

(21)申請案號：100134022

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 21 日

(51)Int. Cl. : H02J7/04 (2006.01) H01M10/44 (2006.01)

(30)優先權：2010/09/21 美國 61/385,114

(71)申請人：普羅泰拉公司 (美國) PROTERRA INC. (US)

美國

(72)發明人：沙卡 瑞班 SARKAR, REUBEN (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：21 共 63 頁

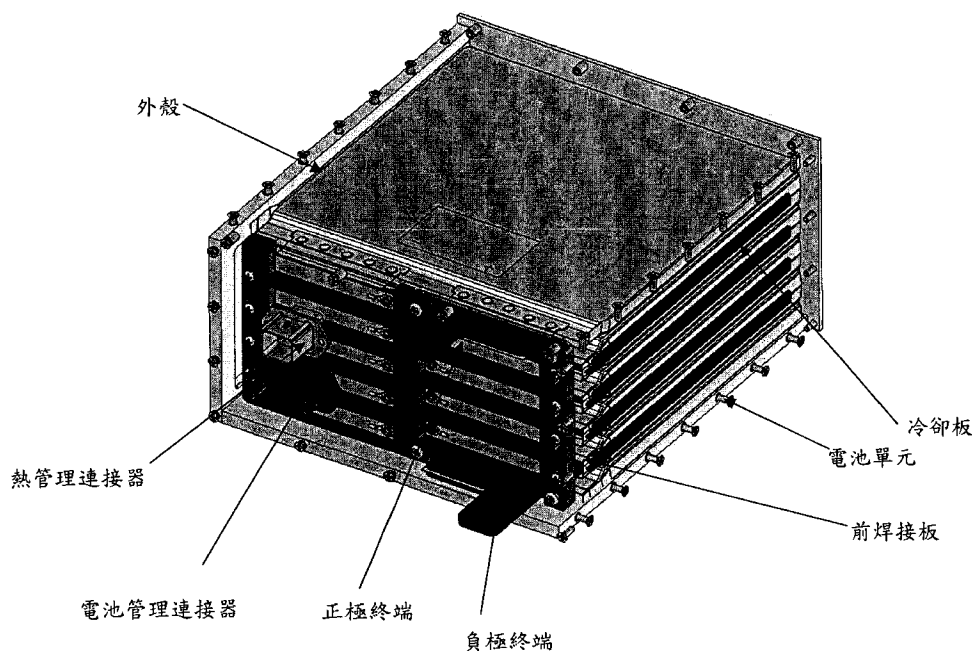
(54)名稱

具有不同能量儲存組態之等效快速充電的系統及方法

SYSTEMS AND METHODS FOR EQUIVALENT RAPID CHARGING WITH DIFFERENT ENERGY STORAGE CONFIGURATIONS

(57)摘要

本發明提供一種具有複數個第一電池單元之能量儲存系統，各第一電池單元具備一第一充電速率(C-rate)能力。可依與複數個第二電池單元等效的基於一瓩時/分(kWh/minute)之一速率來對該複數個電池單元充電，各第二電池單元具備第二充電速率能力，該第二充電速率高於該第一充電速率。該複數個第一電池單元可具有近似為該複數個第二電池單元之能量儲存容量的兩倍之一能量儲存容量。



(21)申請案號：100134022

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 21 日

(51)Int. Cl. : H02J7/04 (2006.01) H01M10/44 (2006.01)

(30)優先權：2010/09/21 美國 61/385,114

(71)申請人：普羅泰拉公司 (美國) PROTERRA INC. (US)

美國

(72)發明人：沙卡 瑞班 SARKAR, REUBEN (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：21 共 63 頁

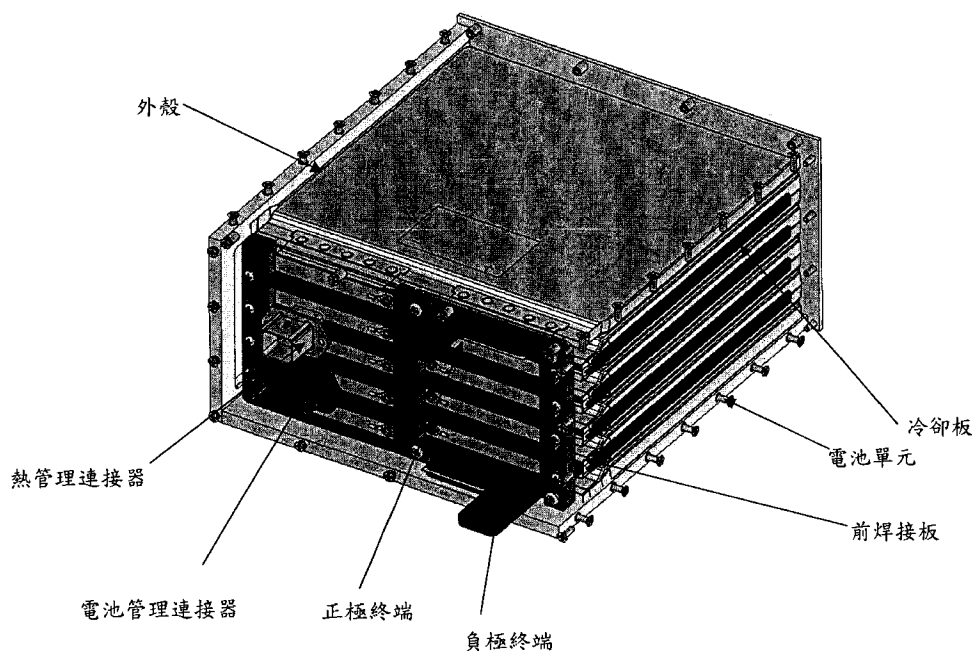
(54)名稱

具有不同能量儲存組態之等效快速充電的系統及方法

SYSTEMS AND METHODS FOR EQUIVALENT RAPID CHARGING WITH DIFFERENT ENERGY STORAGE CONFIGURATIONS

(57)摘要

本發明提供一種具有複數個第一電池單元之能量儲存系統，各第一電池單元具備一第一充電速率(C-rate)能力。可依與複數個第二電池單元等效的基於一瓩時/分(kWh/minute)之一速率來對該複數個電池單元充電，各第二電池單元具備第二充電速率能力，該第二充電速率高於該第一充電速率。該複數個第一電池單元可具有近似為該複數個第二電池單元之能量儲存容量的兩倍之一能量儲存容量。



六、發明說明：

【先前技術】

近年來，因環保措施已提議具備一電池之混合運載工具及電動運載工具，且混合運載工具及電動運載工具之一些已付諸於實踐，以有效地使用能量(特定言之，可再生能量)。通常，迄今已付諸於實踐且安裝於運載工具中之蓄電池包含(例如)鉛蓄電池、鎳金屬氫電池或高動力鋰離子電池。一些電動運載工具(諸如電動汽車)係藉由將電動運載工具插入一充電站中而對其等之電池充電。其他電動運載工具(諸如電動火車及輕軌車)係透過軌道中之硬體或高架線而永久地連接至一電源。

電動運載工具之整合式運輸系統(諸如巴士系統或其他公共運輸系統)之近來趨勢已脫離使用至電動運載工具之永久電連接，此係因為此等系統係一眼中釘、不受歡迎、安裝及維護成本昂貴且可能不安全。此等系統之一些不能使一電動運載工具獨立於一軌道或高架線而運行。充電速度可與可在小時段內規則地再充電之一重型運載工具(諸如一巴士)非常有關。更多近來整合式運輸系統可使用固定充電站以對在電動運載工具中所使用的重型電池快速充電。在一實例中，一電動運載工具可需要在少於十分鐘內完成一充電，此充電足夠使該電動運載工具能在必須再充電之前的一小時內完成九英里至十二英里之其正常路線。通常可能僅考量在少於十分鐘內對具有具備一持續高充電速率或C-rate之特定類型的化學電池(諸如鈦酸鋰或超級電

容器)之一電動運載工具(尤其係大型、重型運載工具(諸如巴士、貨車或大型卡車))充電。然而，超級電容器不含有足夠能量密度以提供必要範圍以便在不再充電之情況下完成此長度之一給定路線。同樣，在對具備基於一重複之高充電速率能力之電池之快速充電及放電可導致增加磨損且減低電池壽命，此使物主之操作成本增加。

因此，需要可快速充電且提供等效效能給具備高充電速率能力之既有高充電速率能量儲存系統同時使用一不同能量儲存組態之能量儲存系統及相關聯方法。

【發明內容】

本發明提供用於對一能量儲存系統快速充電之系統及方法。本文所描述的本發明之多種態樣可應用於下文所陳述的任何特定應用或者應用於任何其他類型的運載工具或電源或者應用於需要對一能量儲存系統快速充電之任何應用。本發明亦應用為一單獨系統或方法，或應用為一整合式運輸系統(諸如一巴士系統或其他公共運輸系統)之一部分。應瞭解，本發明之不同態樣可被個別地、共同地明白或彼此組合。

本發明之一態樣可關於一種能量儲存系統。該能量儲存系統可具有複數個第一電池單元，各第一電池單元具備一第一充電速率能力。可依與複數個第二電池單元等效的基於一瓩時/分之一速率來對該複數個電池單元充電，各第二電池單元具備一第二充電速率能力，該第二充電速率高於該第一充電速率。該複數個第一電池單元可具有近似為

該複數個第二電池單元之能量儲存容量的兩倍之一能量儲存容量。

本發明之另一態樣可關於一種對一能量儲存系統快速充電之方法。該方法可包含提供一第一能量儲存系統。該第一能量儲存系統可具有具備一充電速率能力之複數個第一電池單元。該方法亦可包含依與一第二能量儲存系統等效的一速率來對該第一能量儲存系統充電。該第二能量儲存系統可包含具備一第二充電速率能力之複數個第二電池單元，該第二充電速率高於該第一充電速率。

根據本發明之另一實施例，提供一種選擇性地對一能量儲存系統充電之方法。該方法可包含提供一能量儲存系統及一充電裝置。該方法亦可包含接收關於影響該能量儲存系統之充電條件之一或多個因素之資訊。該方法可進一步包含使用該充電裝置使用關於影響該能量儲存系統之充電條件之一或多個因素之該資訊來對該能量儲存系統充電。影響該能量儲存系統之充電條件之該等因素可包含以下之至少一者：將操作該能量儲存系統之當天時間；將操作該能量儲存系統之區域之預報天氣；供應電給該充電裝置之一公用設施之電需量費率；耦合至該充電裝置之公用設施電網上之負載；該能量儲存系統內的電荷剩餘位準；及在可重複對該能量充電系統充電之步驟之前的該能量儲存系統之預測消耗。

本發明之另一態樣可關於一種對一能量儲存系統充電之方法。該方法可包含電氣地連接一充電站至一能量儲存系

統。可依一第一速率來對該能量儲存系統充電。接著，可停止依一第一速率來對該能量儲存系統充電。可在該能量儲存系統內耗費大量電荷。接著，可依一第二速率來對該能量儲存系統充電。可藉由以下步驟之至少一者而執行在一下降週期期間在該能量儲存系統內耗費大量電荷之程序：操作耦合至該能量儲存系統之一或多個器件；傳送電荷至一替代能量儲存器件；透過該充電站而將該電荷傳送回去；或操作充電器作為一充電槽。

根據本發明之一實施例，提供一種快速充電系統。該系統可包含一外部電源，且亦可包含一電動運載工具。該電動運載工具可具有一能量儲存系統，該能量儲存系統包括複數個第一電池單元，各第一電池單元具有一第一充電速率能力。可依與複數個第二電池單元等效的基於一貳時/分之一速率來對該複數個第一電池單元充電，各第二電池單元具有一第二充電速率能力，該第二充電速率能力高於該第一充電速率能力。該系統可進一步包含耦合至該外部電源之一充電裝置，該充電裝置進一步與該電動運載工具分開地耦合以依包含該第一充電速率之一或多個充電速率來對該複數個第一電池單元充電，各第一電池單元具有一第一充電速率能力。

根據本發明之一實施例，提供一種用於一電動運載工具中之一能量儲存系統之快速充電系統。該系統係可操作的以判定該能量儲存系統之當前充電狀態，該能量儲存系統具有一充電容量且包括具有一第一充電速率能力之複數個

第一電池單元。該系統係進一步可操作的以接收關於操作該電動運載工具之資訊。該系統亦可基於關於操作該電動運載工具之該所接收資訊而判定繼續操作該電動運載工具是否需要對該能量儲存系統充電。該系統亦可判定一充電事件之持續時間，其中藉由該電動運載工具之一或多個操作參數而限制該充電事件之持續時間。該系統係進一步可操作的以在該充電事件期間控制對該電動運載工具之充電，其中依一第一充電速率來對該能量儲存系統充電，該第一充電速率低於在該充電事件之持續時間內對一第二能量儲存系統充分充電所需的一第二充電速率。該第二能量儲存系統包括具有一第二充電速率能力之複數個第二電池單元，該第二充電速率能力高於該第一充電速率能力。亦不對該能量儲存系統充電至其滿充電容量。例如，對於正常操作，可對該能量儲存系統充電至其總容量之40%至60%。

根據本發明之一實施例，亦提供一種對一能量儲存系統充電之方法。該方法包含判定該能量儲存系統之當前充電狀態，該能量儲存系統具有一充電容量且包括具有一第一充電速率能力之複數個第一電池單元。該方法進一步包含接收關於操作電動運載工具之資訊，且基於關於操作該電動運載工具之該所接收資訊而判定繼續操作該電動運載工具是否需要對該能量儲存系統充電。該方法亦包含判定一充電事件之持續時間；其中藉由該電動運載工具之一或多個操作參數而限制該充電事件之持續時間。此外，該方法

包含在該充電事件期間控制對該電動運載工具之充電，其中依一第一充電速率來對該能量儲存系統充電，該第一充電速率低於在該充電事件之持續時間內對一第二能量儲存系統充分充電所需的一第二充電速率，且該第二能量儲存系統包括具有一第二充電速率能力之複數個第二電池單元，該第二充電速率能力高於該第一充電速率能力。此外，在控制於該充電事件期間對該電動運載工具充電之期間，不對該能量儲存系統充電至其滿充電容量。

當結合下文描述及隨附圖式考量時將進一步明白及瞭解本發明之其他目的及優點。雖然下文描述可含有描述本發明之特定實施例之特定細節，但是此不應被解釋為限制本發明之範疇，而是解釋為較佳實施例之一範例。對於本發明之各態樣，一般技術者所知的如本文所建議的許多變動係可行的。在不背離本發明之精神之情況下可在本發明之範疇內作出各種變更及修改。

【實施方式】

本文參考仿佛特定地及個別地指示以引用方式併入各個別公開案、專利或專利申請案的相同程度而併入此說明書中之所有公開案、專利及專利申請案。

專利或申請檔案含有依色彩執行的至少一圖式。將由辦事局在請求及支付必要費用後提供具有色彩圖式之此專利或專利申請公開案。

在隨附申請專利範圍中特別陳述本發明之新穎特徵。將藉由參考陳述闡釋性實施例(其中利用本發明之原理)之下

文詳細描述及隨附圖式而獲得本發明之特徵及優點之一較佳瞭解。

本發明提供用於對能量儲存系統快速充電之系統及方法。本文所描述的本發明之多種態樣可應用於下文所陳述的任何特定應用、應用於電動運載工具或混合運載工具或者應用於任何其他類型的運載工具。該能量儲存系統可包括使用允許等效於既有高充電組態之充電速率之一替代能量儲存組態，且可具有多種配置及組態。本文所描述的本發明之多種態樣可應用於下文所陳述的任何特定應用或者應用於任何其他類型的運載工具或電源或者應用於需要對一能量儲存系統快速充電之任何應用。本發明可應用為一單獨系統或方法，或應用為一整合式運載工具系統之一部分。應瞭解本發明之不同態樣可被個別地、共同地明白或彼此組合。

例如，根據本發明之一實施例，由系統所供電的電動運載工具可包含具有如在圖1之示意圖中所展示的多種特徵之一接駁巴士。該巴士之特徵可應用於其他重型或高承載率運載工具，其中「重型運載工具」可包含一學校巴士、一送貨車、一穿梭巴士、一拖拉機拖車、一5級卡車(載重16,001至19,500磅，單組兩個車軸、六個輪胎)、一6級卡車(載重19,501至26,000磅，單組三個車軸)、一7級卡車(載重26,001至33,000磅，單組四個或四個以上車軸)、一8級卡車(載重33,000磅及33,000磅以上，單一拖車四個或四個以下車軸)、具有載重14,000磅以上的一GVWR之一運載工

具、具有15:1或15:1以上之一貨物對驅動車質量比之一運載工具、具有六個或六個以上輪胎之一運載工具、具有三個或三個以上車軸之一運載工具或任何其他類型的高承載率或重型運載工具。

一重型運載工具可具有包含電池之一推進電源。在本發明之一些實施例中，該重型運載工具可具有一或多個額外電源，諸如一內燃機或一燃料電池。該重型運載工具可係一電動電池供電運載工具或一混合電動運載工具，且可能夠使用相同基本電池組態、驅動馬達及控制器，無論該運載工具是否為一僅電池運載工具或一混合運載工具。

一重型運載工具之推進電源可包含一或多個電池總成。一電池總成可透過使用一轉換器而提供高電壓功率給該運載工具中之牽引馬達、高功率附件及低電壓附件。在本發明之一實施方案中，可並聯地安置電池以降低電池管理系統之成本，此係因為可量測各電池電壓。然而，在一些其他實施例中，運用較大容量電池，在串聯地安置電池之前可無需並聯該等電池。較大容量電池之使用可在不增加該電池管理系統之成本之情況下增加整個總成之安全性。因此，可串聯地或並聯地或其等之組合配置電池。此電池連接靈活性亦可允許電池放置之靈活性。電池放置之此靈活性可係有利的，無論電池散佈於運載工具上的何處。

在一些實施例中，一重型運載工具可沿一預定路線行駛，且停在用於再充電之預定點處。例如，見美國專利第3,955,657號，該案之全文以引用方式併入本文中。

在本發明之一實施例中，一重型運載工具之推進電源可包含磷酸鐵鋰(LFP)或硬碳/鎳鈷錳氧化物(NCM)電池單元。在一些實施方案中，該推進電源可包含僅係磷酸鐵鋰或NCM硬碳電池單元之電池單元，而無需任何其他類型的電池單元。該磷酸鐵鋰或NCM硬碳電池單元可包含此項技術中所知的任何格式或組合物。

一重型電動運載工具(諸如在圖1中所展示的接駁巴士)可用作為利用電動運載工具之一整合式運輸系統(諸如巴士系統或其他公共運輸系統)之一部分。該重型電動運載工具可在相對固定接駁路線上行駛，在該相對固定接駁路線上，該運載工具必須在返回至特定位置再充電之前完成其之整個路線。應在短時間量內完成對該電動運載工具之電池之再充電以最小化運載工具「停駛時間」且最大化領域中之電動運載工具之可行駛時間。例如，該電動運載工具可需要在少於十分鐘內完成充電，該充電足夠使該電動運載工具能在必須再充電之前的一小時內完成九英里至十二英里之該電動運載工具之正常路線。通常可能僅考量在少於十分鐘內對具有高充電速率化學物質(諸如鈦酸鋰或超級電容器)之一運載工具(尤其係一大型重型運載工具)充電。根據習知學問，可對一能量儲存系統充電的速率可被認為直接與系統中所含有的電池單元之充電速率成比例。充電速率量測關於一電池單元或電池之總儲存容量所表達的以Ah(安時)或mAh(毫安時)為單位之該電池之充電或放電速率。例如，若依1充電速率(1C)放電，則1C可意指一

50 Ah電池將提供50 A(安)達一小時。依0.5C放電之相同電池將提供25 A達兩小時。依2C，該50 Ah電池將遞送100 A達30分鐘。依6C，該相同電池將提供300 A，但是僅達10分鐘。1C通常稱為1小時放電；0.5C將係2小時放電，且0.1C係10小時放電。

0.5C (50 Ah)=25 A達120分鐘

1C (50 Ah)=50 A達60分鐘

2C (50 Ah)=100 A達30分鐘

3C (50 Ah)=150 A達20分鐘

6C (50 Ah)=300 A達10分鐘

根據習知做法，含有6C電池單元之一系統通常被認為具備較高「快速」充電速率能力，然而由3C電池單元組成的系統被認為較不具備在不導致電池壽命之明顯損失之情況下達成相似充電速率之能力。此係基於能量儲存系統充電速率直接關於在系統內所使用的電池單元之充電速率之習知範例。雖然充電速率之此定義在個別電池單元層級有效，但是當電池單元設計成包括模組、電池包、電池串以及其它相關硬體及軟體之能量儲存系統時，充電速率開始變得取決於額外變數。

習知做法亦可爭取最小化電動運載工具上的能量儲存量。藉由使一運載工具系統內的電池單元數目加倍而增大該系統之能量儲存容量可導致該等電池單元之質量及體積之一加倍。此可產生電動運載工具之數個問題，如電池單元可需要安裝於該運載工具之一特定位置中(諸如在一底

板腔內，在一巴士底板內的專門隔室中)，或整合於該電動運載工具之其他部分內。且可不再配裝於指定區域內。此外，電池單元之質量增大可導致空氣阻力增大及運載工具加速度降低、運載工具範圍減小以及運載工具效能之其他障礙。

對於電動運載工具內的電池單元組態，通常在習知做法中最小化留在電池單元內的有用充電狀態或SOC。例如，若少量儲存可達成所需範圍需求，則擴大能量儲存系統之大小可被視為在錯誤方向上進展。過多容量(若不適當使用)可被習知做法視為與能量儲存系統需求無關，且亦可添加關於購買及整合額外電池單元之額外系統成本。

本發明之一實施例提供一種可快速充電且提供等效效能給既有高充電速率能量儲存系統同時使用一不同能量儲存組態之能量儲存系統。圖2中之圖式圖解說明可用以說明在本發明之實施例內所使用的概念之填充能量儲存「水桶」之簡化比擬。使系統之能量儲存容量加倍使由一快速充電「龍頭」所填充的「水桶」之大小加倍，只可惜在將填充原始水桶需要的相同時間量內僅可填充較大水桶之一半。左側的既有「水桶」(或能量儲存系統)利用55 kWh之一總SOC之6C電池單元。比較之下，右側的較大「水桶」利用110.4 kWh(大致上係第一水桶之總容量的兩倍)之一總SOC之較慢充電3C電池。直觀地，可在將完全填充55 kWh「水桶」需要的相同時間量內中途使用快速充電「龍頭」來填充110.4 kWh「水桶」。此允許對於相同SOC量之兩個

「水桶」之大致上等效快速充電時間，區別在於110.4 kWh「水桶」僅半滿，但是55 kWh「水桶」全滿。

繼續水桶比擬，使「水桶」之能量儲存容量加倍可直觀地導致該「水桶」將佔有的空間及重量之對應加倍。然而，可設計利用能量密集3C電池單元而非功率密集6C電池之加倍大小「水桶」或能量儲存系統以藉由利用不同電池化學物質、系統設計、對快速充電方案之修改及其它變更而大致上佔用與55 kWh「水桶」或能量儲存系統相同的空間及重量之量。

圖3係使用不同組態以達成等效 >5 kWh/min充電速率之兩個不同能量儲存系統之一快速充電比較。6C能量儲存系統利用允許對一電動運載工具之快速充電及一長電池壽命之一功率密集化學物質。例如，可在6C能量儲存系統內使用此項技術或後期發展中所知的鈦酸鋰化學物質或其他電池化學物質。該6C能量儲存系統可能夠在數分鐘內充電至一非常高的充電狀態。例如，電源可能夠藉由以 >5.0 kWh/min充電達十分鐘之一週期而充電至充電狀態的95%以上。此將允許使用該6C能量系統之一電動運載工具完成九英里至十二英里之一例示性接駁路線，同時僅在十分鐘或十分鐘以下之臨時滯留期間充電。對於額外細節，見標題為「運載工具電池系統及方法(Vehicle Battery Systems and Methods)」之美國專利申請案第_____號，該案之全文以引用方式併入本文中。

替代在6C能量儲存系統中所使用的功率密集鈦酸鋰化學

物質，3C能量儲存系統利用能量密集化學物質以達成等效充電速率，同時亦提供等效功率及效能以完成與上文所描述相似的接駁路線。本發明之一實施例使一磷酸鐵鋰或硬碳/鎳鈷錳氧化物(NCM)電池化學物質用於該能量儲存系統中之電池單元，但是亦可使用具有此項技術或後期發展中所知的相似特性之其他電池化學物質。該3C能量儲存系統儲存藉由使用能量密集化學物質而每體積單位所儲存的更大量能量，因此允許例示性110.4 kWh系統佔有與使用一鈦酸鋰化學物質之55.2 kWh功率密集系統可比較的一體積及質量。

本發明之實施例替代地集中於藉由僅對具有較大能量儲存容量之能量儲存系統部分充電而達成與既有習知系統等效的快速充電量及時間，而非集中於作為充電速率量測之電池單元之特定充電速率。雖然具備較低充電速率能力之電池單元將依比具備較高充電速率能力之電池單元更低的速率予以個別地充電，但是可重新設計整個能量儲存系統以適應個別電池單元之較慢充電時間，同時允許整個能量儲存系統快速充電至與使用具備較高充電速率能力之電池單元之能量儲存系統等效的有用位準。例如，使總儲存容量加倍之例示性能量儲存系統可快速充電至其有用SOC範圍之50%以上，此將提供等效SOC以對具有一半容量之能量儲存系統完全充電。精確系統大小及SOC循環範圍可基於能量儲存系統之特定應用，諸如使用該能量儲存系統之電動運載工具之路線範圍以及該應用之特定充電需求。

應瞭解，雖然圖3提供根據本發明之實施例之關於能量儲存系統之組態及設計需求之特定細節，但是本文可做出多種修改且預想多種修改。例如，圖3描述如利用依一棱柱形電池組態之電池單元之能量儲存系統，但是亦可使用其他電池單元組態(包含(但不限於)圓柱形電池、硬幣型電池、袋狀電池及熟習此項技術者所知的其他組態)。亦可對能量儲存系統之組態做出多種修改，諸如使用不同充電速率或Ah電池單元、電池化學物質及儲存容量。同樣，雖然圖3中之能量儲存系統之組態描述在9英里至12英里之例示性接駁路線上行駛的重型電動運載工具之充電需求，但是對系統範圍、充電時間、有用SOC、在快速充電中使用的電流強度及電壓及其他因素之修改可對熟習此項技術者顯而易見，且預想本發明亦將涵蓋此等修改、變動及等效物。

圖4中之圖式圖解說明可用以說明在本發明之實施例內所使用的概念之填充能量儲存「水桶」之第二簡化比擬。相似於圖2中之圖式，使用快速充電「龍頭」以填充能量儲存系統或具有不同能量儲存組態之「水桶」。左側的既有「水桶」(或能量儲存系統)利用55 kWh之一總SOC之6C電池單元。然而，替代右側的單一加倍大小「水桶」，更準確比擬將同時填充等效大小之兩個並聯「水桶」，該兩個「水桶」係由較慢充電3C電池單元形成。此變更之原因係若在該能量儲存系統中所使用的所有電池單元、模組、電池包及電池串全部串聯或具有限制數目個並聯電路，則

3C電池單元之能量儲存系統可不具備快速充電至與利用6C電池單元之能量儲存系統相同的程度。例如，圖5係圖解說明在利用電池單元、模組、電池包及電池串之串聯組態之能量儲存系統中上升之電位限制之簡化圖式。在圖5中，電池單元之群組與負載串聯地連接。串聯地連接電池單元提供所有電池單元之電壓總和之一等效電壓，但是僅提供電池單元之Ah及電流載送容量。例如，若圖5中之電池單元係12 V、20 Ah電池單元，則串聯的四個電池單元將提供48 V，但是具有相同Ah，此係因為相同電流相等地流動通過鏈中之所有電池單元。在更大規模上繼續此實例，串聯組態中之所有電池單元將滿足快速充電期間的最大電流(排除電阻損失)，而不管系統使用的擴大量。相似地，串聯放置的模組亦將具有滿足相同電流量之電池單元。此可成為一問題，此係因為各電池單元可消耗的電流限制並非不受限，而是相當於各電池單元之Ah定額以及各電池單元之充電速率兩者之函數。對一電池單元充電中之過大電流強度可導致對電池充電過快，使電池冒著過度充電、過熱或電池之有用壽命降低之風險。此考量可導致僅超過使討論中的能量儲存系統之儲存容量加倍範圍之額外設計考量，如下文中更詳細討論。無論如何，亦可能使用串聯的低Ah電池單元以增大能量儲存系統之儲存容量，同時達成相似功率吸取。添加串聯的電池單元導致較高串聯電壓，此意指可減小達成特定功率吸取所需的電流量。因此，若電動運載工具具備使用較高電壓之能力，則可能

使用具有電池單元之較低Ah串聯組之單一電池串組態。

圖6係根據本發明之實施例之不同Ah定額與不同充電速率之電池單元之電流限制之比較。左側的公式展示50 Ah電池單元之不同充電速率，不同充電速率導致給定時間量之不同電流強度輸出及輸入。依3C，50 Ah電池單元將提供150 A達20分鐘，且亦僅可能依150 A或150 A以下充電。比較之下，依3C，20 Ah電池單元僅可接收60 A之快速充電。如在美國專利申請案_____中所描述的電流快速充電系統可使用遠高於150 A或60 A之推薦快速充電電流強度，可依電池單元、模組、電池包或電池串層級來添加某層級之並聯電路，以幫助將進入各電池單元中之電流分成較低位準。如藉由比較50 Ah電池單元與20 Ah電池單元之電流限制所展示，較低Ah電池單元之使用可進步需要電流分流，因此添加對能量儲存系統之額外設計考量。例如，該系統可採用依電池單元、模組、電池包或電池串層級之並聯電池單元組態以幫助減小在快速充電事件期間到達各電池單元之電流。

根據本發明之一實施例，亦提供一種對一能量儲存系統充電之方法。該方法包含判定該能量儲存系統之當前充電狀態，該能量儲存系統具有一充電容量且包括具有一第一充電速率能力之複數個第一電池單元。該方法進一步包含接收關於操作電動運載工具之資訊。此資訊可係路線資訊、關於當前電池容量之資訊、使用或操作電動運載工具之短期或長期修改者、路線類型(CBD、COM、

ARTERIAL)、路線概況(平原、丘陵、城市)、基本乘客負載概況、歷史HVAC負載、當天時間變更、星期幾變更、SOC之所期望保留位準、預期電成本及其它資訊。該方法進一步包含基於關於操作該電動運載工具之該所接收資訊而判定繼續操作該電動運載工具是否需要對該能量儲存系統充電。若是，則該電動運載工具可返回至一充電站以對該能量儲存系統充電。該方法亦包含判定一充電事件之持續時間；其中藉由該電動運載工具之一或多個操作參數而限制該充電事件之持續時間。例如，可藉由該運載工具之路線長度而限制該充電事件之持續時間。在一1小時長的路線中，該電動運載工具僅可分派十分鐘或十分鐘以下以對該電動運載工具之能量儲存系統充電至一足夠位準以完成該電動運載工具之路線。可藉由其他參數(包含充電站之可用性、操作該運載工具之排程、在該能量儲存系統中所使用的電池單元之特性及其它參數)而限制該充電事件之持續時間。此外，該方法包含控制在該充電事件期間對該電動運載工具之充電，其中依一第一充電速率來對該能量儲存系統充電，該第一充電速率低於在該充電事件之持續時間內對一第二能量儲存系統充分充電所需的一第二充電速率。例如，可依一3C充電速率(而非將對一等效能量儲存系統充分充電所需的一6C充電速率)來對該能量儲存系統充電，其中該等效能量儲存系統包含具有一第二充電速率能力之複數個第二電池單元，該第二充電速率能力高於該第一充電速率能力。該能量儲存系統可在對該等效儲

存系統充電至滿充電容量所需的相同時間內完成該充電事件之持續時間內的充電。然而，不對該能量儲存系統充電至其之滿充電容量，但是因為該能量儲存系統之總充電容量大於該等效系統之總充電容量，所以可用於操作該電動運載工具之總充電量保持相同。

本文所描述的電池單元之充電速率及放電速率係理想化的，且亦可受其他因素(包含溫度、電池單元之內部阻抗、是否間歇地或連續地完成放電、電池單元之循環壽命及其它因素)影響。

除變更成在能量儲存系統中所使用的串聯或並聯電池單元、模組、電池包或電池串配置之外，本發明之實施例可涉及重新設計在電動運載工具或充電裝置內所使用的其他組件以滿足連續及最大電流以及功率充電/放電需求。圖7係提供根據本發明之一實施例之不同設計組態之一圖表。3C系統可使用磷酸鐵鋰或NCM硬碳化學物質，且可使用具有不同Ah定額之電池單元。在多種實施例中，在能量儲存系統中所使用的所有電池單元可具有相同Ah定額，或在不同模組、電池包或電池串配置中所使用的電池單元可具有不同Ah定額。一3C系統之標稱電池電壓可係3.2 V，但是亦可使用更高或更低電壓。例如，依等效Ah定額之更高電壓電池可允許用更低添加能量容量達成電壓目標。若需要額外容量，則可透過額外並聯模組、電池包、或電池串而添加額外容量，此減小至各電池單元之電流。取決於在能量儲存系統內且結合能量儲存系統所使用的其他組件之

組態，亦可使用一更低或更高系統電壓。例如，一較低電壓策略可使用一標稱系統電壓384 V，同時一較高電壓策略可使用600 V至800 V之間的一更高電壓。較高電壓電池單元之使用亦可允許依一等效電池單元Ah定額用一較低增量能量儲存容量來達到較高電壓。將系統電壓更換至一較高範圍可允許使用高電壓組件，諸如額定為600 V、600 A或1200 V、300 A之一高電壓馬達。亦可在本發明之實施例中使用具有不同電壓及電流強度定額以及不同標稱系統電壓之額外高電壓馬達組態。

可重新設計以供在一快速充電、低充電速率系統中使用的其他組件包含匯流排條及終端、高電壓(HV)電纜、主動熱管理系統、電池單元突片焊接、電池管理系統(BMS)、配電接線盒、24 V轉換器、HAVC、充電刀片及刀頭以及其它系統。本發明之實施例可使用在標題為「具有限制功率可用性之區域中之電動運載工具之快速充電站(Fast Charge Stations for Electric Vehicles in Areas with Limited Power Availability)」及「電動運載工具之充電站(Charging Stations for Electric Vehicles)」之美國專利申請案_____及_____中所描述的組件或設備之修改版本，該兩案之全文以引用方式併入本文中。例如，可在電池包或充電站內使用擴大的匯流排條及終端以滿足規格需求。可擴大高電壓電纜之大小以具有針對300 A/分鐘針對300 V至420 V之間的電壓範圍額定的120 mm²或4/0之一導電橫截面。亦可使用主動熱管理系統及額外並聯組態以幫

助補償比依可比較位準之LTO電池單元更高的LFP電池單元阻抗，且亦限制在一快速充電事件期間的溫度上升程度。擴大能量儲存系統可藉由允許電池單元滿足較低電流及一總經減小系統阻抗(歸因於依電池單元、模組、電池包或電池串層級之額外並聯組態)以幫助減小在快速充電期間到達各電池之電流而將快速充電事件期間的電池單元之溫度增大壓低。亦可依模組或電池包層級來使用其他熱管理技術，包含使用來自一主要運載工具電動冷卻系統之整合式冷卻板或此項技術中所知的其他冷卻特徵(諸如多種散熱器配置)或者使用對流冷卻。亦可利用可利用風扇、空氣通道、液體或其他流體之主動冷卻技術，諸如流體冷卻。在一快速充電能量儲存系統中所使用的電池單元亦可使用一焊接板以準確地定位及固持終端至一模組之外殼以減少電池單元突片中之疲勞應力裂紋。一具備快速充電能力之BMS亦可整合入電池包及/或模組中以對一電池串內的較弱電池單元提早發出潛在問題之警告。該BMS可對模組內的電池單元電壓及溫度給予準確回饋以確保一健全電池包且可經調適以在快速充電程序期間監視所增大電壓。若一特定電池串存在任何問題，則可將模組自動移除服務，且運載工具可基於經減少容量操作直至當天結束為止(若需要)。若偵測到一故障，則該BMS可使一電池串斷開。即使連接一整個電池串，但是運載工具具備操作能力。

本發明之實施例亦可使用多個電池串組態以在快速充電

事件期間分流高電流位準。一單一電池串組態之使用可意指該電池串內的各電池單元滿足最大電流，而不管是否使能量儲存系統之大小加倍。一較高電池串計數亦可更有利於能量密集系統，但是亦可使用其他組態及電池配置。

圖8展示電池配置之實例。一模組可配裝於一電池包內，該電池包可配裝於一電池總成內，該電池總成可包含串聯連接的電池包之電池串。

圖9展示根據本發明之一實施例之一電池配置之一高階輪廓，該電池配置可用作為一推進電源。可設計一運載工具中之電池總成以使具有任何數目個主要電池串。例如，在一實施例中，該電池總成可包含三個主要電池串。各電池串可由數個電池包構成。例如，每電池串可存在兩個電池包。各電池串可具有相同數目個電池包或可不具有相同數目個電池包。例如，各電池串可具有兩個電池包。在另一實施例中，一電池串可具有兩個電池包，另一電池串可具有一個電池包，且另一電池串可具有五個電池包。可配置電池串使得並聯地連接該等電池串。替代地，該等電池串可允許串聯地連接電池包。

圖10展示根據本發明之一實施例之可用以推進一重型運載工具(諸如一巴士)之一電池總成之一示意圖。在一些情況下，可在一交錯排列組態中電氣地配置電池包以匹配電纜電阻且確保各電池串之相似操作。交錯排列組態之實例係配置於兩個電池串中之四個電池包(自近至遠排成一線之電池包1、電池包2、電池包3、電池包4)之一群組。第

一電池串可將電池包1及電池包4連接在一起，同時第二電池串可將電池包2及電池包3連接在一起。各電池包可具有連接兩個電池之相同數量的線，即使各電池包係在距接線區域(junction area)之一不同距離。各電池包可自運載工具下面個別地安裝於內建於底板中之一個、兩個或兩個以上腔中。

一電池包可包含圍封該電池包之內容物之盒或容器。該等容器可具有可使其等固持電池包之內容物之任何形狀或組態。該等容器可防水且由在暴露於一電弧時將不氧化或燃燒之一材料製成。例如，該等容器之該材料可係一3CR12不銹鋼以保護免受路鹽腐蝕，抑制當接觸一電弧時之氧化，及幫助材料疲勞。可使用的其他材料(諸如複合材料)可具有相似特徵。

圖11展示電池串之電池包之實例。一電池包可包含一或多個模組。例如，電池包可各含有八個模組。一電池總成之各電池包可包含相同數目個模組或可不包含相同數目個模組。例如，一電池包可包含六個模組，同時另一電池包可包含八個模組，同時另一電池包亦可包含八個模組。

電池包設計可顧及安全性及大小。在一電池包設計中，可考量數個因素，包含偵測、密封、隔離及抑爆。此等區域之各者可解決可發生的潛在問題之一群組，且可幫助滿足所有適用聯邦馬達運載工具安全標準(Federal Motor Vehicle Safety Standard)。

一BMS可係用一特定電池單元、模組、電池包或電池串

之一問題之一主要偵測方法。該BMS可偵測何時發生一故障且可能夠引導電池總成至該電池總成之斷開部分(諸如已發生該故障之個別電池串)，以防止危害該電池總成之其他部分且允許運載工具之連續操作。該BMS可與各電池包通信且在各電池包內通信以達成偵測及管理之所期望層級。

電池包可防水且可提供密封。可在可保護電池包免受可損壞該電池包之內容物之外部元件傷害之一容器或盒內含有該電池包。可設計該電池包容器以保護該電池包達長時間週期。除保護該電池包之內容物免受外部威脅之外，一電池包之容器可遏制可在一電池包內發生的任何故障，以防止損壞運載工具之其他電池包或部分。

模組之間的分隔器可保護模組免受可具有一故障之其他模組傷害，因此提供隔離。若一模組發生故障，則分隔器可保護其他模組免受故障模組傷害。分隔器可整合入電池包容器結構中或可不整合入電池包容器結構中且可由在暴露於電弧或高溫度時可不氧化之一材料製成。圖8展示具有模組分隔器之電池包容器的實例。

可無需抑爆，此歸因於圍封內的非常受限制的氣隙。在一些情況下，可添加抑爆組態，此可需要提供抑爆材料之一排氣路徑。該排氣路徑可由鑽孔於具有一彈簧復歸屏蔽之電池包之一區段中之一開孔及當不使用該開孔時密封該排氣開孔的一襯墊材料所構成。

在一些實施例中，一電池包可包含具有整合式散熱器、冷卻特徵(諸如一冷卻板)之模組、模組保持器、將模組附

接在一起之匯流排條以及可裝載BMS板之一或多個小隔室、中繼器及保險絲。隔室可實質上熱量上及/或實體上與模組隔離或者可不實質上熱量上及/或可不實體上與模組隔離。互連佈線可通往可斷開至中繼器之電力之小終端盒中之一防水連接器，因此當斷開主要電纜時使連接器之終端安全。電池包除包含模組之冷卻特徵之外，亦可包含整合式冷卻特徵。在一些實施方案中，整合式冷卻板可自一主要運載工具電動冷卻系統提供冷卻。在一些實施例中，對於電池之操作，冷卻板可較佳維持在43°C以下。可在一電池包中使用此項技術中所知的其他冷卻特徵(諸如多種散熱器配置或使用對流冷卻)。亦可利用可利用風扇、空氣通道、液體或其他流體之主動冷卻技術，諸如流體冷卻。

由電池包之最低點上之一噴塗陶瓷塗層構成的一熱屏蔽可塗敷於暴露於運載工具下側或熱輻射可係一顧慮之任何其他地方之電池包。

此一電池包設計可具有以下益處：低成本整合、設計安全、容易總成、可不需維修及可具有簡單座架。

圖12展示一電池模組之一高階輪廓。一電池模組可包含一或多個電池單元。在一較佳實施例中，電池單元可係磷酸鐵鋰或NCM硬碳電池單元。在其他實施例中，電池單元可具有此項技術中所知的其他電池化學物質。例如，各模組可包括十個電池單元。各模組可包含相同數目個電池單元或可不包含相同數目個電池單元。例如，一模組可包含

八個電池單元，同時另一模組可包含十二個電池單元，且另一模組可包含十三個電池單元，同時又另一模組可包含十三個電池單元。

該等電池單元可具有模組內的任何配置或連接。例如，該等電池單元可皆串聯地連接。替代地，可並聯地連接該等電池單元。或在一些情況下，可在模組內依串聯或並聯之一組合來連接該等電池單元。

電池單元可具有多種規格，諸如多種電壓。例如，一磷酸鐵鋰電池之各電池單元可係給定一標稱能量160 Wh之3.2 V_{nominal}、50 Ah。各電池單元(諸如鋰離子電池或其他類型的電池)可在其規格方面改變或可不在其規格方面改變。在一些實施例中，該等電池單元可係棱柱形電池單元。各棱柱形電池單元可裝載於一專門聚酯膠膜/鋁箔袋中且有些脆弱。可設計模組殼以保護電池單元免受外界損壞，使得更容易處置電池單元且提供冷卻支援。

模組可包含冷卻特徵。例如，模組可具有放置於各電池單元之間的整合式鋁冷卻銷。在其他實例中，冷卻板可皆鏈接至陽極氧化鋁底板，可接著冷卻該陽極氧化鋁底板以支援通過模組之均等冷卻。可使用此項技術中所知的其他冷卻特徵，諸如多種散熱器配置、強迫對流冷卻等等。

圖13展示根據本發明之實施例之模組之實例。一模組之外殼可由可容易用機器製造且非常快速生產之一ABS材料製成。在其他實施方案中，一模組之外殼可由其他材料(諸如一複合材料、玻璃纖維或碳纖維)製成。在一些實例

中，該外殼可由可提供一定隔離程度之一材料(諸如在暴露於一電弧時不會燃燒之一材料)製成。可包含一前焊接板以準確地定位及固持終端至該外殼以減少電池單元突片之疲勞應力裂紋。在一些情況下，電池單元突片可由一金屬(諸如鋁)製成。BMS連接器可整合入模組前面以快速連接一離板BMS。為了垂直安裝附接螺栓及容易組裝，可並置及拔出終端。

模組必須彼此隔離以防止潛在短路。此可透過小心選擇材料及散熱器之後期處理而完成。若曾透過BMS偵測到一短路，則系統可使電池串中之各電池包斷開，此可隔離故障。萬一發生一重大崩潰或故障，則可包含此安全程度。

圖14展示根據本發明之一實施例之一重型運載工具(諸如一巴士)之一底架之一輪廓，該重型運載工具具有存放於該運載工具之底板內的電池模組。根據本發明之一些實施例，電池模組可安裝於運載工具之一底板腔內。電池模組可配置於可個別地安裝於來自巴士底板結構下面或側面之底板腔中之分群組中。在本發明之一些實施例中，在重型運載工具下面可存在複數個腔，該複數個腔可彼此分開且可含有電池模組之一或多個分群組。替代地，在運載工具下面可存在一腔，該腔可含有電池模組之分群組。

在一些實施例中，各電池包可在巴士之底板內具有自身隔室。在一些例項中，各電池包可實體上與其他電池包隔離。一些電池包可在一電池串中彼此電氣地連接，但是除此之外可彼此電氣地隔離。

在本發明之替代實施例中，電池可整合入重型運載工具之其他部分中。例如，電池可安裝於運載工具前面、後面、頂部或側面。在一些實施方案中，電池可散佈在運載工具上之不同位置處。例如，一些電池可存放於運載工具之底板內，同時一些電池可存放於運載工具之頂部上。可使用電池存放位置之任何組合。

圖15展示根據本發明之實施例之一模組內的200 Ah電池單元之一封裝配置。可依關於模組定向之一縱向或橫向組態或兩者之一混合而配置電池單元。取決於電池單元及模組之各自尺寸且允許未展示的電池模組內的其他元件之適當空間(諸如電池單元、匯流排條、電池管理系統或熱管理系統之間的連接)，模組內的電池單元亦可堆疊於彼此之上。200 Ah電池單元可利用一不銹鋼殼體或外殼設計，此最佳化電池單元內的空間利用，同時亦提供良好散熱。不銹鋼殼體或外殼設計亦係堅固的且可保護電池單元免受潛在損壞，但是可權衡更多其他可比較外殼設計。

圖16展示根據本發明之實施例之模組內的50 Ah電池單元之封裝配置。相似於在圖15中所展示的配置，依相對於模組定向之一縱向或橫向組態或兩者之一混合而配置電池單元。取決於電池單元及模組之各自尺寸且允許未展示的電池模組內的其他元件之適當空間(諸如電池單元、匯流排條、電池管理系統或熱管理系統之間的連接)，模組內的電池單元亦可堆疊於彼此之上。50 Ah電池單元可利用一囊封封裝，該囊封封裝提供比不銹鋼殼體或外殼設計明

顯更輕的重量。然而，該囊封封裝可保留更多熱量且比其他可比較外殼設計提供更少的散熱。雖然未展示，但是亦可能組態電池單元以直接放置於電池包中，因此移除模組層級。

根據本發明之實施例，亦可在模組內使用額外其他類型的電池單元。例如，可使用棱柱形袋狀電池或其他替代類型。額外電池單元亦可放置於模組內以迎合經受重量及尺寸限制之能量儲存系統之特定設計組態。使用冷卻板或其他技術以使模組彼此隔離或分開以改良效能，該等模組亦可堆疊於彼此之上。

擴大一能量儲存系統以達成快速充電速率之一共同抱怨或缺點係若僅在特定範圍需求內循環SOC，則此可導致實際上並未使用過多電池容量。此可藉由如昂貴能量儲存之浪費使用之一些因素所致。然而，利用此一策略具有潛在益處。例如，具有有用SOC之寬範圍可允許在一天之進程期間的不同充電策略。

圖17展示根據本發明之實施例之可用於不同充電容量之系統之若干不同快速充電組態。左側的第一充電組態使用具有相對少過大SOC之一LTO電池化學物質，此導致在各快速充電期間幾乎完全填充充電組態。第二充電組態利用一LFP電池化學物質，但是相似於第一充電組態在於在該兩個充電組態之間SOC循環範圍係相似的，允許使用如在該第一充電組態中所使用的相似既定充電排程。該SOC循環範圍可設定至在能量儲存系統中所使用的電池單元之

「理想點」，此可最大化電池單元之壽命且降低擁有者之成本。例如，取決於所使用的電池單元及在能量儲存系統中所使用的特定組態，最佳循環範圍可係自總充電之10%至40%、總充電之20%至60%或另一範圍。第二充電組態確實具有可在系統操作期間使用或可不在系統操作期間使用的大得多過大SOC。第三充電組態將SOC循環範圍更換至總充電之高得多位準，此可允許對電動運載工具是否必須返回以再充電之更大靈活性。第四充電組態係具有更少充電容量之更小系統，其具有與第一充電組態及第二充電組態相似的SOC循環範圍，但是比第二充電組態具有更少量的過大SOC。根據本發明之實施例，取決於系統之總充電容量、系統之所期望使用及系統之特定組態及其它因素，亦可使用其他充電組態。例如，相似於第三充電組態之一充電組態可用於一80 kWh系統，儘管具有一經減少較低SOC限制，此歸因於系統之較少容量。

圖18展示顯示根據本發明之實施例之對在固定路線上的電動運載工具每小時充電之既定排程之SOC循環之圖表。在各預定週期內(在此例項中，一小時)電動運載工具在其路線上行駛，且電動運載工具之能量儲存系統之SOC自SOC循環範圍之最高位準減少至路徑結束時之較低位準。運載工具可在其每小時範圍之下半部分之近似30-40%中透過其SOC而循環。路線完成之後，可對電動運載工具快速再充電至其最高SOC循環位準，且可在具有與在開始其先前路線期間相似的一SOC之該電動運載工具之路線上繼續

行駛。可選擇SOC循環範圍以匹配在能量儲存系統中所使用的電池單元之「理想點」，此可最大化電池單元之壽命。使用既定充電排程之額外優點係容易使用，此係因為單一充電排程可用於電動運載工具一整天，且無需額外充電排程。此可降低充電所需的程式化之複雜度，下文更詳細描述。

圖19展示顯示根據本發明之實施例之對在固定路線上的電動運載工具每小時充電之可變排程之SOC循環之圖表。運載工具之過大SOC容量可允許關於當發生SOC循環時以及是否每小時發生充電事件之一定靈活性。例如，電動運載工具可在晚上充分充電，如在運載工具處於尖峰充電之6:00 AM充電組態中所展示。該6:00 AM充電組態展示最小量的不可用SOC，具有可週期性地用以在無需返回以再充電之情況下延伸運載工具範圍(若需要)之大較低SOC限制。例如，大能量容量可允許在晚上對電動運載工具充分充電且在具有該電動運載工具之前半部分範圍內的SOC循環之清晨駕駛。隨著當天期間電之需量費率增大(歸因於公用設施電網負載增大)，電動運載工具可運用機載過大SOC以最小化或避免在尖峰時間期間充電，藉此將SOC循環更換至其範圍之後半部分，直至電動運載工具返回以充電或在當天結束時結束該電動運載工具之路線為止。如相比於在電之需量費率較高時期對運載工具連貫地充電，可藉由利用在需量較低時之晚上的較低電費率而降低電動運載工具之物主之操作成本。

在本發明之另一實施例中，在電動運載工具之儲存系統中所載送的電荷亦可在當電費率尤其高時之尖峰需量時間內賣回至公用設施電網。此需要電動運載工具停駐在電動運載工具之充電站處且存在適當基礎結構及變換器以允許電荷賣回至公用設施電網中。此提供額外靈活性給電動運載工具及充電系統之物主或操作者，其中可在尖峰需量時間內依一較高速率返還任何過大SOC至公用設施電網，因此降低電動運載工具之總操作成本。對於未設計有超過其等可操作需求之SOC之電動運載工具，此選項可不存在，且可需要使用電動運載工具之所有SOC以完成其等標稱接駁路線，具有較少過大SOC可用以賣回至公用設施電網。

圖20展示具有可應用於本發明之實施例中之電動運載工具之即時充電之不同考量之決策矩陣。電動運載工具可使用如在標題為「自動連接充電站處的電動運載工具並對該電動運載工具充電之系統及方法(Systems and Methods for Automatic Connection and Charging of an Electric Vehicle at a Charging Station)」之美國專利申請案_____中所描述的充電及連接系統，該案之內容以引用方式併入本文中。本發明之實施方案可使用自動電池充電程序控制系統，該自動電池充電程序控制系統控制具有來自驅動器之最小輸入或不具有來自驅動器之輸入之電動運載工具之充電。該電池充電程序控制系統可位於使用無線或有線信號而與充電站通信之電動運載工具上。替代地，該電池充電程序控制系統亦可位於與電動運載工具機載的信號發射器

及傳輸器通信之充電站中。

即時充電決策矩陣可在判定對能量儲存系統充電多少及多快時考量數個不同因素。首先，可考量當天時間及預報天氣。較高溫度可導致效能增大，但是冒著縮短電池單元壽命之風險，同時電池單元之操作範圍內的較低溫度可允許增長電池單元壽命。可將自預報天氣之外部熱效應及當天時間作為因素列入充電計算中，若預報熱天氣或者在晚上期間或在清晨考量當天晚些時候之經降低電池壽命，則發生額外充電。相反地，可在通常溫度較低之接近當天結束時執行較少充電，或若預測天氣涼爽，則可執行較少充電。改良熱管理可藉由使電池單元之操作溫度維持於一最佳範圍內而明顯改良電池單元之壽命，該最佳範圍可係10℃、15℃、20℃、25℃、30℃、35℃左右的窄範圍或其他範圍。預報天氣亦可幫助預測運載工具HVAC負載以及運載工具之估算範圍。

即時充電決策矩陣亦可在判定充電多少及多快中考量需量費率及公用設施電網上之負載。如上文關於圖19所描述，電池充電程序控制系統可避免在需量費率高之時間充電，以降低操作成本且使電動運載工具替代地基於過大能量儲存系統內含有的過大SOC而運行。若預報熱天氣且電網之需量費率高，則電池充電程序控制系統可減少各停車點處之充電量或完全不充電直至當天晚些時候為止。例如，若電動運載工具之預測範圍並不足夠到達下一充電站（基於剩餘SOC、預報天氣條件、預測消耗及其他因素），

則可作出決策以在公用設施電網之尖峰需量之週期期間充電。若運載工具可到達下一充電站，則可避免較高成本充電事件。

亦可在判定是否應對電動運載工具充電及對電動運載工具充電多少中考量剩餘SOC。例如，電動運載工具可併入充電控制器或其他電路，以監視及判定留在系統中之剩餘SOC。SOC量可傳達至電池充電程序控制系統，以判定是否應對電動運載工具充電及適當充電參數。若較少剩餘SOC留在能量儲存系統中，則可對電動運載工具快速充電以重新填充SOC位準至有用容量。若剩下大量SOC，則電池充電程序控制系統可決定對系統再充電以使SOC維持於高位準以對當天晚些時候之操作提供額外靈活性，或決定不對能量儲存系統充電或僅對能量儲存系統充電達較少量。在一些例項中，剩餘SOC可傳達至運載工具之驅動器，如依與燃油表相似的方式指示電池SOC之運載工具之儀錶板上之顯示器。例如，繼充電之後，可顯示滿燃油表。

在一些實施例，可考量直至下一充電機會為止的預測預測消耗。例如，可基於運載工具之能量消耗之歷史知識而定制總所需充電(kWh)。可考量並使用歷史使用、預測未來需求以及電充電及速率排程之知識，以調整充電速率及運載工具充電頻率兩者，以最小化或減小電需量充電且使最有效運用機載能量儲存。例如，若預測在短間隔中發生運載工具之下一預測充電且充電之電池狀態足夠高，則可

期望僅提供最小充電給運載工具。在另一實例中，若預測繼一長間隔之後發生下一充電，則可期望對運載工具充更多電。亦可考量電動運載工具之路線特性(諸如海拔變更、當天不同時間期間的交通)，如在標題為「功率效率及能量管理系統(Power Efficiency and Energy Management Systems)」之美國臨時專利申請案_____中所描述，該案之內容以引用方式併入本文中。

可藉由使用與使用既定充電排程相對的即時充電決策矩陣而獲得若干優點。首先，可藉由最佳化快速充電程序以放棄在尖峰時間期間充電且替代地在需量費率及公用設施電網之負載低時充電而獲取較低成本。對於通常在白天期間操作的電動運載工具，亦可藉由在無需快速充電之時間(諸如晚上)使用其他充電方法(諸如慢速充電、分流充電、脈衝充電、打嗝(burp)充電、快速充電或其他充電機制)而達成電池壽命增長及資本成本降低。亦可藉由在電動運載工具於較長路線上行進時或在下一充電機會之前的預測能量消耗高時對電動運載工具充分充電而獲取增大的行駛範圍。本文所列舉的優點並非意指排外的，且可獲得其他優點，此對熟習此項技術者顯而易見。

本發明之實施例亦可在快速充電期間使用分流充電方案以改良在能量儲存系統內所使用的電池單元之壽命。可依許多不同方式來計算電池單元之壽命：使用等效充電/放電速率之100%放電深度；使用快速充電/較慢放電速率之100%放電深度(小於100%放電深度)；或累積W-h輸送量。

大體上，取決於典型使用中之電池之放電深度(DoD)，大多數電池單元之壽命大大地減低。例如，對於大多數電池類型，對一電池重複地放電至其放電深度可大大地降低電池單元壽命。藉由將電池單元之放電深度限制於較高位準，可能改良電池單元之壽命。圖21展示顯示根據本發明之實施例之在利用分流充電方案之快速充電事件期間的充電位準之圖表。8:00 AM時，開始能量儲存系統之快速充電，但是中途中斷連續充電。接著，使充電位準減小達一少量，且接著恢復快速充電。可依在不浪費相當大量能量之情況下有效地及快速地分流充電之數個不同方法(包含暫時發動運載工具之馬達、加大運載工具之HVAC、運送電荷至(shuttling to)超級電容(ultra cap)或蓄電池、短暫運行充電器作為充電槽或以上之一組合)來執行此減小程序。例如，電荷可運送至替代能量儲存器件，或電荷可由充電器收回且儲存於能量儲存系統中。例如，充電可恢復使用與在啟始快速充電週期器件相似的充電參數，或亦可使用不同參數。藉由分流或中斷快速充電程序達一短暫洩降週期，可重設DoD參考點，因此改良電池單元之壽命。

雖然已在重型電動運載工具中所使用的電運載工具充電系統之背景下描述本發明之實施例，但是本申請案之其他實施例可應用於需要對能量儲存系統之快速充電之任何應用。除了在接駁系統中使用之外，亦可在擁有者提議之總成本基礎上運行、運行固定路線、受益於快速充電或較少考量關於運載工具之啟始購買價格之任何運載工具應用中

使用本申請案之實施例。

應瞭解自前文，雖然已闡釋及描述特定實施方案，但是本文可做出多種修改且可預想多種修改。亦非希望由本說明書內所提供的特定實例限制本發明。雖然已參考先前提及的說明書描述本發明，但是並非意指在限制意義上解釋本文之較佳實施例之描述及闡釋。此外，應瞭解，本發明之所有態樣不限於取決於種類繁多的條件及變數之本文所陳述的特定描述、組態或相關比例。依本發明之實施例之形式及細節之多種修改將對熟習此項技術者顯而易見。因此，預想本發明亦應涵蓋任何此等修改、變動及等效物。

本發明之所有概念可與電池管理之其他系統及方法合併或整合，包含(但不限於)在(Gu等人)美國專利申請案第2008/0086247號中所描述的系統及方法，該案之全文以引用方式併入本文中。

雖然本文已展示及描述本發明之較佳實施例，但是將對熟習此項技術者顯而易見的係僅藉由實例而提供此等實施例。現在，熟習此項技術者將在不背離本發明之情況下想到眾多變動、變更及替換。應瞭解，可在實踐本發明中採用本文所描述的本發明之實施例之多種替代。希望下文申請專利範圍定義本發明之範疇且藉此涵蓋此等申請專利範圍之範疇內的方法及結構及其等等效物。

本文所描述系統及方法之態樣可實施為程式化入多種電路(包含可程式化邏輯器件(PLD)(諸如場可程式化閘陣列(FPGA)、可程式化陣列邏輯(PAL)器件、電可程式化邏輯

及記憶體器件及基於標準電池單元之器件以及特定應用積體電路(ASIC)))中之功能。用於實施系統及方法之態樣之一些其他可能性包含：具有記憶體之微處理器、嵌入式微處理器、韌體、軟體等。此外，可在具有基於軟體之電路模擬、離散邏輯(循序的及組合的)、客制器件、模糊(神經網路)邏輯、量子器件及任何上文器件類型之任何混合中具體實施系統及方法之態樣。當然，可在種類繁多的組件類型中提供下面的器件技術，例如，金屬氧化物半導體場效應電晶體(MOSFET)技術(如互補金屬氧化物半導體(CMOS))、雙極技術(如射極耦合邏輯(ECL))、聚合物技術(例如，矽共軛聚合物及金屬共軛聚合物金屬結構)、混合的類比與數位等。

應注意，本文所揭示的多種功能或程序可描述為在多種電腦可讀媒體中關於其等之行為、暫存器傳送、邏輯組件、電晶體、佈局幾何形狀及/或其他特性所具體實施的資料及/或指令。可具體實施此格式化資料及/或指令之電腦可讀媒體包含(但不限於)依多種形式(例如，光學、磁性或半導體儲存媒體)之非揮發性儲存媒體及可用以透過無線、光學或有線發信號媒體或者任何其等之組合而傳送此格式化資料及/或指令之載波。由載波傳送此格式化資料及/或指令之實例包含(但不限於)經由一或多個資料傳送協定(例如，HTTP、FTP、SMTP等)而在網際網路及/或其他電腦網路上傳送。當在電腦系統內經由一或多個電腦可讀媒體而接收時，可由該電腦系統內的一處理實體(例如，

一或多個處理器)結合一或多個其他電腦程式之執行而處理根據系統及方法之組件及/或程序之基於此資料及/或指令之表達。

除非另有特定陳述，如自下文討論顯而易見，應明白貫穿本說明書，利用術語(諸如「處理」、「計算」、「計算」、「判定」或類似物)之討論可全部或部分係指將表示為系統之暫存器及/或記憶體內的實體(諸如電子)量之資料操控及/或轉變成相似地表示為系統之記憶體內的實體量之其他資料之一處理器、電腦或計算系統或相似電子計算器件之動作及/或程序。熟習此項技術者亦將明白本文參考的術語「使用者」可係個人以及公司及其它合法實體。此外，本文所呈現的程序並非固有地關於任何特定電腦、處理器件、物件或其他裝置。種類繁多的此等系統之結構之實例將自下文描述而顯而易見。此外，並非參考任何特定處理器、程式設計語言、機器碼等而描述本發明之實施例。將明白可使用種類繁多的程式設計語言、機器碼等以實施如本文所描述的本發明之教示。

除非另有內容清楚地要求，否則貫穿描述及申請專利範圍，在如相對於排外或詳盡意義之包含性意義上(即，在「包含，但不限於」之一意義上)理解字彙「包含」、「包括」及類似物。使用單數或複數個之字彙亦分別包含複數或單數。此外，字彙「本文」、「在下文」、「上文」、「下文」及相似導入字彙整體地係指本申請案且不是本申請案之任何特定部分。當參考兩個或兩個以上項目之一清單使

用字彙「或」時，該字彙涵蓋該字彙之所有以下解釋：清單中之任何項目及清單中之項目之任何組合。

系統及方法之所闡釋實施例之上文描述並非意欲於詳盡的或將系統及方法限於所揭示的精確形式。雖然本文為了闡釋性目的而描述系統及方法之特定實施例及實例，但是熟習此項技術者將辨識在系統及方法之範疇內多種等效修改係可行的。本文所提供的系統及方法之教示不僅可應用於上文所描述的系統及方法，而且可應用於其他處理系統及方法。

可組合上文所描述的多種實施例之元件及動作以提供進一步實施例。鑑於上文詳細描述，可對系統及方法做出此等變更及其它變更。

大體上，在下文申請專利範圍中，所使用的術語不應被解釋為將系統及方法限於在說明書及申請專利範圍中所揭示的特定實施例，但是應被解釋為包含根據申請專利範圍操作的所有處理系統。據此，並非由本揭示內容限制系統及方法，但是替代地完全由申請專利範圍判定系統及方法之範疇。

雖然下文依特定請求項形式來呈現系統及方法之特定態樣，但是本發明者預想依任何數目個請求項形式之系統及方法之多種態樣。據此，本發明者保留繼申請本申請案之後添加系統及方法之其他態樣之額外請求項之權利以尋求此等額外請求項形式。

【圖式簡單說明】

圖1展示根據本發明之實施例之具有多種特徵之巴士之示意圖；

圖2圖解說明可用以說明在本發明之實施例內所使用的概念之填充能量儲存「水桶」之簡化比擬；

圖3係使用不同組態以達成等效 >5 kWh/min充電速率之兩種不同能量儲存系統之快速充電比較；

圖4圖解說明可用以說明在本發明之實施例內所使用的概念之填充能量儲存「水桶」之第二簡化比擬；

圖5係圖解說明可在能量儲存系統中上升的電位限制之簡化圖式，該能量儲存系統利用電池單元、模組、電池包及電池串之串聯組態；

圖6係根據本發明之實施例之不同Ah等級與不同充電速率之電池單元之電流限制之比較；

圖7係提供根據本發明之實施例之不同設計組態之圖表；

圖8展示電池配置之實例；

圖9展示根據本發明之實施例之可用作為推進電源之電池配置之高階輪廓；

圖10展示可用以推進重型運載工具之電池總成之示意圖；

圖11展示電池串之電池包之實例；

圖12展示電池模組之高階輪廓；

圖13展示根據本發明之實施例之模組之實例；

圖14展示根據本發明之實施例之重型運載工具(諸如巴

士)之底架之輪廓，該重型運載工具具有儲存於該運載工具內的電池模組；

圖15展示根據本發明之實施例之模組內的200 Ah電池單元之封裝組態；

圖16展示根據本發明之實施例之模組內的50 Ah電池單元之封裝組態；

圖17展示根據本發明之實施例之可用於不同充電容量之系統之若干不同快速充電組態；

圖18展示顯示根據本發明之實施例之對在固定路線上的電動運載工具每小時充電之既定排程之SOC循環之圖表；

圖19展示顯示根據本發明之實施例之對在固定路線上的電動運載工具每小時充電之可變排程之SOC循環之圖表；

圖20展示根據本發明之實施例之具有可應用於電動運載工具之即時充電之不同考量之決策矩陣；及

圖21展示顯示根據本發明之實施例之在利用分流充電方案之快速充電事件期間的充電位準之圖表。

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：100134022

※ 申請日：100.9.21

※IPC 分類：

H02J 7/04
H01M 10/44

一、發明名稱：(中文/英文)

具有不同能量儲存組態之等效快速充電的系統及方法

SYSTEMS AND METHODS FOR EQUIVALENT RAPID CHARGING
WITH DIFFERENT ENERGY STORAGE CONFIGURATIONS

二、中文發明摘要：

本發明提供一種具有複數個第一電池單元之能量儲存系統，各第一電池單元具備一第一充電速率(C-rate)能力。可依與複數個第二電池單元等效的基於一瓩時/分(kWh/minute)之一速率來對該複數個電池單元充電，各第二電池單元具備第二充電速率能力，該第二充電速率高於該第一充電速率。該複數個第一電池單元可具有近似為該複數個第二電池單元之能量儲存容量的兩倍之一能量儲存容量。

三、英文發明摘要：

The invention provides for an energy storage system that has a first plurality of battery cells that each are capable of a first C-rate. The plurality of battery cells can be charged at an equivalent rate on a kWh/minute basis as a second plurality of battery cells that each are capable of second C-rate, with the second C-rate being higher than the first C-rate. The first plurality of battery cells may have an energy storage capacity which is approximately twice the energy storage capacity for the second plurality of cells.

七、申請專利範圍：

1. 一種能量儲存系統，該系統包括：

複數個第一電池單元，各第一電池單元具有一第一充電速率(C-rate)能力；其中可依與複數個第二電池單元等效的基於一瓩時/分(kWh/min)之一速率來對該複數個第一電池單元充電，各第二電池單元具有一第二充電速率能力，該第二充電速率能力高於該第一充電速率能力。

2. 如請求項1之能量儲存系統，其中在不損壞該複數個第一電池單元之情況下執行依該等效速率來對該複數個第一電池單元充電。

3. 如請求項1之能量儲存系統，其中該複數個第一電池單元具有一第一能量儲存容量，該第一能量儲存容量大於該複數個第二電池單元之一第二能量儲存容量。

4. 如請求項2之能量儲存系統，其中該第一能量儲存容量近似為該第二能量儲存容量的兩倍。

5. 如請求項1之能量儲存系統，其中該複數個第一電池單元具有一磷酸鐵鋰或鎳鈷錳氧化物/硬碳化學物質。

6. 如請求項1之能量儲存系統，其中該第一充電速率能力係3C。

7. 如請求項1之能量儲存系統，其中該複數個第二電池單元具有一鈦酸鋰氧化物化學物質。

8. 如請求項1之能量儲存系統，其中該第二充電速率係6C。

9. 如請求項1之能量儲存系統，其中電池單元之一群組形

成一電池模組，且電池模組之一群組形成一電池包，且電池包之一群組形成一電池串，且可變數目個電池串包含於該能量儲存系統中。

10. 如請求項9之能量儲存系統，其中該能量儲存系統包含至少兩個電池串。

11. 如請求項1之能量儲存系統，其中該能量儲存系統用於一電動運載工具。

12. 如請求項1之能量儲存系統，其中該等效速率大於5呎時/分。

13. 一種對一能量儲存系統快速充電之方法，該方法包括：

提供一第一能量儲存系統，該第一能量儲存系統包括具有一第一充電速率能力之複數個第一電池單元；及

依等效於一第二能量儲存系統之一速率來對該第一能量儲存系統充電，該第二能量儲存系統包括複數個第二電池單元，該複數個第二電池單元具有高於該第一充電速率能力之一第二充電速率能力。

14. 如請求項13之方法，其中在少於十分鐘內完成對該第一能量儲存系統充電之該步驟。

15. 如請求項13之方法，其中該第一能量儲存系統具有一第一能量儲存容量，該第一能量儲存容量大於該第二能量儲存系統之一第二能量儲存容量。

16. 如請求項15之方法，其中對該第一能量儲存系統充電之程序將該第一能量儲存系統充電至將起因於對該第二能量儲存系統充電達一等效週期及等效速率之近似相同能

量儲存位準。

17. 如請求項15之方法，該方法進一步包括對該第一能量儲存系統放電及再充電以使該能量儲存位準在零與該第一能量儲存容量之一半之間的一範圍內循環。

18. 一種選擇性地對一能量儲存系統充電之方法，該方法包括：

提供一能量儲存系統及一充電裝置；

接收關於影響該能量儲存系統之充電參數之一或多個因素之資訊；及

利用該充電裝置對該能量儲存系統進行充電，該充電裝置使用關於影響該能量儲存系統之充電條件之一或多個因素之該資訊，其中影響該能量儲存系統之充電條件之該等因素包含以下之至少一者：

操作該能量儲存系統之當天時間；

操作該能量儲存系統之區域之預報天氣；

供應給該充電裝置之電需量費率；

耦合至該充電裝置之公用設施電網上之負載；

該能量儲存系統內的電荷剩餘位準；或

在可重複對該能量儲存系統充電之該步驟之前的該能量儲存系統之預測消耗。

19. 如請求項18之方法，其中對該能量儲存系統充電之該步驟判定多少電荷將添加至該能量儲存系統及應使用什麼充電速率。

20. 一種對一能量儲存系統充電之方法，該方法包括：

電氣地連接一能量儲存系統至一充電站；

依一第一速率來對該能量儲存系統充電；

停止依一第一速率來對該能量儲存系統充電；

在一下降週期期間在該能量儲存系統內耗費大量電荷；及

依一第二速率來對該能量儲存系統充電，

其中藉由以下步驟之至少一者而執行在一下降週期期間在該能量儲存系統內耗費大量電荷之程序：

操作耦合至該能量儲存系統之一或多個器件；

傳送電荷至一替代能量儲存器件；

透過該充電站而將該電荷傳送回去；或

操作充電器作為充電槽。

21. 如請求項20之方法，其中該第一速率與該第二速率相同。

22. 如請求項20之方法，其中在該能量儲存系統內耗費大量電荷之該程序重設放電參考點之深度。

八、圖式：

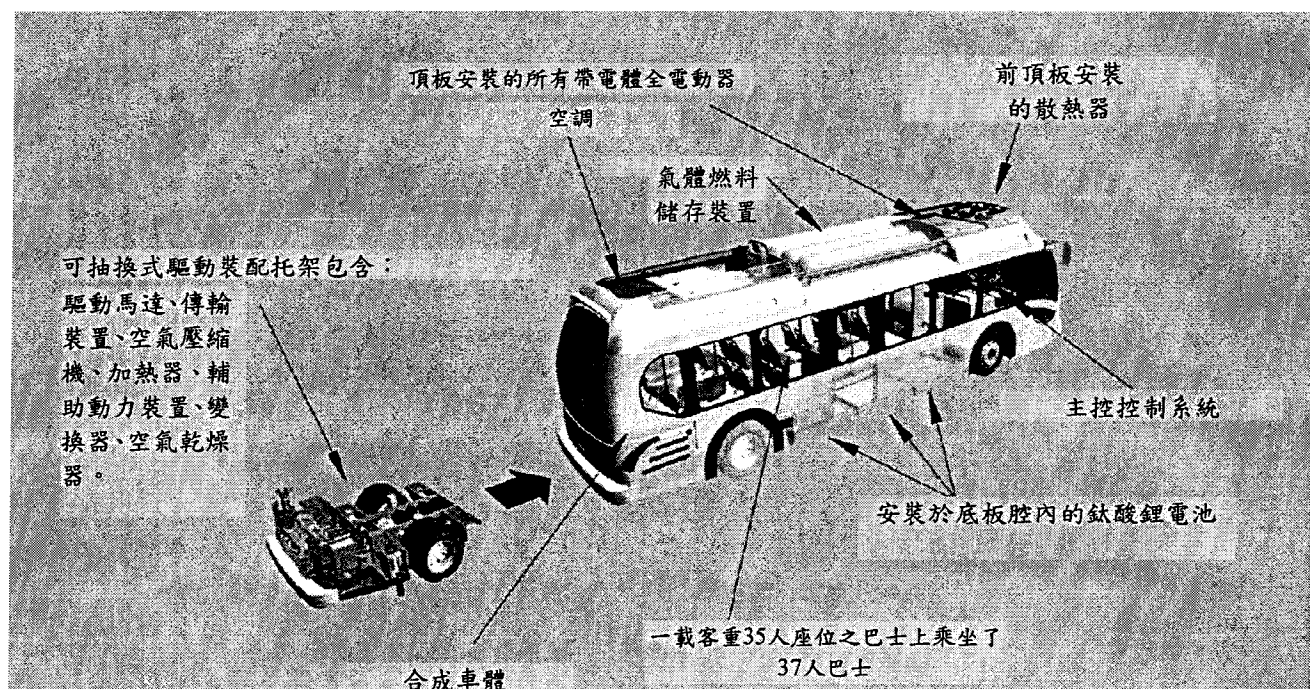


圖 1

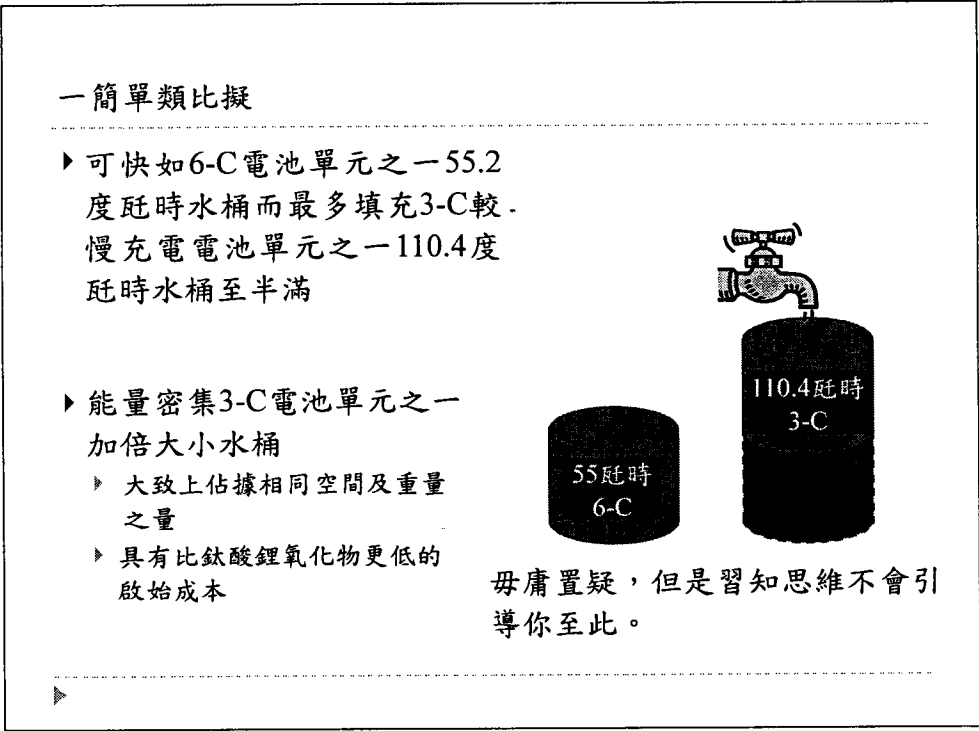


圖 2

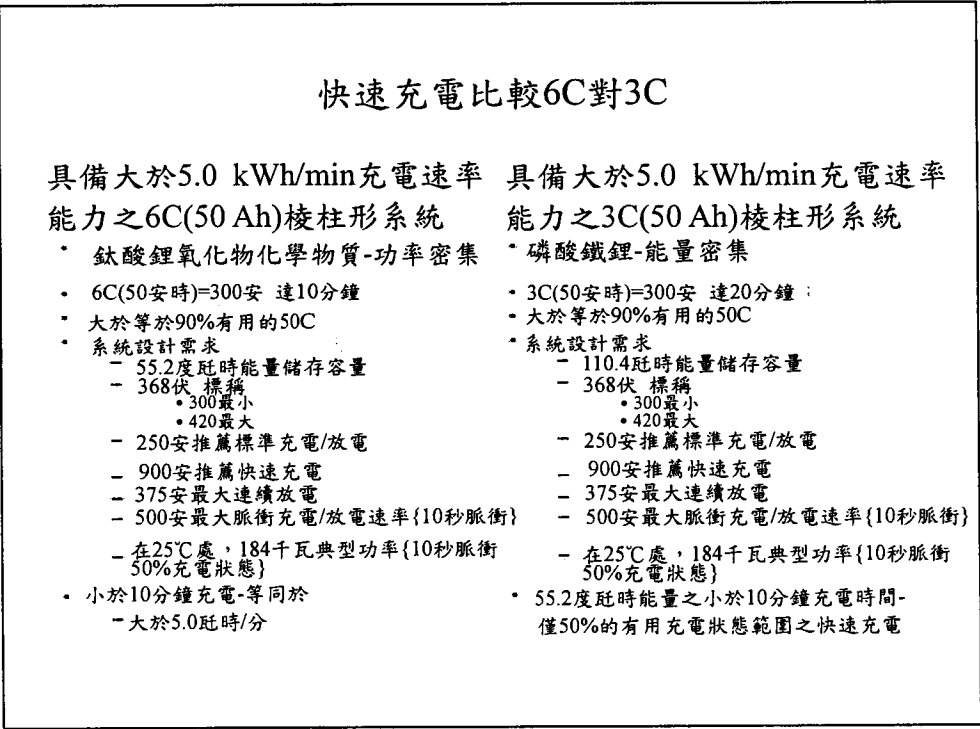


圖 3

一較佳類比擬

- 若所有電池單元及模組全部串聯，則3-C電池單元之一110.4度氈時系統可不具備快速充電能力
 - 所有電池單元將滿足最大電流，無論是否擴大
- 3-C電流限制亦係特定單位(安時)之一函數
- 依電池單元、模組、電池包或電池串位元準層級添加一定程式度的並聯電路將幫助劃分進入各電池單元之電流
- 為了對具有一等效安時3-C電池單元之一系統快速充電，必須切斷至各電池單元之電流並使系統大小加倍

毋庸置疑，但是習知思維不會引導你至此

圖 4

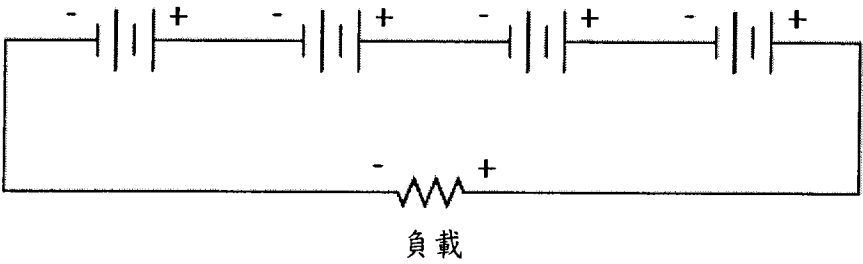


圖 5

充電速率(安-時)	
充電速率 50安時	充電速率 20安時
‣ 0.5C(50安時)=25安達120分鐘	‣ 0.5C(20安時)=10安達120分鐘
‣ 1C(50安時)=50安達60分鐘	‣ 1C(20安時)=20安達60分鐘
‣ 2C(50安時)=100安達30分鐘	‣ 2C(20安時)=40安達30分鐘
‣ 3C(50安時)=150安達20分鐘	‣ 3C(20安時)=60安達20分鐘
‣ 6C(50安時)=300安達10分鐘	‣ 分流900安快速充電以使每 電池單元最大獲得60安
	‣ 6C(20安時)=120安達10分鐘

圖 6

	6-C	3-C
化學物質	鈦酸鋰氧化物(LTO)	磷酸鐵鋰或鎳鈷 錳氧化物硬碳
電池單元	13安時、50安時、60安時	14安時、20安時、50安時、200安時
標稱電池電壓	2.3伏特	3.2伏特
標稱系統電壓(較 低電壓策略)	360 – 380	384伏特
標稱電壓(較高 電壓策略)	736伏特	600至850伏特
組態	雖然在功率密集系統中之電 流分流需要較少電池串，但 是亦偏愛多個電池串	可使用多電池串組態 以在快速充電事件期 間分流高電流位準。
匯流排條及終端	依大小排列以滿足規範	擴大條以滿足規範需求
高電壓電纜	大小t滿足規範需求	擴大電纜至針對300 A/分鐘針 對300 V至420 V之間的電壓範 圍額定的120平方毫米或4/0。
主動熱管理及系統阻抗	鈦酸鋰氧化物電池單 元之較低阻抗，依1千 赫茲之0.4 m-歐姆交流 阻抗導致充電事件期 間之低溫度	磷酸鐵鋰電池單元具有小於 依1千赫茲之5m-歐姆交流阻 抗。 設計以限制歸因於系統阻抗 之溫度上升。擴大系統幫助 降低在快速充電時間期間所 增大的溫度。—55瓦時3-C 系統將在一快速充電事件期 間具有相當大溫度上升。
電池單元突片焊接		需要指定程序及焊接參數
電池管理系統		具備快速充電能力之電池管理系統

圖 7

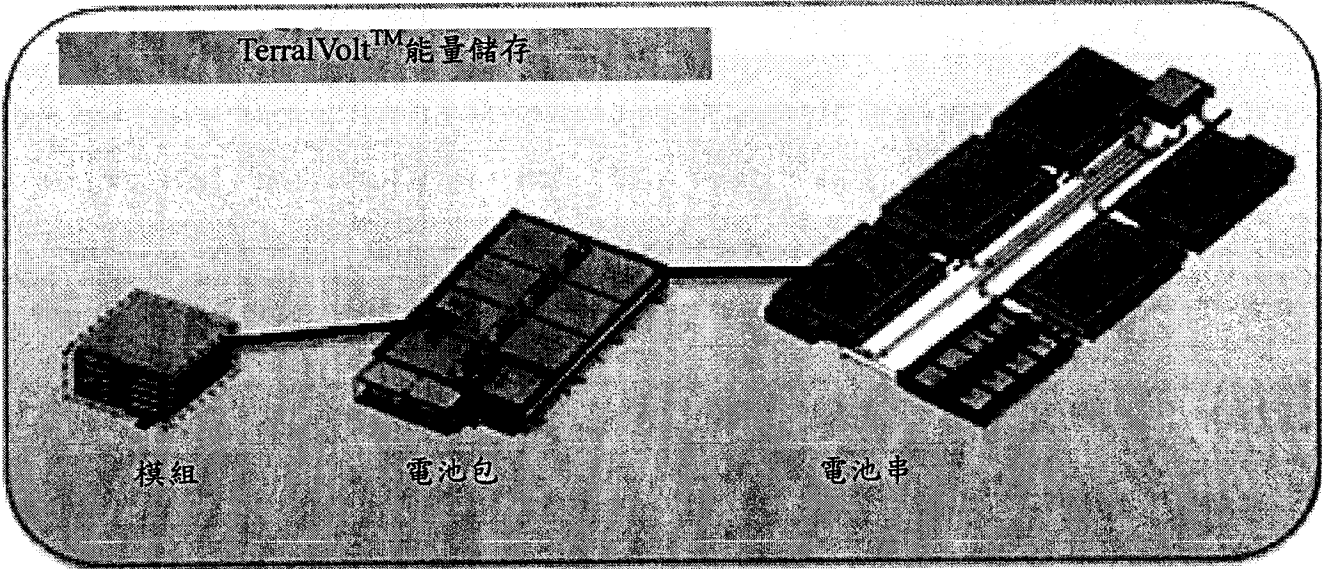


圖 8

電池組裝總成

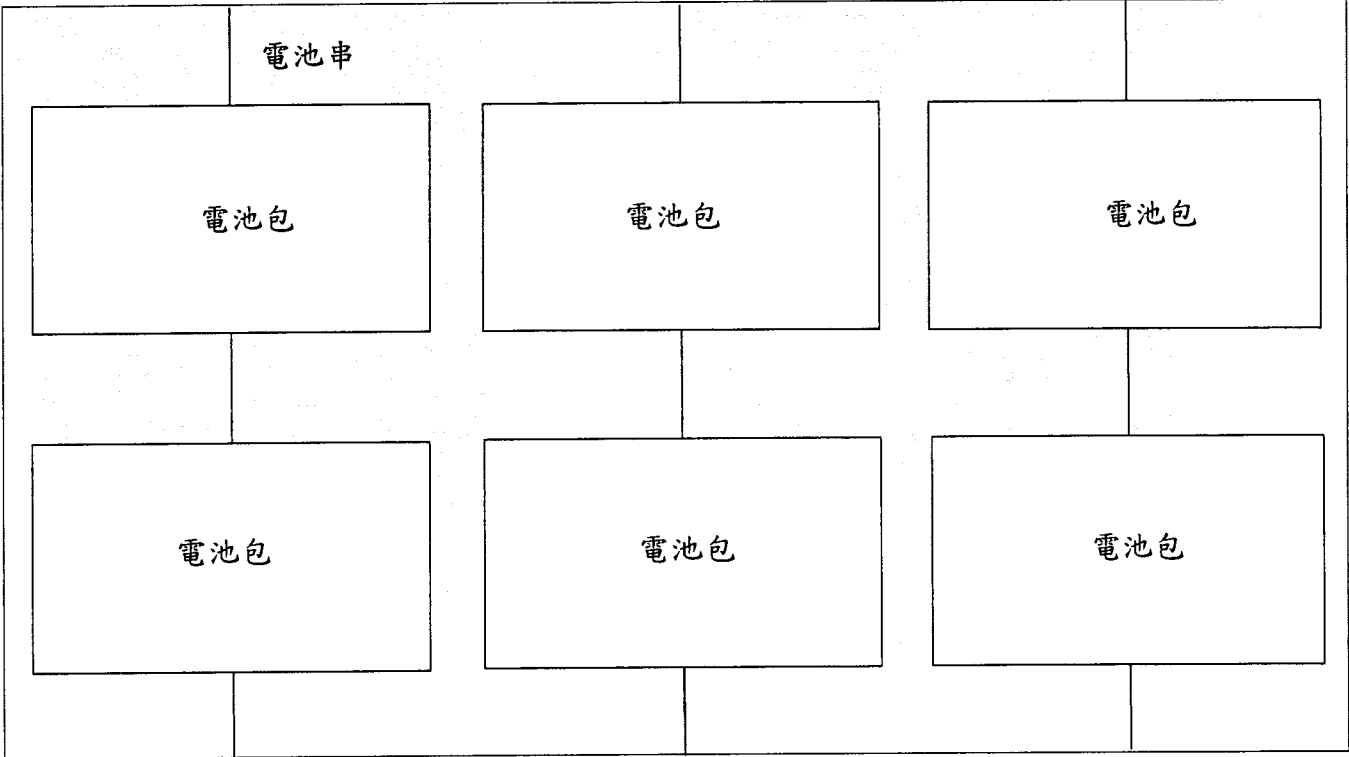


圖 9

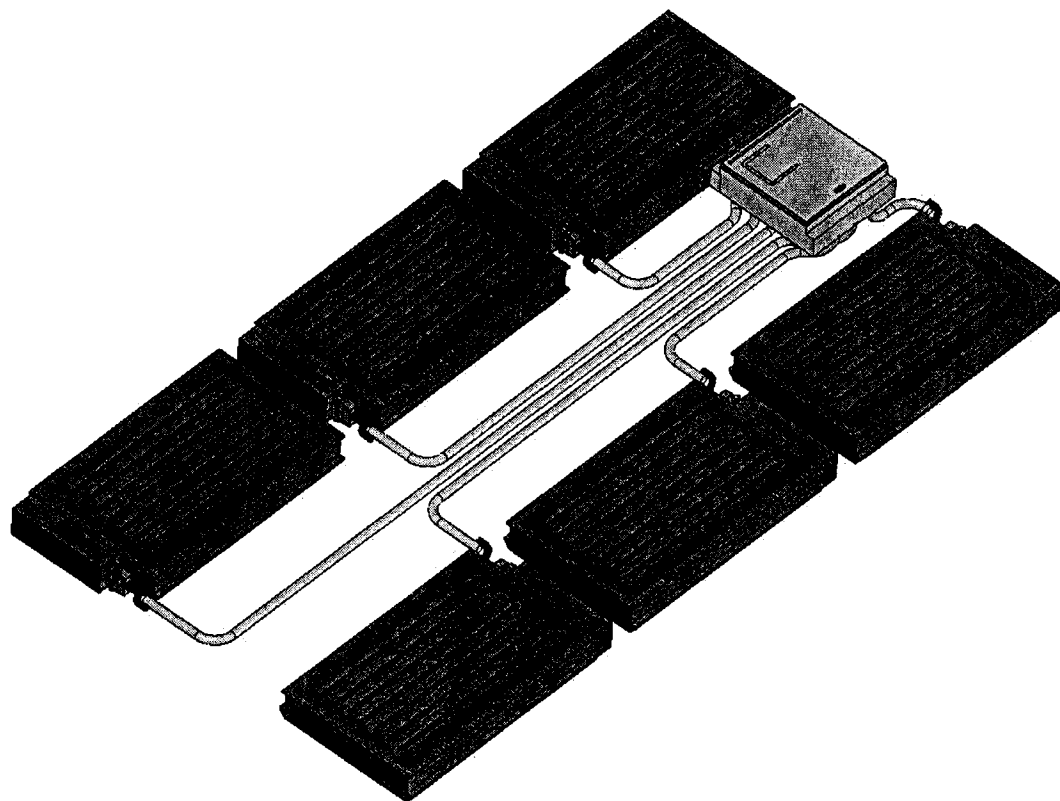


圖 10

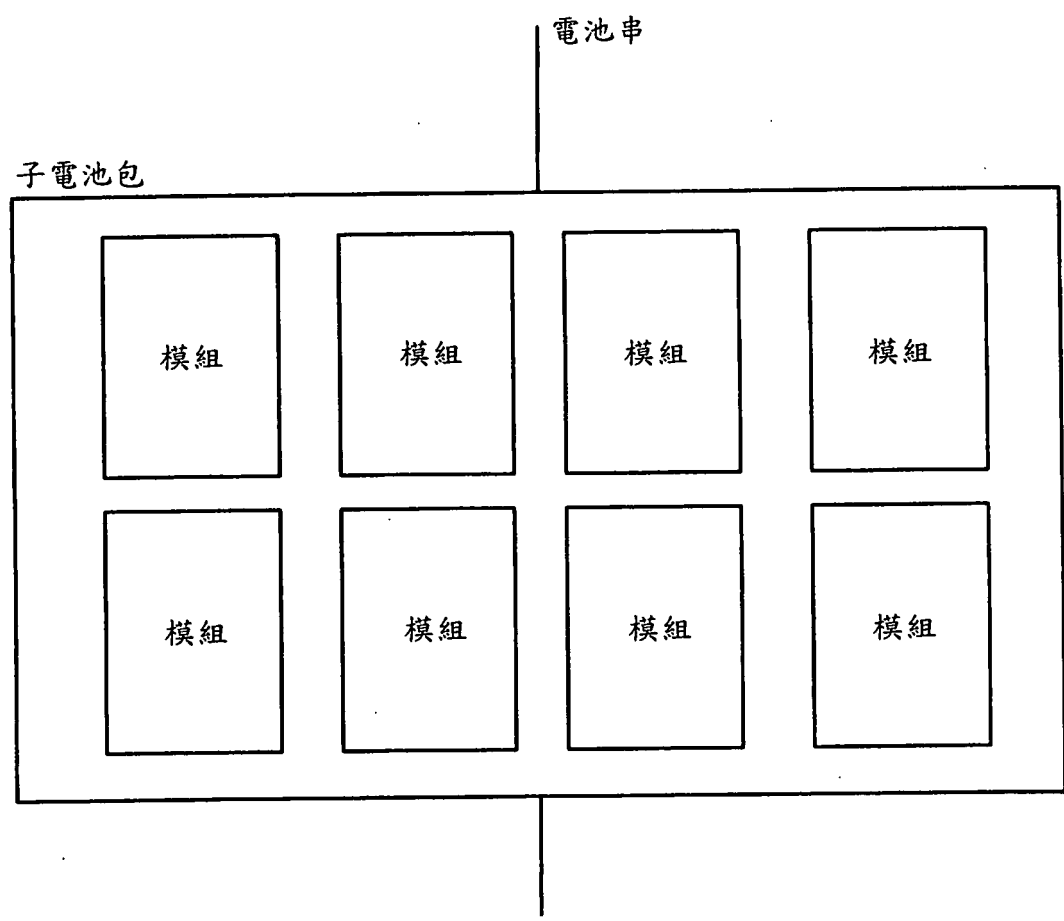


圖 11

模組

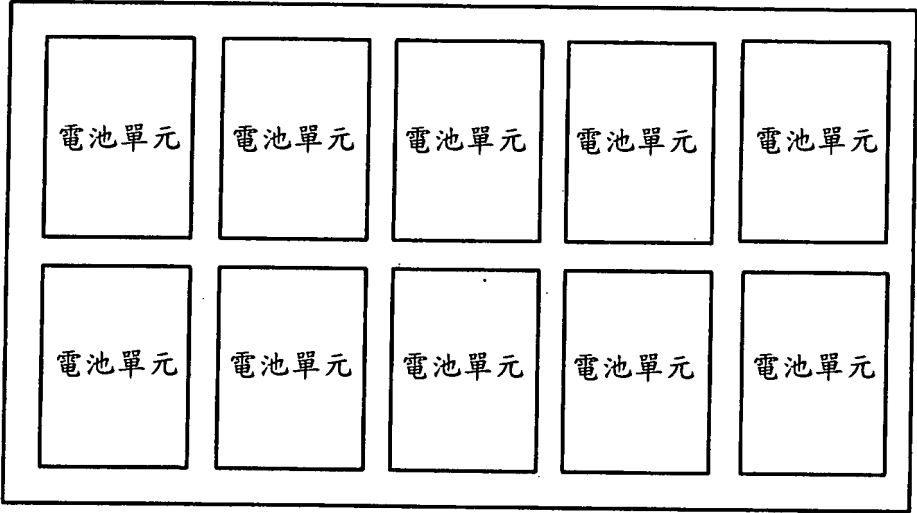


圖 12

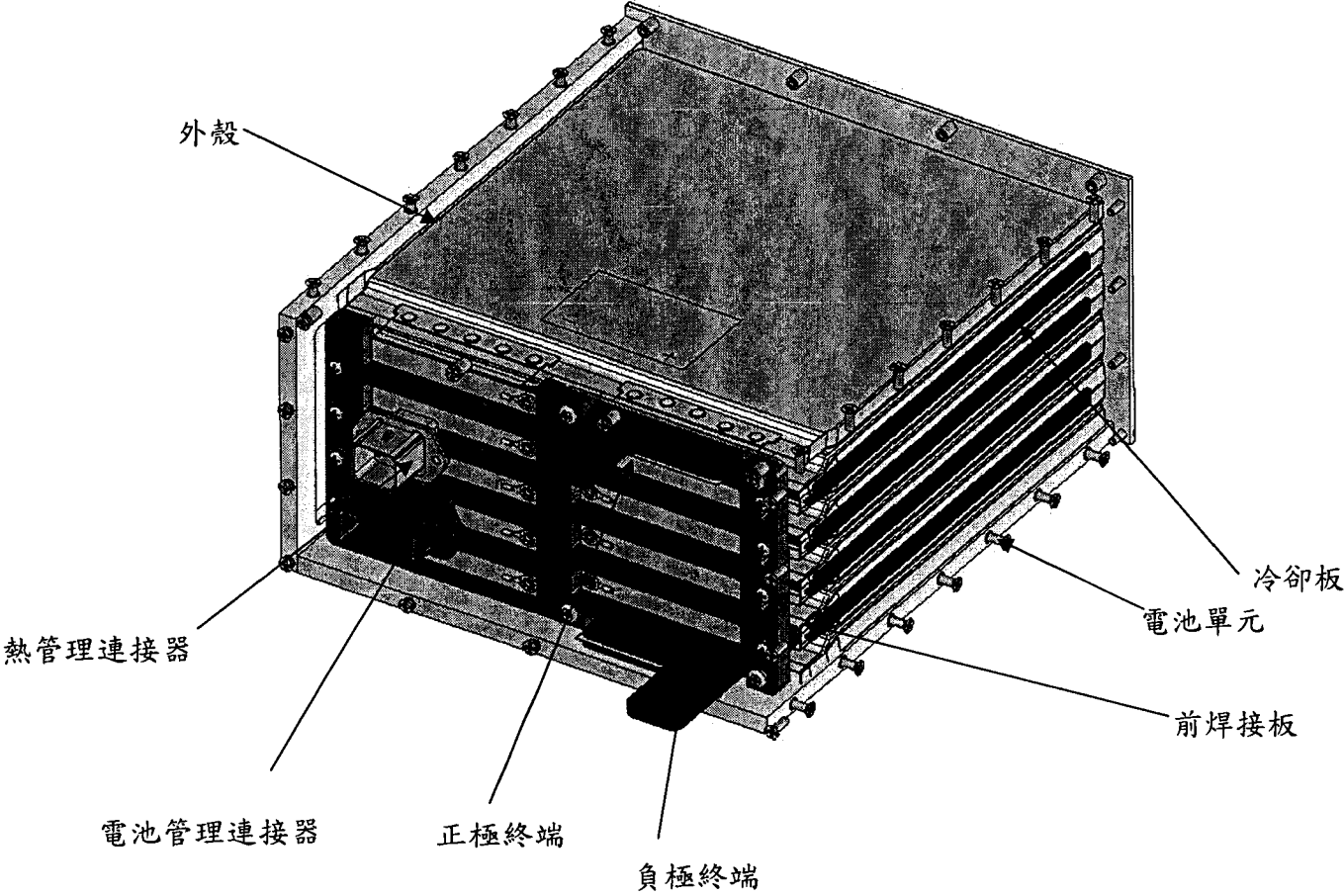


圖 13

潛在模組放置

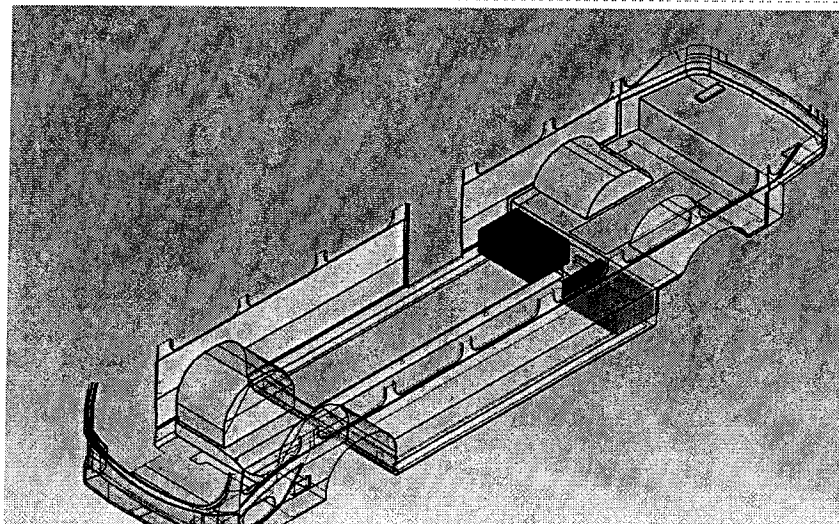


圖 14

200安時模組封裝

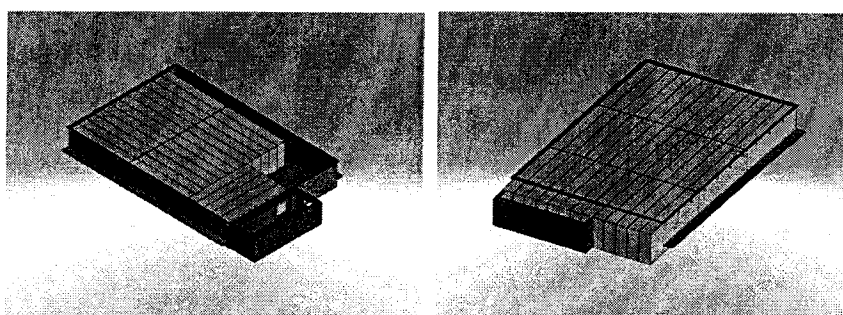


圖 15

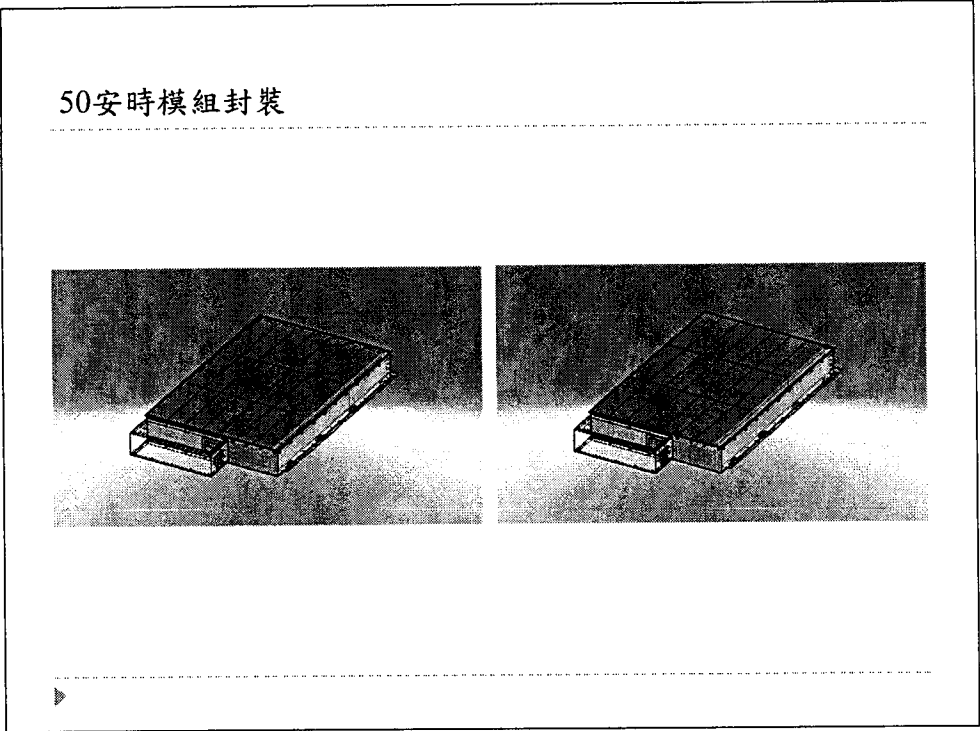


圖 16

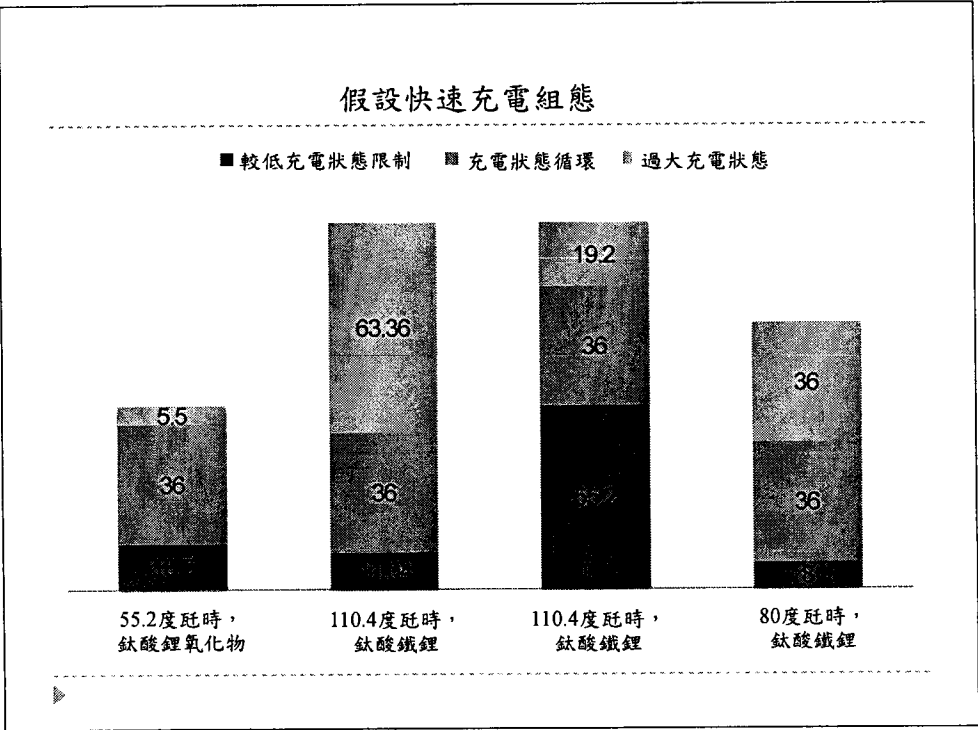


圖 17

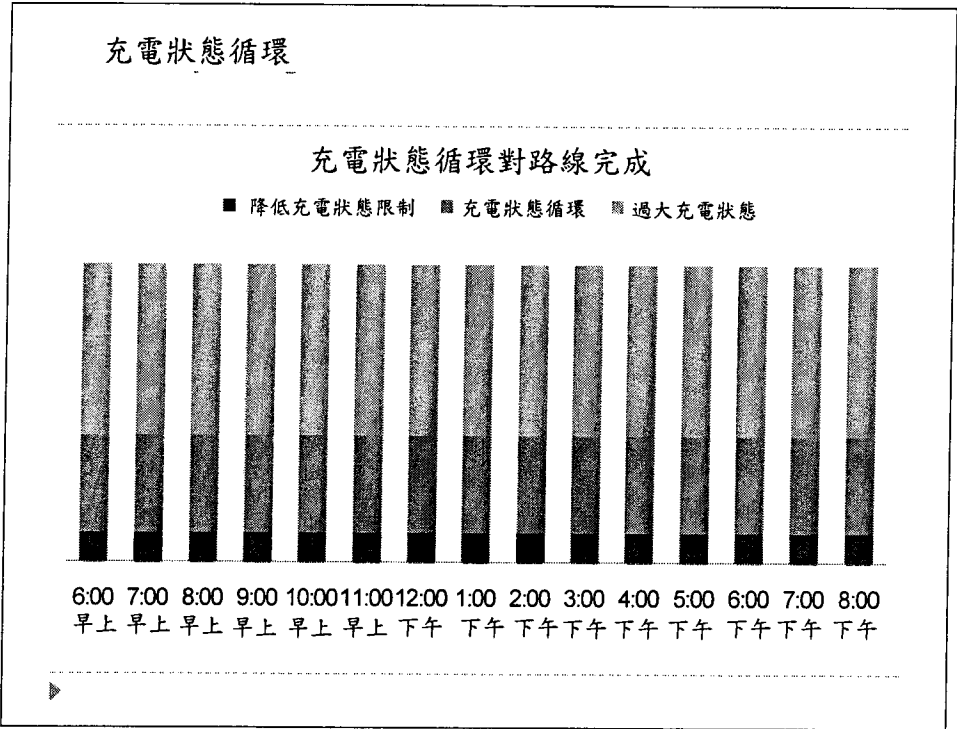


圖 18

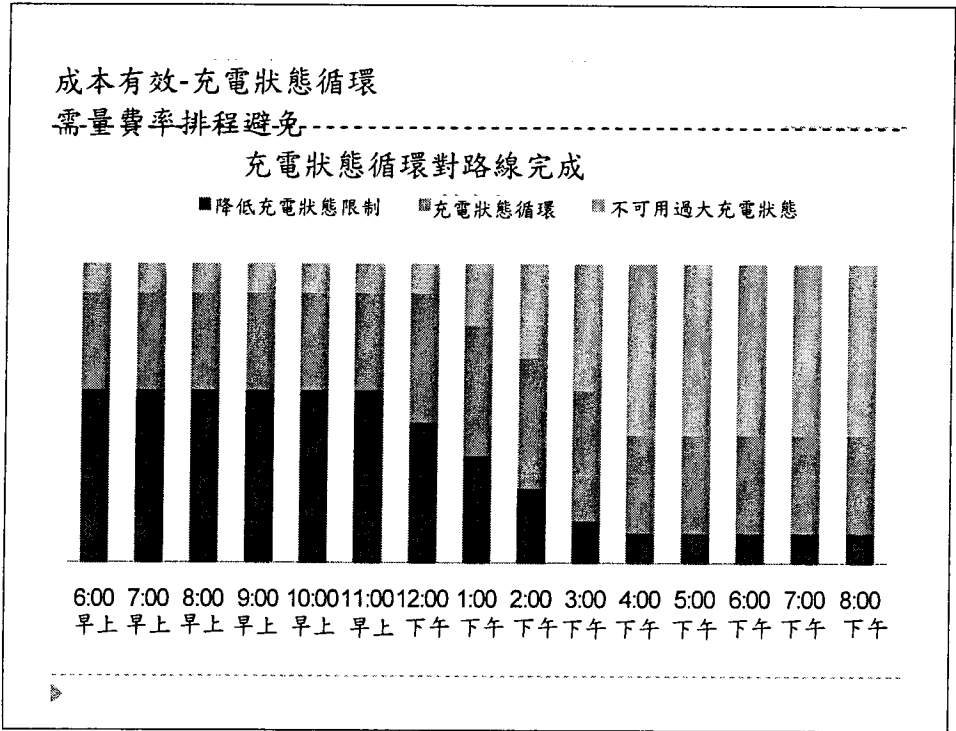


圖 19

即時充電決策矩陣

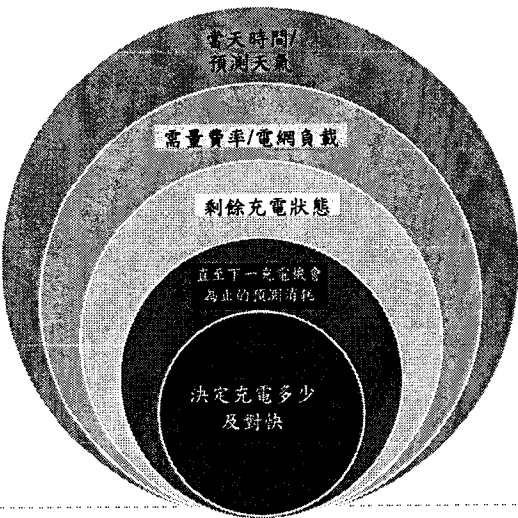


圖 20

分流充電方案

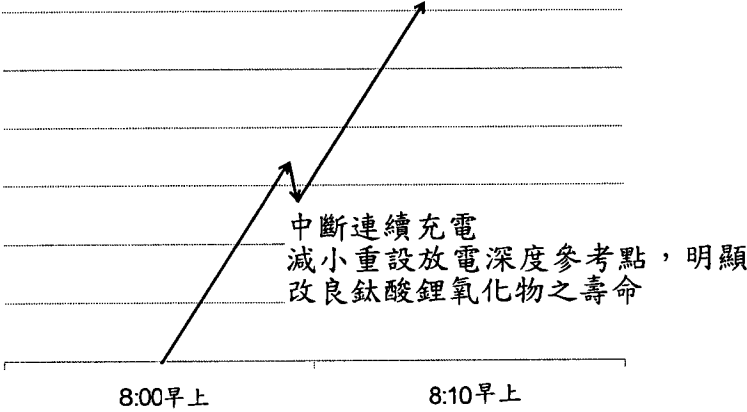


圖 21

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (13) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)