下，開關K1(620)可以與節點1相連。可以不啟動放電驅動器606(例如DSG_EN為低電位)，其可以操作以在放電驅動器606的輸出端產生一個高阻抗。放電FET 602的導通狀態由DAC 616和控制器612控制。這樣，放電FET 602、檢測電阻Rsens 618、ADC 614、控制器612和DAC 616可以組成控制迴路。通過控制放電FET 602的導通電阻，本實施例能夠將涓流放電電流調整至一個期望值，該操作可以在控制器中預程式化。如先前的實施例，放電FET 602的導通電阻可以通過調整其閘極驅動電壓來調整。

控制器612可以包括控制DAC 616工作的電路。這裏的任何實施例中提到的"電路"包括：例如，單個的固線式電路、可程式化電路、狀態機電路和/或韌體(存儲可程式化電路執行的指令)，或上述電路的組合。控制器612可以包括一個或更多積體電路。在這裏的任何實施例中提到的"積體電路"是指一個半導體裝置和/或微電子裝置，例如一個半導體積體電路晶片。雖然沒有在圖6中示出，該實施例還可以包括記憶體，該記憶體可以包括一個或多個以下類型的記憶體：半導體韌體記憶體，可程式化記憶體，非揮發性記憶

體，唯讀記憶體，電可程式化記憶體，隨機存取記憶體，快閃記憶體，磁碟記憶體和/或光碟記憶體。另外或又或者記憶體可以包括其他和/或今後開發出的電腦可讀記憶體類型。機器可讀軟體程式指令可以存儲在記憶體內。如下所述，控制器612可以存取並執行這些指令，並且這些指令會令控制器612執行這裏的操作。這些操作可由控制器612和/或該實施例中包括的其他電路執行。

在該實施例中，控制器612能夠產生一個或多個資料位元，且該資料位元代表期望的涓流放電電流值 I_{td} 。為了達到那個目的，控制器612能夠根據流經 R_{sens} 618檢測到的實際電流來執行順序和/或迴圈操作以獲得一個期望的涓流放電電流。例如，若期望的涓流放電電流被設置為 I_{td} ，則控制器612可以採用一個逐次近似暫存器(SAR)法產生合適的資料位元。SAR方法包括將DAC MSB(最高有效位)初始設置為高電位，然後檢測流經 R_{sens} 618的電流。若流經檢測電阻618的電流(I_{sen})大於 I_{td} ，則控制器612可以將DAC MSB設置為低電位，否則控制器612令DAC MSB保持為高電位。接著，控制器612將第二個最高有效位(MSB)設置為高電位，然後測量流經 R_{sens} 的電流。若 I_{td} 大於 I_{sen} ，則第二個最高有效位(MSB)設置為低電位，否則該位為高電位。這個逐次近似暫存器法可以繼續，直至DAC LSB(最小有效位)被設置。因此，可執行指令可以存儲在記憶體中(未示出)，控制器612存取這些指令並執行操作，例如執行逐次近似暫存器法。若對於一個給定的電池組 I_{td} 是固定的，則

存儲在記憶體中的指令也是固定的。任何時候需要涓流放電，控制器 612 都能夠控制 DAC 616 以產生一個期望的涓流放電，這樣，電池組能夠將 I_{td} 傳送到外部負載。產生合適的涓流放電電流的控制代碼可以存儲在記憶體中，並且控制器 612 可以存取控制代碼以進行隨後的涓流放電操作。若涓流放電電流需要調整，則可以採用這裏的控制迴路相應地增大或減小 I_{td} 。在涓流放電模式下，充電驅動器 608 可以啟動也可以不啟動。差別在於涓流放電電流將分別地流經充電 FET 或流經其主體二極體。

在涓流充電模式下，開關 K1 與節點 2 相連。可以不啟動充電驅動器 608 (CHG_EN 為低電位)。充電 FET 604 的導通狀態可以由 DAC 616 和控制器 612 控制。在該模式下，充電 FET 604，檢測電阻 R_{sens} 618，ADC 614，控制器 612 和 DAC 616 可以組成控制迴路。通過控制充電 FET 604 的導通電阻，本實施例能夠將涓流充電電流調整至一個期望的值。預充電電流通常是一個固定的值。在該模式下，本實施例可以通過採用諸如上述的 SAR 方法產生 I_{pch} ，並把控制代碼存儲在記憶體中。對於涓流預充電電流，其值可以在最大限度與最小限度之間變化，這樣，控制代碼可以調適令 I_{pch} 在最高和最低範圍內變動。這樣，允許涓流充電電流被相應地調整。在涓流充電模式期間，放電驅動器 606 也可以啟動或不啟動，差別在於涓流充電電流將分別地流經放電 FET 或流經其主體二極體。

從圖 1A 中，我們知道，在預充電期間和恒壓 (CV) 充電期

間，可能需要控制充電電流。在傳統的電路中，需要一個附加的預充電FET來控制預充電電流。在這樣一個傳統電路中，恒壓充電必須完全依賴於充電器精確地將充電電壓調節至 V_{ov} ，然後充電電流會逐步減小。

在本發明中，預充電功能可以在沒有附加的預充電FET情況下實現。另外，為了加速預充電進程，預充電電流 I_{pch} 能夠根據電池單元電壓容易地進行調整。電池單元電壓越高，通過對參考電流 I_{ref} 的程式化提供的預充電電流越大，參考如圖2A、圖3A、圖4、或圖6中的控制迴路所述。

本發明的一個優勢是，正如本揭示內容中多個實施例，可以在恒壓期間採用涓流預充電電流控制，其中涓流預充電電路能夠根據電池單元電壓產生一個涓流充電電流。以這種方式，恒壓充電電流的逐步減小不需要依賴充電器將電壓調節至 V_{ov} 。因此，本發明的優勢是，本揭示內容提供了多個可以避開使用昂貴、精確的電壓調節充電器的實施例。事實上，一個簡單的交流配接器可以用來對鋰離子電池充電。因為在恒壓充電期間，即使充電器也不能將電壓恒定保持在 V_{ov} ，但是充電電流可以被限制到一個預程式化的涓流電流值，且該值取決於單元電池電壓。因此，不會發生過度充電情況。該充電電流的限制可以作為次要的過壓保護(通過將電流限制設置至略微大於實際觀測到的電流以得到期望的 V_{ov})，和/或作為主要的過壓保護(通過調節充電電流，直至得到確切期望的 V_{ov})。

本發明的另一優勢是，本發明的涓流放電可以為電池組

提供更好的短路保護。在傳統的電池組中，放電FET可以完全導通以允許放電，或者可以完全斷開以終止放電。當電池組不在系統中時(例如不使用電池組時)，放電FET保持在導通狀態，以便為電池組插入到系統那一刻能給系統供電做準備。在這種情況下，若發生了不正常的事情，例如VPACK+端短路，會有大電流從電池流出，這個電流會反過來損壞電池。或者，在傳統的電池組中，放電FET可以保持在斷開狀態以保護電池不受短路的危害。但是，當電池組插入系統中時，該做法會阻止電池對系統的供電。為了克服這個困難，一些傳統的電池組提供一個機械方法以通知電池組令放電FET導通。這會給客戶帶來不便，同時還會增加價格和/或電池組的尺寸。根據這裏所描述的至少一個實施例，當電池不在/脫離系統時，電池組可以處在涓流放電模式下。當電池組插入到系統時，涓流放電電流值可以選擇得較大，例如100 mA，以驅動擁有嵌入式系統的控制器。然後，擁有嵌入式系統的控制器的檢測到電池存在，並通知電池在正常的放電模式下工作。因為放電FET將電流限制至預設的涓流放電值，例如100 mA，可以防止大電流的突然增加，從而起到VPACK+短路保護作用。

這裏所描述的涓流放電和涓流充電拓撲還可以用於多電池系統。當多個電池組同時放電，他們可以向系統提供更大的功率。由於多個電池組採用並聯方式以增加效率，所以採用多個電池組還可以減少電池內部阻抗。然而，若多個電池組同時放電，就需要一個嚴格的規定，即那些電池

必須擁有完全相同的電壓。否則，由於和電池相連的電源匯流排的微小電阻(例如 2 mΩ)的存在，兩個電池組之間會有微小的電壓差，即使兩個電池組之間的電壓差很小(例如 10 mV)，也會有一個大電流(在此例中 5 A)從高電壓電池組流向低電壓電池組。

在實際操作中，很難使多電池組保持一個相同的電壓，而且即使有一個很精確的 ADC 來檢測電池電壓，也很難判定兩個電池組是否處在相同的電壓，這是由於電池組電壓會隨放電電流變化。本揭示內容中的多個實施例的涓流放電操作能夠解決多個電池組的問題。例如，一個系統可以包括兩個電池組，電池組 A 和電池組 B。假定初始狀態電池組 A 的電壓高於電池組 B。

電池組 A 可以先放電以給系統供電，且電池組 A 的電壓逐步下降。電池組 B 的放電 FET 斷開以終止電池組 B 的放電。當電池組 A 的電壓下降至與電池組 B 相同的電壓，本發明可以將電池組 B 設置在涓流充電模式或涓流放電模式。若電池組 B 在涓流充電模式下工作，放電 FET 可以完全導通，充電 FET 可以被控制在飽和導通範圍內工作。在這種方式下，充電 FET 可以作為一個限流電阻。若電池組 B 在涓流放電模式下工作，充電 FET 可以完全導通，放電 FET 可以被控制在飽和導通範圍內工作。在這種方式下，放電 FET 可以作為一個限流電阻。為了更安全些，參考圖 6 的拓撲 600，可以通過令充電 FET 和放電 FET 在飽和導通範圍內工作以增加充電 FET 和 / 或放電 FET 的等效電阻令涓流充電操作和 / 或涓流放

電操作可控地產生一個相對小的電流值。

在先前的例子中，由於電池組A正在放電，電池組B處於閒置狀態，電池組A的實際電壓將高於電池組B的電壓，即使它們所測得的電壓可能相同。若出現這種情況，電池組A可以對電池組B充電。然而，充電電流被充電FET(若令電池組B處在涓流充電模式)或放電FET(若令電池組B處在涓流放電模式)的電阻所限制。被限制的電流由諸如控制器612執行的控制器代碼決定。

本發明中，該充電電流被電池組B中的ADC所監測。隨著電池組A與電池組B之間的電壓差的減小，從電池組A流向電池組B的充電電流也減小。當充電電流小於一個預設值，例如10 mA，控制器可以將電池組B從涓流充電模式或涓流放電模式轉換至完全放電模式。

因此，本發明揭示了可程式化涓流預充電和/或涓流放電電路和方法，它們與傳統的拓撲相比，完成預充電更為靈活、使用的元件更少且效率更高。應該知道的是，電池監測器積體電路根據電池單元所處的不同充電狀態(深度放電應採用涓流充電模式)控制開關(K1、K2和/或K3和K4)，以令這裏的至少一個實施例中的可程式化涓流充電電路進入涓流預充電模式或正常充電模式。還應該知道的是，這裏的拓撲可以採用獨立的元件和/或集成于積體電路中和/或以上兩者的結合來實現。

本發明可以應用於使用充電電池的任何可攜式電子裝置(可攜式電腦，手機，個人數位助理，等等)。為了達到目的，

這裏描述的拓撲可以集成到一可攜式電子裝置的電池組中。這裏所使用的"電池組"可以定義為一個至少包括一個電池單元的電池。一個電池組可以包括一個或多個的可充電鋰離子電池單元。一個電池組還可以包括一個或多個的電子元件，例如能夠幫助電池組進行可控充電和/或放電和/或操作的元件。

本領域的技術人員將意識到可以有多種不脫離本揭示內容的精神和範圍的修改，本發明的精神和範圍由申請專利範圍界定。

【圖式簡單說明】

圖 1A 為一個鋰離子電池的典型的充電曲線圖；

圖 1B 為一個傳統的電池預充電電路；

圖 2A 為本發明的一個典型的涓流預充電拓撲；

圖 2B 為本發明的一個典型的涓流放電拓撲；

圖 3A 為本發明的另一個典型的涓流預充電拓撲；

圖 3B 為本發明的另一個典型的涓流放電拓撲；

圖 4 為本發明的另一個典型的涓流預充電拓撲；

圖 5 為本發明的一個典型可程式化電流源；和

圖 6 為本發明的一個典型的涓流預充電和涓流放電拓撲。

【主要元件符號說明】

4	電阻
10	傳統電路
12、16、102、104、302、	MOSFET
304、502、504、602、604	

20	電池監測器積體電路
22	電池組
24	開關網路
26	比較器
30、114、116、514、 516、518、520、620	開關
50	充電曲線圖
100、200、300、400、 500、600	涓流預充電拓撲
110、310	二極體
106、506、606	放電驅動器
108、306、508、608	充電驅動器
112、312、512	參考電流源
522	極性反向電路
614	類比數位轉換器電路
612	控制器
616	數位類比轉換器電路
618	檢測電阻

五、中文發明摘要：

本發明提供了一個電池充電電路和系統。一個實施例可以包括至少一個開關，該開關具有一個完全導通狀態和一個可控導通狀態，和一個能夠檢測一狀態的開關控制電路。該開關控制電路還能夠產生至少一個控制信號，該控制信號能夠至少部分地根據檢測到的狀態控制該開關的導通狀態。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種控制導通狀態之裝置，包括：

至少一個具有完全導通狀態和可控導通狀態的開關；
和

能夠檢測狀態的開關控制電路，該開關控制電路還能夠產生至少一個控制信號，該信號能夠至少部分地根據該檢測到的狀態控制該開關的導通狀態。

2. 根據申請專利範圍第1項之裝置，其中該開關包括一個充電開關以控制充電至一個電池的充電電流，該狀態包括該電池的一個涓流充電狀態，和其中該充電開關響應代表該涓流充電狀態存在的控制信號，從而進入該可控導通狀態，由此允許涓流充電電流從一個電源流向該電池。

3. 根據申請專利範圍第2項之裝置，其中該充電開關響應代表該涓流充電狀態不存在的控制信號，從而進入該完全導通狀態，由此允許一個完全充電電流從該電源流向該電池，該完全充電電流比該涓流充電電流大。

4. 根據申請專利範圍第1項之裝置，其中該開關包括一個放電開關，該放電開關用於控制來自相關電池的放電電流，該狀態包括一個錯誤狀態，且該放電開關響應代表該錯誤狀態存在的控制信號，從而進入該可控導通狀態，由此允許涓流放電電流從該電池流出。

5. 根據申請專利範圍第4項之裝置，其中該放電開關響應代表該涓流放電狀態不存在的控制信號，從而進入該完全導通狀態，由此允許一個完全放電電流從該電池流出，

該完全放電電流比該涓流放電電流大。

6. 根據申請專利範圍第4項之裝置，其中若該電池提供的一個放電電流位準大於一個涓流放電電流閾值，則可以檢測出該涓流放電狀態的存在。
7. 根據申請專利範圍第1項之裝置，其中該開關控制電路包括一個類比數位轉換器(ADC)，該類比數位轉換器接收代表一個電池的電流位準的類比信號，並提供一個代表該電池的電流位準的數位信號，一個控制器配置以接收該數位信號，並向一個數位類比轉換器(DAC)提供一個數位輸出控制信號，該數位類比轉換器提供該控制信號給該開關。
8. 一種控制導通狀態之系統，包括：
 - 一個包括至少一個可充電電池單元的電池組；
 - 至少一個具有完全導通狀態和可控導通狀態的開關；
 - 和
 - 能夠檢測狀態的開關控制電路，該開關控制電路還能夠產生至少一個控制信號，該信號能夠至少部分地根據該檢測到的狀態控制該開關的導通狀態。
9. 根據申請專利範圍第8項之系統，其中該開關包括一個充電開關以控制充電至該至少一個電池單元的充電電流，該狀態包括該電池單元的一個涓流充電狀態，和其中該充電開關響應代表該涓流充電狀態存在的控制信號，從而進入該可控導通狀態，由此允許涓流充電電流從一個電源流向該至少一個電池單元。

10. 根據申請專利範圍第9項之系統，其中該充電開關響應代表該涓流充電狀態不存在的控制信號，從而進入該完全導通狀態，由此允許一個完全充電電流從該電源流向該至少一個電池單元，該完全充電電流比該涓流充電電流大。
11. 根據申請專利範圍第8項之系統，其中該開關包括一個放電開關，該放電開關用於控制來自該至少一個電池單元的放電電流，該狀態包括一個涓流放電狀態，且該放電開關響應代表該涓流放電狀態存在的控制信號，從而進入該可控導通狀態，由此允許涓流放電電流從該至少一個電池單元流出。
12. 根據申請專利範圍第11項之系統，其中該放電開關響應代表該涓流放電狀態不存在的控制信號，從而進入該完全導通狀態，由此允許一個完全放電電流從該至少一個電池單元流出，該完全放電電流比該涓流放電電流大。
13. 根據申請專利範圍第11項之系統，其中若該電池提供的一個放電電流位準大於一個涓流放電電流閾值，則可以檢測出該涓流放電狀態的存在。
14. 根據申請專利範圍第8項之系統，其中該開關控制電路包括一個類比數位轉換器 (ADC)，該類比數位轉換器接收代表該至少一個電池單元的電流位準的類比信號，並提供一個代表該至少一個電池單元的電流位準的數位信號，一個控制器，該控制器接收該數位信號，並向一個數位類比轉換器 (DAC) 提供一個數位輸出控制信號，該

數位類比轉換器提供該控制信號給該開關。

15. 一種控制導通狀態之方法，包括：

為一個電池檢測涓流充電狀態和涓流放電狀態中的至少一個狀態；和

控制至少一個開關的導通狀態，以允許該電池接收涓流充電電流和產生涓流放電電流的至少一個。

16. 根據申請專利範圍第15項之方法，還包括：

控制一個放電開關的導通狀態，以進入飽和導通範圍，從而允許該電池產生一個可控涓流放電電流。

17. 根據申請專利範圍第15項之方法，還包括：

控制一個充電開關的導通狀態，以進入飽和導通範圍，從而允許該電池接收一個可控涓流充電電流。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	涓流預充電拓撲
102、104	MOSFET
106	放電驅動器
108	充電驅動器
110	二極體
112	參考電流源
114、116	開關

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)