



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I487634 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 06 月 11 日

- (21)申請案號：099126187 (22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 06 日
- (51)Int. Cl. : **B60L11/18 (2006.01)** **H01G7/04 (2006.01)**
H01M8/00 (2006.01)
- (30)優先權：2009/08/07 美國 61/232,068
 2009/08/07 美國 61/232,071
- (71)申請人：歐瑞康先進科技股份有限公司(列支敦斯登) OERLIKON ADVANCED
 TECHNOLOGIES AG (LI)
 列支敦斯登
 馬天森 羅莎琳達(德國) MARTIENSSEN, ROSALINDA (DE)
 德國
- (72)發明人：雷諾 格林傑瑞米 REYNOLDS, GLYN JEREMY (US)；馬天森 華納奧斯卡
 MARTIENSSEN, WERNER OSKAR (DE)
- (74)代理人：王彥評；賴碧宏
- (56)參考文獻：
 CM 10284791A CN 1724285A
- 審查人員：黃晨熏
- 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 47 頁

(54)名稱

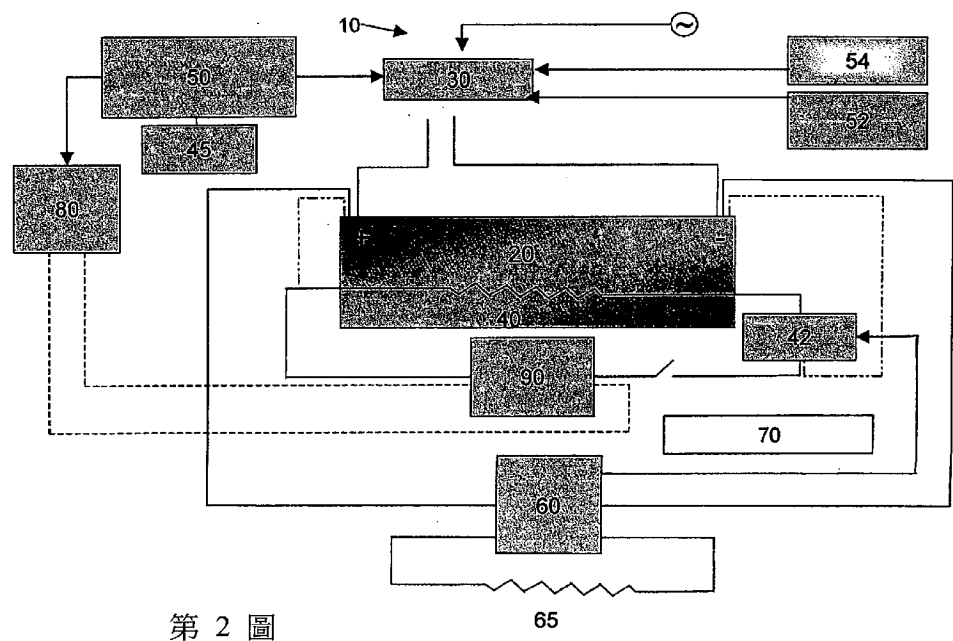
電力系統

POWER SYSTEM

(57)摘要

本發明係提供一種車輛用電力系統。該電力系統包括一類超級電容器電子電池，其係連接至一電池充電器。該電池充電器係將能量提供至該類超級電容器電子電池。一加熱器以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，以提供能量來加熱該類超級電容器電子電池，而因此降低該類超級電容器電子電池之內阻抗。一充電設備係以可操作地連接至該電池充電器。一馬達係以可操作地連接至該車輛與該類超級電容器電子電池。一反饋迴路控制器係以可操作地連接至該加熱器、該類超級電容器電子電池、及該馬達。

The present invention provides a power system for a vehicle. The power system comprising a supercapacitor-like electronic battery that is connected to a battery charger. The battery charger provides energy to the supercapacitor-like electronic battery. A heater is operatively connected to the supercapacitor-like electronic battery to provide energy to heat the supercapacitor-like electronic battery thereby lowering the internal impedance of the supercapacitor-like electronic battery. A charging apparatus is operatively connected to the battery charger. A motor is operatively connected to the vehicle and the supercapacitor-like electronic battery. A feedback loop controller is operatively connected to the heater, the supercapacitor-like electronic battery and the motor.



第 2 圖

- 10 . . . 電力系統
- 20 . . . 電子電池
- 30 . . . 電子電池充電器
- 40 . . . 加熱器/加熱器組件
- 42 . . . 加熱控制器
- 45 . . . 第二加熱器
- 50 . . . 充電設備
- 52 . . . 再生煞煞車
- 54 . . . 光電電池
- 60 . . . 電動馬達
- 65 . . . 負載
- 70 . . . 電腦
- 80 . . . 輔助電池充電器
- 90 . . . 輔助電池

六、發明說明：

[相關申請案交叉參照]

本申請案主張來自並且相關於共同擁有，於 2009 年 8 月 7 日申請，標題為「All Solid-State Electrochemical Double Layer Supercapacitor」的第 61/232,068 號美國臨時專利申請案，以及於 2009 年 8 月 7 日申請，標題為「Fuel Cell/ Supercapacitor/ Battery Power System for Vehicular Propulsion」的第 61/232,071 號美國臨時專利申請案之優先權，再將這些臨時專利申請案以引用的方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於固態能量儲存裝置，尤其係關於這種裝置內的電解質薄膜。本發明也關於使用這些儲存裝置來驅動車輛之方法及系統。

【先前技術】

隨著開發中國家的工業化以及需求漸增，已知的全球原油存量正以飛快的速率逐漸減少。2008 年每桶原油的價格已經超過 100 美金，未來的價格可能更高。針對發電來說，目前有許多燃油的發電廠的替代方案：天然氣、煤、核能以及水力發電廠已經廣泛設置在美國以及其他工業化國家內。不過，燃燒天然氣與煤都會導致大氣層內二氧化碳濃度增加，且隨著全球暖化速度加快，各國政府正在尋求這方面議題的解決方案，所以目前對於像是太陽能、風力以及潮汐這些可再生能源漸感興趣。

現今路上行駛的汽車大都使用從原油當中提煉的汽油

或柴油作為燃料，除非可以將這些車輛轉變成為使用其他型態的能量運轉，否則吾人對交通工具的選擇一定會受到高油價嚴重的衝擊。未來某些汽車可使用氫氣、天然氣、液化石油氣、生化柴油或電能來運轉，本發明的目的就是提供一種運用燃料電池、電容器以及電池的許多優點，並且將牽涉到製作與操作此電力系統的淨能量平衡最佳化之車輛推進選項。

吾人瞭解，燃料電池是一種在將化學能轉換成電能方面非常有效率之裝置，現今最有效率與彈性的燃料電池技術為固態氧化物燃料電池(SOFC, "Solid oxide fuel cell")，這種電池可以在許多不同種的碳氫化合物或氫氣上操作。SOFC的主要缺點在於要在高溫下操作，並且若使用碳氫化合物燃料時會排放二氧化碳。其他種燃料電池，像是直噴甲醇且氫燃料電池的運轉溫度低很多，然而根據整體化學反應，前者仍舊會產生二氧化碳：

$$2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$

車輛上使用燃料電池的另一缺點為其與電池或電容器比較時，每功率瓦數的成本非常高。考量特定車輛推進應用需要多大的燃料電池時，根據所需的最大平均功率以及當加速、爬陡坡等時候提供輔助能量儲存裝置來提供額外電力，則為估量燃料電池大小的最經濟方式。

現今的複合式油電車與插電電動車主要使用鎳氫(NiMH)或鋰離子電池，早期使用比較便宜但重的鉛酸電池之車款大多已經沒有行駛了。大多數專家相信，未來大部分電動

車都將使用鋰離子電池，如同 Tesla Roadster 或即將上市的 Chevrolet Volt 內所使用的電池。這些車的電池組非常昂貴，並且製造時需要大量能量。不幸的是，大多數行動電話與膝上型電腦內鋰離子電池的使用者可證實，這些電池的容量與效能會隨時間降低。吾人仍舊想要知道，最新一代電動車專用鋰離子電池將能夠持續多久。實驗室內測得的使用壽命以及保存期限並不一定能夠忠實反映出實際使用情況，因為在一般行駛情況下將會歷經許多不可預測的環境。

真正的危機在於，現今所製造的電動車無法節省製造時所需的額外能量。若電池的使用壽命不長，則淨能量平衡為負值的可能性相當高。除了幫助降低整體二氧化碳排放以外，使用大型、短壽命電池製作的電動車實際上增加了能量消耗，因此加速全球暖化。若電動車內的電池平均每天充/放電一次，則電池應該有遠超過 5,000 次充/放電的使用壽命，以保證車輛可持續行駛 10 年。許多車主預期自己的車能夠開得比這更久，不過在馬路上倒是不常見到車齡 30 年的汽車。舊式電動車的電池更換成本過高，迫使大多數車主購買新車，而製作新車所需的能量要遠超過只製造電池所需的能量。因此，吾人需要一種未來車輛電力系統中所使用的昂貴與關鍵成份，其非常堅固耐用，且其使用壽命遠超過化學電池已能達到的時間。

電化學電池壽命受限的主要因素是因為電極會在充電與放電期間經歷化學變化，這些變化可為相位變化、構造

變化及/或體積變化之型態，這些全都隨時間嚴重耗損電極的完整性，並且減少電池容量。的確，最新一代鋰離子電池當中的充電與放電過程都必須小心控制，過充或過放都會限制效能並且導致電池過早故障。

反之，電容器利用電荷的形態將其能量儲存在電極上，不牽涉到化學變化，並且大部分電容器都具有數百萬次以上的使用壽命，至 100%放電深度。電容器的充放電速度也遠超過電化學電池，這對於再生煞車期間迅速地捕捉釋放的能量非常有吸引力。的確，現今許多複合式電車、插電複合式電車以及全電動車都已經爲了這目的而開始利用超級電容器，這進一步證實電容器的堅固性以及使用壽命，煞車的溫度通常非常高並且更不用說每天的煞車次數！

傳統靜電與電解電容器廣泛運用在電子電路應用，但是每單位重量或體積只能儲存相對少量的能量。電化學雙層(EDL, “Electrochemical double layer”)電容器的出現，在功率密度與使用壽命比能量密度更重要的前提下，已提供一種取代傳統電化學電池的可施行方案。事實上，最新一代 EDL 超級電容器具有 $\sim 25 \text{ Wh/kg}$ 的比能，大約等同於鉛酸電化學電池。

先前技術

此處所述電力系統的關鍵致能技術爲使用熔鹽電解質型超級電容器，其通常在室溫之上運轉並且具有可相較於電化學電池的高比能。因此，先前技術由用於驅動目前車輛的電力系統以及超級電容器本身所組成：目前最新式的

超級電容器還不適合用來作為電力系統中的主要電力提供組件。

目前馬路上大多數車輛都屬於下列類別其中之一：由內燃機 (ICE, "Internal combustion engines") 所驅動的車輛、使用內燃機搭配電池組的油電車、使用可充電式電化學電池的插電油電車和全電動車以及由燃料電池驅動的車輛。這些車輛中有許多種已經配備再生煞車系統，其使用超級電容器來在煞車期間恢復能量。

吾人長久以來知道，在電解質與不可逆的電極間的界面上存在非常大的靜電容量，請參閱 R. Kotz 和 M. Carlen 發表於 *Electrochimica Acta* 45, 2483-2498 (2000) 的「Principles and Applications of Electrochemical Capacitors」。

此現象係運用在現今市面上可取得的電化學雙層 (EDL) 超級電容器 (有時稱為「超電容器 (ultracapacitor)」)。請參閱 2007 年四月美國能源部內「電能儲存當中基本能量科學工廠報告 (*Report of the Basic Energy Science Workshop in Electrical Energy Storage*) 當中的「Basic Research Needs for Electrical Energy Storage」。

此機制的接受要追溯回 1853 年，當年赫姆霍茲 (von Helmholtz) 發現電化學雙層，請參閱 H. von Helmholtz, *Ann. Phys. (Leipzig)* 89 (1853) 211。

若兩個電極都浸泡在電解質內，將在最接近正電極之處形成來自電解質的第一負離子層，而將在前述負離子附近

形成來自電解質的第二正離子層，形成所謂的「赫姆霍茲雙層」。在相對的負電極產生類似處理，不過在此案例中，正離子形成最靠近電極的層，如第 1 圖內示意顯示。

因為此雙層只形成於電極與電解質之間的界面上，所以需要建立可將此界面區域最大化的構造。傳統上來說，EDL 超級電容器由高度表面積碳粉以及電解液製成，請參閱「B.E. Conway, *Electrochemical Supercapacitors-Scientific Fundamentals and Technological Applications*, Kluwer, New York, 1999」。

不過，EDL 超級電容器的靜電容量並不一定與表面積成比例，使用 BET(Brunauer-Emmett-Teller)法測量具有最高度表面積的大多數多孔性碳粉，有時具有比其他低度表面積材料還要低的靜電容量。這通常解釋成是源自某些孔的尺寸錯誤，以形成雙層構造之因素。

近來的 EDL 超級電容器已經運用有機溶劑型電解質(K. Yuyama、G. Masuda、H. Yoshida 以及 T. Sato 於 *Journal of Power Sources* 162, 1401 (2006)所發表之「Ionic liquids containing the tetrafluoroborate anion have the best performance and stability for electric double layer capacitor applications」)或甚至聚合電解質(「Polymer Capacitor Catching Up with Li-ion Battery in Energy Density」, http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20090615/171726/)，以增加電極之間的最高電壓，而不引起電解質之電解。接著增加可儲存在這些電容器內的最高

能量。近來 Eamex 公司已經申請能量密度 600Wh/公升的複合式 EDL 超級電容器之專利，該超級電容器包含一種以可逆方式合併來自聚合電解質的移動鋰離子之負電極。

第 5,585,999 號美國專利描述基於作為可逆氧化還原活性正電極的薄膜鈀電極以及有機氫鋁化物熔鹽之超級電容器，請參閱由 H. C. De Long 和 R. T. Carlin 所申請，名稱為「Supercapacitor Electrochemical Cell」的第 5,585,999 號美國專利(1996)。

因為在充電期間，Pd 薄膜轉換成 PdCl_2 ，而在放電時恢復成 Pd，所以電池作為複合或偽電容器。隨著放電時，來自負電極的 Al 溶解在電解質內，並且必須在充電時析出。

先前技術之缺點

很明顯地，目前還是需要精打細算使用剩餘的石油——當存在可施行的替代方案時若還在使用內燃機，這似乎不太明智。不過，除非複合式電車、插電複合式電車以及全電動車的淨能量平衡為正，即是使用這種車輛取代 ICE 驅動車輛所節省的能量超過產生其電池所消耗的能量，否則認為這項技術相當「環保」就是一種自欺欺人的作為。再者，除非電池壽命至少跟車輛其他部分一樣長，否則許多車輛都會提早報廢。電池組的壽命越長，則越有可能具備正的淨能量平衡。現今鋰離子與鎳氫電池的使用壽命有限，致使許多車輛在報廢之前需要更換電池。

除了關於提供實際行駛情況之充分最大功率輸出的成本以外，使用燃料電池的車輛還具有一些缺點。不過，本

發明的目的就是說明一種改良單獨使用燃料電池的車輛之系統，例如：若想要利用再生煞車或車輛外表上的光電面板來改善整體能量效率，則除了燃料電池以外，還需要電池及/或電容器。此處描述本發明使用一種新式超級電容器，其具有電化學電池的能量儲存密度，在與燃料電池結合之下，適合用來作為車輛的電力系統。

相較於電化學電池，現有的 EDL 超級電容器在每單位質量或體積內儲存相對少量電量而且會漏電，表示無法保存電荷超過延伸的時間週期，直到近來，超級電容器缺乏作為車輛推進當中主要電力儲存裝置所需之能量密度(每單位體積的能量)與比能(每單位質量的能量)。不過即使出現具有比能 25 Wh/kg 的超級電容器，還是不適合用來作為主要電力儲存裝置，因為其漏電太高。即使完全充電，除非插上電源插座，否則將一夜放電。若車輛停在車主的車庫裡面還有可能，不過總是不切實際。在車輛行駛期間，燃料電池可用來維持超級電容器充電的，只有車輛熄火時會完全放電。

EDL 超級電容器的使用壽命以及峰值功率輸出都低於靜電電容器，不過還是大幅超越電化學電池，而液態電解液需要密封的包裝，也排除使用在「系統級封裝」微電子應用當中，這種應用最好使用全固態薄膜鋰電池。請參閱 B. Neudecker 於 2008 年七月在美國加州舊金山 Semicon West 2008 TechXpot 內所發表的「Volume PVD Manufacturing of Rechargeable Thin-Film Batteries」。

此外，這些液體與有機聚合電解質限制了現有超級電容器在製作與操作期間所能承受、不發生故障之最高溫度。

使用一個以可逆方式併入來自聚合物電解質的移動鋰離子的電極之前述複合式 EDL 超級電容器，具有一個與電化學電池相關的缺點，換言之在充/放電循環期間會產生化學變化(在上列參考文件「Polymer Capacitor Catching Up with Li-ion Battery in Energy Density」，鋰離子在負電極經歷氧化還原反應，在裝置充電時形成鋰合金)。這種化學反應會折衷這些複合式電容器的整體使用壽命。第 5,585,999 號美國專利內描述的 Pd 薄膜與 Al 電極也有類似情況，這兩者在電容器使用循環當中都會有化學變化。

[發明目的]

根據先前技術的限制，需要一種改良式車輛電力系統。

先前技術內無法提供本發明附帶之好處，因此本發明目的在於提供一種克服先前技術不完全之改良。

本發明的另一目的為提供一種車輛用電力系統，其包括：一類超級電容器電子電池；一電池充電器，以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，該電池充電器係將能量提供至該類超級電容器電子電池；一加熱器，以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，該加熱器係提供能量來加熱該類超級電容器電子電池，以降低該類超級電容器電子電池之內阻抗；一充電設備，以可操作地連接至該電池充電器；一馬達，以可操作地連接至該車輛與該類超級電容器電子電池；及一反饋迴路控制器，以可操作地連接

至該加熱器、該類超級電容器電子電池、及該馬達。

上面已經概述本發明的某些關聯目的，這些目的應該視為僅只是例示本發明的某些更顯著的特色與應用。以不同方式套用所揭示的本發明，或在揭示範圍內修改本發明，都可獲得許多其他有利的結果。因此，除了配合附圖參閱由申請專利範圍所定義的本發明之範圍，還可藉由參閱發明內容和較佳具體實施例的詳細說明，更完整了解本發明的其他目的。

【發明內容】

本發明將燃料電池、高能量密度超級電容器以及電池組合成電動車推進系統，此系統的致能技術運用創新高能量密度超級電容器來驅動推動車輛的主要電動馬達（或馬達）。

根據本發明將金屬粉末與熔鹽電解質組合所製作的EDL超級電容器能夠提供足夠的能量密度，作為電動車內的主要電儲存裝置。在車輛行駛期間，超級電容器持續由以化學能量操作的燃料電池充電。超級電容器也可吸收煞車時快速釋放的能量，或吸收光電面板或車輛外表烤漆逐漸釋放的能量。車輛啟動後，電路將超級電容器加熱，在某些具體實施例內加熱燃料電池。執行此加熱所需的電能儲存在便宜的化學電池內，也就是現今ICE驅動車輛內用於啟動、照明以及點火的典型鉛酸電池，或是更先進的可再充電電池，像是鎳氫或鋰離子電池。一旦燃料電池與超級電容器到達操作溫度，就可對化學電池再次充電。

當車輛停妥並且關閉馬達之後，超級電容器以及燃料電池就會冷卻，超級電容器內的熔鹽電解質凝固，顯著提高內阻抗，因此急劇地減少漏電量。在較佳具體實施例內，即使關閉馬達之後仍舊會監控超級電容器內的充電狀態，並且燃料電池持續運轉到超級電容器與輔助電池完全充滿電為止。到達此點之時，燃料電池關閉並且允許超級電容器內的熔鹽電解質凝固。

本發明的特色在於提供一種車輛用電力系統，其中包括以可操作地連接至電池充電器的類超級電容器電子電池。該類超級電容器電子電池尚包括複數個奈米複合材料電極、與該等奈米複合材料電極相接觸的電解質及導電材料。其中至少一個該等奈米複合材料電極由第一電解質及第一導電材料形成。該第一電解質尚包括熔鹽，其具有範圍為 60°C 至 200°C 之熔點。該電解質尚包括滲有一液態電解質的一多孔固體或滲有熔鹽的一多孔固體，該熔鹽具有範圍為 60°C 至 200°C 之熔點。該電解質尚包含奈米複合材料。該奈米複合材料尚包含鐵電材料及電解質。該鐵電材料尚包含鬆弛型鐵電材料。該電解質可選自由一鹼金屬硝酸鹽混合物、一具氯化鋁之鹼金屬氯鋁化物的混合物或一鋁與氯化鋅的混合物所組成之群中。該電池充電器係將能量提供至該類超級電容器電子電池。一加熱器以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，提供能量來加熱該類超級電容器電子電池，以降低該類超級電容器電子電池之內阻抗。一充電設備以可操作地連接至該電池充電器。該充

電設備尚包括一燃料電池，其能以可操作地連接至該加熱器或一第二加熱器。一馬達以可操作地連接至該車輛與該類超級電容器電子電池。一反饋迴路控制器以可操作地連接至該加熱器、該類超級電容器電子電池、及該馬達。

在較佳具體實施例內，至少一個奈米複合材料電極由第一電解質及第一導電材料形成，其中該第一導電材料具有一第一表面，其與內含於該第一電解質中的移動離子起化學反應。該化學反應係侷限於該第一表面。該第一導電材料係超過滲透極限。至少一個奈米複合材料電極由第二電解質及第二導電材料形成，其中該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子不可逆。該第二導電材料係超過滲透極限。

在另一較佳具體實施例內，至少一個奈米複合材料電極由第一電解質及第一導電材料形成，其中該第一導電材料具有一第一表面，其與內含於該第一電解質中的移動離子起化學反應。該化學反應係侷限於該第一表面。該第一導電材料係超過滲透極限。至少一個奈米複合材料電極由第二電解質及第二導電材料形成，其中該第二導電材料具有一第二表面，其與內含於該第二電解質中之移動離子起化學反應。該化學反應係侷限於該第二表面。該第二導電材料係超過滲透極限。

在另一較佳具體實施例內，至少一個奈米複合材料電極由第一電解質及第一導電材料形成，其中該第一導電材料具有一第一表面，其與內含於該第一電解質中的移動離子

起化學反應。該化學反應係侷限於該第一表面。該第一導電材料係超過滲透極限。至少一個奈米複合材料電極由第二電解質及第二導電材料形成，其中該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子可逆。該第二導電材料係超過滲透極限。

在另一較佳具體實施例內，至少一個奈米複合材料電極由第一電解質及第一導電材料形成，其中該第一導電材料係使內含於該第一電解質中的移動離子不可逆。該第一導電材料係超過滲透極限。至少一個奈米複合材料電極由第二電解質及第二導電材料形成，其中該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子不可逆。該第二導電材料係超過滲透極限。

在另一較佳具體實施例內，至少一個奈米複合材料電極由第一電解質及第一導電材料形成，其中該第一導電材料係使內含於該第一電解質中的移動離子可逆。該第一導電材料係超過滲透極限。至少一個奈米複合材料電極由第二電解質及第二導電材料形成，其中該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子不可逆。該第二導電材料係超過滲透極限。

前面已廣泛概述本發明的更貼切與重要特色，以便更明白以下本發明之詳細說明，而更全面瞭解本發明對於本技術的貢獻。之後將說明本發明的其他特色，其形成本發明的申請專利範圍主題。熟習本技術人士應明白，可輕易地利用所揭示的概念及特定具體實施例，作為修改或設計用

以實施本發明之相同目的之其他構造的基礎。熟習本技術人士亦應認識到，此類等同構造並不悖離後附申請專利範圍所提出的本發明之精神及範圍。

【實施方式】

本發明描述一種裝置構造以及製作具有熔鹽電解質的電化學雙層超級電容器之製造方法：我們稱此裝置為電子電池，因為雖然它的作用像是電容器，在電極與介電質之間的界面上儲存電荷，每單位體積(能量密度)以及每單位質量(比能)可儲存的能量比較像電池而非電容器。電子電池係利用結合金屬粉末與熔鹽電解質，形成複合電極構造來製作；每隔一對電極就用薄介電質分隔。雖然此裝置主要用於併入電動車推進系統，不過本裝置也可製作成薄膜堆疊，使其適合用來取代某些微電機系統(MEMS，“Micro-ElectroMechanical Systems”)、系統級封裝(SiP，“System in a Package”)以及其他微電子應用的薄膜電池。

本發明進一步描述將內含熔鹽電解質的此電子電池併入電力系統內之方法，該電力系統併入超級電容器的充電裝置，以及提供儲存的能量而將超級電容器加熱至超過電解質熔點溫度之裝置，藉此大幅降低電容器的內阻抗。這示意例示於第2圖內。

第3圖內將電子電池中單元構造的示意圖顯示為第一集電器110、第一電極120、分隔板130、第二電極140以及第二集電器150。其基本概念非常類似於現有的EDL超級電容器與電化學電池，但是有一些重大差異，首先，每一

電極都由固態的熔鹽電解質以及導電材料所製成，該導電材料係使內含於該電解質中之移動離子不可逆，這與通常使用使得電解質中之移動離子可逆的導電電極材料之電化學電池不同。不可逆電極在電流通過外部電路時，避免移動離子從電解質越過界面進入電極；而可逆電極則在電流通過外部電路時，允許移動離子從電解質越過界面，如此電化學電池內的電極會在充電與放電期間歷經化學變化。這些化學變化採用相位變化、構造變化及/或體積變化之型態，這些全都會隨著多次的充電-放電循環嚴重耗損電極的完整性，並且減少電池容量。反之，不可逆的電極/電解質界面會因為形成赫姆霍茲雙層(第 1 圖)，造成電荷分離穿過界面。此雙層構造持續到穿過電極的電位勢達到足以允許開始電解為止。只要不發生電解，所製作的電容器就可歷經數十萬甚至數百萬次充/放電循環，而不發生化學變化。此外，因為電極內缺乏化學處理，所以藉這種電容器可以迅速吸收或釋放電荷，允許快速充/放電以及非常高的功率密度。

因為該電子電池由熔鹽所製作，而不是液態或非液態或聚合物電解質所製作，因此不同於傳統的 EDL 超級電容器，因此與現有 EDL 超級電容器的製作方法不同。

電子電池內可儲存的能量主要取決於電極/電解質中界面積以及穿過電極的電壓。電極與電解質材料其若非電化學雙層構造的一部分，就無助於儲存能量，因此最重要就是在原子或分子尺度之下緊密地混和電極與電解質材料。

這種構造之特徵為奈米複合材料。

對於單一電池而言，穿過電極的最高電壓受到電解質的電化學穩定度範圍所限制。針對熱力穩定度來說，極限為~7V，而某些電解質則具備明顯較高的動力穩定度極限。

第 4 圖內將多層電子電池圖解顯示為第一集電器 110、第一電極 120、分隔板 130、第二電極 140、導電障壁 115、第二集電器 150、第三電極 122、第四電極 142、第五電極 124、第六電極 144、第七電極 126 和第八電極 146。如第 4 圖內所示將個別電池堆疊在一起，就可製作具有較高操作電壓範圍的電子電池(數百、數千或甚至數百萬伏特)，只受到實際考量上的限制。這種堆疊需要控制電路負責於充電與放電期間各種電池間阻抗之差異，但是這項技術已經發展用於鋰離子電池(R. S. Tichy 以及 M. Borne 於 2009 年三月在 Micro Power Webinar 內發表的「Building Battery Arrays with Lithium-Ion Cells」)，並且可簡單修改用於高電壓串聯電子電池堆疊。

為了維持電容器的高功率密度特性，電極的阻抗必須維持為低，電極內所含的電子導電材料數量必須超過滲透極限以確保充足的導電性。該滲透極限取決於所選電極與電解質材料之特性。通常，越多導電電極材料展現出越低的滲透極限，但是於電極奈米複合材料內含非常小的粒子尺寸會讓情況複雜。

即使適度的電壓穿過奈米尺度可建立非常高的電場。這會引起穿過該電池的內部漏電，這是現有 EDL 超級電容器

已知的問題。電解質熔化之後，電池的內阻抗大幅降低，並且漏電量提高。藉運用反饋迴路來控制至電子電池加熱器的功率，就電池所需的功率來調整內阻抗。隨著電子電池所驅動的馬達上之負載增加，對加熱組的功率就要提高，因此讓電池可以傳遞更多功率。若負載降低，則可讓電池稍微冷卻，降低熔鹽的導電性接著提高內阻抗並且減少通過電解質的漏電量。讓電解質凝固會急劇地降低電解質的導電性，並導致內部漏電大量減少。

雖然此電力系統主要應用在車輛推進，不過也可縮小用於 MEMS 裝置以及其他微電子組件。在後者的應用當中，因為需要小型的電子電池，所以使用薄膜沉積技術可具成本效益，目前已經發展出許多技術用於半導體產業。車輛應用需要更經濟、可擴充的技術，甚至可擴充熔鹽電子電池用於更大型應用，像是發電廠的負載調平以及均載。

最好首先考量薄膜電子電池的製作(如第 5 圖內示意例示)，製作程序如下：合適的基板 100 被塗佈導體，作為電池的其中一個集電器 110。此集電器材料可以相當薄：原則上厚度為 5 nm (50 埃)，雖然若厚一點的話可以更堅固並且攜帶更多電流，較佳厚度的範圍為 100-500 nm (1,000 - 5,000 埃)。所選的集電器 110 較佳不應在電池製作與操作期間所歷經的溫度下，與奈米複合材料電極 120、140 反應或產生合金。最關鍵的是集電器 110 不會與電極 120、140 奈米複合材料內的熔鹽電解質發生化學反應。在許多案例中，集電器 110 應該為與其所接觸，包含奈米複合材料電

極 120、140 的電子導電成份的材料相同。在某些案例中，可能需要沉積一集電器 110，該集電器包含由不同材料組成的二個以上的層。例如：薄 Ti 層可直接沉積在基板 100 上，確保後續處理期間基板 100 與集電器 110 之間的良好黏著，薄 TiN (氮化鈦)層可沉積在 Ti 的頂端上，避免 Ti 與集電器 110 堆疊的其他成份產生反應及/或內部擴散，並且像是 Pt 或 Ni 這類導電性更高的金屬可包含大量的集電器 110 堆疊。集電器 110 可用許多薄膜沉積技術來沉積，包含但不受限於直流 (DC, “Direct current”)磁控濺鍍、射頻 (RF, “Radio frequency”)磁控濺鍍、雷射剝蝕法、離子束濺鍍、熱蒸鍍、電子束蒸鍍、分子束沉積、化學氣相沉積、電漿增強式化學氣相沉積、原子層沉積、電鍍、無電鍍、溶凝膠法、電漿噴塗、雙線電弧噴塗、熱噴塗以及電弧蒸鍍。

在某些具體實施例內，薄膜集電器堆疊可根據半導體產業內已知且由熟習本技術人士所通曉的的技術來製作圖案。另一選項為提供遮罩，避免後續薄膜沉積在不要的集電器區域上。此遮罩技術只對視線實體氣相技術有效，像是 DC 磁控濺鍍、RF 磁控濺鍍、雷射剝蝕法、離子束濺鍍、熱蒸鍍、電子束蒸鍍、分子束沉積、電漿噴塗、雙線電弧噴塗、熱噴塗以及電弧蒸鍍。

此時可將第一電極 120 沉積至集電器 110 上，第一電極 120 包含一種奈米複合材料，該材料同時內含導電與導離子成份，後者為熔鹽電解質。電極的整體組成應該導電，

藉由確定內含數量充分的導電材料就可達成此目標。針對能量儲存目的，導電材料對導離子材料的最佳比例應該調整，使得在每一導體奈米顆粒之表面原子周圍形成電化學雙層。此比例像是在接近每一成份的等莫耳比為最佳，但是確切數據取決於個別奈米材料的材料特性。然而在實務上，可能需要提高電子導體的分數超過此最佳理論比例，以確保充分的電極 120 導電性。

第一電極 120 可用稍早所列用於沉積集電器 110 至基板 100 上之任何技術來沉積，包含但不受限於 DC 磁控濺鍍、RF 磁控濺鍍、雷射剝蝕法、離子束濺鍍、熱蒸鍍、電子束蒸鍍、分子束沉積、化學氣相沉積、電漿增強式化學氣相沉積、原子層沉積、電鍍、無電鍍、溶膠凝膠法、電漿噴塗、雙線電弧噴塗、熱噴塗以及電弧蒸鍍。重要的是電極的成份在奈米尺度下緊密地混和，以確保有最大數量之導電原子或分子鄰接電解質分子。若利用濺鍍、蒸鍍或噴塗技術製備電極 120，該電子導體與電解質應該同步共沉積來確保此結果。像是化學氣相沉積或電鍍這類化學沉積技術應該使用先沉積一種成份，接著沉積另一種成份的循環。這些循環的期間相較於整體沉積率應該夠小，以確保在單次循環當中每一成份只沉積一些單層。

沉積期間基板 100 的溫度應該保持夠低，以避免電極 120 的成份之間不必要的化學反應。若電極 120 內熔鹽電解質的表面張力夠高到於沉積期間不會流出，則允許超過電解質的熔點。否則，重要的是基板溫度保持低於沉積期

間電解質的熔點，並且可能需要運用基板冷卻來確保此事。在較佳具體實施例內，以電解質軟化但不熔化時的溫度來執行沉積，這通常會導致比較密集的電極構造。

在沉積第一電極 120 之後，必須沉積介電分隔板 130，以避免電子電池內部短路。此介電分隔板 130 用與第一電極 120 類似的方式製作，其應該包含在電池操作溫度上為固態、充滿熔鹽電解質的介電質組合。再次地，沉積溫度必須受控制，避免分隔板 130 的成份之間非所要的化學反應，並且避免熔化的電解質流出。分隔板 130 較佳應該厚到足以連續、無孔，避免電解質凝固時、甚至是在電池完全充滿電時，由於穿隧以及其他機制造成的大量內部漏電流。實務上，分隔板 130 的厚度範圍為 10 nm (100 埃) 至 2 微米。其可用沉積集電器 110 至基板 100 和第一電極 120 上之類似技術來沉積，包含但不受限於 DC 磁控濺鍍、RF 磁控濺鍍、雷射剝蝕法、離子束濺鍍、熱蒸鍍、電子束蒸鍍、分子束沉積、化學氣相沉積、電漿增強式化學氣相沉積、原子層沉積、電鍍、無電鍍、溶膠凝膠法、電漿噴塗、雙線電弧噴塗、熱噴塗以及電弧蒸鍍。

若利用濺鍍、蒸鍍或噴塗技術製備分隔板 130，該固態介電質與電解質應該同步共沉積來確保該等成份之緊密混和。像是化學氣相沉積或電鍍這類化學沉積技術應該使用先沉積一種成份，接著沉積另一種成份的循環。這些循環的期間相較於整體沉積率應該夠小，以確保在單次循環當中每一成份只沉積一些單層。

介電分隔板 130 內含的所有材料應該與構成電極 120、140 的所有材料化學相容，較佳具體實施例使用熔鹽電解質/鐵電介電分隔板 130 的組合。在鐵電體內運作的置換電流用來降低傳統靜電電容器內的整體內部電場，藉此增加電極 120、140 上儲存的電荷量，用於已給定的電位差。能量也利用鐵電材料晶格內部分移動離子之置換來儲存。能選定鐵電材料以便其有居里點 (Curie point) 顯著低於電子電池的操作溫度，如此在電池板充電之後會產生殘留極化現象。另外，所選鐵電材料可為鬆弛型鐵電，其中電池的操作溫度則接近介電質的居里點。另一具體實施例使用內部能障層電容器 (IBLC, "Internal barrier layer capacitor") 材料，其包含半導體或絕緣材料之顆粒，通常具有高相對電容率，在顆粒邊界內具有分開的導離子相位。請參閱 D. C. Sinclair、T. B. Adams、F. D. Morrison 和 A. R. West 在 *Appl. Phys. Lett.* 80, 2153 (2002) 發表的「 $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$: One-step internal barrier layer capacitor」。

較佳具體實施例使用如併入電極 120、140 的介電分隔板 130 內相同之熔鹽電解質。

然後以第一電極 120 所運用稍早所列任何技術類似的方式將第二電極 140 沉積到介電分隔板 130 之上，這些技術包含但不受限於 DC 磁控濺鍍、RF 磁控濺鍍、雷射剝蝕法、離子束濺鍍、熱蒸鍍、電子束蒸鍍、分子束沉積、化學氣相沉積、電漿增強式化學氣相沉積、原子層沉積、電鍍、無電鍍、溶膠凝膠法、電漿噴塗、雙線電弧噴塗、熱噴塗

例如：在較佳具體實施例內可使用氮化矽作為封裝材料。假設熟習本技術人士已經瞭解氮化矽的固有特性，往往可在氮化矽上塗佈像是氮化矽這種第二材料，以確保封裝層密封電子電池。可用來當成封裝層部分的其他材料範例包含氮氧化矽、聚對萘、聚合物或金屬。封裝層也用來避免當電池在操作溫度下熔鹽電解質流失(雖然透過毛細管力也可避免此流失)的目的。

牽涉到製作車輛與發電廠應用的大型電子電池之原理與材料，與用於製作薄膜電池之原理與材料非常類似，不過某些薄膜沉積技術，尤其是像是濺鍍與蒸鍍這類牽涉到真空沉積的技術，考量對於這些大型裝置來說過於昂貴。此外，在基板上建立電池堆疊現已變成隨意的，因為這樣的整體構造巨大到足以容納在免支架的包裝內。此時可使用像是網版印刷、平版印刷、噴墨印刷以及帶鑄造這類薄膜技術，來製作這些構造。起始材料應為緊密地混和電子導體與固態熔鹽電解質的奈米粒子，以最大化導體原子或分子數量，其具有在表面上形成電化學雙層。奈米粒子可利用共沉澱或熟習本技術人士所熟知的其他技術來製備。在製備奈米複合材料電極與分隔板期間，應注意避免個別奈米粒子黏聚。

在組裝並且封裝電子電池之後，應該被極化，這可由提高電池溫度高於熔鹽電解質的熔點，並且施加最高額定電壓穿過外部接點同時監視電流，直到電流下降至常數值來達成。當所有導電材料的表面都與熔鹽電解質內形成的電

換成電能。此外，像是藉再生煞車 52 與光電電池 54 所產生其他電源可用來透過電子電池充電器 30 對電子電池 20 充電。此處也提供插頭與配線(未顯示)，讓電子電池充電器 30 附接至標準電插座(未顯示)。

主要電動馬達 60 關閉並且電子電池 20 在完全充滿電的狀態下，無電流從充電設備 50 流至電子電池充電器 30。另外，無電流流過電子電池 20 內的加熱器 40，如此電池會冷卻至周圍環境的溫度。在此溫度上，電子電池 20 內的熔鹽電解質為固態、電子電池 20 的內阻抗升高並且流過電子電池 20 的總漏電流量非常小。如此，系統在「關閉」狀態下可長時間儲存電荷，而在啟動之後可迅速提供高功率輸出。

想要啟動系統 10 時，電路通電來提供電流給電子電池 20 內的加熱器 40。用於此初始啟動的能量儲存在輔助電池 90 內：此電池可用相對小且因而較便宜的電化學電池，像是現今汽車內通常用來啟動、照明與點火者。電流流過加熱器 40 時，電子電池 20 的溫度迅速升高，並且其中的熔鹽電解質熔化，此時可對電子電池 20 提供足夠電能來驅動主要電動馬達 60。需要電能的其他功能，像是暖氣、冷氣、照明以及電子設備，也可由電子電池 20 供電。電子電池 20 在操作溫度下，內部漏電流幫助維持溫度，但是電子電池 20 的部分功率輸出用來提供電流給加熱器 40，藉此讓電解質維持在熔化狀態。

系統 10 關閉時，讓電子電池 20 冷卻。不過在一個具體

實施例內，電子電池 20 的充電狀態受到監控，並且維持在操作溫度，直到充電設備 50 將電池恢復成充滿電的狀態。到達此點之時，充電設備 50 關閉並且讓電子電池 20 冷卻，凝固熔鹽電解質。

通常熔鹽電解質的離子與電子導電性隨溫度提高而增加，電子電池 20 內較高的離子導電性將降低內阻抗，並且允許施加更多電力至馬達 60。不過，電解質內較高的電子導電性會提高內部漏電流，導致效率損失。利用根據主要電動馬達 60 的功率需求來調整電子電池 20 的溫度，如此就可改善系統 10 的整體效率。隨著電子電池 20 所驅動的馬達 60 上之負載 65 增加，供應給加熱器組件 40 的功率就要透過加熱控制器 42 提高，藉此讓電子電池 20 可以傳遞更多功率。若負載 65 降低，則可讓電子電池 20 稍微冷卻，降低熔鹽的導電性，其依序提高內阻抗並且減少通過電解質的漏電量。

在某些具體實施例內，也必須加熱充電設備 50，例如充電設備 50 係為在高溫下運作的固態氧化物燃料電池時。這可由輔助電池 90、用於電子電池 20 的加熱器 40、第二加熱器 45 來達成，或者是在電解質熔化之後藉電子電池 20 能被設置。

一旦系統 10 運作，由充電設備 50、電子電池 20 或兩者供電的輔助電池充電器 80 將輔助電池 90 恢復至充滿電的狀態。在特定較佳具體實施例內，即使在系統待機時，輔助電池 90 內的充電狀態受到監控，此功能只需要非常小的

電流。若輔助電池 90 的充電狀態低於臨界值，電腦 70 會啓動充電設備 50 並且對輔助電池 90 再充電，確保在系統 10 下次啓動時有充分電能可以加熱電子電池 20 (並且在某些具體實施例內，加熱燃料電池)至操作溫度。只要儲存槽內還有化學燃料，「沒電的電池」就會變成過去式！在輔助電池 90 使用壽命即將結束時，電腦 70 會警示操作者更換此便宜的組件。將設置可插入標準電源插座的插頭，用於緊急啓動。其將電性地連接至電子電池加熱器 40 (並且在某些具體實施例內，也連接至燃料電池加熱器)。

理想上，電子電池 20 應該在顯著高於室溫的情況下操作，以致於在電流終止流過加熱器 40 時，電解質就會迅速冷卻並凝固。不過，太高的操作溫度顯著增加內部漏電、增加將電子電池 20 加熱至操作溫度並且維持在此溫度所需的能量，也增加電子電池 20 成份之間發生非所要化學反應的可能性。在炎熱的氣候中，直接暴露在日光下的車輛內部溫度會超過 60°C 。因此電解質的最低熔點溫度最好超過此值。幸運的是，有許多具有熔點介於 80° 與 150°C 之間、適合作為候選的有機金屬和無機化合物，包含但不受限於鹼金屬硝酸鹽的共晶體(例如 $\text{LiNO}_3\text{-KNO}_3$)、具量過氯化鋁之鹼金屬鋁氯化物混合物(例如 $\text{LiAlCl}_4 + \text{AlCl}_3$ 等)以及鋁與鋅氯化物的共晶體混合物。若需要較高的操作溫度，則選項更廣泛。 $\text{LiNO}_3\text{-KNO}_3$ 共晶體混合物於 125°C 以下融化，且已經被提出為鋰電池內合適的熔鹽電解質。請參閱由 I. D. Raistrick、J. Poris 和 R. A. Huggins 所申請，

名稱爲「 Molten Salt Lithium Cells」的第 4,405,416 號美國專利(1983)。其相位圖例示於第 7 圖內。

吾人應該瞭解，添加其他氧化物種，像是亞硝酸鹽、硼酸鹽、硫酸鹽、磷酸鹽以及其他硝酸鹽至 $\text{LiNO}_3\text{-KNO}_3$ 共晶體可進一步降低熔點。再者，熟習本技術人士將瞭解，極小的奈米粒子具有比塊材低許多的有效熔點，此效果可用來進一步調整此處所述電子電池內所含有奈米複合材料電極之特性。

第 5,585,999 號美國專利的作者主張所發明的裝置每公克可儲存超過 1,000 庫侖，並以 ~1 伏特輸送此電荷，這等同於 ~278 Wh/kg 的比能，其相當於現今所使用的最佳可再充電鋰離子電池。有鑑於此並且不管與循環期間在電極上發生化學變化有關的潛在問題，此偽電容器保證考慮作爲此處所述目的之候選電子電池。不過在前述專利當中，作者描述一種在室溫爲熔化的氯鋁化物電解質。若要作爲此處所述電力系統內的電子電池，電解質的熔點應該提高。合適的替代品爲加入稍微過量的 AlCl_3 之 $\text{NaAlCl}_4\text{-KAlCl}_4$ 的共晶體混合物，其具有 ~125°C 的熔點。因爲 AlCl_3 的蒸氣壓非常高，所以緊密地密封裝置就非常重要，雖然在任何案例中這一般都是用來避免水、氧氣或二氧化碳以及其他污染物侵入。

根據本發明並且使用鐵電介電材料作爲分隔板部分所製作的電子電池範例如下：此電池可用電極堆疊在彼此的頂端(如第 4 圖內示意例示)或排列成圓柱狀作爲一系列同

心環來製作。

集電器 1： Au

電極 1： Au + LiNO₃-KNO₃ 共晶體成份 (~41:59 mol%)

介電分隔板： BaTiO₃ + LiNO₃-KNO₃ 共晶體成份 (~41:59 mol%)

電極 2： Au + LiNO₃-KNO₃ 共晶體成份 (~41:59 mol%)

額外電極 (3、4 等)： 與電極 1 和 2 一樣。

集電器 2： Au

適用於 MEMS 或其他微電子應用的薄膜電子電池範例如下：請注意此特定範例中，較佳沉積氮化矽障壁層，以避免在熔鹽電解質內的鹼金屬離子侵蝕玻璃基板。

基板：玻璃

障壁層：氮化矽

集電器 1： Ti/TiN/Pt

電極 1： Pt + LiNO₃-KNO₃ 共晶體成份 (~41:59 mol%)

介電分隔板：多孔氧化鋁 + LiNO₃-KNO₃ 共晶體成份 (~41:59 mol%)

電極 2： Pt + LiNO₃-KNO₃ 共晶體成份 (~41:59 mol%)

集電器 2： Pt

封裝層：氮化矽

在電極 1 和 2 內使用不同電子導體，並且操作方式如同偽電容器而非真電化學雙層電容器的另一範例如下：如第 5,585,999 號美國專利所教示，電極 1 可作為沉積在碳支撐

上之 1-10 單層的超薄膜。另外可根據此處所教示之方法，使用薄膜及 / 或厚膜技術共沉積導體與電解質來製作。

集電器 1： Pt

電極 1 (正電極)：Pd + NaAlCl₄-KAlCl₄ 共晶體成份 (~70:30 mol%，添加一點 AlCl₃ 或 LiAlCl₄)

介電分隔板：多孔氧化鋁 + NaAlCl₄-KAlCl₄ 共晶體成份 (~70:30 mol%，添加一點 AlCl₃ 或 LiAlCl₄)

電極 2 (負電極)：Al + NaAlCl₄-KAlCl₄ 共晶體成份 (~70:30 mol%，添加一點 AlCl₃ 或 LiAlCl₄)

額外正電極 (3、5 等)：與電極 1 一樣。

額外負電極 (4、6 等)：與電極 2 一樣。

集電器 2： Al

所列範例以及所選材料完全用來例示，並非用來限制本發明範疇。再者，雖然本說明書已經強調本發明特定具體實施例的許多特性與優點，在不悖離本發明所揭示之範疇與精神之下，熟習本技術人士可瞭解許多其他具體實施例。

本發明之揭示內容包含附屬申請專利範圍內容以及上面所描述者，雖然已經以較佳型態用特定細節程度來描述本發明，不過吾人瞭解，本較佳型態的揭示內容僅是範例，在不悖離本發明精神與範疇之下，可對構造細節進行許多變化，並可對部件進行組合與配置。

以上已說明本發明。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為根據本發明一個具體實施例的電化學雙層之示

意圖；

第 2 圖為根據本發明一個具體實施例使用電池的電力系統之示意圖；

第 3 圖為根據本發明一個具體實施例的單層電子電池之示意剖面圖；

第 4 圖為根據本發明一個具體實施例的多層電子電池之示意剖面圖；

第 5 圖為根據本發明一個具體實施例的薄膜電子電池之示意剖面圖；

第 6 圖為根據本發明一個具體實施例的多層薄膜電子電池之示意剖面圖；及

第 7 圖為 $\text{LiNO}_3\text{-KNO}_3$ 的相位圖。

在所有圖式之數個視圖中，類似的參考編碼代表類似的部件。

【主要元件符號說明】

10	電力系統
20	電子電池
30	電子電池充電器
40	加熱器 / 加熱器組件
42	加熱控制器
45	第二加熱器
50	充電設備
52	再生煞車
54	光電電池

60	電動馬達
65	負載
70	電腦
80	輔助電池充電器
90	輔助電池
100	基板
110	第一集電器
115	導電障壁
120	第一電極
122	第三電極
124	第五電極
126	第七電極
130	介電分隔板
140	第二電極
142	第四電極
144	第六電極
146	第八電極
150	第二集電器

三、英文發明摘要：

The present invention provides a power system for a vehicle. The power system comprising a supercapacitor-like electronic battery that is connected to a battery charger. The battery charger provides energy to the supercapacitor-like electronic battery. A heater is operatively connected to the supercapacitor-like electronic battery to provide energy to heat the supercapacitor-like electronic battery thereby lowering the internal impedance of the supercapacitor-like electronic battery. A charging apparatus is operatively connected to the battery charger. A motor is operatively connected to the vehicle and the supercapacitor-like electronic battery. A feedback loop controller is operatively connected to the heater, the supercapacitor-like electronic battery and the motor.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	電力系統
20	電子電池
30	電子電池充電器
40	加熱器 / 加熱器組件
42	加熱控制器
45	第二加熱器
50	充電設備
52	再生煞煞車
54	光電電池
60	電動馬達
65	負載
70	電腦
80	輔助電池充電器
90	輔助電池

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。

以及電弧蒸鍍。再一次地，最重要是第二電極 140 的成份在奈米尺度下緊密地混和，以確保有最大數量之導電原子或分子係鄰接電解質分子。吾人應該注意到，第二電極 140 的成份並不一定要與使用於第一電極 120 的成份一樣，但是對於第一電極 120 而言，沉積期間基板 100 的溫度應受控制，避免第二電極 140 的成份之間非所要的化學反應，並且避免電解質流出。

在沉積第二電極 140 之後，以稍早用來將第一集電器 110 沉積在基板 100 上的類似方式來沉積第二集電器 150。此第二集電器 150 內使用的材料可與選擇用於第一集電器 110 的材料相同，但並非必要條件，在某些案例中，可選擇不同材料，尤其是若第一電極 120 和第二電極 140 的成份不同時。

若每單位面積需要較高的電池電壓或較大的能量密度，則利用重複沉積第三電極 122 (與第一電極 120 一樣)、另一超薄介電分隔板層 130、第四電極 142 (與第二電極 140 一樣)以及另一導電障壁 115 所需之步驟，來將薄膜電子單電池堆疊於彼此之頂端上。必要時此程序可重複多次。如此，可製作如第 6 圖內示意例示的薄膜電子電池堆疊。

在沉積薄膜電子電池的所有活性成份之後，需要沉積封裝。與電子電池之活性成份直接接觸的封裝層部分必須電絕緣，並且可為有機聚合物或無機材料。若選擇無機材料，較佳為非晶體或玻璃。若需要，可施加金屬覆蓋層於該介電封裝層。封裝層可包含多種封裝材料之一或多重塗敷，

化學雙層接觸時，就可達成電池的最大容量。

電解質熔化之後，離子導電性將升高並且電子電池可迅速充電與放電。電池內因為透過電解質漏電造成的寄生損失很顯著，但是相對於電池的整體操作功率而言小。充電裝置(通常是燃料電池，但也可是由化學能產生電力的另一裝置，例如連接至發電機的 ICE)應該調整大小，以產生足夠的充電電力，好將平均操作需求最大化。充電裝置補償電子電池內部漏電所需的額外電力小。

電解質凝固時，熔鹽電解質的離子導電性以及電子導電性都會急劇地下降、內部電池阻抗升高並且將自放電流放慢成可忽略的程度。

第 2 圖例示此電子電池 20 如何用於電力系統 10 內來驅動電動馬達 60 之示意圖。此例示描述的方式對於個人車輛運輸(即是客車與電動腳踏車)特別有用，但是本發明者並不要將本發明的範疇單獨限制在這種功能內。熟習本技術人士將瞭解，類似系統可用於大型車輛以及其他需要高性能電能捕捉與儲存之應用。

請參閱第 2 圖，主要電動馬達 60 驅動一個負載 65，並且由根據本發明的電子電池 20 供電。電子電池 20 由電子電池充電器 30 充電，該充電器可根據已知的先前技術來製造。電子電池充電器 30 由充電設備 50 依序被供電。在較佳具體實施例內，此為燃料電池，不過也可為另一種充電設備，像是由內燃機驅動的發電機。在較佳具體實施例內，用來供電給電子電池充電器 30 的裝置應該將儲存的化學能轉

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99126187 B6L 11/18 (2006.01)

※申請日：99.8.6 ※IPC 分類：H01G 7/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文) H01M 1/00 (2006.01)

電力系統

POWER SYSTEM

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種車輛用電力系統。該電力系統包括一類超級電容器電子電池，其係連接至一電池充電器。該電池充電器係將能量提供至該類超級電容器電子電池。一加熱器以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，以提供能量來加熱該類超級電容器電子電池，而因此降低該類超級電容器電子電池之內阻抗。一充電設備係以可操作地連接至該電池充電器。一馬達係以可操作地連接至該車輛與該類超級電容器電子電池。一反饋迴路控制器係以可操作地連接至該加熱器、該類超級電容器電子電池、及該馬達。

七、申請專利範圍：

1. 一種電力系統，其係配置在一車輛中，該電力系統包括：
 - 一類超級電容器電子電池；
 - 一電池充電器，以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，該電池充電器係將能量提供至該類超級電容器電子電池；
 - 一加熱器，以可操作地連接至該類超級電容器電子電池，該加熱器係提供能量來加熱該類超級電容器電子電池，以降低該類超級電容器電子電池之內阻抗；
 - 一充電設備，以可操作地連接至該電池充電器；
 - 一馬達，以可操作地連接至該車輛與該類超級電容器電子電池；及
 - 一反饋迴路控制器，以可操作地連接至該加熱器、該類超級電容器電子電池、及該馬達。
2. 如申請專利範圍第 1 項之電力系統，其中該類超級電容器電子電池尚包括：
 - 複數個奈米複合材料電極；
 - 電解質，與該等奈米複合材料電極相接觸；及
 - 導電材料。
3. 如申請專利範圍第 2 項之電力系統，其中至少一個該奈米複合材料電極係由第一電解質及第一導電材料形成。
4. 如申請專利範圍第 3 項之電力系統，其中該第一電解質尚包括熔鹽。
5. 如申請專利範圍第 4 項之電力系統，其中該熔鹽具有範

圍為 60°C 至 200°C 之熔點。

6.如申請專利範圍第 2 項之電力系統，其中該電解質尚包括滲有液體電解質之多孔固體。

7.如申請專利範圍第 2 項之電力系統，其中該電解質尚包括滲有熔鹽之多孔固體。

8.如申請專利範圍第 7 項之電力系統，其中該熔鹽具有範圍為 60°C 至 200°C 之熔點。

9.如申請專利範圍第 2 項之電力系統，其中該複數個奈米複合材料電極尚包括：

至少一個奈米複合材料電極，由第一電解質及第一導電材料形成，該第一導電材料具有一第一表面，該第一表面係與內含於該第一電解質中之移動離子起化學反應，該化學反應係侷限於該第一表面，該第一導電材料係超過滲透極限；及

至少一個奈米複合材料電極，由第二電解質與第二導電材料形成，該第二導電材料使內含於該第二電解質中之移動離子不可逆，該第二導電材料係超過滲透極限。

10.如申請專利範圍第 2 項之電力系統，其中該複數個奈米複合材料電極尚包括：

至少一個奈米複合材料電極，由第一電解質及第一導電材料形成，該第一導電材料具有一第一表面，該第一表面係與內含於該第一電解質中之移動離子起化學反應，該化學反應係侷限於該第一表面，該第一導電材料

係超過滲透極限；及

至少一個奈米複合材料電極，由第二電解質及第二導電材料形成，該第二導電材料具有一第二表面，該第二表面係與內含於該第二電解質中之移動離子起化學反應，該化學反應係侷限於該第二表面，該第二導電材料係超過滲透極限。

11.如申請專利範圍第2項之電力系統，其中該複數個奈米複合材料電極尚包括：

至少一個奈米複合材料電極，由第一電解質及第一導電材料形成，該第一導電材料具有一第一表面，該第一表面係與內含於該第一電解質中之移動離子起化學反應，該化學反應係侷限於該第一表面，該第一導電材料係超過滲透極限；及

至少一個奈米複合材料電極，由第二電解質及第二導電材料形成，該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子可逆，該第二導電材料係超過滲透極限。

12.如申請專利範圍第2項之電力系統，其中該複數個奈米複合材料電極尚包括：

至少一個奈米複合材料電極，由第一電解質及第一導電材料形成，該第一導電材料係使內含於該第一電解質中之移動離子不可逆，該第一導電材料係超過滲透極限；及

至少一個奈米複合材料電極，由第二電解質及第二

導電材料形成，該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子不可逆，該第二導電材料係超過滲透極限。

13.如申請專利範圍第2項之電力系統，其中該複數個奈米複合材料電極尚包括：

至少一個奈米複合材料電極，由第一電解質及第一導電材料形成，該第一導電材料係使內含於該第一電解質中之移動離子可逆，該第一導電材料係超過滲透極限；及

至少一個奈米複合材料電極，由第二電解質及第二導電材料形成，該第二導電材料係使內含於該第二電解質中之移動離子不可逆，該第二導電材料係超過滲透極限。

14.如申請專利範圍第2項之電力系統，其中該電解質尚包括奈米複合材料。

15.如申請專利範圍第14項之電力系統，其中該奈米複合材料尚包括：

鐵電材料；及

電解質。

16.如申請專利範圍第15項之電力系統，其中該鐵電材料尚包括鬆弛型鐵電材料。

17.如申請專利範圍第1項之電力系統，其中該充電設備尚包括一燃料電池。

- 18.如申請專利範圍第 17 項之電力系統，其中該燃料電池係以可操作地連接至該加熱器。
- 19.如申請專利範圍第 17 項之電力系統，其中該燃料電池係以可操作地連接至一第二加熱器。
- 20.如申請專利範圍第 2 項之電力系統，其中該電解質係選自由鹼金屬硝酸鹽混合物、具氯化鋁之鹼金屬氯鋁化物的混合物、及鋁與氯化鋅的混合物所組成之群中。