

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利, 申請日期: 案號: , 有 無主張優先權
 美國 2000年01月12日 60/175,639 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於: , 寄存日期: , 寄存號碼:

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

發明之技術領域

本發明係與一種方法和系統有關，該系統和方法係與一電池組合在一起，用以監測並以即時方式判定電池各種不同因素之狀態或現況係將受測電池之好壞狀態顯示給使用人。

發明之背景說明

對於裝設於諸如一輛汽車、一架飛機、一艘船舶等載具上，或裝用於一個與任務執行有重大關係的設施中，諸如一永不斷電系統(UPS)中之蓄電池，通常必須隨時了解該電池的好壞狀態(SOH)，始能確保以該電池為電源之載具或電氣系統運作的可靠性。影響電池好壞狀態(SOH)之各種因素中包括：其負荷處理能量，充電狀態(SOC)，以及低溫啓動限度等。目前工業界所採行判定可顯示電池好壞狀態(SOH)各種因素的方法，是在未將電池安裝於載具或其他系統之前、先在一試驗室或一修車廠中進行必要測試，以判定該電池的充電狀態及其他因素。這種方法是很耗費時間的，因此，為了節省時間，有時在裝用電池之前僅測量電池的電壓。但是，僅做電壓測量並不能顯示確保裝用該電池之載具或系統的操作可靠性而必須先判定之該電池在各種不同操作情況下之真正電池充電狀態(SOC)以及其負荷處理能量。此外，這些技術並不能判定電池在載具上或系統內承載負荷時與該電池好壞狀態有關的各種影響因素。

因此，必須設計一種方法和系統，以一種簡便可靠的方式及即時顯示原則來監測電池安裝於一載具或系統中時在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(2)

各種操作情況下影響電池好壞狀態的各種因素，以提供能代表電池好壞狀態之更可靠且更有意義之資料。同時，也需要能夠對裝用電池的載具或系統之操作人員以最便捷可靠的方式顯示該等因素之即時狀態。

發明概述

本發明係提供一種可提供與正確判定電池好壞狀態(SOH)有關之各種影響因素有關的方法和系統。該系統包括本發明之電路，最理想的方式是將該電路裝設在電池上或裝設成電池整體之一部份，不過也可裝設於載具內某一較遠的位置上或另一地點上。依據本發明原理，測量電池溫度，電池電壓和進出電池的電流量，是在電池加上負載操作之後於電池上測量之。根據測得的資料，該系統即可計算電池的內部電阻(IR)，及電池之極化電阻(PR)。利用量得的電壓值，電流值，和溫度值，以及計算出來之IR和PR等參數，該電路即計算其他因素之數值，諸如電池容量，充電狀態(SOC)及低溫運轉安培(CCA_s)值等是。這些和電池好壞狀態有關的因素可直接在電池上或一遠距位置上顯示出來。有了這些資料乃可使電池變成「有智慧」的電池，並可將其可用之實際性能狀況告知使用人。亦即，使用人知悉這些資料後，就能夠馬上判定，在操作狀況下，該電池能否符合既定用途需要，或是否需要更換。

發明之目的

本發明目的之一旨在提供一種系統和方法，藉以測量，計算並顯示電池在所有使用狀態下與電池之好壞狀態有關

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

的各種功能因素。

本發明另一目的旨在提供與一電池成爲一整體之一種系統和方法、以判定計算，並以即時方式顯該電池在其裝設的系統中操作時，和其好壞狀態(SOH)有關之各種因素。

本發明另有一目的旨在提供一種系統和方法，用以監測並以即時方式顯示一個電池於承載負荷時與其功能好壞狀態有關之各種影響因素。

附圖簡略說明

配合下列各附圖以及詳細說明，當可對本發明有一更完整的了解：

圖1所示係依本發明原理所設計之電池監測系統之概略圖示；及

圖2所示係依本發明原理所設計之一種具體實例的系統功能概略圖。

發明之詳細說明

本發明之效用對可再充電式電池更爲顯著。本發明之詳細說明係以一種鉛酸電池爲範例，但也可適用於其他種可再充電電池，例如：鎳鎘電池，鋰離子電池等。

如圖1所示，其中有一電池1，一個電子電路模組2，一個電流感測器3，一個電壓感測器4，一個溫度感測器5，和一個顯示器6。該電池1簡圖是一種鉛酸電池，有一外殼和正負兩個接頭。該電池可裝設於一車輛上，正負兩種接頭上附裝電纜可藉以連接至該車輛之電氣系統提供各種裝置所需的電力，諸如：啓動馬達，照明系統，空調，及儀表

五、發明說明(4)

系統等。此種電池也可裝設在一緊急任務系統內，例如一永不斷電系統(UPS)。

圖中之電子電路2，可能是一種類比電路，但最理想的是能包括(如以下說明)數位式電子微處理器30，以及必需之輸入及輸出組件。因此，該電子電路2包括(參閱圖2)，微處理器30和一具多工器20形式之電腦輸入介面，和一類比至數位轉換器(A/D)22。由各感測器3，4及5，所測得之電壓，電流和溫度數值經由該多工器20以多工處理後之順序施加至該A/D轉換器22內。處理後之數位化測量資料係施加至微處理器30。

微處理器30係一傳式微處理器，包括：常用之一個數學邏輯單元中之被使用部份，用以執行各種計算；一個隨機存取記憶體(RAM)24，用以儲存來自多工器20的各種資料輸入；一個唯讀記憶體(ROM)26其中存有一應用程式；一個中央處理器CPU27(監控電路)；以及一個通訊用之輸入/輸出單元28，如有需要，可附加一外設host處理器。該ROM可採用EPROM(可拭除方程式唯讀記憶體)或類似裝置，俾變更所儲存的應用程式。以上各項裝置都是一般熟知的裝置。微處理器30依照程式之設定可利用所測得之溫度，電壓和電流參數的數位化數值以計算電池各種參數諸如：IR及極化電阻(PR)，並根據這些不同的電池因素判定電池之SOC及CCA。該電子電路2可裝設於電池上(如圖所示)，或裝設在一遠方位置處。

電池1的各項規格數值，諸如其額定容量(安培/小時)以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

及標稱電壓等資料在電池製造時即已確定，並儲存在微處理器30的ROM部份。這些數值可用以執行各種計算。

電流感測器組件3係在電池承載負荷時測量通過該電池的電流(亦即在充電和放電時)。可利用下列說明之各種方式製成該電流感測器。每種技術均可產生一類比輸出，經由多工器20施加至A/D轉換器22轉換成數位式資料。究應以何種方式製作該電流感測器，須視其用途和考慮各種不同因素(諸如：成本費用)之結果而定。其中一種技術是採用一Hall電流感測器裝設在電池接頭附近，用以偵測流入及流出電池的電流量。這種方法固然容易，但通常其製作成本較高，不如採用一種電阻性元件，於電壓下降時感測電池之電流量比較省錢。

使用一種電流分流器乃是一可取之辦法，亦即，將一已知數值的電阻元件與電池之任一接端(正端或負端皆可)串接。在該電阻兩端量得的電壓值即可顯示流入或流出該電池之正確電流值。鋰離子及鎳金屬氫化物等化學反應式電池如果需要串接一些斷流開關以防止過量充電或過量放電並保護該電池內各單元必須在一特定範圍內操作時，使用前述之分流電阻器之方法最為理想。因為，在任何電路使用結構情況下，該等斷流開關必須以串連方式附加於電池上，故附加一只已校準之低值歐姆電阻器之方式與電池之其他製造步驟並無抵觸之處。鉛酸電池通常都可容許高電流及大幅度電壓變化之情況，因此一般而言在電池的內部或外部均不附加上述斷流開關。對於任一鉛酸電池而言，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂

五、發明說明(6)

該等斷流開關的功能通常係附加在電池充電器內部而非附加在電池本身上。在這種情形下，可將上述之分流電阻器串接於兩條充電纜線中任何一條纜線上。每一種不同的電流感測裝置(或方法)均必需使用定比電路及濾波電路(圖中未顯示)，並將其輸出電流值轉換成相當之電壓值。該項電壓值隨即由類比至數位(A/D)轉換器22轉換成數位資料，提供予微處理器30使用。

電壓感測組件4，係一電壓表，用以計量電池1無負載時之兩端電壓(開路電壓—OCV)以及有負載時之兩端電壓。其方法乃是，將利用放大器計量之電池端電壓送入多工器20經過緩衝(圖中未顯示)及多工處理後送入該A/D轉換器22中。亦可使用一數位電壓表以替代上述之A/D轉換處理步驟。該電壓表也可用以計量該分流電阻兩端間之電壓值用以測定其電流值。量得之電池端電壓數值，係以下述方式用以測定該電池之SOC。電池端電壓中之數值變化被微處理器30配合所測得之電流變化數值來計算電池內部電阻值(IR)，詳如下列說明。

圖中之溫度感測器5，可採用業界熟知之半導體元件或通稱為熱耦器之RTDs(電阻性溫度裝置)。這類元件可裝在電池內部。該種感測器在鋰電池中已納入氣體量計晶片中。基本上，該感測器量得一次溫度變化後即可在該感測器兩端產生一種電壓變化值。輸出之電壓值經過多工器20之多工處理後被送入A/D轉換器22，再經微處理器30處理後直接顯示溫度數值及/或用以計算一只電池之相關因數。

五、發明說明(7)

顯示器組件6，可採用任何LCD，LED或由該微處理器30利用任何必要之放大器所推動之其他傳統式顯示器。顯示器6可顯示各種計量數值輸出訊號，諸如：電壓值，電流值及溫度值。亦可顯示所計算且與電池好壞狀態(SOH)有關之因數，諸如IR，PR，SOC，CCA(冷擺動小時數)以及電荷容量。各種量得及計算所得之數值可按定時顯示原則自動顯示之。該等數值之顯示也可根據情況顯示原則顯示一電池之現狀，例如：電壓，IR或變化等數值。該等數值的應召顯示亦被建議使用。

如圖1所示，該顯示器可直接裝設在電池上，例如在電池外殼上。也可裝設於距離電池較遠的任何位置上。也可將顯示器6裝設在電子電路2處，或距離電池較遠之任何位置。

該電路之功能係繼續對微處理器30提供電池在各種使用狀況，諸如開路(無負載)，充電中，放電中等狀態下所量得且經多工處理之電池溫度，電流及電壓等參數。量得之各種因數可由顯示器6顯示之。微處理器30利用這些量得的因數導出不同的計算數值，用以認定與電池SOH有關之各種因數。這些因數也可加以顯示。茲將微處理器30計算出來的各種電池因數說明如下。

內部電阻值(IR)·在決定與電池SOH有關之幾個因數時，電池內部電阻值IR乃是一項必要的決定性參考數據。如所週知，任一電池可能輸出的最大瞬間電力是與電池內部電阻值成反比。同時，電池的IR值如果偏高乃表示該電池已

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(8)

有硫化現象，亦即意謂該電池可能是正在品質衰變中。如能早期發現這種硫化現象，仍可恢復該電池之良好品質。電池的IR值低，即表示其充電情況良好，這就是表電池之SOH甚佳。

如欲測定一電池之IR，可使電子電路2之輸出信號通過該電池，並分析其電池輸出信號情況。該信號可能是一系列電壓脈衝，藉以測定該電池之直流電阻值IR。電池IR之直流電阻值是用以計算電池之其他各種因數。微處理器30的功能是控制抽樣脈衝的產生，並執行IR的計算。

例如：為測定電池IR之直流數值。可利用一種低頻率(例如1.0仟赫)振盪器提供一種已知電壓值之脈波信號，使該電池響應於這些脈波信號之變化而以一種既定的控制方法抽取其電池之電流輸出數值。然後，將此一精確量得之電流值與量得之該電池端電壓變化數值配合運用，以計算該電池之內部電阻值。此項計算操作是由微處理器30執行。

如果電池使用內裝振盪器，可在電池有低負載或無負載(例如存放在貨架上)時計量電池之IR值。利用直流脈衝以計量電池內部電阻值之方法，已在美國第4,937,528號及5,049,803號專利中說明，該兩項專利已由原發明人轉讓予本發明之受讓人，且其揭露之內容特性列入本說明書中作為參考依據。

電池之IR也可利用其他方法測定之，諸如利用電池電壓之變化求出電流中之已知變化。例如：可施加一已知之高值充電電流脈衝，或利用所產生之放電脈衝，即可根據該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

電流脈衝之電流量以及所量得之該電池端電壓因響應於該電流脈衝所發生之電壓變化數值計算該電池之IR，亦即：

$$IR = \frac{dV (\text{電壓之變化數值})}{dI (\text{脈衝電流變化量})} \quad (1)$$

極化電阻值 (PR) · 電池極化電阻係起因於電池電極(板)中之電解質濃度和電池板之間大量電解質濃度的不一致現象，電池極化電阻值也對電池的電力輸出有影響。電池之極化電阻值為：

$$PR = IR(DC) - IR(AC) \quad (2)$$

式中之IR (AC)乃係根據交流的參數而測定之電池內部電阻值。例如：電路2產生一適當頻率之正弦波電壓，並施加至該電上，以測量因而發生的電流。並由該微處理器計算該IR (AC)數值。將IR (AC)與電池的直流內部部電阻值加以比較所產生的電阻差數值即為極化電阻值(PR)。此項計算也是由微處理器執行。

PR值指示電池的SOH係數，其為電解質位準。如果PR值超過一預定值，可以電腦程式將該微處理器設計成可使顯示器顯示一電池之電解質之不足數值。

容量 · 電池之容量係以安培/小時表示之。這也就是電池於一定期間內可送出之電流量。電池的容量是取決於其製造結構因素，例如其電極的數量，小小形狀以及連接方式等。每一電池都有其既定之這些因素。電池容量值是被設定在微處理器內。如有需要，也可在顯示器上顯示出來。

充電狀態 (SOC) · SOC通常是以電池實際容量與電池額定容量二者間的百分比表示之。亦即，任一電池均可自電容量0% (全部放電狀態) 充電至100%額定容量 (完全充

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(10)

電)。電腦係以下列公式算定電池之容量：

$$\text{SOC} = 100 - \frac{(12.7 - \text{OCV})}{1.2} \times 100\% \quad (3)$$

其中之OCV代表電池在無負載狀態(開路狀態)時之輸出電壓。以上之計算公式(3)理論依據見諸於美國第4,937,528號專利，以及美國第5,049,803號專利，這兩項專利都已轉讓予本發明之同一受讓人。

另一計算SOC的方法，是由微處理器30將電池在超過一特定期間(例如八小時)的期間內繼續保持開路狀態的小時數記錄下來。並於這段期間內利用量得之開路電壓(OCV)數值以及上述公式(3)計算該電池之充電狀態(SOC)。如有需要，可將其SOC顯示於顯示器上。

短路之電池單元·電池充滿電荷後，如果在某一特定期間內電流感測器並未測得任何放電電流的情況下，該電池的電壓仍會下降至一特定電壓準位時，電路2即表示該電池之電池組單元已發生短路現象。此時，乃可以程式控制該微處理器30執行檢測電池短路的功能，首先須測定該電池已達完全充電狀態(SOC=100%)，然後計量電池之電壓。先設定一個時序循環週期，例如為60秒鐘，利用此一時序週期計量該電池之放電電流值。於該時序週期結束時，計量其電池電壓值。倘若電池電壓於該時序週期結束時已下降至一預定電壓準位，且在該時序週期內並未測得任何放電電流時，就會顯示該電池有電池組單元短路之情形。

失配電池組·使用中的電池在放電期間內，如果其電池電壓變化曲線出現兩個平頂，或是該電池在充電期間內，

五、發明說明(11)

其電壓曲線斜度到達一最高點時，即表示已發生電池組單元失配現象。在本發明之電路中，電池係經由其裝用的系統中之負載進行放電。通常，電池係由一交變器對其充電。

微處理器30持續不斷地接收所測得之電池電壓資料。該微處理器係以程式設定在執行放電期間內監測電池電壓之功能，當電池加上負載後其電壓按正常情況下降至一個平頂時，該微處理器即可測定該電池之電壓曾否發生兩次下降情形。如有，顯示器6乃可產生一電池組單元失配的警告信號。亦即，該微處理器係在其收到電流感測器送來的資料顯示該電池已加上負載的期間內進行此項計算。

同樣地，該微處理器亦可於電池充電期間內計量該電池之電壓並計算其電壓變化曲線的斜度：

$$\frac{dV}{dt}$$

微處理器將其繼續量得的充電電壓變數據加以比較，如測定該電池的充電電壓已到達最高點時，立即顯示該電池已發生電池組單元失配現象之警告信號。微處理器係由該電流感測器提供的資料得知電池正在充電。

溫度·由微處理器控制操作的本發明揭露的系統可繼續以定期或不定期方式計量電池的溫度。電池在接受充電之期間內。如果電池的溫度超過一預定限度，充電作業即會被自動切斷，或啓動一聲頻警告信號(例如一警笛信號)警告操作人員。此項設計有助於消除溫度迅速升高的危險。

冷運轉電流值(CCA)·汽車用電池之鉛酸電池冷運轉安培

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(12)

值係指一個電池在全負載狀態下操作30秒鐘後電池電壓並未自其額定值12.6伏特下降至7.2伏特以下的情況下該電所提供之電流安培數。在寒冷氣候環境中使用的電池應有一較高之CCA值。在若干重量應用方式(例如：汽車啓動)中，如果需要顯示電池輸出能量隨周遭溫度變化而變化之情況時，本發明的電路即可提供此一功能。

研究發現，利用上述以直流充電及放電脈波量得之電池內部電阻值(IR)，係與電池之CCA成反比的關係。亦即，電池的IR愈高，其CCA值就會愈低。用以計量電池IR的直流脈衝電流可能是汽車內的啓動電流，或係來自所裝用的電池。

利用多個CCA值不同的新電池所測得之各該電池內部電阻值，已發現可以下列公式說明之：

$$CCA = 950.2 - 18616.6 * IR \quad (4)$$

各種汽車用(鉛酸)電池都符合此一公式的標準。但工業用電池通常並不用CCA表示其特性。

在本發明揭露的智慧型電池中，其電路可測量隨同負載電流之變化而變化的電壓，並由微處理器利用該電壓值計算出電池的IR值。然後利用公式(4)計算出CCA值。因為電子電路2一直與電池保持連接，因此，電池的壽命乃可以電池IR的變化趨勢為函數確定之，並可將電池容量之變化情況在顯示器6上顯示出來，對使用人提供判斷電池好壞的依據。

CCA亦可採用為工業用電池的一項重要參數。在此種情

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

13

況中，可導出一類似的公式以及不同的係數以確認該等工業用電池的CCA和電池內部電阻值之間的關係。

通訊媒體/通報器·電池的各種參數，諸如：其額定容量，應用程式或其修改內容等資料，可利用一串列式通訊鏈路輸入微處理器30的唯讀記憶體內。也可利用其他現有之各種通訊匯流裝置，諸如：SMBus，RS232，或I2C匯流通訊協定等做為通訊媒體。

本系統可利用以單一晶片或數個商用晶片組成的混合組件實行之。同時，如果僅需較少的電池好壞判斷參數資料，亦可採用比上述各種組件更少的組件構成本發明的系統。例如：根據某一特定應用目的在該種智慧性電池中並不需要設置溫度感測器時，可免用溫度感測器。同理，如果系統中僅須裝用一充電狀況感測器時，則可免用該電流感測器。在此種情形中，可由電池的開路電壓值來提供SOC資料。

在不偏離本發明精神或申請專利範圍之原則下，也可設計出其他不同的具體實例。

前述各種具體實例僅係本發明各發明人為實行本發明之原理而擬定之一些可行方法與裝置設計。雖然本說明書係以各該可選用具體實例為參考依據來說明本發明之內容，但發明人等並無意以本發明行據的具體實例形態為限。凡熟諳本技術領域者，應瞭解在不偏離本發明精神與申請專利範圍之原則下，可對本發明所舉各種具體實例的結構形式與設計細節進行各種不同的修改。亦可利用各種相當的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()
14

方法，裝置及技術達到相同的成果。同理，前述任何處理步驟亦可與其他類似步驟互換代用以達到相同之成果。茲將原定本發明申請專利範圍，條列如下以供參考。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

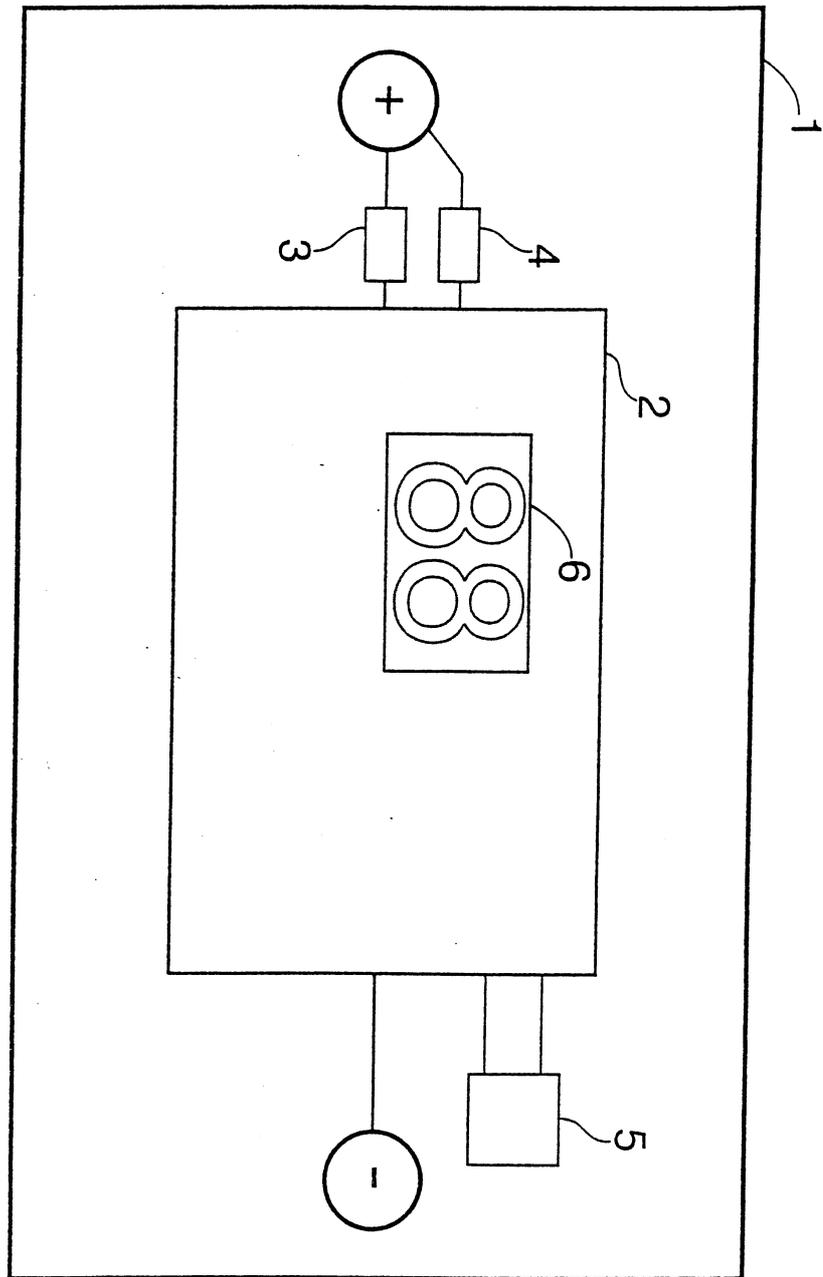


圖 1

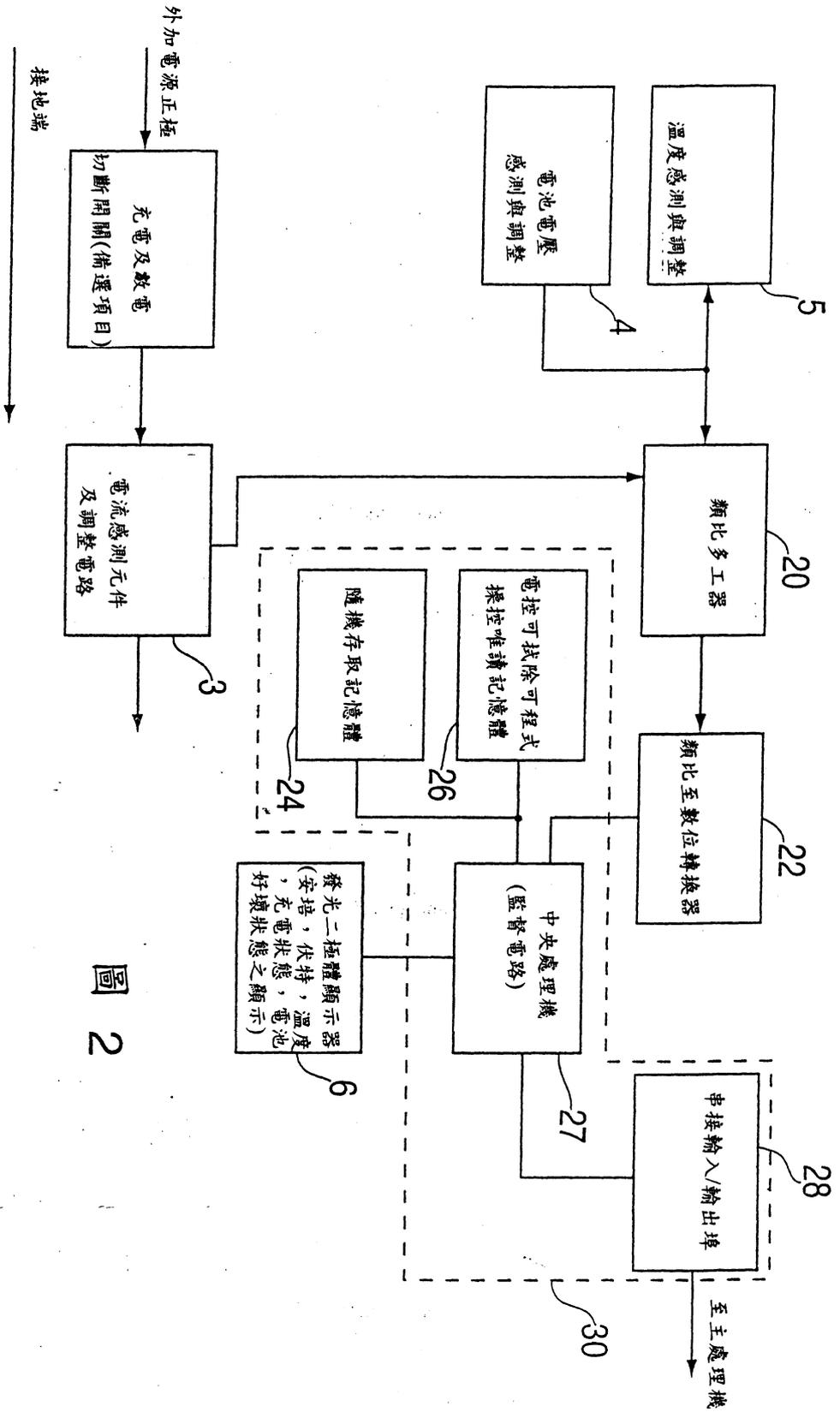


圖 2

申請日期	90.2.23
案 號	090100822
類 別	G01N 27/416

A4
C4

中文說明書替換頁(93年7月)

(以上各欄由本局填註)

發明
~~新~~型 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	判定電池好壞狀態之方法
	英 文	METHOD FOR DETERMINING BATTERY STATE-OF-HEALTH
二、發明 人	姓 名	1.哈默罕 辛 HARMOHAN SINGH 2.威廉 C. 哈維 WILLIAM C. HOVEY 3.理察德 B. 欣克曼 RICHARD B. HUYKMAN 4.希魯曼萊 巴蘭塞米 THIRUMALAI PALANISAMY
	國 籍	1-4.均美國
三、申請人	住、居所	1.美國紐澤西州洛克威市雪伯克路35號 2.美國紐澤西州洛克威市巴誠路14號 3.美國紐澤西州蒙特維市日落大道7號 4.美國紐澤西州莫里斯頓市凱特伯利路14號
	姓 名 (名稱)	美商哈尼威爾國際公司 HONEYWELL INTERNATIONAL INC.
代 表 人 姓 名	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國紐澤西州摩里斯鎮哥倫比亞路101號
		羅傑 H. 克里斯 ROGER H. CRISS

類 別 查 詢 心 之 策 略 是 否 變 化 方 法 與 否 查 詢 答 案

裝 訂 線

四、中文發明摘要(發明之名稱：

判定電池好壞狀態之方法)

一種用以以精確而即時的方式判定一蓄電池好壞狀態因素的系統及方法。本系統可量度電池溫度(5)，電壓(4)以及流入及流出受測電池之電流(3)。此項資料被送入一電腦中進行多工處理(20)以計算並顯示(6)該電池之內部電阻值(IR)，極化電阻值(PR)，充電狀態(SOC)，和其冷運轉安培值(CCA)。如有蓄電單元短路及不當匹配之現象，亦可判定，並予以顯示出來。電池的好壞狀態係與電池使用人所知悉之上述所顯示之各項測得之數值以及計算出來之因素有關。

英文發明摘要(發明之名稱：METHOD FOR DETERMINING BATTERY STATE-OF-HEALTH)

A system and method for accurate and in real time determination of factors relating to the state of health of a storage battery. The system measures the values of battery temperature (5), voltage (4) and current (3) flow into and out of the battery. This data is multiplexed (20) into a computer and the battery's internal resistance (IR), polarization resistance (PR), state of charge (SOC) and its cold cranking amp (CCA) capability are computed and displayed (6). The presence of shorted and mismatched cells also can be determined and displayed. The state of health of the battery is related to these displayed measured values and calculated factors which are made known to the user of the battery.

六、申請專利範圍

1. 一種用以監測及顯示給一車輛使用者有關一鉛酸蓄電池的好壞狀態之方法，該蓄電池為該車輛所依存，該方法包括下列各項步驟：

計量該電池於有負載及無負載狀況下之電壓及電流值；

利用量得之電池電壓及電流資料計算該電池之內部電阻值和極化電阻值；及

利用該等量得之電池電壓值和電流值，以及計算所得之電池內部電阻值和極化電阻值，確定該電池之各種相關因數，包括：電池充電狀態，冷運轉安培，有無電池組單元短路及電池組單元失配現象，其特徵在於當該電池供應電流到該車輛時，該方法以即時且連續不斷地執行，包括持續地測量電池電壓及電流；

判斷有無電池組單元失配現象之該步驟包括以下之一：(a)當該電池在放電時，監測該電池電壓及偵測該電壓是否到達兩個平坦值；(b)在充電期間測量該電池電壓及做出連續的對該斜率 dV/dt 之判斷，如果該斜率到達最高點，則偵測出電池組單元失配現象；及

判斷該冷運轉電流安培值(CCA)之該步驟包括應用以下之公式以計算電池內部電阻值

$$CCA = 950.2 - 18616.6 * IR$$

其中CCA的單位為安培，IR的單位為微歐姆。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中計算該電池內部電阻值之步驟包括：

六、申請專利範圍

計算其直流內部電阻值，並計算其交流內部電阻值，以及計算該電池極化電阻值之步驟包括：將上述計算所得之交流內部電阻值自上述計算所得之直流內部電阻值中減除。