



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201222927 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100125854

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 21 日

(51)Int. Cl. : **H01M12/06 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/21 美國 12/841,115

(71)申請人：艾歐斯能源儲存有限責任公司(美國) EOS ENERGY STORAGE LLC (US)
美國

(72)發明人：阿曼多拉 史蒂芬 AMENDOLA, STEVEN (US)；賓德爾 麥可 BINDER,
MICHAEL (US)；布萊克 菲力普 J BLACK, PHILLIP J. (US)；司華埔 古德曼
史蒂芬妮 SHARP-GOLDMAN, STEFANIE (US)；強森 露易斯 JOHNSON, LOIS
(US)；康司 麥可 KUNZ, MICHAEL (US)；奧斯特 麥可 OSTER, MICHAEL
(US)；查克 泰西亞 CHCIUK, TESIA (US)；強森 瑞根 JOHNSON, REGAN (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：44 項 圖式數：13 共 120 頁

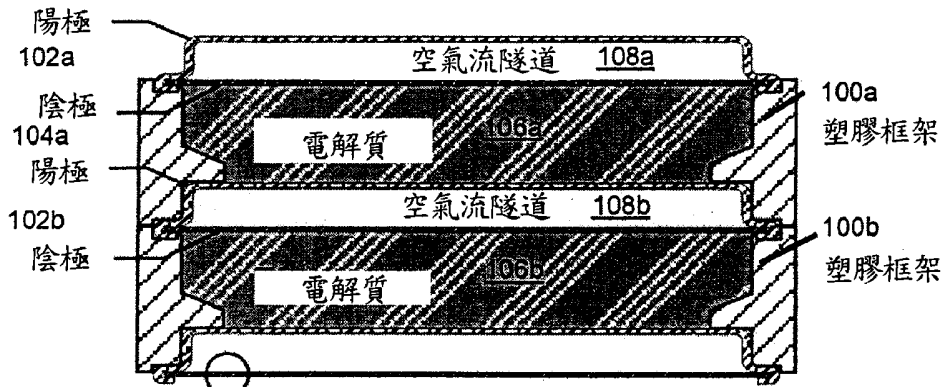
(54)名稱

電子式可充電，金屬－空氣電池系統及方法

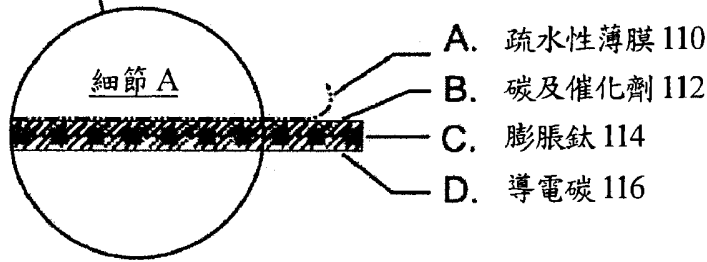
ELECTRICALLY RECHARGEABLE, METAL-AIR BATTERY SYSTEMS AND METHODS

(57)摘要

本發明提供一種完全電子式可再充電金屬-空氣電池組系統及獲得此等系統之方法。可再充電金屬空氣電池組電池可包含金屬電極、空氣電極、及分離該金屬電極與該空氣電極之水性電解質。在一些實施例中，該金屬電極可直接接觸該電解質，且在該空氣電極與該電解質之間無需設置間隔物或多孔薄膜。可再充電金屬空氣電池組電池可經由第一電池組電池之金屬電極與第二電池組電池之空氣電極之間的中心電極體(centre)連接而彼此電連接。可於個別金屬空氣電池組電池之間設置空氣隧道。在一些實施例中，可設置電解質流動管理系統。



- 100a：塑膠框架
- 100b：塑膠框架
- 102a：空氣電極
- 102b：空氣電極
- 104a：金屬電極/金屬電極層
- 106a：電解質/電解質池
- 106b：電解質
- 108a：空氣流隧道/空氣路徑
- 108b：空氣流隧道/空氣路徑
- 110：疏水性薄膜
- 112：碳及催化劑
- 114：膨脹鈦
- 116：導電碳



- A. 疏水性薄膜 110
- B. 碳及催化劑 112
- C. 膨脹鈦 114
- D. 導電碳 116



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201222927 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100125854

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 21 日

(51)Int. Cl. : **H01M12/06 (2006.01)**

(30)優先權：2010/07/21 美國 12/841,115

(71)申請人：艾歐斯能源儲存有限責任公司(美國) EOS ENERGY STORAGE LLC (US)
美國

(72)發明人：阿曼多拉 史蒂芬 AMENDOLA, STEVEN (US)；賓德爾 麥可 BINDER,
MICHAEL (US)；布萊克 菲力普 J BLACK, PHILLIP J. (US)；司華埔 古德曼
史蒂芬妮 SHARP-GOLDMAN, STEFANIE (US)；強森 露易斯 JOHNSON, LOIS
(US)；康司 麥可 KUNZ, MICHAEL (US)；奧斯特 麥可 OSTER, MICHAEL
(US)；查克 泰西亞 CHCIUK, TESIA (US)；強森 瑞根 JOHNSON, REGAN (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：44 項 圖式數：13 共 120 頁

(54)名稱

電子式可充電，金屬－空氣電池系統及方法

ELECTRICALLY RECHARGEABLE, METAL-AIR BATTERY SYSTEMS AND METHODS

(57)摘要

本發明提供一種完全電子式可再充電金屬-空氣電池組系統及獲得此等系統之方法。可再充電金屬空氣電池組電池可包含金屬電極、空氣電極、及分離該金屬電極與該空氣電極之水性電解質。在一些實施例中，該金屬電極可直接接觸該電解質，且在該空氣電極與該電解質之間無需設置間隔物或多孔薄膜。可再充電金屬空氣電池組電池可經由第一電池組電池之金屬電極與第二電池組電池之空氣電極之間的中心電極體(centre)連接而彼此電連接。可於個別金屬空氣電池組電池之間設置空氣隧道。在一些實施例中，可設置電解質流動管理系統。

六、發明說明：

【先前技術】

隨著老化電網基礎設施之組合及來自諸如風、太陽及海洋波之大規模再生性能源的間歇性發電源之整合，日益且極其需要開發有效的能量儲存技術來達成電網之電力供應穩定性且變動在峰值時段及非峰值時段期間的電力供應。公用事業正尋求幫助在不添加額外發電容量之情況下，以具成本效益之方式將清潔電力添加至電網、防止電力中斷及管理峰值負載之方式。在諸如風力及太陽能電廠之再生性能源的擴張及大規模採用中，將電池組視為關鍵元件。

到目前為止，由於若干原因，在此應用中無電池組系統已獲得商業上的成功。一種原因為現存電池組系統之成本當前過高。因此，公用事業主要使用氣渦輪機來在需要時提供峰值電力。然而，氣渦輪機之通用性或可用性不如諸如電池組之真實儲存器件。當前電池組循環壽命過低，使得真實壽命成本比初始成本高得多。又，許多電池組(諸如鈉硫電池組)在高溫下操作、含有危險化學品、可能具有可燃材料，或可能經受諸如在鋰基電池中所發生的失控反應。簡言之，當前無在用於公用事業之商業上可行的價格及可行壽命下提供大規模電池組大小、合適效能，及長放電/充電循環壽命的商用電池組技術。

因此，存在對改良之電池組系統之需要。存在對商業上可行之可再充電電池組組態的進一步需要。

【發明內容】

為克服所有此等問題，已根據本發明之態樣提供新型的電子式可再充電金屬-空氣系統設計/化學。金屬-空氣電池設計併有大量新穎且先前未開發的化學品、材料、結構及設計改變。此等重要改變及修改將在下文更詳細地描述。在一些實施例中，此金屬-空氣電池可為鋅-空氣電池。到目前為止，獨立的第三方測試已驗證所提出之鋅-空氣電池可放電且充電超過200次，而無空氣陰極降級之證據，因此可預期較長壽命。本文中所列出之修改中之一些(或所有)可經組合以獲得具有可使此鋅空氣系統可負擔得起且切合實際之長循環壽命之電池效能。

本發明之態樣係針對一種可再充電金屬空氣電池組電池，該可再充電金屬空氣電池組電池包含：金屬電極；空氣電極；及在該金屬電極與該空氣電極之間的水性電解質，其中該金屬電極直接接觸該電解質，且在該空氣電極與該金屬電極之間不設置間隔物。在一些額外實施例中，在該空氣電極與該電解質之間不設置間隔物。

本發明之另一態樣係針對一種可再充電金屬空氣電池組電池系統，該可再充電金屬空氣電池組電池系統包含：金屬電極；空氣電極；及具有在約3至約10之範圍內之pH值的水性電解質溶液，其中該電池組電池系統能夠進行至少500次放電及充電循環，而無該等材料之物理降解或該電池組電池系統之效能之實質降級。

可提供根據本發明之另一態樣之電池組電池總成。該電池組電池總成可包含：電池，該電池包含金屬電極、空氣

電極及在該金屬電極與該空氣電極之間的電解質；及第二電池，該第二電池亦具有金屬電極、空氣電極及在該金屬電極與該空氣電極之間的電解質。此等兩個電池以第一電池之金屬電極接觸第二電池之空氣電極之方式連接。此允許在第一電池之金屬電極與第二電池之空氣電極之間形成空氣空間或隧道。在此組態中，金屬電極及空氣電極彼此平行且水平地定向。在一些實施例中，金屬電極與空氣電極可實質上垂直地對準。

本發明之額外態樣提供能量儲存系統，該能量儲存系統包含：電解質供應總成，其具有經組態以在需要時將電解質散佈至下伏金屬空氣電池組電池之流動控制特徵；及一或多個金屬空氣電池組電池，其包含具有溢流部分之至少一個口，其中該流動控制特徵允許過量或過剩電解質在電解質體積顯著增加之情況下在每一電池中溢流或在特定電池中之電解質體積減少之情況下用電解質填充個別電池。在一些實施例中，該等流動控制特徵可在該溢流部分上方垂直地對準。

用於儲存能量之方法可提供本發明之另一態樣。該方法可包含：在電解質供應儲箱處接收電解質；在於該電解質供應儲箱處發生溢流之情況下允許一些電解質自電解質供應儲箱下降至下伏第一金屬-空氣電池組電池；及在於該下伏金屬-空氣電池組電池處發生溢流之情況下允許一些電解質自該下伏第一金屬-空氣電池組電池下降至第二金屬-空氣電池組電池或收集儲箱。此電解質級聯效應保證

甚至在電解質膨脹、收縮或蒸發之情況下所有電池中之電解質液位仍為滿的(以維持良好電接觸)且仍為大致相等且處於同一液位的電解質體積。

可提供根據本發明之其他態樣之額外方法。用於儲存能量之方法可包含：提供在中間具有空氣空間(其可稱為「中心電極體(centrode)」)之一或多個雙極空氣電極，更具體而言，使第一電池之金屬電極與第二電池之空氣電極接觸，其中在該金屬電極與該空氣電極之間設置空氣隧道；及提供在該一或多個中心電極體上方延伸之第一框架及在該一或多個中心電極體下方延伸之第二框架，其中該第一電池包含在該金屬電極上方且藉由第一框架圍封之用於受納電解質之空間，且該第二電池包含在該空氣電極下方且藉由第二空間封閉之用於受納電解質之空間。在一些實施例中，可提供如本文中其他處所描述或說明之中心電極體。

根據本發明之態樣提供的用於儲存公用事業規模能量之系統可包含：複數個垂直地堆疊之金屬-空氣電池，其包含至少一個框架，其中在個別電池之間設置一或多個空氣隧道；電解質流動管理系統，其經組態以將電解質散佈至一或多個電池或電池堆疊；及空氣流動總成，其經組態以經由該一或多個空氣隧道提供空氣流。在一些實施例中，該電解質管理系統可整合至一或多個框架。

當結合以下描述及隨附圖式考慮時，將進一步瞭解且理解本發明之其他目標及優點。雖然以下描述可含有描述本

發明之特定實施例之特定細節，但此不應解釋為對本發明之範疇之限制，而應解釋為潛在或較佳實施例之例示。對於本發明之每一態樣，如本文中所建示，一般熟習此項技術者已知之許多變化為可能的。可在不脫離本發明之精神之情況下在本發明之範疇內進行各種改變及修改。

參考案之併入

在本說明書中提及之所有公開案、專利及專利申請案以相同程度以引用之方式併入本文中，如同特定地且個別地指示每一個別公開案、專利或專利申請案以引用之方式併入。

【實施方式】

在隨附申請專利範圍中特定地闡述本發明之新穎特徵。藉由參考闡述利用本發明之原理之說明性實施例的以下詳細描述及隨附圖式將獲得對本發明之特徵及優點之更佳理解。

雖然已在本文中展示且描述本發明之較佳實施例，但熟習此項技術者將顯而易見，此等實施例僅作為實例提供。對熟習此項技術者而言，許多變化、改變及替代現將在不脫離本發明之情況下產生。應理解，可在實踐本發明時使用本文中描述之本發明之該等實施例之各種替代。

本發明提供電子式可再充電金屬-空氣電池組系統及方法。本文中描述之本發明之各種態樣可應用於下文闡述之特定應用中之任一者或應用於任何其他類型之電池組系統中。本發明可作為獨立系統或方法應用，或作為電網/公

用事業系統或再生性能量儲存系統或方法之部分應用。應理解，可個別地、總體地或彼此組合地來瞭解本發明之不同態樣。

金屬-空氣電池組

金屬空氣電池組具有以低成本獲得極高能量密度之潛力。金屬空氣電池組系統使用大氣氧作為其陰極反應物，因此「空氣」在其名稱中。金屬空氣電池組係獨特的電力源，其獨特之處在於反應物中之一者(氧)並不儲存於電池組自身中。實情為，氧氣(其構成環境空氣之約20%)可在需要時自周圍空氣之無限供應取得，且被允許進入電池，在電池處，由於空氣電極內部之催化表面而減少。氧氣本質上可為用不盡之陰極反應物。因為氧氣無需攜載於電池內，所以總電池重量、體積或大小可相對較低且能量密度(每給定電池重量之電池安培小時容量)可較高。舉例而言，電池重量及體積可低於其他電池組組態之電池重量，且能量密度可高於其他電池組組態之能量密度。另一優點係空氣電極所佔據之小體積及重量，其可引起與其他電化學電源相比的該系統之較高比特性(specific characteristics)(Ah/kg及Ah/l)。

金屬-空氣電池組系統可藉由使反應性金屬電極處之氧化反應與陰極處之氧還原反應耦合在一起而產生電，該反應性金屬電極在電池放電期間可充當陽極，該陰極含有合適氧還原催化劑。自鋅陽極產生之自由電子可穿過外部負載行進至充當陰極之空氣電極。

然而，金屬-空氣型電池組之主要缺點可為金屬-空氣型電池組通常不能電子式再充電歷時較大數目次放電及充電循環。放電-充電循環在此處定義為一次完全放電繼之以一次完全充電。在一些實施例中，一次完全放電可持續約6小時，而緊接著的一次完全充電亦可持續約6小時。此12小時一個迴次的放電及充電循環(具有較短持續時間充電及放電以穩定化或調節電網之可能性)可為特有的，且為電網上之典型的一整天之後備服務所預期的。對於待考慮用於電網應用之任何電池組，電子式可再充電能力可為必要或高度合意的。傳統大規模金屬空氣電池組完全不可電子式再充電，抑或僅可循環歷時少於幾百次放電充電循環。此外，傳統大金屬空氣電池組系統不容易購得。對於公用事業應用而言，較切合實際的係，電子式可再充電電池組較佳應以良好總體效率供給至少3500次至10000次高效能之放電及充電循環。此將對應於約10年至30年之壽命。

在金屬-空氣型電池組內，連接金屬電極與空氣電極之電子式傳導電解質通常為含溶解鹽之液體溶液(在一些基於水之實施例中係水性溶液)。可認為金屬-空氣電池組組合了燃料電池與電池組兩者之合意性質：金屬(例如，鋅)為燃料，反應速率可藉由變化空氣流來加以控制，且氧化金屬/電解質膏可由新金屬或膏替換。金屬空氣電池之巨大安全優點為以下事實：金屬空氣電池為固有地防短路的。由於金屬空氣電池受其可自環境空氣中持續汲取並利

用之氧氣量限制，故金屬空氣電池最終受其可產生之電流限制。當電池內部發生短路時，不同於其他電池組化學反應，金屬空氣電池簡單地不提供無限電流——電流供給能力具有最大值，即上限。此係重要之安全考慮因素。金屬空氣電池組系統可包括(但不限於)鋁-空氣、鎂-空氣、鐵-空氣、鋰-空氣、鈉-空氣、鈦-空氣、鉍-空氣及鋅-空氣。

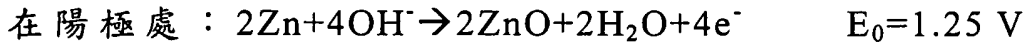
特定言之，鋅具有優於其他金屬之許多優點。然而，本文其他處論述之任何實施例亦可應用於可包括或不包括鋅的任何類型之金屬-空氣電池組系統。對於鋅作為陽極之任何參考亦可應用於任何其他金屬，且對於任何其他金屬作為陽極之任何參考亦可應用於鋅。對於鋅-空氣電池組之任何參考可應用於任何其他金屬-空氣電池組中，且對於任何其他金屬-空氣電池組之任何參考可應用於鋅-空氣電池組中。

鋅因其重量輕、無毒、價格低廉、容易獲得且在電化學充電期間電鍍時具有快速電化學反應速率而可為有利材料。由此，已將鋅-空氣電池用作一次(拋棄式)電池及可再充電(可再用)電池。鋅空氣電池可經機械式或電子式再充電。在機械式可再充電(可更換燃料)電池中，經消耗之鋅可自電池/電池組中實體地移除且用新的鋅機械式地替換。用過之鋅可於不同位置單獨地處理回成金屬鋅。在一些實施例中，此等機械式可再充電電池組可用於電網儲存應用。

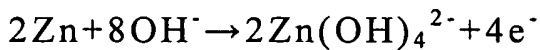
在較佳實施例中，可使用電子式可再充電電池。在更切

合實際之電子式可再充電電池中，來自外部源之電可用以在空氣電極處產生氧，而鋅金屬可經電化學沈積(電鍍)回至金屬電極上以重新構成原始金屬電極。此等鋅空氣系統兩者通常使用基於高苛性氫氧化鉀KOH之鹼性水性電解質。

在電池放電期間的正常電池操作期間，來自周圍空氣之氧可能減少(得到電子)，而反應性金屬經歷氧化(損失電子)。在含有鹼性電解質之鋅空氣電池中，例如，以下簡化之電池反應可能發生：



在一些情況下，實際陽極反應之產物並非僅為ZnO+H₂O，而是Zn(OH)₄²⁻。總陽極反應可因此寫為



所產生之鋅氧化產物(鋅酸鉀)可保留在溶液中。

使用鹼性電解質之鋅空氣可再充電電池可具有許多技術問題。第一個問題係，隨著空氣進入電池，CO₂(二氧化碳)(通常存在於環境空氣中)亦能進入，且緩慢地與鹼性電解質反應而形成不溶性碳酸鹽物質。此等不溶性碳酸鹽沈澱於空氣電極之微孔中且亦沈澱於電解質中。此沈澱物降低電解質之電導率，且因為空氣電極微孔由不溶性材料阻塞，所以空氣電極效能顯著降低。雖然已使用二氧化碳吸收系統來移除(洗滌)來自進入空氣之CO₂，但添加之重量

及複雜性減損了使用鹼性電解質之金屬空氣系統之優點。

另外，因為常用鹼性電解質在潮濕環境中受到潮解(吸收空氣中之水)，過量水分可能在此等電池組系統中累積，從而導致空氣電極充滿水。由於空氣(氧)不能容易地經由水擴散，故較少氧可進入且在空氣陰極內變少。此情形可導致鹼性基空氣陰極快速地失去其活性性質。

傳統鹼性基鋅空氣電池之另一問題係，儘管離子傳導率及電池電力效能隨增加之OH⁻濃度而改良，但形成之鋅物質之溶解度亦增加。此導致電池設計限於兩難境地。一方面，對於改良之電解質電導率及良好電池容量，較高pH值為合意的。需取捨者為較高電解質pH值可導致所形成之鋅放電產物之較大溶解度，其導致在電池充電期間之較大形狀變化及因此之較低循環壽命。換言之，在典型電池設計中，吾人可選擇具有良好電池容量但不良循環壽命，抑或良好循環壽命但不良電池容量。良好循環壽命及良好電池容量兩者之所要組合當前在電化學可再充電金屬空氣電池中不可得。

典型鹼性電解質之又一問題係，在充電期間，電鍍鋅趨向於遷移且在鋅電極上重新散佈。在僅幾個充電循環之後，鋅可以非吾人所樂見之形態(例如，海綿狀、苔狀，或絲狀/樹突狀沈積物)沈積。樹突狀沈積物係在正常平滑鋅表面外突出之沈積物。不規則之電鍍鋅顆粒可具有較高電阻，且不會良好地機械地黏附至彼此。此等鋅顆粒可易於自金屬電極剝落以形成隔離鋅沈積物。對於傳統鋅空氣

電池組，所有此等因素在連續之放電及充電循環之後促成減少之電池組容量及減少之電力輸出。

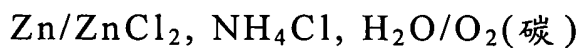
電池組電解質

根據本發明之態樣，可選擇可改良金屬-空氣電池組(諸如鋅-空氣電池組)之效能之電池組電解質。在一些實施例中，電池組電解質可為基於氯化物之水性電解質。在一些實施例中，電解質可具有為約6之pH值。電解質可具有為10或更小之pH值，或本文中提及之任何其他pH值或更小值。在替代實施例中，電解質可具有範圍在3至10、4至9、5至7、5.5至6.5或5.75至6.25之間之pH值。在一些實施例中，電解質可具有約為3、4、5、5.25、5.5、5.75、5.8、5.9、5.95、6、6.1、6.2、6.3、6.5、6.75、7、8、9或10之pH值。在一些實施例中，電解質可為鹼。pH值可為相對pH中性的。在一些實施例中，由於存在於空氣中之CO₂，實質上無碳酸鹽形成。該電解質可為非樹突狀的，較少或無CO₂吸收。

根據本發明之實施例提供之電池組可利用基於氯化物之水性電解質。因為較低之電解質pH值，所以不自空氣中吸收二氧化碳(或吸收極低程度之二氧化碳)，且因此在電解質或空氣電極中無不溶性碳酸鹽形成。另外，由於基於氯化物之水性電解質常用於鋅電鍍工業中以沈積平滑且良好黏附之鋅沈積物，故鋅電鍍效率(在電池充電期間)應會得以顯著改良。

鋅空氣電池中之較佳的基於氯化物之電解質係根據本發

明之實施例。電解質可包含水性溶液中之可溶性氯化鹽的混合物。可溶性氯化物鹽可具有適用於在水性溶液中產生可溶性氯化物鹽之陽離子。合適氯化物鹽之陽離子可包括鋅、銨、鈉，或可在水性溶液中產生可溶氯化物鹽之任何其他陽離子。傳導性電解質可為在水性溶液中單一地或混合在一起的基於硫酸鹽、硝酸鹽、碳酸鹽、六氟矽酸鹽、四氟硼酸鹽、甲烷磺酸鹽、過錳酸鹽、六氟磷酸鹽、硼酸鹽或磷酸鹽之可溶性鹽的混合物。舉例而言，若使用氯化物電解質之混合物，則此新的鋅-空氣電池可描述為：



此處，自左至右閱讀，鋅可為陽極。鋅可與含有 ZnCl_2 及 NH_4Cl 及 H_2O 之電解質分離。在基於碳之空氣電極處， O_2 在放電期間減少且在充電期間產生。

在一些實施例中，可使用 KOH 或其他電解質。此系統可能需要或利用 CO_2 洗滌器之添加，此係因為氫氧化鉀電解質吸收 CO_2 。此項技術中已知之任何電解質可與本文中描述之系統及方法之實施例結合使用。

在一些實施例中，氧析出可藉由在低電流密度下為電池充電而得到增強。此等電流密度可最小化或減少 Cl_2 析出。此等電流密度之實例可包括約 1 mA/cm^2 至約 100 mA/cm^2 。此等電流密度可約小於、大於或介於以下電流密度之任一者之間：約 1 mA/cm^2 、 5 mA/cm^2 、 10 mA/cm^2 、 20 mA/cm^2 、 30 mA/cm^2 、 40 mA/cm^2 、 50 mA/cm^2 、 60 mA/cm^2 、 70 mA/cm^2 、 80 mA/cm^2 、 90 mA/cm^2 ，或 100

mA/cm²。氧析出亦可藉由調節電解質pH值來增強。此外，氧析出可藉由使用具有用於氧析出之低過電位的電極或催化劑來增強。

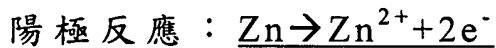
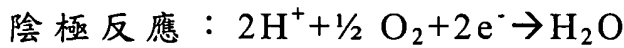
在一些實施例中，金屬電極可由鋅形成、可為電鍍鋅，或可包括諸如合金之呈任何其他形式之鋅。根據本發明之一個實施例，電解質可包含於水中之約15%之氯化鋅(ZnCl₂)及約15%之氯化銨(NH₄Cl₂)之混合物(以質量%計)。電解質可替代地包含於水中之約15%之氯化鋅及約20%之氯化銨之混合物(以質量%計)。在一些實施例中，水性電解質可含有變化量之氯化鋅及氯化銨或諸如LiCl之其他鹽類或氯化物。舉例而言，電解質可包含10%、12%、13%、14%、14.5%、15%、15.5%、16%、17%、18%或20%之氯化鋅或氯化銨。在一些實施例中，可提供約相同量或類似量之氯化鋅或氯化銨。可添加其他材料以緩衝電解質。此等其他材料可包括1質量%至2質量%之檸檬酸銨或諸如醋酸銨或氫氧化銨之其他相容緩衝液。含有基於Mn或Co之催化劑的多孔碳空氣電極(陰極)可輔助於氧還原反應。

在電池放電期間，來自環境空氣之氧可經由多孔空氣電極進入電池，且可在空氣電極中或空氣電極上的特別設計之催化劑位點處經歷還原。該空氣電極可為碳基電極。同時，在金屬電極(其可為鋅)處，鋅作為可溶性鋅離子進入溶液。在存在基於氯化物之電解質之情況下，氯化鋅可微溶於水性電解質中。隨著電池放電繼續且更多鋅離子產

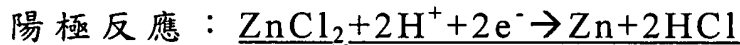
生，可能超過氯化鋅之溶解性極限。此可導致一些氯化鋅沈澱。將在下文更詳細地描述根據本發明之實施例的處理該沈澱之方法。在電池充電期間，相反的電化學反應發生。在空氣電極處產生氧氣，而鋅金屬可重新產生(電鍍)而回至鋅電極上。

可藉由以下反應描述氯化物電解質(其可具有為約6之pH值)中之簡化的放電/充電程序：

電池放電期間



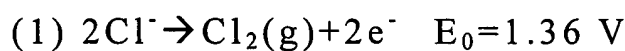
電池充電期間



在電池放電期間於氯化銨電解質中產生之鋅物質可更精確地描述為 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 。

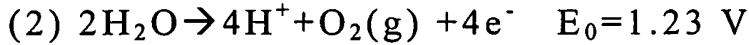
在空氣電極處，自環境空氣獲得之氧可經由可透過空氣、疏水性之薄膜進入電池。在電池充電期間，氧氣可在空氣電極處經由水電解而產生。

在可再充電鋅空氣電池組技術中，使用基於氯化物之水性電解質之一個效果為：在電池充電(在陽極電位下方)期間，涉及氯析出之非吾人所樂見之副反應可能發生。



在此電解質系統中，產生氯可能為不良反應，此係由於其可降低總電池充電效率。舉例而言，電能可能轉為產生

氯而非析出氧氣。因此，使電池組系統設計成使得在電池充電期間，陽極電位更傾向於氧析出且最小化氯析出可為合意的。



儘管預期主要發生在氧析出之較低氧化電位下的氧析出(反應2)(此係因為較之於氯析出(反應1)，在熱力學上更傾向於氧析出)，但氯析出為簡單得多之化學反應且具有較低過電位。此意謂在氯化物環境中，不良氯析出可能實際上變得比氧析出更可能發生。

所產生之氯化物可溶解於水而形成次氯酸HClO。次氯酸離子可接著取決於條件而分解成氯化物、若干已知氧化氯化物物質，或甚至自由溶解之氯氣。即使氯氣本身不保持完整，此反應在吾人之電池中仍可為不良的，此係由於其降低總充電效率。

存在許多切合實際之方式來最小化或減少不良氯(或次氯酸鹽)析出(或改良氧產生效率)。由於在低電流密度條件下更傾向於氧析出，故一種可能性為降低充電電流密度以促進氧析出。在一些實施例中，合意充電電流密度可為約 10 mA/cm^2 至約 200 mA/cm^2 ，且可取決於應用而變化至高達電池組可耐受之最大充電或放電電流。

另一方法可為調節電解質pH值。在特定pH值下，可能較之氯析出而言更傾向於氧產生。較高pH值較之 Cl_2 析出更傾向於 O_2 析出。電解質可藉由添加氫氧化銨、檸檬酸銨來稍微增加且緩衝。在pH值為2以下時更傾向於氯析出。

當在此系統中氯化銨充當pH值緩衝液時，添加水性氫氧化銨將升高電解質pH值而不會不利地影響電解質傳導率或其他效能性質。

另一方法可為使用空氣電極，或在空氣電極中具有針對氯析出之高過電位及針對氧析出之極低過電位之選定催化劑。此方式在電池充電期間更傾向於氧析出。此可藉由使電極表面改質(如將在下文進一步更詳細地論述)，或藉由添加熟知為具有針對氧析出之低過電位的如 MnO_2 之材料來達成。類似地，已展示添加各種電解質鹽來最小化氯析出。此等鹽或化學品之實例可包括氯化鈷、氧化銱(IrO_2)或可溶性錳鹽。另外，存在諸如尿素之可溶於水之添加劑，該等添加劑已知為與氯(若形成氯)反應以產生無毒、易於排放之氣體。

然而，應理解，若自空氣移除二氧化碳，則可將使用鹼性電解質用作本文中所揭示系統之一部分。若如此，可仍實現如本文中描述之電池之所有益處。

具有第三電極之鋅空氣電池

本發明之態樣可關於可逆或可再充電電池組，諸如具有鋅電極及用於氧氣之電化學還原之碳基陰極的鋅空氣電池。由於經化學還原之氧通常係自環境空氣獲得，故此類型之陰極亦可稱為空氣陰極。

在傳統有限之電子式可再充電金屬空氣電池中，預期空氣電極執行兩個相反功能(因此偶爾命名為雙功能空氣電極)。第一功能為氧還原(電池放電期間)；第二功能為氧氣

析出(電池充電期間)。

由於雙功能空氣電極服務於不同目的(還原及氧化)，故此等空氣電極具有兩個主要挑戰。第一，僅有少數傳導性材料將不易於在所施加電位之寬變動下在水性電解質中腐蝕。此使得選擇空氣電極集電體更具挑戰。第二，電池充電期間產生之氧氣氣泡可在多孔碳結構中引入壓力及機械應力，其削弱此空氣電極。

一種可能之方法係不需要同一多孔空氣電極既執行氧還原又執行產氧反應。實情為，在一些實施例中，可設置第三電極或輔助電極來代替標準空氣電極。該輔助電極可專用於執行電池充電及相關聯之產氧。因此，一個空氣電極可經設置以專用於電池放電，而第二、輔助空氣電極經設計且專用於電池充電。此輔助電極可位於正常使用之空氣電極與金屬電極之間，或位於金屬電極之兩側上。由於輔助電極將常常僅在電池再充電及產氧期間使用，故其可針對再充電(製氧)最佳化，而傳統空氣電極將針對放電(氧還原)最佳化。

圖12展示此新的電極配置之實例。圖12提供電子式可再充電鋅空氣電池之三電極設計之示意圖。此處，傳統多孔空氣電極(CC)與固體鋅電極(AA)藉由液體電解質分離。僅在電池充電期間使用且與電極AA電隔離之第三輔助電極(BB)可位於電極CC與電極AA之間。在一些實施例中，該輔助電極BB可藉由絕緣體或藉由間隙與電極AA電隔離。

電極AA可為標準多孔碳空氣電極，或任何其他類型之

空氣電極。電極CC可為鋅金屬電極，或如本文中其他處描述之任何其他金屬電極或陽極。可為金屬網板、箔、網格或發泡體，或壓製或燒結之金屬粉末之第三電極(BB)僅在電池充電期間使用。

在電池放電期間，電極AA與電極CC相連接，且產生電流。

在電池充電期間，電極BB與電極CC可經由電開關自動連接，且來自外部電路之電流可跨此等電極施加。

藉由使用輔助電極配置，可獲得不同(可能更低廉且更有效)之充電電極。在電池放電期間，經由外部電路連接之電極CC及電極AA可提供電力。電流流動之方向可與傳統電池相同。來自環境空氣之氧可藉由在鋅電極處產生之電子而電化學地還原。

在電池充電之前，此第三電極(BB)可自動地電切換至電池電路中，且電極AA自諸如鋅電極之金屬電極(CC)解除連接。現在，在充電期間，電極BB與電極AA電連接且得以利用。集電體可經組態以具有增加之表面積。此等集電體可呈網格、多孔板、導線、網板、發泡體、壓製或燒結之粉末、條帶，或其他合適之開放及/或高表面積結構的形式。此可允許其在產氧反應中與電解質更佳地接觸。此電極之多孔性質允許電解質流過且亦允許生成之氧氣易於逸出。由於 O_2 氣體係在此多孔輔助電極處產生，故將不存在碳黑而致被損壞。

此輔助第三電極亦可經設計以含有特定催化劑以增強 O_2

析出(具有低氧過電位之催化劑)。另外，藉由使用僅允許此第三電極在電池充電期間利用之開關二極體，則可使此第三電極免受電池放電期間之逆向電流。

在電池已充滿電之後，該第三(充電)電極可自電池電路解除連接，且標準金屬電極與傳統空氣電極可再次連接。

在放電期間，電極AA與電極CC可連接。

在充電期間，電極BB與電極CC可連接。

可使用在此項技術中已知之任何切換或連接/解除連接機制在充電及放電期間提供所要連接。可回應於由控制器提供之指令進行此等連接。

可使再充電空氣電極：

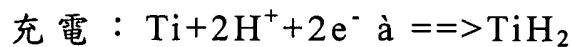
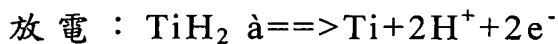
1. 大於放電空氣電極以允許在較低電流密度下快速再充電。
 2. 小於放電空氣電極以佔據較小體積且不阻塞空氣電極。
- 作為電池組陽極之金屬氫化物

在本發明之一些實施例中，氫化鈦 TiH_2 可為水平地組態之電池組中之合適金屬電極/陽極材料。

不同於諸如 $LaNi_5$ 之其他AB5型金屬儲氫合金，Ti粉末及其氫化物可更低廉並具有更高之能量密度。又，不同於在經歷氧化時溶解之其他金屬電極， TiH_2 並不在其氧化之後溶解。 TiH_2 簡單地變成固體金屬Ti。

作為陽極，在電池放電循環期間， TiH_2 可釋放兩個質子及兩個電子而形成Ti金屬。在充電期間，兩個質子及兩個電子可返回至Ti，且可再次形成 TiH_2 。放電/充電反應可

為：



典型的金屬氫化物在多次放電/充電循環後由於所導致之機械應力而劣化。此會引起爆裂且形成較小大小的金屬及金屬氫化物粉末。此等較小大小之粉末不會較好地黏附在一起，從而導致電導率降低及電池效能不良。然而，結合本發明所提議之如本文中進一步提供的水平組態之電池設計(其中水平地安置金屬電極)，重力作用可有助於甚至精細劃分的Ti及TiH₂粉末沈降回至下方之集電體上。即使金屬電極略微傾斜，重力仍然應使Ti及TiH₂粉末以相對均勻或均一之方式沈降回至集電體上。TiH₂及Ti粉末將保持緊密接觸，且此金屬電極可繼續以良好效率經歷氧化及還原。

Ti粉末亦可藉由經由本文中所提議之各種處理方法中的任何一種方法處理而改質以使Ti更具導電性。

氫化鈦可充當標準電池組或充當鈦-氫化物-空氣電池組。與氫化鈦電極有關之論述的特徵或部分亦可適用於鋅-空氣電池組或其他金屬-空氣電池組，且與鋅-空氣電池組或其他金屬-空氣電池組有關之論述的特徵或部分亦可適用於氫化鈦電極。

水平電池組態/定向

根據本發明之另一態樣，金屬-空氣電池組系統(諸如鋅-空氣電池組系統)可具有水平電池組態。圖1展示根據本發

明之實施例以水平定向配置之可再充電鋅-空氣電池。該電池組系統可包括：塑膠框架100a、100b；空氣電極102a、102b；金屬電極104a；電解質106a、106b；及空氣流隧道108a、108b。在一些實施例中，空氣電極102a、102b可包括疏水性薄膜110、碳及催化劑112、膨脹鈦114及導電碳116。空氣電極可在電池放電期間充當陰極。金屬電極在電池放電期間充當陽極。換言之，空氣電極在電池放電期間充當陰極，且金屬電極在電池放電期間充當陽極。在電池充電期間，多孔碳空氣電極現充當陽極，而金屬電極現充當陰極。在一些實施例中，金屬-空氣電池組電池系統可包含金屬電極、空氣電極及水性電解質溶液。在一些實施例中，電解質可具有在約3至10之範圍內之pH值。

在一些實例中，塑膠框架可由以下各者形成：改性聚苯醚(Noryl)、聚丙烯(PP)、聚苯醚(PPO)、聚苯乙烯(PS)、耐衝擊性聚苯乙烯(HIPS)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚酯(PES)、聚醯胺(PA)、聚氯乙烯(PVC)、聚胺基甲酸酯(PU)、聚碳酸酯(PC)、聚偏二氯乙烯(PVDC)、聚乙烯(PE)、聚碳酸酯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(PC/ABS)或任何其他聚合物或其組合。在一些實施例中，用以形成框架之塑膠可依據其耐受高溫(亦即，高達電解質之沸點)之能力來選擇。在一些實施例中，用以形成框架之塑膠可為可射出模製的。由射出模製塑膠(諸如但不限於改性聚苯醚)製成之塑膠框架可經設計以固持固

體鋅電極(展示於電池底部上)與空氣電極兩者。處於電池底部上之鋅電極可與膨脹金屬鈦集電體網板(嵌埋多孔碳空氣電極下側內)分離固定距離。導電性氯化物電解質水性溶液填充介於鋅電極(金屬電極/陽極)與鈦網板集電體(空氣電極/陰極)之間的此分離空間。

框架100a可環繞電池。空氣電極102a可設置為電池之頂層。金屬電極104a可設置為電池之中間部分。空氣流隧道108b可設置於第一電池之金屬電極104a與第二電池之空氣電極102b之間。電解質106a可設置在電池內。電解質106a可由框架100a容納，且可由金屬電極層104a支撐。在替代實施例中，空氣電極及金屬電極之位置可轉換，以使得金屬電極可設置為頂層且空氣電極可設置為中間部分。

在一些實施例中，空氣電極可為碳氧陰極電極或基於聚合物之氧電極，其具有透氣性疏水性催化薄膜、耐蝕金屬集電體，其中在陽極電位下之充電期間，可能更傾向於氧析出。空氣電極亦可包括此項技術中已知之任何材料。

在一些實施例中，低溫氣體電漿處理可用以顯著地增強金屬至各種塑膠之黏附。氣體電漿已經顯示可改良氣相沈積金屬至各種聚合物表面之黏附。藉由在塗覆結構黏著劑之前用各種氣體電漿處理聚合物表面，可形成更強、更耐久之結合。合意氣體電漿之實例可包括 O_2 、 CF_4/O_2 之混合物或 N_2 。預期此種處理增強塑膠框架至金屬電極之黏附。在單電池或多電池設計中，在電池堆疊內可能有多個位置存在如下情形：塑膠表面經結構黏著劑黏附性地結合至金

屬表面。此較為持久之密封可導致電池之壽命較長。

具有水平電極定向可存在多種獨特優點。首先，水平組態可允許電池自射出模製塑膠容器或框架快速又經濟地組裝而成。另一優點為無需多孔電池組間隔物。在大多數電池組中，分離薄膜往往為昂貴的，且擊穿此薄膜同樣亦為此等電池組之關鍵失效模式。藉由消除對多孔電池組隔離物的需要，可更經濟又可靠地製造及使用電池。在一些實施例中，特定電池內之電解質可直接接觸同一電池之金屬電極。在一些實施例中，電解質可或可不直接接觸電池之空氣電極。在電解質與金屬電極之間無需設置分離層。在一些實施例中，在電解質與金屬電極及/或空氣電極之間可不設置分離或分離層。舉例而言，可設置可再充電金屬空氣電池組電池，其具有金屬電極、空氣電極及在金屬電極與空氣電極之間的水性電解質，其中空氣電極可直接接觸電解質，且在空氣電極與電解質之間未設置間隔物。

消除分離薄膜為降低電池組成本至可負擔得起的程度且幫助延長電池組循環壽命以使其變得適合於公用事業用途的關鍵。藉由定向電池使得金屬電極處於下部部分上，重力幫助阻止電鍍金屬電極接觸上方之空氣電極(及使上方之空氣電極短路)。在一些實施例中，金屬電極可為鋅金屬陽極，且重力可阻止電鍍鋅接觸上方之空氣電極。由於無薄膜失效且電池依賴於重力來確保恰當操作，故此產生極可靠電池組。可再充電金屬空氣電池組系統可能夠進行較大數目次放電/再充電循環，而無材料之物理降解或電

池組電池系統之效能之實質降級。在一些實施例中，該系統可能夠進行約100次或更多、200次或更多、300次或更多、350次或更多、400次或更多、450次或更多、500次或更多、700次或更多、1,000次或更多、1,500次或更多、2,000次或更多、3,000次或更多、5,000次或更多、10,000次或更多，或20,000次或更多放電/再充電循環而無實質降級。

在電池操作期間，反應放電產物可主要為氯化鋅。當氯化鋅之溶解度超過其溶解極限時(且由於氯化鋅形成於基於氯化物之電解質中，故氯離子之存在經由共同離子效應而使氯化鋅溶解極限被快速超過)，氯化鋅沈澱。水平組態連同重力之輔助應幫助正沈澱氯化鋅顆粒沈降回至下方之水平地定位之鋅金屬電極上。由於氯化鋅顆粒沈積於鋅電極上/鋅電極附近，故鋅離子將經歷相當小的遷移。此意謂在電池充電期間，當鋅沈積回至金屬電極上時，在電池中之其他位置處存在較少鋅損失。此引起相當改良之鋅循環效率及改良之電池容量。在可再充電電池中消除薄膜間隔物亦意謂電池內之內部電阻損失可得以最小化或減小。此引起較高操作電位及較少廢熱產生。

水平幾何形狀亦可允許建立鋅電極(陽極)與空氣電極之集電體之間的可重現固定距離。此幫助控制電解質電阻更具可重現性。在一些實施例中，電池組電池可具有以使金屬電極與空氣電極距彼此固定距離之方式支撐金屬電極與空氣電極的框架。固定距離可界定可容納液體電解質之空

間。其次，在每一個別空氣呼吸式電極面朝上之水平幾何形狀中，許多鋅空氣電池總成可堆疊於彼此之上。此不僅增加能量密度(由於電池現可緊密地裝填在一起)，而且允許以水平氣體流動歧管設計電池組系統，其中空氣可經由個別電池之間的電池組殼抽汲以在每一個別空氣電極之頂部上使空氣/氧循環。

圖2展示可堆疊於彼此之上之個別電池之實例。電池可包括塑膠框架200a、200b、空氣電極202a、202b、金屬電極204a、204b，及電解質206a、206b。電解質可由塑膠框架容納，且可由金屬電極支撐。在一些實施例中，空氣電極可設置於電解質上方。電解質可夾在金屬電極與空氣電極之間。一或多個空氣流隧道208a、208b可設置於該等電池之間。空氣流隧道208b可設置於金屬電極204a與空氣電極202b之間。

因此，兩個個別電池可藉由水平空氣通路或隧道(未按比例繪製)彼此分離。此水平電池組態可允許空氣/氧在電池之間抽汲且循環至個別空氣電極。空氣/氧至空氣電極之流動可允許電池甚至在較高電流密度下仍維持其氧供應，且額外提供電池冷卻。空氣循環無需連續地操作，且空氣流動速率可經由回饋機制來調節。在一些實施例中，空氣可在用於空氣流隧道中之每一者之相同方向上流動。或者，不同空氣流隧道內之空氣可在變化方向上流動。

在一實例中，可使用風扇(其可包括軸流風扇、離心風扇、交叉流風扇)、泵，或用於產生空氣流之任何其他機

構。一或多個致動器可為空氣流動機構之部分，或可與空氣流動機構連通。致動器之實例可包括(但不限於)馬達、螺線管、線性致動器、氣動致動器、液壓致動器、電致動器、壓電致動器或磁體。致動器可使空氣基於自控制器接收之信號而流動。該等致動器可連接或可不連接至電源。一或多個感測器可設置於電池配置中。在一些實施例中，感測器可為溫度感測器、電壓感測器、電流感測器或pH值感測器。此等感測器可與控制器通信。基於自該等感測器接收之信號，控制器可提供信號至空氣流動機構，該空氣流動機構可變化及/或維持電池之間的空氣之流動。

如先前提及，金屬-空氣電池中之水平幾何形狀存在許多優點。

- A. 水平幾何形狀可允許固定/受控電解質電阻，其可能需要較少電池管理。
- B. 水平幾何形狀亦可提供實體地組裝及堆疊多個電池之簡易性。
- C. 因為重力可分離不同密度之材料，所以可無需電池組間隔物。
- D. 如先前提及，沈澱之放電產物可藉由重力幫助而沈降為金屬電極上之均勻或實質上均勻層。
- E. 水平設計可輔助冷卻電池，且亦可允許較大氧供給，其可允許較高電流。
- F. 重力亦可幫助電解質如稍後描述流動。
- G. 壓縮可使電池固持於適當位置中。

水平電池組設計無需限於金屬-空氣電池組，諸如鋅-空氣電池組。水平電池設計亦可用於形成固體或微溶放電產物之其他電池組系統中。此可包括(但不限於)鉛酸(「淹沒式」及VRLA)電池組、NiCad電池組、鎳金屬氫化物電池組、鋰離子電池組、鋰離子聚合物電池組，或熔鹽電池組。

用於電池互連之中心電極體設計

根據本發明之態樣，可提供用於多個電池之間的低廉、可按比例調整連接之系統及方法。

可易於藉由可稱作「中心電極體」者來達成以串聯電連接互連許多個別金屬空氣電池同時維持用於一或多個電池(或每一電池)之水平幾何組態。「中心電極體」可藉由取一個電池之空氣電極且沿著兩個側來捲曲該空氣電極而產生，其中單獨金屬片可電附接至該空氣電極上方之該電池中之金屬電極，或可自身為該金屬電極。金屬電極(現定位於頂部)與空氣電極(現定位於下方)之間的空間可藉由允許空氣在此等空氣電極之頂部上流動之細空氣通道208a、208b分離。此展示於圖2中。當經由如圖1中展示之空氣路徑108a、108b(自前至後)觀察時，所得中心電極體子總成類似帽子截面。金屬電極與空氣電極可實質上垂直地對準且水平地定向。

圖1說明第一電池之金屬電極104a可如何圍繞第二電池之空氣電極102b捲曲，藉此串聯地連接第一電池與第二電池。第一電池之金屬電極與第二電池之空氣電極可以任何

其他方式電連接。舉例而言，金屬電極抑或空氣電極可抵靠彼此捲曲、硬焊至彼此、熔接至彼此、抵靠彼此按壓、藉由導電黏著劑附接、焊接至彼此，或以其他方式緊固。

在一些實施例中，空氣電極與金屬電極可分開固定距離，其中空氣電極可位於金屬電極上方。該固定距離跨空氣電極及金屬電極之區域可為均一的。或者，該固定距離跨空氣電極及金屬電極之區域可為變化的。在一些實施例中，該固定距離可落在可包括約1 mm、2 mm、3 mm、4 mm、5 mm、6 mm、7 mm、8 mm、9 mm、1 cm、1.5 cm、2 cm、3 cm或更大之範圍內。空氣電極與金屬電極之間的固定距離可界定可容納或提供電解質之空間。空氣電極及金屬電極可為同一金屬-空氣電池之部分。

任何數目之電池可經組裝、堆疊且連接以達成所需之任何操作總電壓。每一塑膠框架可為經設計以配合個別中心電極體之形狀及密封要求之共同部分。每一中心電極體可具有模製至塑膠中之獨特上部及下部特徵。模製至塑膠中之特徵在電池之間可相同，或可變化。該等模製特徵可輔助堆疊該等電池，且輔助支撐該等電池內之中心電極體。自動化程序藉由基本上將多個中心電極體夾在兩個對應塑膠電池框架之間來以模組化方式組裝該等電池。此程序可連續地重複。

圖3展示根據本發明之實施例之單一電池等角剖視圖。該電池可具有框架300、金屬電極302及空氣電極304。該電池可具有所要形狀或尺寸。舉例而言，該電池可具有矩

形形狀、方形形狀、圓形形狀、三角形形狀、梯形形狀、五邊形形狀、六邊形形狀，或八邊形形狀。該框架可經相應地塑形以配合於電池周圍。

在一些實施例中，框架300可具有垂直部分312。該框架亦可具有在電池內突出之水平擱架306。該擱架可在沿著垂直部分之任何處自垂直部分突出。在一些實施例中，該擱架可在垂直部分之底部處或底部附近、垂直部分之頂部處或頂部附近，或垂直部分之中心處或中心附近突出。垂直部分及/或水平擱架可沿著電池之整個圓周設置，或可沿著電池之一個側、兩個側、三個側、四個側或更多側設置。在一些實施例中，該電池之一或多個部分可包括或不包括框架之部分(例如，框架之垂直部分及/或擱架部分)。在一些實施例中，該擱架橫截面可設置為矩形、梯形、方形、任何其他四邊形、三角形，或可具有任何其他形狀。在一些實施例中，該擱架之頂部表面可傾斜。在一些實施例中，該擱架之頂部表面可向下朝向電池之中心傾斜，或可向下傾斜至電池之周邊。或者，該頂部表面可與水平定向平齊。

在一些實施例中，可在擱架306下方設置金屬電極302。在一些實施例中，金屬電極可具有水平定向。金屬電極可接觸擱架之下側。在一些實施例中，金屬電極可經塑形以接觸框架之一或多個垂直側312。或者，金屬電極可經塑形以緊密接近垂直側而不接觸垂直側。金屬電極可平行於或實質上平行於該部分處之垂直側。

在一些實施例中，該框架可具有設置於電池之下部部分上之底部特徵314。在一些實施例中，該底部特徵可為可設置於框架之底部處或底部附近之壓痕、凹槽、通道、狹槽或孔。該金屬電極可經塑形以配合於底部特徵內。配合於底部特徵內之金屬電極之一部分可平行於或實質上平行於跨越該電池之金屬電極之表面。配合於底部特徵內之金屬電極之一部分可垂直於或實質上垂直於接觸或緊密接近垂直側之金屬電極之一部分。

在一些實施例中，空氣電極304可跨越電池。空氣電極可具有實質上平坦組態。在一些實施例中，空氣電極可接觸電池之底部特徵314。在一些實施例中，空氣電極可配合於電池之底部特徵內。在一些實施例中，金屬電極302之一部分可電接觸電池之底部特徵內之空氣電極。舉例而言，金屬電極之該部分可圍繞電池之底部特徵內之空氣電極捲曲。在較佳實施例中，可在跨越電池之空氣電極之該部分與跨越電池之金屬電極之該部分之間設置間隙。空氣可設置於該間隙內。在一些實施例中，空氣可在此間隙內流動。

在一些實施例中，頂部特徵可設置於電池之上部部分上。在一些實施例中，該頂部特徵可為可設置於框架之頂部處或頂部附近之壓痕、凹槽、通道、狹槽或孔。在一些實施例中，該頂部特徵可為該底部特徵之鏡像。在一些實施例中，頂部特徵可容納電池上方之金屬電極及/或空氣電極。在一些實施例中，金屬電極與空氣電極之間的電接

點可夾在第一電池之底部特徵與第二電池之頂部特徵之間。在其他實施例中，無需設置頂部特徵。又，塑膠電池可圍繞中心電極體或其他電連接射出模製。

可提供用於框架特徵、金屬電極及空氣電極之其他組態。舉例而言，金屬電極可設置於擱架之頂部上。空氣電極可設置於電池之頂部上。金屬電極與空氣電極之位置可交換。

在一些實施例中，框架可包括諸如唇緣308之額外模製特徵。該框架亦可包括歪斜部分310。在一些實施例中，唇緣可俘獲電解質。在一些實施例中，電解質中之一些可藉由電池中之歪斜部分310成漏斗形流過。該電解質可由電池之垂直部分312容納，且可藉由跨越該電池之金屬電極302之部分支撐。在一些實施例中，該唇緣可允許電解質之部分流過框架之唇緣部分，且在框架之唇緣部分下方退出。此可防止或減少來自電池之電解質之溢流。在一些實施例中，該電解質可自該電池內提供，或可自電池上方之源提供，或可被俘獲、固持或饋送至葉片狀或膨脹腔室，從而向上或對角地向上推至電池上方，使得當在電池中存在空間時重力將電解質向下推回。

水平組態之額外優點為電池可經設計以使得電解質管理變得顯著更容易。可提供根據本發明之實施例的基於重力之電解質管理系統。隨著鋅-空氣電池組放電，鋅-電解質系統之淨體積可增加。若未進行一些調適，則隨著電解質膨脹，壓力可累加，且液體電解質可穿透空氣電極之下

側。此可引起空氣電極之淹沒且來自膨脹電解質之壓力差可引起對易碎空氣電極之損壞。在較小封閉電池組中，必須存在額外空間以容許電解質液體膨脹。然而，此額外體積可降低總能量密度，且可在許多電池串聯且所有電池必須維持正確電解質液位之系統中產生問題。其亦不允許將新電解質饋入至該系統中或對電解質進行測試。

根據本發明之態樣，此問題可藉由四個水平地對準之相鄰電池來解決，其中所有四個電池共用共同拐角。此四電池總成可稱作「四件組(quad)」。在所有四個電池會合之點處，該等電池可共用填充或溢流或再循環口。每一電池可經設計以可近接一小口。每一口可具有較小溢流唇緣L，其可在每一空氣電極之底部表面上方稍微傾斜。

圖5展示四電池四件組之實例，且圖4A以橫截面展示在基於重力之電解質管理系統內的電池堆疊。基於重力之電解質管理系統可包括自儲箱或容器B之氣體釋放通道A，儲箱或容器B可與另一儲箱或容器C流體連通。在一些實施例中，可在儲箱處設置閥或進入或退出口D、E。在一些實施例中，額外儲箱或容器F可與主要儲箱或容器C連通。可提供儲箱或容器之任何分佈。此等儲箱或容器可包括或可不包括可俘獲非吾人所樂見之顆粒之過濾器。在一些實施例中，該等儲箱亦可提供用以提供任何所要添加劑之機會。由於電解質可在電解質管理系統內循環，故其可在必要時補給。在一些實施例中，可在電解質在系統內循環時監控電解質，且可在需要時進行對電解質之改質。

供應流體過道G可將電解質供應至電池組系統。返回流體過道V可使電解質返回至電池組系統。流體過道可包括管道、管、通道或可輸送流體之任何其他總成。可將電解質供應至上部電解質儲箱H。可設置一或多個排洩或填充口J。當電解質溢流(K)出該儲箱時，電解質可向下滴至下伏電池中且藉由溢流唇緣L捕捉。

溢流唇緣L可確保始終與空氣電極T之下側面之所有點接觸的恆定液體電解質液位。電解質P可設置於電池內。在電池放電期間，在電解質膨脹時，此唇緣可允許排洩過量電解質。可實現此全部而不會在空氣電極上施予任何靜水壓力。換言之，此等獨特口可容許液體膨脹及排氣，同時維持恰當(且自動控制之)電解質液位。此電解質液位平衡亦可幫助維持均一電效能。此等口(位於每一相鄰四個電池(「四件組」)之共同中心處)可與下方之其他口垂直地排成一行以產生一連串垂直定向之給料管道，該等給料管道可將來自經堆疊電池之所有部分的任何溢流電解質散佈至在電池堆疊底部處的小貯槽托盤U內。此等口可包括可使電解質分解成微小小滴N之稜柱形部分M。

該等電池可包括可在一或多個連接點S處連接之空氣電極T及金屬電極R。可在空氣電極與金屬電極之間設置空氣隧道O。在一些實施例中，空氣電極及金屬電極可形成中心電極體。可為電池、四件組，或電池或四件組之群組設置框架Q。該等框架可堆疊於電池組系統內。

一或多個閥或口I可設置於上部電解質儲箱H或貯槽托盤

U內。該口可允許排洩至電解質之添加劑及/或電解質中之一些。口可允許氣體之排放。在一些實施例中，口可提供進行量測的機會。口可具有其他用途。

在電池充電期間，當每一電池中之電解質體積減少時，此等相同填充口可用以將液體電解質添加回至「四件組」之每一電池中。貯槽泵可經觸發以在電池充電期間填充上部「四件組」。溢流出此最上方水平四件組之電解質進入排洩管道，且簡單地填充最上方水平四件組下方之水平「四件組」。四件組由電解質之自動填充可快速地進行，直至垂直堆疊中之所有四件組已由電解質再填充(或完成)。此等填充/溢流口可經設計以亦提供另一功能。置放於每一溢流唇緣(4-L)下方之稜柱形突起(M)可幫助任何電解質液體在下降至四件組中之前分解開成較小小滴(N)。此情形具有使原本可能已藉由個別電池之間的連續傳導性液體流動而產生之任何導電電路斷路的效應。傳導性電解質之未中斷流動可能引起跨藉由串聯堆疊之許多電池產生之高電壓的大的電短路。

在使用習知板及框架類型組態之垂直定向之電池中，電池之間的液體連接可能為能量損失及其他設計問題之來源。根據本發明之實施例提供的具有所描述之填充/溢流口之水平組態可最小化或減少關於易於組裝、射出模製之塑膠部分之此等問題。

如與習知電池組總成相關聯之困難相比較，此設計之組裝簡易性、模組化及可按比例調整能力亦為顯而易見的

(參見圖5)。

圖4B展示根據本發明之另一實施例的用於維持複數個經堆疊電池內之恆定電解質液位的額外系統。重力流動電池組電解質管理系統可包括兩個單獨系統。第一系統可包括具有電解質再充電器之灌注站。第二系統可包括重力流動金屬-空氣電池組，諸如重力流動鋅-空氣電池組。

可設置根據本發明之實施例的電解質充電器及灌注泵。充電器可電連接至充電插塞，充電插塞又可連接至電源(諸如電網/公用事業)。可設置整流器以將來自電源之AC電轉換成DC以對電池組充電。具有電解質充電器之灌注系統可用於現存燃料站、住宅或車輛用途。其可併入至預先存在之系統中。灌注泵可包括一或多個電解質傳導部件A、B，其可為管道、管、通道，或用以傳送水性電解質之任何其他流體過道。第一電解質傳導部件可為電解質供應A。第二傳導部件可為電解質返回B。電解質可自電解質供應中之電解質充電器及灌注泵流動，且可流動至電解質返回中之電解質充電器及灌注泵。在一些實施例中，泵、閥、壓力差或任何其他機構可用以使電解質流動。在一些實施例中，可設置可停止及/或開始電解質流動之閥、開關或鎖定機構。

重力輔助電解質流動金屬-空氣電池組可包括再充電電解質填充管A、經使用電解質返回管B、控制閥C、電子控制器D、泵E、至電解質儲存儲箱之供應線F、至上部歧管之供應線G、上部供應控制閥H1、H2、上部電解質流動控

制器 I1、I2、口 J-1、J-2、J-3、儲存儲箱 K，及來自儲存儲箱之電解質返回線 L。在一些實施例中，在重力輔助流動設計中，重力可將電解質推送穿過該等電池而無需泵將電解質推送穿過該等電池。在重力流動電解質-溢流設計中，無需芯吸劑(wicking agent)。

電解質填充管 A 可將電解質提供至重力流動金屬-空氣電池組。控制閥 C 可判定是否待將電解質提供至金屬-空氣電池組及需要多少電解質/流動速率來提供至電池組。控制閥可藉由電子控制器 D 指導，電子控制器 D 可將指令提供至控制閥。此等指令可判定控制閥允許多少電解質流動。指令可自控制器自動地提供。控制器可與或不與外部處理器通信，外部處理器可將指令提供至控制器。在一些實施例中，控制器可具有使用者介面，或可與可具有使用者介面之外部器件通信。在一些實施例中，使用者可能夠與使用者介面通信，且可將指令提供至控制器，控制器可影響提供至控制閥之指令。

在一些實施例中，金屬-空氣電池組可具有可輔助電解質之流動及循環之泵 E。在一些實施例中，該泵可設置於金屬空氣電池組之儲存儲箱 K 中。來自儲存儲箱之電解質返回線 L 可將來自儲存儲箱 K 之電解質提供至控制閥 C。來自儲存儲箱之電解質返回線可連接至該泵。該泵可促使電解質經由電解質返回線至控制閥。電子控制器可將指令提供至控制閥，該等指令可判定電解質是否可返回及/或電解質可返回之流動速率。

可設置至儲存儲箱之供應線F。電解質可自控制閥C流動至儲存儲箱K。亦可設置至上部歧管之供應線G。電解質可自控制閥流動至上部歧管。在一些實施例中，可設置一個歧管。在其他實施例中，可設置複數個上部歧管。該等上部歧管可與彼此或可不與彼此流體連通。在一些實施例中，經由供應線G提供之電解質可藉由一或多個上部供應控制閥H1、H2控制。在一些實施例中，可為每一上部歧管設置一個控制閥。該控制閥可調節至每一上部歧管中之電解質流動。電子控制器D可與上部供應控制閥通信。電子控制器可將指令提供至上部供應控制閥。在一些實施例中，藉由電子控制器提供之指令可經由有線連接提供，或可無線地提供。

在一些實施例中，上部電解質流動控制器I1、I2可控制自上部歧管至下方之電池之電解質流動。流動控制器可使電解質分解成小滴。流動控制器可控制流體自上部歧管轉移至下伏電池之速率。

在一些實施例中，上部歧管及/或儲存儲箱K可具有口J-1、J-2、J-3。在一些實施中，該等口可與電子控制器D通信。在一些實施例中，口可提供進行一或多次量測之機會。量測結果可傳達至電子控制器，電子控制器可將指令提供至電解質管理系統之其他部分。舉例而言，基於該等量測，電子控制器可使電解質之流動速率被調整、電解質之溫度被調整、電解質之pH值被調整，或電解質之組合物被調整。

可在電池組系統內設置電連接。舉例而言，電連接可設置於電池組之(+)側處，且電連接可設置於電池組之(-)側處，且可連接至第二充電插塞。充電插塞2可插入壁式插口，諸如電網/公用事業。可設置可將來自電網/公用事業之AC電轉換成DC以對電池組充電的AC至DC整流器。可設置或可不設置可將來自電池組之DC轉換成AC(由於電池組被放電)的換流器。

在一些實施例中，可監控電池組系統之電壓。在一些實施例中，可監控總系統之電壓，或可個別地監控每一模組之電壓。當電壓意外地降落時，此可指示一或多個電池之問題。在一些實施例中，該系統可在電壓降落時增加電解質流動速率。

在一些實施例中，可在單一點處監控電池組及/或電解質之一或多個特性。舉例而言，可在單一點(諸如儲存儲箱)處量測電解質之pH值、電解質之溫度、電解質之組合物。本發明可包括可判定系統是否需要調整之簡化監控系統而無需昂貴且複雜之感測系統。

用以改良鋅電鍍品質且形成不溶性鋅物質之添加劑

可藉由在每一再充電循環期間電鍍出良好品質鋅塗層而使內部電阻(IR)保持為低。此電池之耐久性之關鍵因素為無需維持特定電極形狀。不同於循環實際上損壞電極之諸如鉛酸之許多化學品，電池組可每次電鍍出鋅之新塗層。電池組系統可包括可改良金屬電極上之鋅沈積之添加劑。使用諸如各種分子量之聚乙二醇及/或硫脲的關鍵添加

劑，可在每一電池再充電循環期間電鍍新鮮、光滑平整之高傳導性鋅塗層。此鋅層可接著在下一電池放電期間經歷溶解鋅離子之氧化。由於在電鍍期間無需確切實體形狀且由於重力幫助將經沈積鋅固持於適當位置中，故現可最小化或減小作為故障模式的金屬電極故障(在其他電池組系統中相當普遍)。此幫助達成極長循環壽命電池組。

另一實施例可包括其他添加劑，其他添加劑將使所產生之鋅離子(在電池放電期間的金屬電極處之氧化期間)保持接近於金屬電極，使得鋅離子將在電池充電期間易於還原(無過度遷移)。因此，具有水可溶性添加劑電解質將為有用的，水可溶性添加劑電解質(一旦與在金屬電極處形成之 Zn^{2+} 離子接觸)可形成可沈澱至水平地定向之電池之底部的不溶性鋅物質。不溶性鋅物質可維持在鋅電極附近，且可易於可用於在再充電期間還原。電池組系統可包括可控制合意沈澱之添加劑。此等添加劑可包括以下水可溶性物質中之任何者。形成不溶性鋅物質之水可溶性物質之實例包括：苯甲酸鹽、碳酸鹽、碘酸鹽及硬脂酸鹽。

在一些實施例中，具有本文中描述之性質中之任何者的添加劑可包括：單獨或組合之尿素、硫脲、聚乙二醇、苯甲酸鹽、碳酸鹽、碘酸鹽、硬脂酸鹽、水可溶界面活性劑，或真蘆薈。在一些實施例中，添加真蘆薈萃取物可減少鋅腐蝕。

用以在再充電期間改良氧形成的作為電解質添加劑之可溶性催化劑

除了併入於空氣電極自身中之固體催化劑之外，在再充電期間可添加諸如水可溶性錳鹽之其他材料以改良電池效能。由於在電池再充電期間產生氧，故允許氧氣泡易於逸出亦為有用的。此可藉由添加充當抗發泡劑之界面活性劑（諸如聚二甲矽氧烷(Simethicone)或陶瓦士(Dowex))以碎裂所產生之氣泡來實現。電池組系統可包括防止發泡且允許氣體釋放之添加劑。添加劑可包括以下各者中之一或多者：聚二甲矽氧烷、陶瓦士、真蘆薈或其他界面活性劑。

空氣電極亦可以與水平成較小角度之方式安裝以輔助所形成之氧氣泡經由溢流唇緣附近之共同填充口離開四件組。在一些實施例中，膨脹鈦亦可與稍凹頂部或衝壓周邊氣體釋放通道一起安置，使得其可確保大部分空氣電極表面區域順應電解質。任何空氣氣泡或氣體可易於經由共同填充口逸出。此等組態將亦解決平坦度容許度問題且減輕調平問題。

用以消除所形成氯的作為電解質添加劑之尿素

電池組系統可包括防止在再充電期間氯及/或次氯化物析出之添加劑。尿素可添加至水性電池組電解質以控制氯產生。尿素與氯可反應以形成氯化物及良性氣體產物(例如， N_2 、 CO_2 及 H_2)。若在電池充電期間在電解質中完全形成任何游離氯，則其可易於與可溶性尿素反應以形成額外氯化物(其已在電解質組分中)。來自氯與尿素之反應之所產生氣體不危險且可安全地排放。若將尿素添加至電解質且不加以補給，則隨著電池被充電(且若產生氯氣體)，尿

素可與所形成之氯反應、被耗盡，且不可用來移除在隨後充電循環期間產生之任何氯氣體。

在根據本發明之實施例提供之電池設計中，可週期性地測試電解質，且若氯含量高於預定含量，則可按需要添加額外尿素。在一些實施例中，可手動地測試電解質。在其他實施例中，可設置一或多個感測器以自動地測試氯含量，且在必要時添加額外尿素以與氯反應且移除氯。在一些實施例中，在需要時可手動地添加尿素。在替代實施例中，當氯含量高於預定含量時，可自動地添加尿素。在一些實施例中，預定含量可在5重量%尿素之範圍內，但通常將為少數ppm尿素。

在一些實施例中，電池組系統可包括可防止充電期間之氯析出之添加劑。該添加劑可包括高氯過電位氯化物鹽，諸如氯化錫、氯化鉛、氯化汞、氯化鎘或氯化鈹。

使用鋅/電解質漿料之快速再充電

使用水平電池設計，可設置電池可快速地再充電之系統(例如，針對長範圍行動應用)。可經由將此漿料吸入至廢物儲箱或囊袋，可自電池快速地移除在放電期間形成之氯化鋅顆粒。此經使用電解質液體可由電解質漿料中之新鮮鋅丸粒替換，電解質漿料可抽汲回至水平電池中。固體鋅顆粒可沈降至電池之底部(金屬電極)。預期此機械再充電僅花費幾分鐘。

在一些實施例中，如圖4B中展示，一或多個水平電池可在外殼內或可形成電池組外殼之一部分。外殼可連接至儲

箱。在一些實施例中，經使用電解質液體可返回至該儲箱。電解質液體可經由返回管道、管、通道、導管或任何其他流體連通裝置返回。在一些實施例中，該儲箱可將電解質液體供應至外殼。電解質可經由供應管道、管、通道、導管或任何其他流體連通裝置供應。在一些實施例中，同一儲箱可接收經使用電解質液體且提供新鮮電解質液體。電解質液體可在系統內循環。在一些實施例中，該儲箱可具有一或多個處理程序，該等處理程序可在經使用電解質液體供應回至外殼之前處理經使用電解質液體。舉例而言，新鮮鋅丸粒可添加至電解質。在其他實施例中，不同儲箱可用以接收經使用電解質液體且提供新鮮電解質液體。新鮮電解質可進入系統，且經使用電解質可自系統移除。

來自經使用電池之氯化鋅顆粒可藉由熟知電化學技術在本地或在一些區域設施(精煉廠或儲箱區之等效者)中再產生。此修改將此系統自通常預想為電池組之系統轉換成更大程度上之流動型電池或鋅空氣燃料電池。然而，所有上述優點仍將為可得的，且與將自在無外部鋅之循環的情況下可安裝至每一電池中之鋅之僅有量可得的放電循環相比，可實現較長放電循環。另一更換燃料方法可描述為電解質灌注，其中類似於傳統抽汲站，降級電解質可用新鮮電解質交換以進行快速便利的更換燃料。

金屬-空氣電池組外殼及總成

如先前描述，金屬-空氣電池組系統可包括電池組外

殼。此外殼可具有可含有一或多個被圍封的個別電池之任何數目個組態。在一些實施例中，電池自身可形成外殼之一部分。舉例而言，電池可經堆疊以使得電池框架可形成外殼之部分。在一些實施例中，外殼可為不漏流體的。舉例而言，外殼可為液密及/或氣密的。在一些實施例中，外殼可包括一或多個排放機構。

A. 具有共用的四個電池「四件組」及電解質填充/排出口系統之塑膠外殼

塑膠電池框架之佈局及設計可歸因於降低之電池間電阻而針對空間效率、強度、造模性，及最小化或減小之內部電阻損失經最佳化或改良。

根據本發明之實施例的電池框架設計可併有共同集中式電解質管理系統，共同集中式電解質管理系統可由四個個別地有框架之水平地定向之電池共用。在其他實施例中，集中式電解質管理系統可由任何數目個電池共用，包括(但不限於)一個、兩個、三個、四個、五個、六個、七個、八個、九個、十個、十一個、十二個、十三個、十四個、十五個、十六個、十七個、十八個、十九個、二十個或更多個電池。此設計可容許歧管系統之最佳化「集中式」間距、實體堆疊能力及電連接性。

圖5展示能量儲存系統之電池組堆疊組態之實例。塑膠框架500a、500b、500c、500d之外壁可形成外殼壁502。在一些實施例中，四個電池504a、504b、504c、504d可形成具有共用集中式電解質管理系統506之四件組504。

任何數目個電池可堆疊於彼此之上。舉例而言，四個電池 504c、504e、504f、504g 可堆疊於彼此之上。在一些實施例中，一或多個、兩個或兩個以上、三個或三個以上、四個或四個以上、五個或五個以上、六個或六個以上、七個或七個以上、八個或八個以上、九個或九個以上、十個或十個以上、十二個或十二個以上、十五個或十五個以上、二十個或二十個以上、三十個或三十個以上，或五十個或五十個以上電池可堆疊於彼此之上。可針對每一電池設置一或多個空氣流動通路 508a、508b、508c、508d。可選擇該複數個垂直堆疊之電池來達成所要電壓。若垂直堆疊之電池串聯連接，則垂直堆疊之電池可對應於增加之電壓位準。如本文中其他處所描述，中心電極體可用以產生電池之間的串聯連接。

任何數目個四件組或四件組之堆疊可彼此相鄰地設置。舉例而言，第一個四件組 504 可相鄰於第二個四件組 510。可在能量儲存系統中設置一或多列四件組及/或一或多行四件組。在一些實施例中，能量儲存系統可包括 $i \times j$ 陣列之四件組，其中 i 、 j 為大於或等於 1 之任何總數目，包括(但不限於)1、2、3、4、5、6、7、7、8、9、10、11、12、13、14、15 或更多。在其他實施例中，電池或四件組可具有交錯組態、同心組態，或以相對於彼此之任何方式定位。間隙可或可不設置於相鄰電池或四件組之間。或者，相鄰電池及/或四件組可彼此電連接。在一些實施例中，一或多個電池或一或多個四件組可與相鄰電池或四件組共

用共同框架。在其他實施例中，每一電池或四件組可具有其自身之框架，該框架可接觸或可不接觸相鄰電池或四件組之框架。

如先前論述，任何數目個電池可共用共同集中式電解質管理系統。四個四邊形電池可共用共同集中式電解質管理系統，從而形成四件組。在其他實例中，六個三角形電池可共用共同集中式電解質管理系統或三個六邊形電池可共用共同集中式電解質管理系統。可使用電池形狀之任何組合，其中一或多個電池之拐角可共用共同集中式電解質管理系統。對四件組之任何參考亦可應用於可共用共同集中式電解質管理系統之電池之其他數目或組態。可設置水平及/或垂直交叉傳導連接。此可提供連接之冗餘。

B. 獨特歧管及重力控制滴注系統設計

圖6展示根據本發明之實施例的用於能量儲存系統之集中式電解質管理系統的實例。複數個電池600a、600b、600c可共用共同電解質管理系統。電解質管理系統可包括用於每一電池之唇緣602a、602b、602c。唇緣輔助在電池內容納液體電解質。電解質管理系統亦可包括一或多個歪斜或垂直部分604a、604b、604c。歪斜或垂直部分可引導電解質流入電池。在一些實施例中，唇緣與歪斜或垂直部分之組合可俘獲自電池上方提供之電解質。在一些實施例中，可設置一或多個支撐突起606a、606b、606c。集中式電解質管理系統亦可包括稜柱形突起608a、608b、608c，稜柱形突起608a、608b、608c允許溢流電解質滴至下伏電

池及/或下方之電解質俘獲儲箱。

在一個實例中，電解質液體可由第一電池600a之溢流唇緣602a捕捉。電解質液體可在歪斜或垂直部分604a下流動且容納於電池內。若電解質液體自第一電池溢流，則其可溢出溢流唇緣且流入稜柱形突起608a。電解質液體可流過稜柱形突起，且藉由第一電池下方之第二電池600d之唇緣602d及歪斜或垂直部分604d捕捉。電解質可由第二電池俘獲且容納於第二電池內。若第二電池正溢流或溢流，則電解質液體可流過第二電池之稜柱形突起608d，且藉由第三電池600e捕捉，或可繼續向下流動。

在使用電解質初始地填充電池組系統時，頂部之電池可首先被填充，且接著電解質可溢流至下伏電池或四件組中，電解質可接著溢出至另外的下伏電池或四件組，而不管設置多少層垂直電池。最終，垂直堆疊組態中之所有電池可使用電解質填充，且過量電解質可藉由電池下方之底部儲集器托盤俘獲。

電解質管理系統之特徵中之任一者可整合至電池框架，或可與電池框架分離，或與電池框架可分離。在一些實施例中，該等特徵可經射出模製。

電解質管理系統可連續地管理每四個電池「四件組」中之液體電解質液位以確保與每一空氣-電極之下部部分的恆定且均一的電接觸。足夠的電解質可提供至該等電池，使得電解質可接觸空氣電極之下部部分(例如，610a)。在一些實施例中，下部部分可為金屬電極/陽極。在其他實

施例中，足夠電解質可或可不提供至電池以確保電解質接觸空氣電解質頂架(overhead)之底部部分612a。在放電期間，空氣電極之底部部分可為陰極。

圖3提供在拐角中具有電解質管理系統之電池的額外視圖。

在較佳實施例中，稜柱形突起或唇緣可經組態以使在電池之間流動之傳導性液體的任何潛在連接斷裂。稜柱形突起可使電解質液體分解成小的小滴。稜柱形突起可控制任何溢流電解質之流動速率。

電解質管理系統可用於容許有效電解質溢流及管理。溢流電解質可藉由下方之電池俘獲，或可向下流動直至其由下方之儲箱俘獲。

電解質管理系統亦可允許非吾人所樂見之所產生氣體安全地排放。在一些實施例中，氣體可經由由稜柱形部分形成之通路向上或向下排放。

有利地，電解質管理系統可經由重力控制滴注系統使用液體電解質補給電池。電池可藉由來自電池頂架或來自電解質源之溢流來補給。舉例而言，如圖4A中展示，電解質可供應至上部固持儲箱。電解質可以任何其他方式供應。

如本發明之實施例中所提供，用於每一電池之重力輔助溢流及共同再填充口可通用化且用於液體電解質液位可在放電及充電期間改變之任何其他能量儲存器件中。此等液體管理系統無需限於金屬-空氣電池，諸如鋅-空氣電池。其他類型之能量儲存電池可利用液體管理系統。液體電解

質之液位可自動地調整使得其僅接觸每一個別空氣電極之下部部分。

此設計之額外修改涉及製造具有一側上含有凹腔之每一電池。此可充當可在需要時安全地儲存過量電解質體積的液體儲集器。當電解質體積減少時，儲存於此腔中之過量液體可經由重力自動地流下，且用以再填充電池，因此保證空氣電極之面朝電解質之側的所有部分(底部部分)保持與液體電解質接觸。

C. 用於可靠性之壓縮設計

圖5提供電池組堆疊組態之視圖。如先前描述，在一些實施例中，電池之框架之外表面可形成外殼。在一些實施例中，所有關鍵密封表面可處於垂直壓縮負載下以用於添加長期密封可靠性。舉例而言，壓縮負載可施加至電池之堆疊，電池之堆疊可將壓縮負載散佈至框架。此情形使框架壓縮在一起且形成密封。壓縮負載可設置於將電池之堆疊壓縮在一起之方向上。壓縮負載可設置於垂直於由電池之金屬電極或空氣電極形成之平面的方向上。在一些實施例中，壓縮負載可設置於垂直方向上。

中心電極體總成可夾在對應塑膠框架之間以形成一連串個別地密封之電池。如先前論述，當一個電池之金屬電極電連接至另一電池之空氣電極時，可形成中心電極體。在一實施例中，當金屬電極圍繞空氣電極捲曲時，可形成此電連接。此可允許電池之間的串聯連接。在一些實施例中，可在電池之間施加壓縮力。該壓縮力可施加至金屬電

極與空氣電極之間的連接。施加使金屬電極與空氣電極放在一起之力可改良金屬電極與空氣電極之間的電連接。在一些實施例中，金屬電極與空氣電極接觸點可夾在塑膠框架之間，且壓縮負載可在框架與接點之間提供壓縮力。可形成不漏流體密封，其可防止電解質經由與中心電極體接觸之框架自一個電池流動至另一電池。此密封可由黏著劑完成或由黏著劑支援。

外壁及內部隔板(其可形成電池之框架)可為結構部件，其經設計以恰當地收容且密封每一電池之內部工件，且將壓縮負載施加於關鍵電池接點及密封表面上。當個別電池垂直地堆疊時，此提供易於組裝之可靠設計及有利結構系統。圖1及圖2展示個別電池可如何垂直地堆疊。在一些實施例中，堆疊可由壓縮力加載，壓縮力可施加至金屬電極與空氣電極之間的框架及/或連接。

D. 金屬電極、空氣電極子總成

圖1展示金屬電極與空氣電極之間的連接。在一些實施例中，衝壓總成方法使金屬電極在空氣電極上方捲曲，從而形成用於使空氣穿過之帽子式截面。在一些實施例中，金屬電極可在空氣電極上方捲曲，使得金屬電極之一部分接觸空氣電極之第一側上之邊緣及空氣電極之第二側上之邊緣。在其他實施例中，空氣電極可在金屬電極上方捲曲，使得空氣電極之一部分接觸金屬電極之第一側上之邊緣及金屬電極之第二側上之邊緣。金屬電極及空氣電極可以任何方式捲曲在一起，使得金屬電極與空氣電極可以各

種組態彎曲或摺疊於彼此之上。在一些實施例中，金屬電極及空氣電極捲曲或以其他方式附接在一起，使得金屬電極與空氣電極彼此接觸而無需任何彎曲或摺疊。可使用如上文提及之形成電連接之其他方式。

金屬-空氣電極總成可利用經捲曲以形成沿著空氣路徑之兩側之電流動連接的不同材料。在一些實施例中，用於金屬電極之材料之實例可包括鋅(諸如汞齊鋅粉)或汞。用於空氣電極之材料之實例可包括碳、鐵氟龍(Teflon)或錳。

可提供金屬-空氣電極總成，其中金屬電極提供上方之電解質池之密封底板，而空氣電極形成用於下方之電解質池之密封蓋。舉例而言，如圖1中展示，金屬電極104a可形成電解質池106a之底板。空氣電極102a可形成用於電解質池之蓋。金屬電極及/或空氣電極可被密封。

由金屬電極及空氣電極形成之中心電極體可具有任何尺寸。該等尺寸(例如，長度或寬度)中之一或多者可為約 $\frac{1}{4}$ "、 $\frac{1}{2}$ "、1"、2"、3"、4"、5"、6"、7"、8"、9"、10"、11"、12"或更大。

E. 電池之間的交叉傳導設計

圖7展示具有金屬電極-空氣電極連接之電池組堆疊組態之額外視圖。可提供金屬電極-空氣電極總成組態，其中中心電極體之鄰近捲曲凸緣或其他延長線重疊或接觸，從而產生可重複、模組化且水平地及垂直地電連接之串聯組態。

第一電池可包括框架部件700a、700c，且可具有金屬電極702a。金屬電極可圍繞下伏電池之空氣電極704b捲曲。在一些實施例中，鄰近電池之金屬電極702c可圍繞其下伏電池之空氣電極704d捲曲。在一些實施例中，由金屬電極702a及空氣電極704b形成之電連接可與由金屬電極704c及空氣電極704d形成之電連接電通信。舉例而言，金屬電極702c中之一者可接觸另一金屬電極702a。或者，鄰近電池之間的電連接可藉由彼此接觸之金屬電極及/或空氣電極之任何組合形成。在一些實施例中，可在框架(例如，700c、700d)之間設置上覆電池及下伏電池與相鄰電池之間的電連接(例如，702c、704d、702a、704b之間的連接)。

圖7展示金屬電極與空氣電極可如何藉由捲曲及摺疊進行電連接的實例。然而，在彼此上方摺疊或彼此接觸之金屬電極與空氣電極之間的接觸之任何組合可根據本發明之各種實施例使用。在本發明之替代實施例中，金屬電極及空氣電極之位置可反轉，且關於金屬電極位置之任何論述可應用於空氣電極位置，且關於空氣電極位置之任何論述可應用於金屬電極位置。

重疊或以其他方式順應之捲曲凸緣可容許用於系統可靠性、簡單性及可撓性之串聯或串聯-並聯電連接。舉例而言，此系統之一個優點可為：需要極少導線及連接點，此係因為電池框架中之每一列可經由重疊捲曲凸緣串聯電連接。

圖9A提供具有電連接之電池框架總成之仰視圖。一或多個電池900a、900b、900c、900d可形成具有共同電解質管理系統902之四件組。電池之底部可由金屬電極形成。可設置一或多個框架組件904a、904b、904c、904d、906a、906b，從而使電池分離。在一些實施例中，可為相鄰電池設置電池之間的電連接。舉例而言，可在一系列內之兩個或兩個以上電池之間(諸如第一電池900a與第二電池900b之間)設置電連接。可在電池之間的框架904a附近設置電連接。可在一行內之兩個或兩個以上電池之間(諸如第一電池900a與第二電池900c之間)設置電連接。可在電池之間的框架906a附近設置電連接。可針對一系列或一行內之相鄰電池之任何組合設置電連接。

在一些實施例中，不在相鄰電池之間設置電連接。在一些實施例中，可僅在形成堆疊之上覆電池與下伏電池之間設置電連接。

圖9B展示框架總成及一或多個中心電極體之視圖。可為一或多個單一電池或四件組，或複數個單一電池或四件組設置框架880。一或多個中心電極體882a、882b可由金屬電極884及空氣電極886形成。中心電極體可經塑形以配合於框架內。在一些實施例中，框架可擱置於中心電極體上，使得框架之側部分形成電池之壁，且中心電極體之金屬電極形成電池之底板。複數個相鄰中心電極體(例如，882a、882b)可彼此電連接。舉例而言，中心電極體可具有金屬電極與空氣電極彼此接觸之點888。第一電池之接

觸點可接觸第二電池之接觸點。在一些實施例中，可形成中心電極體以使得在金屬電極與空氣電極之間設置空氣隧道890。

框架880可包括可整體地形成至框架中之電解質散佈總成892。該電解質散佈總成可包括可允許電解質流動至下伏電池之狹槽894。該電解質散佈總成可包括可判定電解質何時溢流至狹儲箱中之溢流唇緣896。在一些實施例中，溢流唇緣之高度可提供關於在電池或總電池組系統傾斜時之容許度。即使總電池組系統傾斜，若溢流唇緣充分高，則足夠電解質將仍在溢流之前維持於電池內。

該框架亦可包括可自框架突出之擱架898。金屬電極884可接觸該擱架。在一些實施例中，可在金屬電極與擱架之間形成不漏流體之密封。金屬電極與空氣電極之間的接點888可接觸框架881之底部部分。框架之底部部分可擱置於接觸點之頂部上。可形成或可不形成不漏流體之連接。框架之底部部分883可擱置於在相鄰中心電極體之間形成之接觸點之頂部上。

F. 可堆疊組態與模組化總成

圖5展示利用基本上使多個中心電極體夾在共同框架中之兩者之間的一個塑膠框架組件之設計。此可有利地提供簡化設計。舉例而言，如圖所示，可設置形成可跨越多個電池之格柵圖案之框架。格柵圖案框架可堆疊於彼此之上。在一些實施例中，格柵圖案框架可由單一整塊形成。或者，格柵圖案框架可由可連接於彼此之多塊形成。該等

多塊可能為或可能不為可拆開的。中心電極體 512a、512b 可設置於框架 514a、514b、514c 之間。

框架設計可包括水管理系統。水管理系統可設置於圖 4 中，圖 4 可展示進水口、升高溢流口及稜柱形滴注邊緣，如先前描述。水管理系統可用以確保一或多個電池內之所要電解質液位。

在堆疊時，塑膠框架設計可形成一連串垂直管或管道，其允許水溢流、電解質滴注補給及氣體排放。如先前關於圖 4 及圖 6 所論述，可設置電解質管理系統。當框架堆疊在彼此之上時，可為電池之堆疊設置電解質管理系統。

可堆疊框架總成組態可既為模組化的，又為有效的。塑膠特徵可符合其下方之電池下方之金屬電極與電池上方之空氣電極之嚙合形狀，其可允許模組化組態具有較少部分。圖 1 及圖 2 提供在框架中具有可經模製而符合金屬電極與空氣電極連接之特徵的電池堆疊之實例。視金屬電極與空氣電極連接之形狀而定，框架可經塑形而符合連接形狀。在一些實施例中，可在塑膠框架上設置一或多個隆脊、凹槽、通道、突起或孔以互補金屬電極-空氣電極連接之對應形狀特徵。在一些實施例中，互補形狀可防止框架在一或多個方向上水平地移動。任何特徵可整合至電池或可與電池分離。在一些實施例中，框架特徵可經射出模製。

G. 模組化安裝與利用組態

多個電池組組態可藉由按比例放大或縮小框架設計而達

成。舉例而言，框架設計可包括單一電池框架、四件組電池框架或在單一框架中有多個四件組。用於各個分群組(例如，單一電池、四件組電池、多個四件組)之框架設計可由單一整塊形成。或者，框架設計可包括多個部分。

在一些實施例中，多個框架亦可相鄰於彼此而設置。舉例而言，多個單一電池框架、四件組電池框架或多個四件組框架可相鄰於彼此而設置。相鄰於彼此設置之框架可或可不使用連接器連接至彼此。在一些實施例中，可提供一定的力以使框架相對於彼此被固持。

可將框架堆疊至取決於電力及儲存需求之任何所要高度。任何數目個框架可堆疊於彼此之上。舉例而言，一或多個、兩個或兩個以上、三個或三個以上、四個或四個以上、五個或五個以上、六個或六個以上、七個或七個以上、八個或八個以上、九個或九個以上、十個或十個以上、十二個或十二個以上、十五個或十五個以上、二十個或二十個以上、三十個或三十個以上、六十個或六十個以上、九十個或九十個以上、120個或120個以上、或150個或150個以上框架可堆疊於彼此之上。在一些實施例中，每一框架可為約 $\frac{1}{8}$ "、 $\frac{1}{4}$ "、 $\frac{1}{2}$ "、 $\frac{3}{4}$ "、1"、1.25"、1.5"、2"、2.5"、3"、4"、5"、6"、8"、10"或12"高。在一些實施例中，框架堆疊之總高度可為約1吋或1吋以上、3吋或3吋以上、6吋或6吋以上、1呎或1呎以上、2呎或2呎以上、3呎或3呎以上、5呎或5呎以上、10呎或10呎以上，或20呎或20呎以上。

個別框架之堆疊可以各種方向定向以最佳化空氣循環。舉例而言，可在電池內設置空氣隧道。在一些實施例中，可在電池之間設置空氣隧道。舉例而言，可在相鄰電池之間形成連續的空氣隧道。可為成行電池及/或成列電池設置空氣隧道。在一些實施例中，空氣隧道可彼此平行。在其他實施例中，一或多個空氣隧道可彼此垂直。在一些實施例中，空氣隧道可由直線形成，或在其他實施例中，空氣隧道可具有彎曲或曲線。在一些實施例中，當電池可略有傾斜時，空氣隧道可實質上水平地定向，但略有高出或下降以適應電池之傾斜。對於平行空氣隧道，空氣可在相同方向上流動，或可在相反方向上流動。在一些實施例中，空氣隧道可限定於單一級。在其他實施例中，可設置通路，其可允許在堆疊之多個級上設置空氣隧道。可利用此等組態之任何組合。

一個堆疊或一連串堆疊可以各種組態使用且安裝在各種外殼中。舉例而言，堆疊高度可變化。類似地，為堆疊之每一級設置之電池數目可變化。在一些實施例中，個別電池大小或形狀可為均一的，而在其他實施例中，個別電池大小或形狀可變化。外殼大小可視堆疊大小而變化。舉例而言，總能量儲存系統可具有一或多個數量級為吋、呎、數十呎或數百呎之尺寸(例如高度、寬度、長度)。每一尺寸可在相同量值級內，或可在不同量值級內變化。

一個堆疊或一連串堆疊可經由電解質交換或補給及封裝該等支撐系統而組態為燃料電池系統。舉例而言，鋅-空

氣燃料系統可包括添加鋅金屬及移除氧化鋅。如先前所提及，可將鋅丸粒添加至電解質中。可將氧化鋅或氯化鋅移除至廢物儲箱中。

H. 絕緣貨物集裝箱及HVAC機器利用

圖8A展示根據本發明之實施例的用於電池組堆疊之絕緣貨物集裝箱及HVAC機器利用的實例。複數個模組800a、800b、800c可設置於外殼802內。每一模組可具有頂部托盤804、一或多個電池堆疊(其可包括單一電池之一或多個級/層、四件組電池及/或任何數目個電池)806，及底部托盤或滑道808。亦參見圖8H，且每一電池堆疊可具有歧管，藉此電解質可發送至給定堆疊或堆疊之區或與給定堆疊或堆疊之區解除連接。類似地，電連接可隔離特定堆疊且使特定堆疊解除連接。

在一實例中，可設置960個四件組電池之16個模組800a、800b、800c。可設置各自具有八個模組之兩個列。在本發明之各種實施例中，可設置任何數目個模組，包括(但不限於)一或多個、兩個或兩個以上、三個或三個以上、四個或四個以上、五個或五個以上、六個或六個以上、七個或七個以上、八個或八個以上、九個或九個以上、十個或十個以上、十二個或十二個以上、十五個或十五個以上、二十個或二十個以上、三十個或三十個以上、五十個或五十個以上電池，或一百個或一百個以上模組。在一些實施例中，該等模組可配置成一或多個列及/或一或多個行。在一些實施例中，該等模組可配置成陣列。外

殼802可經塑形以配合該等模組。在一些實施例中，該外殼可為約40呎、45呎、50呎或52呎長。

模組可具有任何尺寸。在一些實施例中，模組可為約50吋×44吋。在一實例中，模組可包含具有15個或更多或更少四件組電池之80個或120個或更多堆疊。然而，模組可由堆疊中之任何數目個級/層形成，包括(但不限於)1或多個層、2或2個以上層、3或3個以上層、5或5個以上層、10或10個以上層、20或20個以上層、30或30個以上層、40或40個以上層、50或50個以上層、60或60個以上層、70或70個以上層、80或80個以上層、90或90個以上層、100或100個以上層、120或120個以上層、150或150個以上層或200或200個以上層。每一堆疊層可包括任何數目個單一或四件組電池。舉例而言，每一堆疊級/層可在每級/層包括1或多個、2或2個以上、3或3個以上、4或4個以上、5或5個以上、6或6個以上、7或7個以上、8或8個以上、9或9個以上、10或10個以上、12或12個以上、14或14個以上、16或16個以上、20或20個以上、25或25個以上、30或30個以上、36或36個以上、40或40個以上、50或50個以上，或60或60個以上單一電池或四件組電池。

在一些實施例中，模組可包括頂部托盤804。該頂部托盤可經組態以受納電解質。在一些實施例中，該頂部托盤可經組態以將電解質散佈至一或多個電池。該頂部托盤可與該等電池之電解質管理系統流體連通。在一些實施例中，該頂部托盤可與一或多個電池流體連通。該頂部托盤

可包括一或多個突起。該一或多個突起可提供用於托盤上方之蓋的結構支撐。該頂部托盤包括一或多個通道或凹槽。在一些實施例中，該頂部托盤可包括向下伏層提供流體連通之一或多個孔或過道。

模組亦可包括底部托盤或滑道 808。在一些實施例中，該底部托盤或滑道可收集可自堆疊頂架溢流之電解質。該底部托盤或滑道可含有經收集電解質或可將其轉移至他處。

模組化設計可經精巧地製作而以最佳化方式配合於標準 ISO 貨物集裝箱中。在一些實施例中，外殼可為 ISO 貨物集裝箱。該外殼可具有約 20 呎 (6.1 m)、40 呎 (12.2 m)、45 呎 (13.7 m)、48 呎 (14.6 m) 及 53 呎 (16.2 m) 之長度。ISO 集裝箱可具有約 8 呎之寬度。在一些實施例中，集裝箱可具有約 9 呎 6 吋 (2.9 m)，或 4 呎 3 吋 (1.3 m)，或 8 呎 6 吋 (2.6 m) 之高度。模組化設計亦可精巧地配合於任何其他各種標準集裝箱中，諸如空運集裝箱。模組化設計可提供用於能量儲存系統之可撓性以配合於預先存在之集裝箱或結構內。

模組化設計可利用附接至絕緣集裝箱的現存冷凍及空氣處置設備作為完整 HVAC 解決方案。

習知冷卻可藉由將冷卻排氣管恰當地置放至殼體之外部來實現。

在一些實施例中，電池組系統可包括一或多個電池組模組、一或多個電解質管理系統，及一或多個空氣冷卻總成。在一些實施例中，電池組模組可包括頂部托盤、底部

托盤及一或多個電池堆疊。在一些實施例中，電池之堆疊可包括電池之一或多個層或級。在一些實施例中，電池之一或多個級或層可包括單一電池、電池之四件組、複數個電池或電池之複數個四件組。舉例而言，層可由電池之 $m \times n$ 陣列或四件組之 $m \times n$ 陣列製成，其中 m 及 / 或 n 可選自大於或等於 1 之任何總數目，包括(但不限於)1、2、3、4、5、6、7、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25 或更多。每一模組可併有電解質管理系統之一或多個部分。在一些實施例中，每一個四件組可共用電解質管理系統之一或多個部分。

在一些實施例中，模組可為 50 kW/300 kWh 模組。在其他實施例中，模組可具有任何其他電力/能量。舉例而言，模組可提供 10 kW 或更多、20 kW 或更多、30 kW 或更多、50 kW 或更多、70 kW 或更多、100 kW 或更多、200 kW 或更多、300 kW 或更多、500 kW 或更多、750 kW 或更多、1 MW 或更多、2 MW 或更多、3 MW 或更多、5 MW 或更多、10 MW 或更多、20 MW 或更多、50 MW 或更多、100 MW 或更多、200 MW 或更多、500 MW 或更多，或 1000 MW 或更多。模組亦可提供 50 kWh 或更多、100 kWh 或更多、200 kWh 或更多、250 kWh 或更多、300 kWh 或更多、350 kWh 或更多、400 kWh 或更多、500 kWh 或更多、700 kWh 或更多、1 MWh 或更多、1.5 MWh 或更多、2 MWh 或更多、3 MWh 或更多、5 MWh 或更多、10 MWh 或更多、20 MWh 或更多、50 MWh 或更多、100 MWh 或更多、

200 MWh或更多、500 MWh或更多、1000 MWh或更多、2000 MWh或更多，或5000 MWh或更多。

圖 8B 展示根據本發明之實施例的電池組模組之底部部分。該等底部部分可包括一或多個堆疊 820，該一或多個堆疊 820 可包括電池之一或多個層/級 836。該電池組模組可包括在電池之層下方之電池組堆疊支撐件 824。堆疊支撐件可將堆疊支撐於下部儲箱 822 下方。該下部儲箱可經組態以含有可自堆疊流動之電解質。堆疊支撐件可經組態以防止電解質接觸堆疊之底部，諸如堆疊之底部處之空氣電極。在其他實施例中，堆疊支撐件可允許電解質接觸堆疊之底部，但可提供用於保持堆疊支撐件懸置於下部儲箱之部分上方的支撐。

在一些實施例中，可熱成型之下部電解質儲存儲箱可接收電解質溢流且輔助電解質在電池組系統內循環。舉例而言，下部儲箱可將電解質引導至測試儲箱，且接著至上部儲箱，上部儲箱可將電解質散佈至一或多個堆疊。下部儲箱可流體連接至一或多個流體散佈部件 826，流體散佈部件 826 可包括管道、通道，或此項技術中已知之用於散佈流體之任何其他通路。

電池組模組內之堆疊 820 可包括一或多個層或級 836。級或層可包括框架 830。框架可以任何其他方式射出模製或形成。在一些實施例中，可為每個層或級設置單一整體地形成之框架。在其他實施例中，可為每個層或級設置多個框架或框架之可分離部分。在一些實施例中，框架可包括

電解質管理系統 832 之一部分。電解質管理系統可整體地形成於框架內。當框架之層垂直地堆疊時，電解質管理系統之部分可變得垂直地對準，且允許電解質散佈至該等層內之電池 834。

電池 834 可形成為由框架 830 環繞且由電極 828 支撐。在較佳實施例中，形成電池之底部部分的電極之表面可為金屬電極。電解質可流入電池且由電極支撐且由框架容納。電解質之任何溢流可流入電解質管理系統 832，且可散佈至下伏電池，或可一直流動至下部儲箱 822。

圖 8C 展示電池組系統中之複數個電池組模組。在一些實施例中，電池組系統可包括外殼，外殼可包括底板 840 或基座或一或多個壁 842 或覆蓋件。如先前描述，在一些實施例中，外殼可為標準集裝箱，諸如船運集裝箱。

電池組系統可包括電解質管理系統。在一些實施例中，電解質管理系統可包括一或多個儲箱 844a、844b，該一或多個儲箱 844a、844b 可輔助電解質在系統內之循環或水之保留或供應以確保在蒸發發生時之一貫的電解質混合。此等儲箱可輔助過濾系統內之電解質抑或輔助將添加劑提供至系統內之電解質。在一些實施例中，一或多個泵、閥或壓力差(諸如正壓源或負壓源)可用於電解質系統內，藉此輔助電解質循環。在一些實施例中，該儲箱可來自系統之入口及/或出口。入口及/或出口可用以移除廢棄或經過濾材料、提供添加劑、排放氣體或過量流體，或將新鮮流體提供至系統中。在一些實施例中，一或多個電解質傳導部

件 846 可設置於電池組系統內。電解質傳導部件可為管道、通道，或能夠將流體自儲箱直接地或經由歧管輸送至堆疊之上部儲箱的任何其他總成。電解質傳導部件可將電解質自儲箱 844a、844b 轉移至一或多個模組 850。在一些實施例中，電解質可轉移至模組之上部托盤或儲箱。在一些實施例中，電解質傳導部件可用以將電解質自模組轉移至儲箱 844a、844b。電解質傳導部件可將電解質自模組之底部托盤或儲箱轉移至儲箱 844a、844b。

電池組系統可包括空氣流動總成。空氣流動總成可使空氣在電池組系統內循環。在一些實施例中，空氣流動總成可使空氣在模組內流動。在一些實施例中，空氣流動總成可使空氣在電池之間的空氣隧道中流動。在一些實施例中，可在堆疊之每一層之間設置一或多個空氣隧道。在一些實施例中，空氣流隧道可水平地定向。在一些實施例中，空氣流隧道可實質上水平地定向及/或可具有稍微傾斜(例如，1度至5度)。空氣流動總成可包括風扇、泵、壓力差(諸如正壓源或負壓源)，或可使空氣流動之任何其他總成。在一些實施例中，空氣流動總成可使空氣在一或多個模組之隧道內流動。在一些實施例中，空氣可在不同模組之隧道之間流動。電池可經組態以使得空氣隧道可在相鄰電池及/或相鄰模組之間連續地形成。在其他實施例中，隧道中之斷裂可在電池之間及/或模組之間發生。

在一些實施例中，電池組系統亦可包括一或多個換流器組 848。該換流器組可將DC電力轉換成AC電力。

圖 8D 展示包括複數個電池組模組之電池組系統的俯視圖。如先前描述，可為電池組系統設置外殼。該外殼可包括底板 860 及 / 或覆蓋件或門 862，該覆蓋件或門可包括壁或頂板。可設置一或多個儲箱 864 或諸如管道之電解質傳導部件 866。該電解質傳導部件可流體連接該儲箱與一或多個模組 870。在一些實施例中，每一模組可經由該電解質傳導部件直接流體連接至儲箱。在一些其他實施例中，一或多個模組可經由其他模組間接連接至儲箱。在一些實施例中，電解質傳導部件可在模組之頂部處連接至一或多個模組。該電解質傳導部件可經組態以將電解質提供至一或多個模組之頂部托盤。

在電池組系統內可設置任何數目個模組 870。舉例而言，在電池組系統內可設置一個、兩個、三個、四個、五個、六個、七個、八個、九個、十個、十一個、十二個、十三個、十四個、十五個、十六個、十七個、十八個、十九個、二十個、二十一個、二十二個、二十三個、二十四個、二十五個、二十六個、二十七個、二十八個、二十九個、三十個或更多個模組。在一些實施例中，電池組系統可為 1 MW、6 小時能量儲存集裝箱。在其他實施例中，該電池組系統可為 100 kW、200 kW、300 kW、500 kW、700 kW、1 MW、2 MW、3 MW、5 MW、7 MW、10 MW、15 MW、20 MW、30 MW 或更大系統。在一些實施例中，該電池組系統可為 1 小時、2 小時、3 小時、4 小時、5 小時、6 小時、7 小時、8 小時、9 小時、10 小時、11 小時、12 小

時、13小時、14小時、15小時或更大之系統。

在一些實施例中，針對標準模組，以下特性中之一或更多者可適用：該系統可具有諸如500 kW至2 MW、2 MWH至12 MWH之特徵，且預期該系統將具有低成本。此等特徵僅作為實例提供且不限制本發明。

該等模組可在電池組系統內具有任何組態。舉例而言，可設置一或多列及/或一或多行模組。在一些實施例中，可設置一模組陣列。舉例而言，可設置各自具有12個模組之兩個列。

在一些實施例中，電解質傳導部件可為可越過每一模組之管道。在一些實施例中，管道可在每一模組之頂部處與該模組流體地連通。該管道可將電解質傳送至每一模組之上部托盤。在一些實施例中，管道可作為直管道越過第一列模組，隨後可彎曲且轉回並作為直管道穿過第二列模組。或者，該管道可具有任何其他彎曲或曲折式組態。

在一些實施例中，該電池組系統亦可包括一或多個換流器組868。該換流器組可將DC電力轉換成AC電力。

圖8E展示包括空氣流動總成之電池組系統之實例。電池組總成可具有具前端及後端之集裝箱。在一些實施例中，該集裝箱可為熱絕緣及/或電絕緣的。在一些實施例中，該集裝箱可為諸如先前所描述之標準集裝箱，或冷藏集裝箱。在一些實施例中，集裝箱可為約40呎長。

一或多個模組可含於該集裝箱內。在一些實施例中，在集裝箱內可設置達36個模組。該等模組可佈置於該集裝箱

中使得設置兩列模組，每列模組具有12個模組。因此，電池組系統可具有12個模組深及2個模組寬之配置。在一些實施例中，每個模組可設置1800個四件組電池。模組可為120個電池高(例如，具有120層或級)，且每層或每級可具有15個四件組電池。在一些實施例中，電池組系統可具有總共約50,000個四件組電池。

圖8E提供空氣流動總成之實例。空氣流動總成可設置於集裝箱內。集裝箱A之底板可包括T型桿、凹槽、通道、突起、隆脊或其他形狀。可設置下部空氣流歧管B或可在一些冷藏集裝箱中利用T型底板。在一些實施例中，下部歧管中之空氣可橫向地流動。在一些實施例中，空氣可流向該空氣流動總成之中心窄道C。在一些實施例中，空氣可在中心窄道中上升。可針對一或多個模組設置一或多個空氣隧道D。該空氣隧道可具有水平定向。空氣隧道可設置為電池之中心電極體之一部分。空氣可自該中心窄道流向一或多個空氣隧道，該等空氣隧道在電池之間橫向地引導空氣。

自空氣隧道D，空氣可橫向地流動至周邊窄道E。可設置一或多個周邊窄道。在一些實施例中，可設置兩個周邊窄道E、F。空氣可沿著周邊窄道上升。周邊窄道可設置於模組K與集裝箱壁I之間。在一些風扇或空氣循環或外排系統之實施例中，上部空氣歧管H可具備上部空氣歧管殼G。上部空氣歧管可接收來自周邊窄道之空氣。在一些實施例中，可設置阻塞器J以防止空氣自中心窄道直接上升

至上部空氣歧管中。此可促使一些空氣流入空氣隧道。在替代實施例中，一些空氣可自中心窄道上升至上部歧管中。在一些實施例中，空氣可沿著上部空氣歧管在長度方向上流動。舉例而言，空氣可自具公用區域之集裝箱之一側流入集裝箱之另一末端。

圖8F提供空氣流動總成之額外視圖。可在集裝箱內設置空氣流動總成。集裝箱A之底板可包括T型桿、凹槽、通道、突起、隆脊或其他形狀。空氣可沿著設置於底板上底板特徵之間的空間流動。可設置下部空氣流過道或隧道B。在一些實施例中，下部過道中之空氣可橫向地流動。在一些實施例中，空氣可流向空氣流動總成之中心窄道C。在一些實施例中，空氣可在中心窄道中上升。可針對一或多個模組設置一或多個空氣隧道D。空氣隧道可具有水平定向。該空氣隧道可設置為電池之中心電極體之部分。空氣可自該中心隧道流向一或多個空氣隧道，該等空氣隧道在電池之間橫向地引導空氣。

自空氣隧道D，空氣可橫向流動至周邊窄道E。可設置一或多個周邊窄道。在一些實施例中，可設置兩個周邊窄道。空氣可沿著周邊窄道上升。周邊窄道可設置於模組與集裝箱壁I之間。在一些實施例中，上部空氣歧管J可具備上部空氣套管。上部空氣歧管可接收來自周邊窄道之空氣。在一些實施例中，可設置阻塞器H以防止空氣自中心窄道直接上升至上部空氣歧管中。此可促使一些空氣流入空氣隧道。在替代實施例中，一些空氣可自中心隧道上升

至上部歧管中。在一些實施例中，空氣可沿著上部空氣歧管在長度方向上流動。舉例而言，空氣可自具公用區域之集裝箱之一側流入集裝箱之另一末端。

上部電解質供應儲箱 G 可設置為模組之部分。下部電解質接收儲箱 F 亦可設置為該模組之部分。在一些實施例中，集裝箱 I 可擱置於表面 K 上。

在一些實施例中，供應空氣可為經由底板及底部歧管提供之空氣。供應空氣可隨後經由中心窄道上升且流過空氣隧道。返回空氣可直接通過周邊窄道且流過上部歧管。在本發明之替代實施例中，空氣可在其他方向上流動(例如，可自上部歧管供應，且可在相反方向上流過空氣隧道)。

圖 8G 展示空氣流組態之替代實例。在一些實施例中，空氣可沿著集裝箱在長度方向上流動且無需橫向地分流。空氣可沿著或可不沿著集裝箱在長度方向上循環返回。

在一些實施例中，模組可置放於集裝箱之底板上。在一些實施例中，集裝箱之底板可具有底板 T 型桿。在一些實施例中，底板可具有一或多個凹槽、通道、狹槽、突起或隆脊，該等形狀可支撐模組，同時在模組之下方提供空間。在一些實施例中，空氣可於該等模組下方流入該空間。此可幫助進行溫度調節。

在一些實施例中，可在集裝箱內且相鄰於模組設置公用區域。舉例而言，模組可在集裝箱內定位以設置 6 呎×7 呎之公用區域。在一些實施例中，使用者可能夠近接公用區

域。使用者可能夠在公用區域中進入集裝箱。在一些實施例中，可在集裝箱之後端處設置公用區域。

在一些實施例中，充氣室可設置於集裝箱內。充氣室可在前端處自集裝箱之壁突出。該充氣室可彎曲且可在約半途與模組會合。在一些實施例中，空氣供應可設置於充氣室之一部分處，且空氣吸入可設置於氣體之其他部分處。舉例而言，空氣供應可設置於充氣式之下側處，且空氣吸入可設置於充氣室之上部部分處，或空氣吸入可設置於充氣式之下側處，且空氣供應可設置於充氣室之上部部分處。在一些實施例中，空氣供應可包括冷的經處理空氣。空氣供應可在第一水平方向上流過設置於充氣室之供應側上之模組。舉例而言，若空氣供應設置於充氣室之下側上，則空氣可在第一方向上水平地流過模組之下半部。空氣可流過模組之一或多個空氣隧道。

當空氣到達集裝箱之另一末端處之公用區域時，空氣可行進至該等模組之其他部分。舉例而言，空氣可上升至模組之上半部，且在第二方向上流回至充氣室之上部。在一些實施例中，第二方向可為水平的及/或可與第一方向相反。空氣可在充氣室之上部部分處到達返回空氣吸入處。充氣室可設置於集裝箱之前端處。或者，空氣無需循環回，且可由集裝箱之公用區域側處之吸入受納。集裝箱之公用區域側可設置或可不設置可流動回至第一空氣供應之第二空氣供應。載體單元亦可設置於集裝箱之前端處。載體單元可受納空氣吸入且可冷卻空氣吸入、可變化及/或

維持空氣之溫度、可過濾空氣，及/或可變化或維持空氣之組合物。

設備組態之平衡

A. 電解質循環及處理系統

如先前在圖4A中展示且描述的，可設置由若干組件組成之電解質循環及處理系統。在一些實施例中，可設置設備(空氣及水/電解質管理系統)之分離平衡。電解質循環及處理系統可包括以下各者中之一或多者：

- 用以在供應水進入系統之前對供應水去離子化且對其進行過濾之器件。
- 用以引入且混合各種鹽及其他化學品與去離子水之化學儲箱。此可形成電解質之至少一部分。
- 量測且處理電池組電解質之一儲箱或一連串儲箱。
- 在整個電池組系統中散佈電解質至一泵或一連串泵。
- 量測且監控總電解質體積、密度、溫度、pH值及系統之操作之其他量測的各種感測器。
- 將液體電解質散佈至電池組且散佈來自電池組之液體電解質之供應線及返回線。
- 用以控制液體電解質之流動且用以控制來自控制箱之電連接之各種感測器及閥。

圖8H提供集裝箱內之電池組系統之實例。可設置一或多個儲箱(例如，處理/固持儲箱、電解質儲箱)，且該一或多個儲箱可經由流體連接器及閥連接成一或多個模組。舉例而言，電解質可經由歧管提供，且接著個別地劃分至單獨

流體連接器中，單獨流體連接器將電解質轉移至系統內之模組中之每一者。舉例而言，系統內之模組之每一上部儲箱可與歧管流體連通且可自此歧管接收流體。在一些實施例中，可設置一或多個使用者介面。

在一些實施例中，可在模組與集裝箱之其餘部分之間設置氣密隔板。舉例而言，可設置操作員或其他使用者可近接之維修或公用區域。舉例而言，可設置操作員或其他使用者可進入之維修窄道。在一些實施例中，維修或公用區域可包括儲箱、使用者介面或電子控制。在一個實例中，氣密隔板可分離維修或公用區域與該等模組。

B. 空氣循環及調節系統

圖 8A 展示根據本發明之實施例的絕緣貨物集裝箱及 HAVC 機器利用之實例。能量儲存系統可包括由若干組件組成之空氣循環及調節系統。圖 8E 提供空氣循環系統之實例。

可設置一連串空氣流動充氣室以控制且均勻地散佈電池之間空氣之流動。強制空氣冷卻可比對流更有效，尤其在與良好內部散熱片及充氣室型殼體設計耦合時。可藉由風扇或吹風機自設備殼體移除經加熱空氣，風扇或吹風機亦可經由排氣管將較冷空氣引至殼體中。視冷卻要求而定，較低至較高體積之空氣可經由殼體移動。

在一些實施例中，可設置一或多個溫度感測器。基於由溫度感測器偵測到之溫度，風扇及吹風機可變化或/及維持以控制空氣流之速率。可設置迫使空氣通過電池組之風

扇系統。

該系統可包括新鮮空氣補充及過濾系統，新鮮空氣補充及過濾系統用以引入氧，同時過濾非吾人所樂見之污染物。在一些實施例中，具有比環境空氣高之氧含量可為合意的。

可設置量測且控制電池組外殼內部之空氣溫度的HVAC系統。

該系統亦可包括對電池組外殼內之空氣進行增濕或除濕的濕度控制系統。可設置一或多個濕度感測器。濕度控制系統可基於來自濕度感測器之量測而變化及/或維持空氣之濕度。

在一些實施例中，可設置與各種其他系統通信之一連串感測器。

C. 電連接性及管理

可設置促進電池組內之電流之流動且在電池組與電網或其他電源之間散佈電力的電系統。在一些實施例中，電系統可判定是否在電池組與電網或其他電源或儲電槽之間提供電力之流動。電系統可判定電池組與電源或儲電槽之間的電力流動之方向及/或量。

D. 量測及控制系統

集中式量測系統可包含連結至電腦化控制系統之各種感測器。在一些實施例中，電腦化控制系統可包含一或多個處理器及記憶體。電腦化控制系統可收集自各種感測器聚集之量測。電腦化控制系統可基於該等量測執行一或多個

計算。任何演算法、計算或其他步驟可使用有形電腦可讀媒體實施，有形電腦可讀媒體可包括用於執行此等步驟之程式碼、邏輯、指令。此等電腦可讀媒體可儲存於記憶體中。一或多個處理器可存取此記憶體且實施其中之步驟。

電腦化控制系統可連結至各種其他機械系統。在一些實施例中，電腦化控制系統可指導一或多個機械系統執行動作。舉例而言，電腦化控制系統可指導泵將較大體積之電解質抽汲至頂部托盤中。電腦化控制系統可指導一或多個閥，該一或多個閥可影響電解質在該複數個模組之間的散佈。在另一實施例中，電腦化控制系統可使風扇以較低速率吹風。在一些實施例中，電腦化控制系統可基於自一或多個感測器接收之量測發出一或多個指令。任何指令可藉由控制器經由有線連接或無線地提供。

電腦化控制系統可連結至電話及/或蜂巢式通信網路。在一些實施例中，電腦化控制系統可包括處理器件，諸如電腦。處理器件之任何論述或任何特定類型之處理器件可包括(但不限於)：個人電腦、伺服器電腦或膝上型電腦；個人數位助理(PDA)，諸如基於掌上型之器件或 Windows 器件；電話，諸如蜂巢式電話或位置感知攜帶型電話(諸如 GPS)；漫遊器件，諸如網路連接漫遊器件；無線器件，諸如無線電子郵件器件或能夠與電腦網路無線地通信之其他器件；或可經由網路通信且處置電子交易之任何其他類型之網路器件。在一些實施例中，電腦化控制系統可包括多個器件。在一些例子中，電腦化控制系統可包括主從式

架構。在一些實施例中，處理器件可經特定地程式化以執行一或多個步驟或計算或執行任何演算法。電腦化控制系統可經由任何網路通信，包括(但不限於)：蜂巢式通信網路、其他電話網路、區域網路(LAN)或廣域網路(諸如網際網路)。可經由有線連接及/或無線連接提供任何通信。

在一些實施例中，使用者可與電腦化控制系統互動。使用者可遠端存取電腦化控制系統，且可經由網路與電腦化控制系統通信。或者，使用者可本地地連接於電腦化控制系統之使用者介面處。

E. 環境設施及外殼組態

一般而言，模組化電池組及其系統不受大小、體積或規模限制。一般工業機櫃、集裝箱、建築物及其他結構可經組態以收容電池組及其系統。

電池組及其支撐系統可針對行動及靜止組態來組態。舉例而言，電池組及其支撐系統可設置於建築物、船運集裝箱、船艦及汽車中。

燃料電池組態

根據本發明之一些實施例，可在燃料電池組態中利用其他處描述之能量儲存系統。在燃料電池組態中，每一電池可由用於電解質之轉移或灌注之供應入口及排洩出口閥來支撐。在一些實施例中，其可利用基於重力之流動之電池組的電解質轉移系統。舉例而言，可在電池上方設置供應入口，且在電池下方設置排洩出口。在其他實施例中，電池之群組(諸如四件組或層)可藉由供應入口及排洩出口支

撐。

燃料電池組態可設置經由遠端且便利之轉移或灌注口移除耗盡之電解質且添加新鮮電解質之機構。

市場採用與適應情境

可包括本文中其他處論述之實施例的能量儲存系統可由綠色電力發電機有利地使用。綠色電力發電機可包括風力發電機、太陽能發電機或潮汐能發電機。能量儲存系統亦可由傳統發電機(諸如化石燃料蒸汽發電機或核電發電機)使用。在一些實施例中，能量儲存系統可儲存來自發電機之能量。在一些實施例中，能量儲存系統可能夠補充或變動由發電機產生之能量。

能量儲存系統可用於電力散佈中。舉例而言，能量儲存系統可由區域性的電氣公用事業、本地電氣公用事業、遠端儲存器及行動儲存器使用。

能量儲存系統亦可應用於電力儲存、管理及備用中。舉例而言，能量儲存可用於政府及軍用應用、商業及工業應用、社區及機關應用，住宅及個人應用(燃料電池或電池組)。在一些實施例中，過量能量可儲存於能量儲存系統中，且在需要時使用。能量儲存系統可為能量緊密型的以位於郊區的變電所或市區的地下室處。

可為能量儲存系統提供輸送應用。舉例而言，能量儲存系統可用於電力機車及鐵路。能量儲存系統亦可用於貨物船運中(陸運或水運)。舉例而言，可設置能量儲存系統作為城軌車輛上之燃料電池或電池組。類似地，能量儲存系

統可具有汽車應用，且可設置為用於汽車之燃料電池或電池組。較佳地，車輛上之能量儲存系統為可再充電的。

平整的四角錐體電池設計補償改變之電解質體積

在可再充電鋅空氣電池中，電解質體積通常並非保持不變。在電池放電期間，隨著鋅金屬(具相對較高密度)轉換成較低密度鋅物質，電解質體積可增加。在電池充電期間，發生逆反應且電解質體積可減少。電解質體積亦可歸因於水蒸發而減少。

電解質體積之此等改變可不利地影響電池效能。若電解質體積變得過低，則在金屬電極與空氣電極之間可能存在不足夠的傳導電解質。此可引起電池電阻增加，其又可不利地影響電池效能。類似地，若電解質體積增加過大，則可促使過量電解質進入空氣電極之微孔。穿透且淹沒空氣電極微孔之電解質阻止氧氣容易地擴散至微孔內部(且變得電化學還原)。另外，增加之電解質體積將壓力施加於空氣電極上，且可引起電極之機械劣化。此引起電池效能劣化。

控制操作中之全電池組堆疊中之此等不斷改變之電解質體積可藉由具有可自動補償電解質體積之改變的回饋機構來完成。當電池需要額外電解質時(例如，在電池充電期間，在電解質液位減小時)，可允許電解質自儲集器緩慢地滴至個別電池中。在電池放電期間，隨著電解質體積膨脹，電池內之過量電解質可經由溢流口分流至儲集器以用於儲存。

先前描述之實施例可包括四電池水平設計，該設計併有位於四個水平定位之電池會合之接合點處之填充口及退出口。此中空填充/退出口可允許在需要時將電解質滴至個別電池中或滴出個別電池。隨著許多此等四電池總成堆疊於彼此之上，上部之四電池總成之填充/退出口可剛好定位於下部之四電池總成上方。以此方式，許多垂直堆疊之四電池總成可共用連接至共同儲集器之共同填充/退出口。

可根據本發明之另一實施例提供另一水平四電池設計。水平設計可涉及組裝四電池總成，使得此總成中之每一電池朝向填充/退出口向上稍微成斜坡(傾斜)(僅在一個側上)。此可藉由允許氣體更容易地逸出而以物理方式補償氣體析出。

圖10說明水平總成中之四個電池(電池1、電池2、電池3、電池4)之俯視圖(向下看)。該等電池可經定位以使得其等共用共同的填充及退出口(由O指示)。每一個別電池之拐角朝向O稍微向上傾斜。因此，最遠離O之每一個別電池之拐角可向下傾斜。

用以形象化此設計之另一方式將為想像四個個別電池如四角錐體(錐體之頂部將為所有四個電池會合之點)般定位，但替代如典型錐體中之尖銳向上傾斜，此錐體係經平整化直至傾斜角度僅與水平成1度至5度。四電池總成中之每一個別電池之傾斜角度可具有任何值，包括(但不限於)0.25度或更小、0.5度或更小、0.75度或更小、1度或更

小、2度或更小、3度或更小、4度或更小、5度或更小、6度或更小、7度或更小，或10度或更小。較佳地，每一電池可以相同角度傾斜，而在其他實施例中，個別電池可以各種角度傾斜。此平整的四角錐體設計意欲幫助放電/充電循環期間之電解質管理及氣體析出。

此展示於圖 11B 之側視圖中。此處，堆疊總成中之電池 1150a、1150b、1150c 中之每一者可自水平朝向填充口稍微向上傾斜。在一些實施例中，可設置約 1.5 度之傾斜。上部水儲箱 1152 可具有一或多個排洩管 1154。該等排洩管可允許電解質之受控量自上部水儲箱流動至下方之電池。在一些實施例中，可設置 3/4" ID 排洩管。

該設計可在歧管 1158 內包括一或多個隔片 1156。此歧管可在上部水儲箱與下伏電池之間提供間隙。在一些實施例中，隔片可幫助維持上部水儲箱與個別電池之間的間隙。在一些實施例中，該隔片可提供該等電池與上部水儲箱之間的支撐。

一或多個流動控制特徵 1166 可控制自上部水儲箱提供至下伏電池之電解質之速率。在一些實施例中，該流動控制特徵可突出或可垂直地對準。該流動控制特徵可使電解質分解成小的小滴。在一些實施例中，該流動控制特徵可阻止電連接形成於上部水儲箱中之電解質與任何一個個別下伏電池中之電解質之間。來自流動控制特徵之小滴可藉由下伏電池捕捉。在一些實施例中，下伏電池可具有具溢流部分之口。該流動控制特徵可在溢流部分上方垂直地對

準。垂直地對準之電池之口亦可垂直地對準。在一些實施例中，小滴可流入電池之電解質池1160中。來自上部電池之電解質可流動至下伏電池。在一些實施例中，每一電池可具有電池流動控制特徵1164，電池流動控制特徵1164亦可控制提供至下伏電池之電解質之流動。該電池流動控制特徵可使電解質分解成小滴，且阻止電連接形成於電池中之電解質與下伏電池中之電解質之間。在一些實施例中，流動控制特徵可與上方及/或下方之電池之流動控制特徵實質垂直對準。或者，該等流動控制特徵可具有交錯或其他對準。可在電池之間設置一或多個氣管1162。

如先前論述，個別電池可傾斜以使得接收電解質之電池之部分可向上傾斜。電解質可自接收電解質之電池之部分流向電池之另一末端。

當電池組裝成堆疊時，稍微傾斜電池定向具有許多明顯優點。第一優點為恆定且可重現之電池電阻仍維持於金屬電極與空氣電極之間。此幫助保持電解質電阻在嚴格控制下。

第二優點涉及管理氣泡形成。在電池充電循環期間，隨著水減少，必然產生氧氣氣泡。此傾斜電極設計可允許此等所產生氣泡易於遷移至電極之上部部分(所產生氣泡可接著安全地排放之電池拐角)附近。使氣泡易於遷移至一側消除歸因於電解質中之經截留氣泡的增加之電解質電阻的潛在問題。傾斜設計可稍微成角度以允許氣體逸出，且促進漿料在流動電池組組態中流動。

第三優點為在充電循環期間(當電解質自儲集器添加至每一個別電池時)，傾斜電池設計允許經添加之電解質易於進入且填充每一個別電池。

用於每一電池之傾斜角度無需較大。顯而易見，若使個別電池之傾斜角度過於陡峭，則經添加之電解質將朝向電池之底部流動且淹沒空氣電極之下部部分。

較佳傾斜角度可在與水平僅成1度至5度之範圍內。此可充分低以使得電解質將不實質上聚集於每一電池之底部中，但所產生之任何氣泡轉向且朝向該總成之頂部開口上升且可易於退出。

圖11A展示根據本發明之實施例的能量儲存系統之俯視圖之實例。在一些實施例中，能量儲存系統可類似於流通電池而起作用。或者，其無需充當流通電池。上部水儲箱可具有底板1100。可設置排洩管1102，從而允許電解質流動至下方之一或多個電池。在一些實施例中，可設置一或多個流動控制特徵1104以控制電解質傳遞至下伏電池之流動速率。在一些實施例中，流動控制特徵可使電解質分解成小滴。在一些實施例中，可為下伏電池設置每一流動控制特徵。舉例而言，若四個水平地定向之電池(形成四件組)共用共同電解質管理系統，則可設置四個流動控制特徵。每一流動控制特徵可在其對應電池上方突出。可設置任何數目個流動控制特徵，流動控制特徵之數目可對應於或不對應於在正下方之層中之下伏電池的數目。舉例而言，可設置一個、兩個、三個、四個、五個、六個、七

個、八個、九個、十個或更多個流動控制特徵。

四件組電池亦可具有可朝向電池向下歪斜之中央部分。可下降至中央部分上之任何電解質可向下流動且流動至下伏電池。在一些實施例中，該中央可為射出模製的。

此項技術中已知之一或多個特徵、特性、組件、材料或步驟可併入於本發明內，且反之亦然。參見(例如)美國專利第4,168,349號、美國專利第4,463,067號、美國專利第5,126,218號、美國專利第7,582,385號、美國專利第7,314,685號、美國專利第5,716,726號、美國專利第4,842,963號、美國專利第4,038,458號、美國專利第5,242,763號、美國專利第5,306,579號、美國專利第6,235,418號、美國專利公開案第2006/0141340號、美國專利公開案第2008/0096061號、PCT公開案第WO 2007/144357號，該等申請案之全文以引用之方式併入本文中。

實例

在一實例中，可已提供測試電池。圖13展示根據本發明之實施例的隨測試時間過去之電池電壓的實例。提供350000秒之測試時間以證實系統起作用。

使用早期測試電池得到穩定電壓範圍。在電池之早期版本中不存在物理降解。舉例而言，如圖13中展示，電壓保持相對穩定歷時350000秒。大多數時候，電壓在0.9伏特與2.1伏特之間循環。

自前述內容應理解，雖然已說明且描述特定實施，但可

對此進行各種修改，且在本文中預期各種修改。不意欲本發明受在本說明書中提供之特定實例之限制。雖然本發明已參考前文提及之說明描述，但本文中之較佳實施例之描述及說明並不意欲以限制意義解釋。此外，應理解，本發明之所有態樣不限於本文中闡述之取決於各種條件及變數的特定描繪、組態或相對比率。對於熟習此項技術者而言，本發明之實施例之形式及細節之各種修改將為顯而易見的。因此，預期本發明亦應涵蓋任何此等修改、變化及等效物。

【圖式簡單說明】

圖1展示根據本發明之實施例的以水平定向配置之可再充電金屬-空氣電池。

圖2展示可堆疊於彼此之上之個別電池之實例。

圖3展示根據本發明之實施例之單一電池等角剖視圖。

圖4A展示根據本發明之實施例的用於維持水平地配置之電池之配置內的實質上恆定且均一電解質液位之系統，該等電池可共用共同電解質填充口及再循環儲箱。

圖4B展示根據本發明之另一實施例的用於維持複數個電池內之電解質液位之額外系統，其中並排電池共用填充口及單獨儲箱或充電器以用經充電之電解質(具有鋅金屬或鋅漿料)調換用過之電解質。

圖5展示電池組堆疊組態之實例。

圖6展示根據本發明之實施例的用於能量儲存系統之集中式電解質管理口之實例，其允許每一電池填充且級聯或

溢流至其他電池。

圖7展示電池組堆疊組態之額外視圖，其具有垂直之金屬電極-空氣電極連接且亦具有水平冗餘以繞過故障電池。

圖8A展示根據本發明之實施例的用於電池組模組之絕緣貨物集裝箱及HVAC機器之實例，該電池組模組具有為電解質再循環系統之部分的具上部儲箱及下部排洩口之托盤之單獨堆疊。

圖8B展示根據本發明之實施例的在具有管道之電池組模組之底部處的電池之個別托盤，該等管道為集裝箱底板上之再循環系統之部分。

圖8C展示組裝於具有再循環儲箱及換流器或其他電力控制設備之電池組系統中的許多電池組模組。

圖8D展示在集裝箱內包括複數個電池組模組之電池組系統的俯視圖。

圖8E提供空氣流動總成之實例。

圖8F提供空氣流動總成之額外視圖。

圖8G提供空氣流動總成之替代實例。

圖8H提供集裝箱內之電池組系統之實例。

圖9A提供具有在每一列之末端處水平地連接之電連接的電池框架總成或托盤之仰視圖。

圖9B展示電池框架或托盤總成及一或多個中心電極體之視圖。

圖10提供經定位以共用共同填充及退出口的水平總成中

之四個電池之俯視圖，該四個電池可稱作「四件組」。

圖 11A 展示根據本發明之實施例的在電池之間具有共用填充及溢流口之能量儲存系統之俯視圖。

圖 11B 展示來自圖 11A 之能量儲存系統之側視圖或橫截面，該能量儲存系統成角度以使用上文之重力饋送水供應儲箱用重力來排出或釋放氣體。

圖 12 提供用於電子式可再充電金屬空氣電池之三電極設計之示意圖。

圖 13 展示根據本發明之實施例的隨測試時間過去之電池電壓的實例。

【主要元件符號說明】

100a	塑膠框架
100b	塑膠框架
102a	空氣電極
102b	空氣電極
104a	金屬電極/金屬電極層
106a	電解質/電解質池
106b	電解質
108a	空氣流隧道/空氣路徑
108b	空氣流隧道/空氣路徑
110	疏水性薄膜
112	碳及催化劑
114	膨脹鈦
116	導電碳

200a	塑膠框架
200b	塑膠框架
202a	空氣電極
202b	空氣電極
204a	金屬電極
204b	金屬電極
206a	電解質
206b	電解質
208a	空氣流隧道/細空氣通道
208b	空氣流隧道/細空氣通道
300	框架
302	金屬電極
304	空氣電極
306	水平擱架
308	唇緣
310	歪斜部分
312	垂直部分/垂直側
314	底部特徵
500a	塑膠框架
500b	塑膠框架
500c	塑膠框架
500d	塑膠框架
502	外殼壁
504	四件組

504a	電池
504b	電池
504c	電池
504d	電池
504e	電池
504f	電池
504g	電池
506	共用集中式電解質管理系統
508a	空氣流動通路
508b	空氣流動通路
508c	空氣流動通路
508d	空氣流動通路
510	四件組
512a	中心電極體
512b	中心電極體
514a	框架
514b	框架
514c	框架
600a	第一電池
600b	電池
600c	電池
600d	第二電池
600e	第三電池
602a	溢流唇緣

602b	唇緣
602c	唇緣
602d	唇緣
604a	歪斜或垂直部分
604b	歪斜或垂直部分
604c	歪斜或垂直部分
604d	歪斜或垂直部分
606a	支撐突起
606b	支撐突起
606c	支撐突起
608a	稜柱形突起
608b	稜柱形突起
608c	稜柱形突起
608d	稜柱形突起
610a	空氣電極之下部部分
612a	空氣電解質頂架之底部部分
700a	框架部件
700c	框架部件
700d	框架
702a	金屬電極
702c	金屬電極
704b	空氣電極
704c	金屬電極
704d	空氣電極

800a	模 組
800b	模 組
800c	模 組
802	外 殼
804	頂 部 托 盤
806	電 池 堆 疊
808	底 部 托 盤 或 滑 道
820	堆 疊
822	下 部 儲 箱
824	電 池 組 堆 疊 支 撐 件
826	流 體 散 佈 部 件
828	電 極
830	框 架
832	電 解 質 管 理 系 統
834	電 池
836	層 或 級
840	底 板
842	壁
844a	儲 箱
844b	儲 箱
846	電 解 質 傳 導 部 件
848	換 流 器 組
850	模 組
860	底 板

862	覆蓋件或門
864	儲箱
866	電解質傳導部件
868	換流器組
870	模組
880	框架
882a	中心電極體
882b	中心電極體
884	金屬電極
886	空氣電極
888	點/接點
890	空氣隧道
892	電解質散佈總成
894	狹槽
896	溢流唇緣
898	擱架
900a	第一電池
900b	第二電池
900c	第二電池
900d	電池
902	電解質管理系統
904a	框架組件/框架
904b	框架組件
904c	框架組件

904d	框架組件
906a	框架組件/框架
906b	框架組件
1100	底板
1102	排洩管
1104	流動控制特徵
1150a	電池
1150b	電池
1150c	電池
1152	上部水儲箱
1154	排洩管
1156	隔片
1158	歧管
1160	電解質池
1162	氣管
1164	電池流動控制特徵
1166	流動控制特徵
A	氣體釋放通道/電解質傳導部件/電解質供應/ 再充電電解質填充管/集裝箱
AA	固體鋅電極
B	儲箱或容器/電解質傳導部件/電解質返回/經 使用電解質返回管/下部空氣流歧管/下部空 氣流過道或隧道
BB	第三輔助電極

C	儲箱或容器/控制閥/中心窄道
CC	傳統多孔空氣電極/金屬電極
D	閥或進入或退出口/電子控制器/空氣隧道
E	閥或進入或退出口/泵/周邊窄道
F	儲箱或容器/至電解質儲存儲箱之供應線/周邊窄道/下部電解質接收儲箱
G	供應流體過道/至上部歧管之供應線/上部空氣歧管殼/上部電解質供應儲箱
H	上部電解質儲箱/上部空氣歧管/阻塞器
H1	上部供應控制閥
H2	上部供應控制閥
I	閥或口/集裝箱壁
I1	上部電解質流動控制器
I2	上部電解質流動控制器
J	排洩或填充口/阻塞器/上部空氣歧管
J-1	口
J-2	口
J-3	口
K	儲存儲箱/模組/表面
L	溢流唇緣
M	稜柱形部分/稜柱形突起
N	小滴
O	空氣隧道
P	電解質

Q	框架
R	金屬電極
S	連接點
T	空氣電極
U	貯槽托盤
V	返回流體過道

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：100125854

※申請日：100.7.21

※IPC 分類：

H01M 12/06 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電子式可充電，金屬-空氣電池系統及方法

ELECTRICALLY RECHARGEABLE, METAL-AIR BATTERY
SYSTEMS AND METHODS

二、中文發明摘要：

本發明提供一種完全電子式可再充電金屬-空氣電池組系統及獲得此等系統之方法。可再充電金屬空氣電池組電池可包含金屬電極、空氣電極、及分離該金屬電極與該空氣電極之水性電解質。在一些實施例中，該金屬電極可直接接觸該電解質，且在該空氣電極與該電解質之間無需設置間隔物或多孔薄膜。可再充電金屬空氣電池組電池可經由第一電池組電池之金屬電極與第二電池組電池之空氣電極之間的中心電極體(centrode)連接而彼此電連接。可於個別金屬空氣電池組電池之間設置空氣隧道。在一些實施例中，可設置電解質流動管理系統。

三、英文發明摘要：

The invention provides for a fully electrically rechargeable metal-air battery systems and methods of achieving such systems. A rechargeable metal air battery cell may comprise a metal electrode an air electrode, and an aqueous electrolyte separating the metal electrode and the air electrode. In some embodiments, the metal electrode may directly contact the electrolyte and no separator or porous membrane need be provided between the air electrode and the electrolyte. Rechargeable metal air battery cells may be electrically connected to one another through a centrode connection between a metal electrode of a first battery cell and an air electrode of a second battery cell. Air tunnels may be provided between individual metal air battery cells. In some embodiments, an electrolyte flow management system may be provided.

七、申請專利範圍：

1. 一種可再充電金屬空氣電池組電池系統，其包含：
金屬電極；
空氣電極；及
水性電解質溶液，其具有在約3至約10之範圍內之pH值，
其中該電池組電池系統能夠進行至少500次放電及再充電循環，而無該等材料之物理降解或該電池組電池系統效能之實質降級。
2. 如請求項1之電池組電池系統，其中該電解質為基於氯化物之水性電解質。
3. 如請求項2之電池組電池系統，其中該電解質為具有適用於在水性溶液中產生可溶性氯化物鹽之陽離子的可溶性氯化物鹽之混合物。
4. 如請求項1之電池組電池系統，其中該電解質為基於以下各者中至少一者的可溶性鹽之混合物：硫酸鹽、硝酸鹽、碳酸鹽、六氟矽酸鹽、四氟硼酸鹽、甲烷磺酸鹽、過錳酸鹽、六氟磷酸鹽、硼酸鹽或磷酸鹽。
5. 如請求項1之電池組電池系統，其中該電解質具有使存在於空氣中之CO₂不被吸收且因此不形成碳酸鹽之pH值。
6. 如請求項1之電池組電池系統，其進一步包含與傳統電池組電池相比改良該金屬電極上之鋅沈積的添加劑。
7. 如請求項1之電池組電池系統，其中該添加劑包括以下

- 各者中之至少一者：各種分子量之聚乙二醇，或硫脲。
8. 如請求項1之電池組電池系統，其進一步包含防止發泡且允許氣體釋放之添加劑。
 9. 如請求項8之電池組電池系統，其中該添加劑包括以下各者中之至少一者：聚二甲矽氧烷(simethicone)、陶瓦士(Dowex)、真蘆薈(aloe vera)或其他界面活性劑。
 10. 如請求項1之電池組電池，其進一步包含防止充電期間之氫析出之添加劑。
 11. 如請求項10之電池組電池，其中該添加劑包括以下各者中之至少一者：高氫過電位氯化物鹽，諸如氯化錫、氯化鉛、氯化汞、氯化鎘或氯化鈹。
 12. 如請求項1之電池組電池系統，其進一步包含防止再充電期間氯及/或次氯化物析出之添加劑。
 13. 如請求項12之電池組電池系統，其中該添加劑包括尿素。
 14. 如請求項1之電池組電池系統，其進一步包含控制期望沈澱之添加劑。
 15. 如請求項14之電池組電池系統，其中該添加劑包括以下各者中之至少一者：苯甲酸鹽、碘酸鹽、硬脂酸鹽、或碳酸鹽。
 16. 如請求項1之電池組電池系統，其中該空氣電極包含錳。
 17. 如請求項1之電池組電池系統，其中該空氣電極包含以下各者中之至少一者：二氧化錳或可溶性錳鹽。

18. 如請求項1之電池組電池系統，其中該空氣電極包含以下各者中之至少一者：鈷或鈹。
19. 如請求項1之電池組電池系統，其中該空氣電極包含以下各者中之至少一者：氯化鈷或氧化鈹。
20. 如請求項1之電池組電池系統，其中該電池組電池經組態以經歷進一步包含以下各者中之至少一者的一或多個電極反應：尿素或氨。
21. 如請求項1之電池組電池系統，其中該電池組電池經組態以經歷進一步包含以下各者中之至少一者的一或多個電極反應：氯、次氯酸鹽或氯化物。
22. 一種電池組電池總成，其包含：
 - 第一電池，其具有第一金屬電極、第一空氣電極、及位於其間的電解質；及
 - 第二電池，其具有第二金屬電極、第二空氣電極、及位於其間的電解質，其中該第一電池之該第一金屬電極接觸該第二電池之該第二空氣電極，使得在該第一金屬電極與該第二空氣電極之間形成空氣隧道，且其中該第一金屬電極與該第二空氣電極係實質上垂直地對準且水平定向。
23. 如請求項22之電池組電池總成，其中該第一金屬電極與該第二金屬電極及該第一空氣電極與該第二空氣電極係以實質上水平定向收容。
24. 如請求項22之電池組電池總成，其中該第一金屬電極藉由圍繞該第二空氣電極捲曲而接觸該第二空氣電極，藉

此形成中心電極體。

25. 如請求項24之電池組電池總成，其中該中心電極體提供該第一電池與該第二電池之間的串聯連接。

26. 如請求項22之電池組電池總成，其中該第一電池、該第二電池、及一或多個電池係垂直地堆疊且水平地定向，且經選擇以達成所要電壓。

27. 如請求項22之電池組電池總成，其中水平氣體在該空氣隧道內流動。

28. 如請求項25之電池組電池總成，其進一步包含

第三電池，其具有第三金屬電極、第三空氣電極、及位於其間的電解質；及

第四電池，其具有第四金屬電極、第四空氣電極、及位於其間的電解質；

其中該第三電池之該第三金屬電極係圍繞該第四電池之該第四空氣電極捲曲，使得在該第三金屬電極與該第四空氣電極之間形成空氣隧道，藉此形成第二中心電極體，且

其中該第二中心電極體與該中心電極體電接觸，從而提供該第一電池與該第二電池之間的連接。

29. 一種能量儲存系統，其包含：

具有流動控制特徵之電解質供應總成，其經組態以將液體電解質分佈至下伏金屬空氣電池組電池；及

一或多個金屬空氣電池組電池，其包含至少一個具有溢流部分之填充口或排洩口，

其中該流動控制特徵係在該溢流部分上方垂直地對準。

30. 如請求項29之能量儲存系統，其中該流動控制特徵使該液體電解質分解成小滴。
31. 如請求項29之能量儲存系統，其進一步包含複數個金屬空氣電池組電池，其中該等金屬空氣電池組電池係垂直地對準且堆疊於彼此之上。
32. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池中之每一者之該等填充口或排洩口係水平地定向且堆疊於彼此之上，藉此形成連續隧道。
33. 如請求項29之能量儲存系統，其進一步包含位於該一或多個金屬空氣電池組電池下方之電解質收集托盤。
34. 如請求項29之能量儲存系統，其中該電解質供應總成成為重力驅動式的。
35. 如請求項29之能量儲存系統，其中該電解質供應總成係經射出模製。
36. 如請求項31之能量儲存系統，其中該複數個金屬空氣電池組電池係在壓縮下堆疊。
37. 如請求項31之能量儲存系統，其中該複數個金屬空氣電池組電池係朝向該電解質供應總成向上傾斜。
38. 如請求項31之能量儲存系統，其中該複數個金屬空氣電池組電池係以落在與水平成1度至5度內之角度傾斜。
39. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池包含空氣電極，該空氣電極包含錳。

40. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池包含空氣電極，該空氣電極包含二氧化錳或可溶性錳鹽。
41. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池包含空氣電極，該空氣電極包含以下各者中之至少一者：鈷或鈹。
42. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池包含空氣電極，該空氣電極包含以下各者中之至少一者：氯化鈷或氧化鈹。
43. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池係經組態以經歷進一步包含以下各者中之至少一者的一或多個電極反應：尿素或氨。
44. 如請求項31之能量儲存系統，其中該等金屬空氣電池組電池係經組態以經歷進一步包含以下各者中之至少一者的一或多個電極反應：氯、次氯酸鹽或氯化物。

八、圖式：

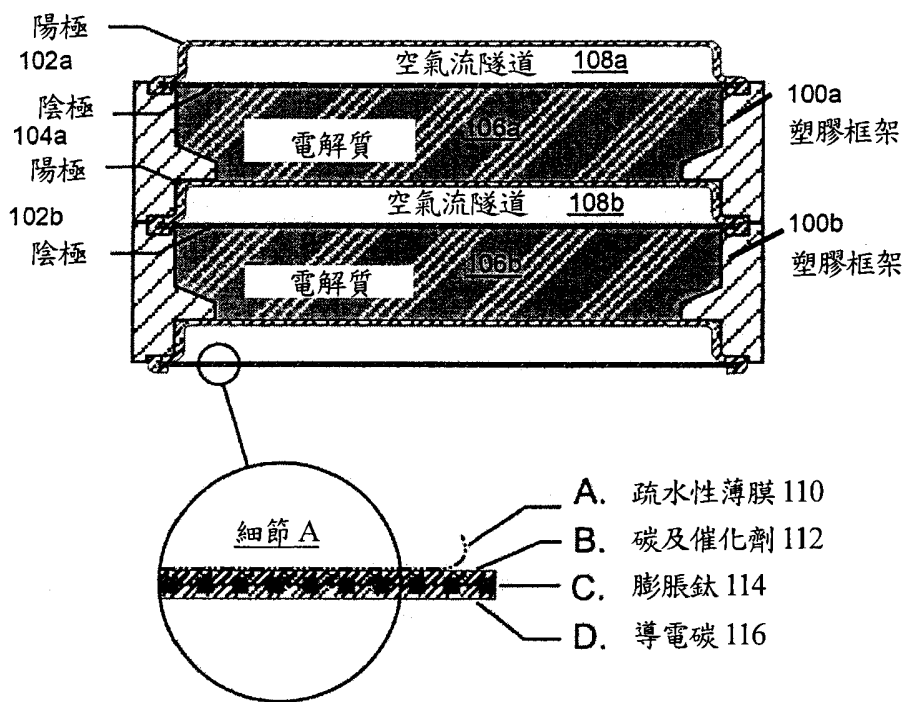


圖 1

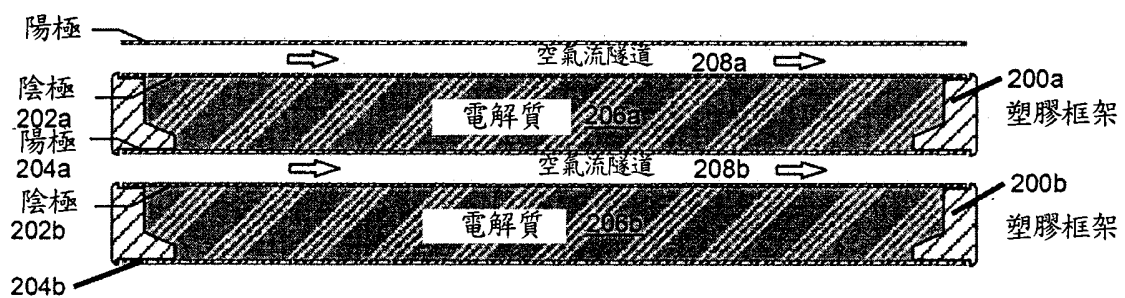


圖 2

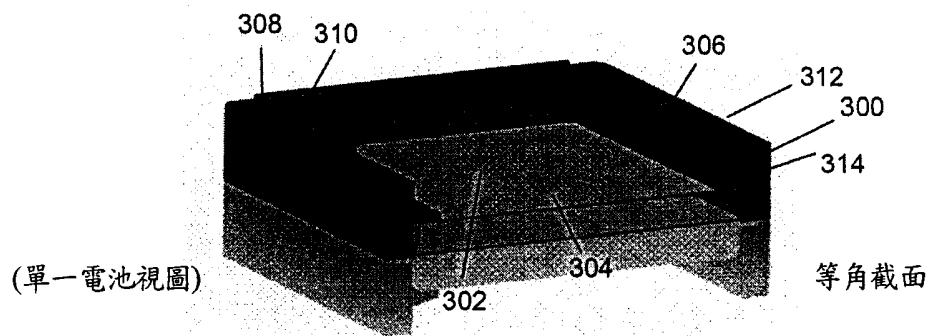


圖 3

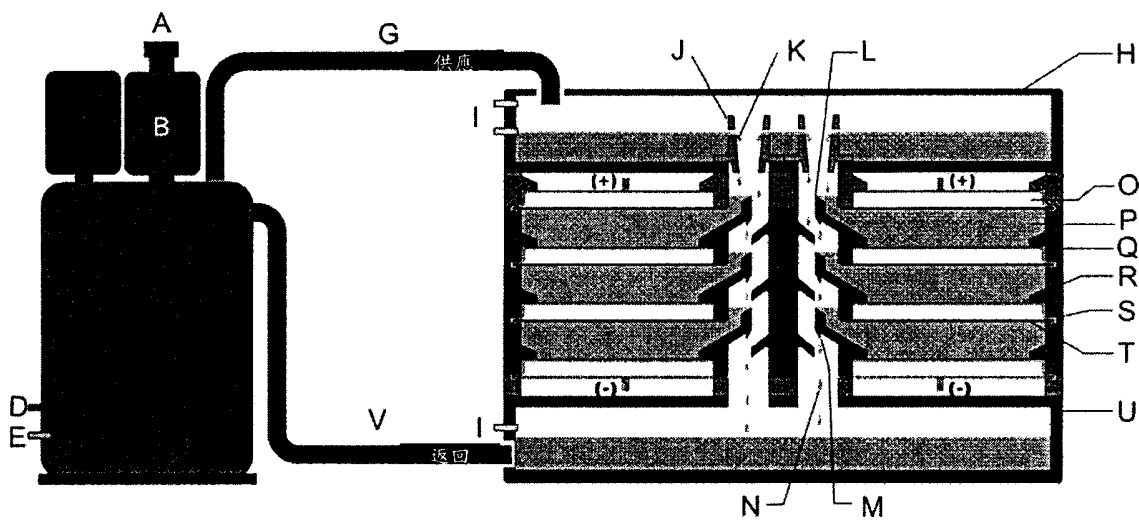


圖 4A

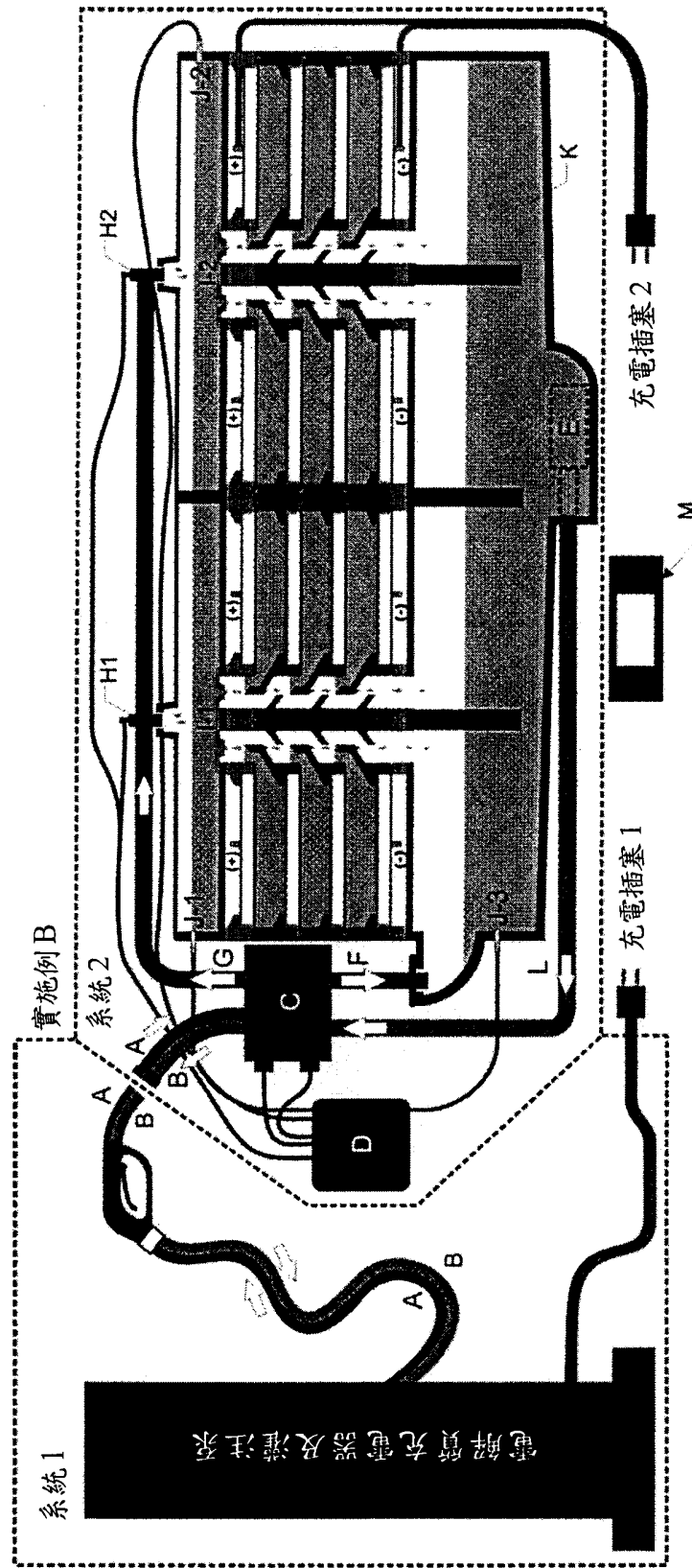


圖 4B

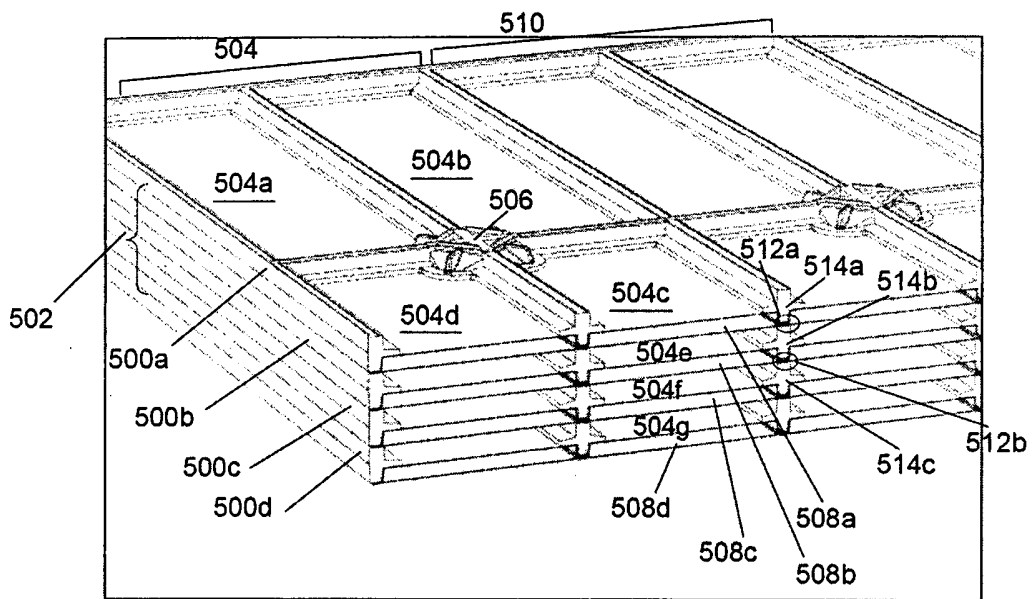


圖 5

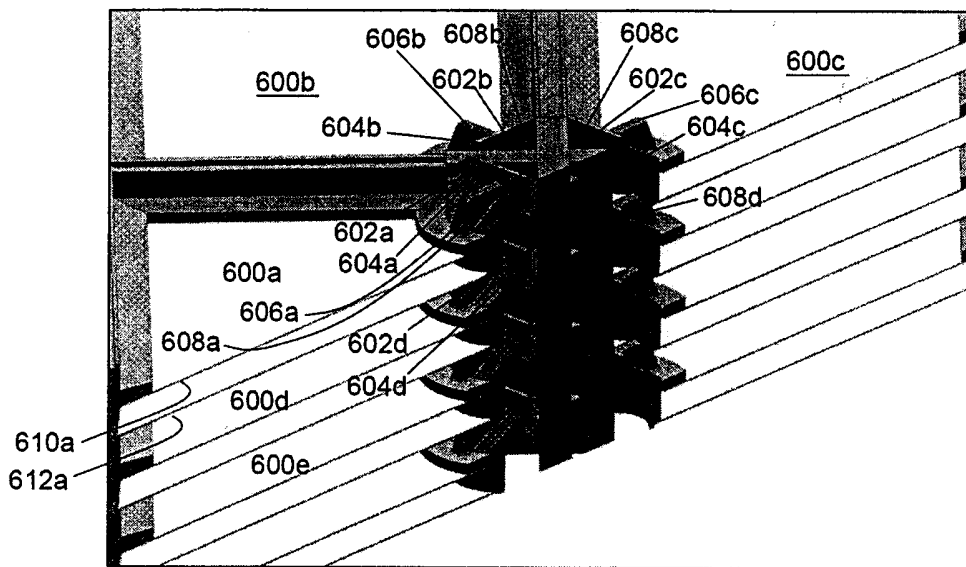


圖 6

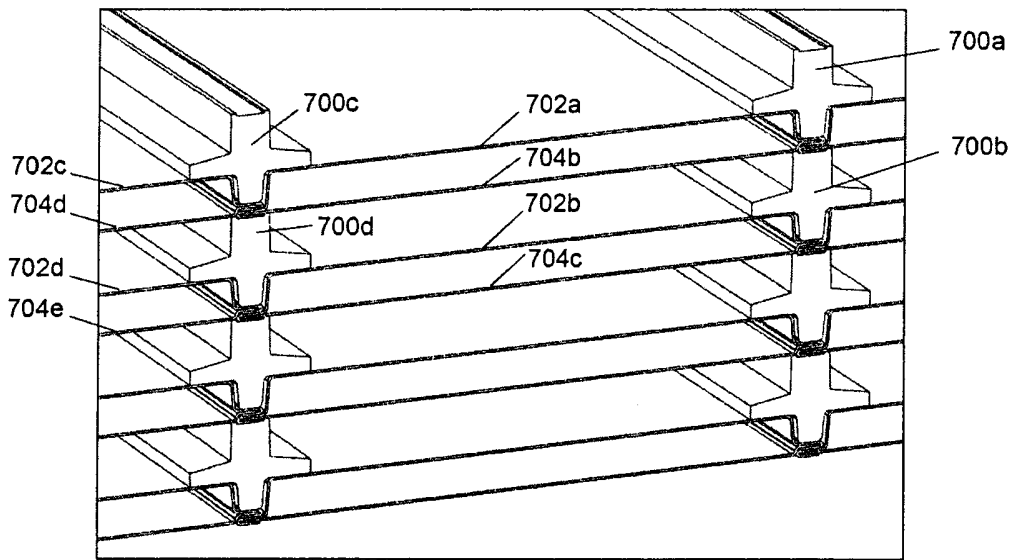


圖 7

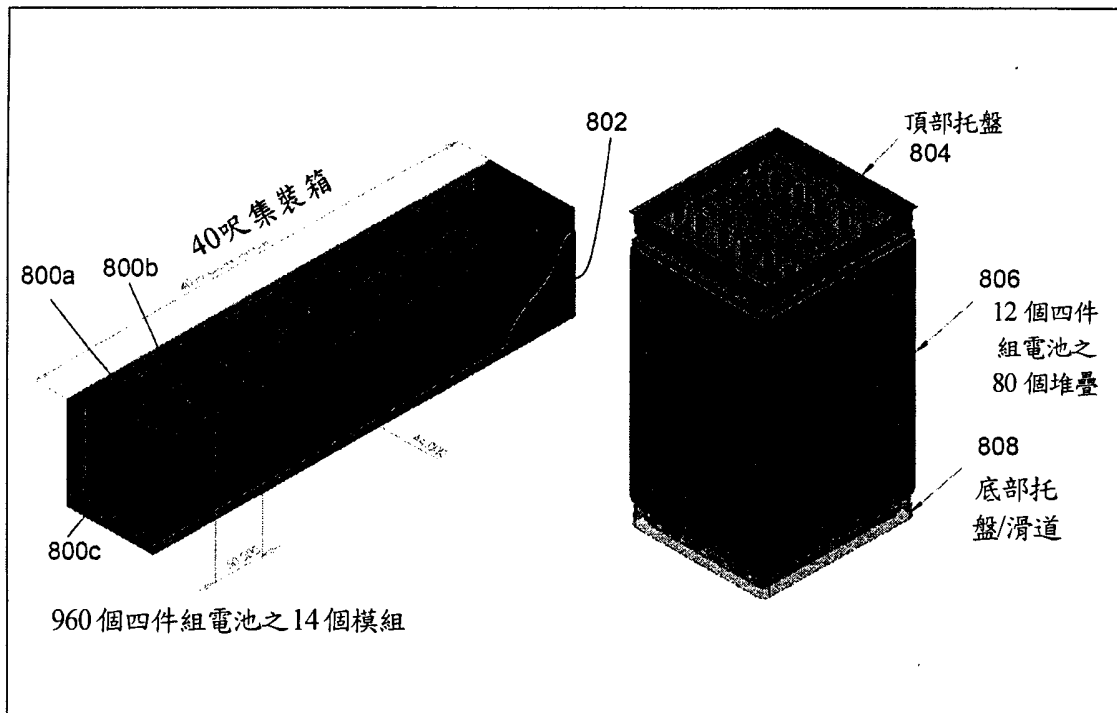


圖 8A

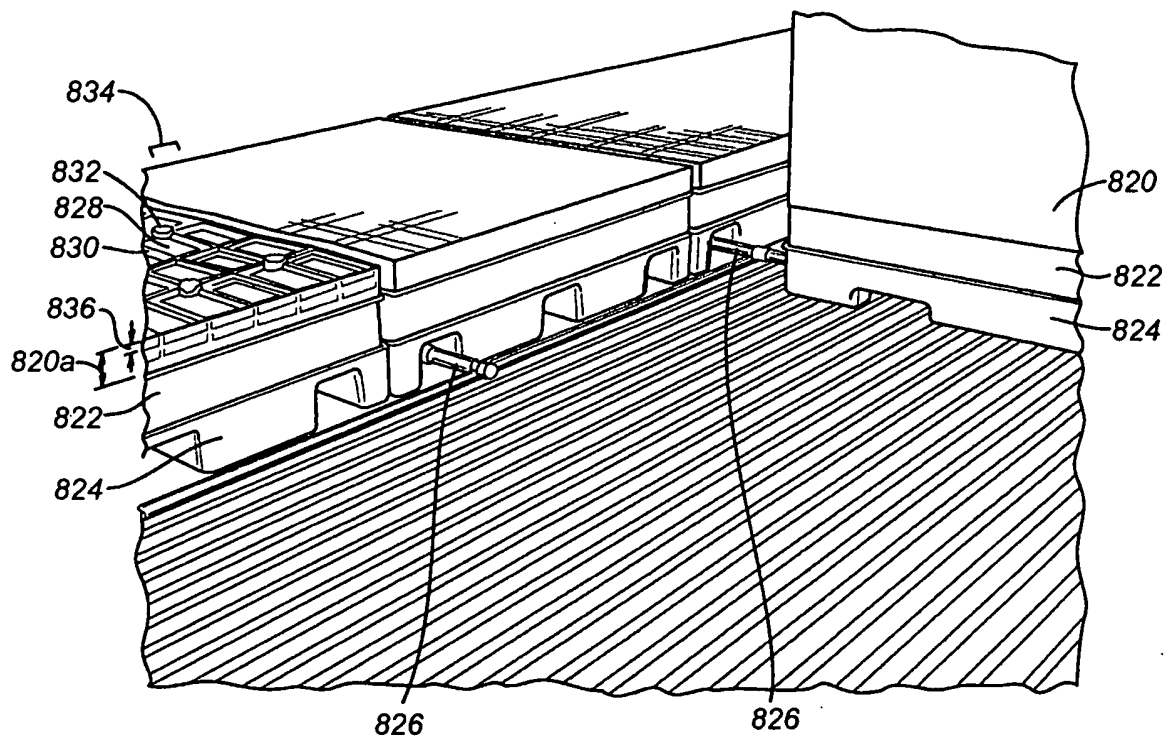


圖 8B

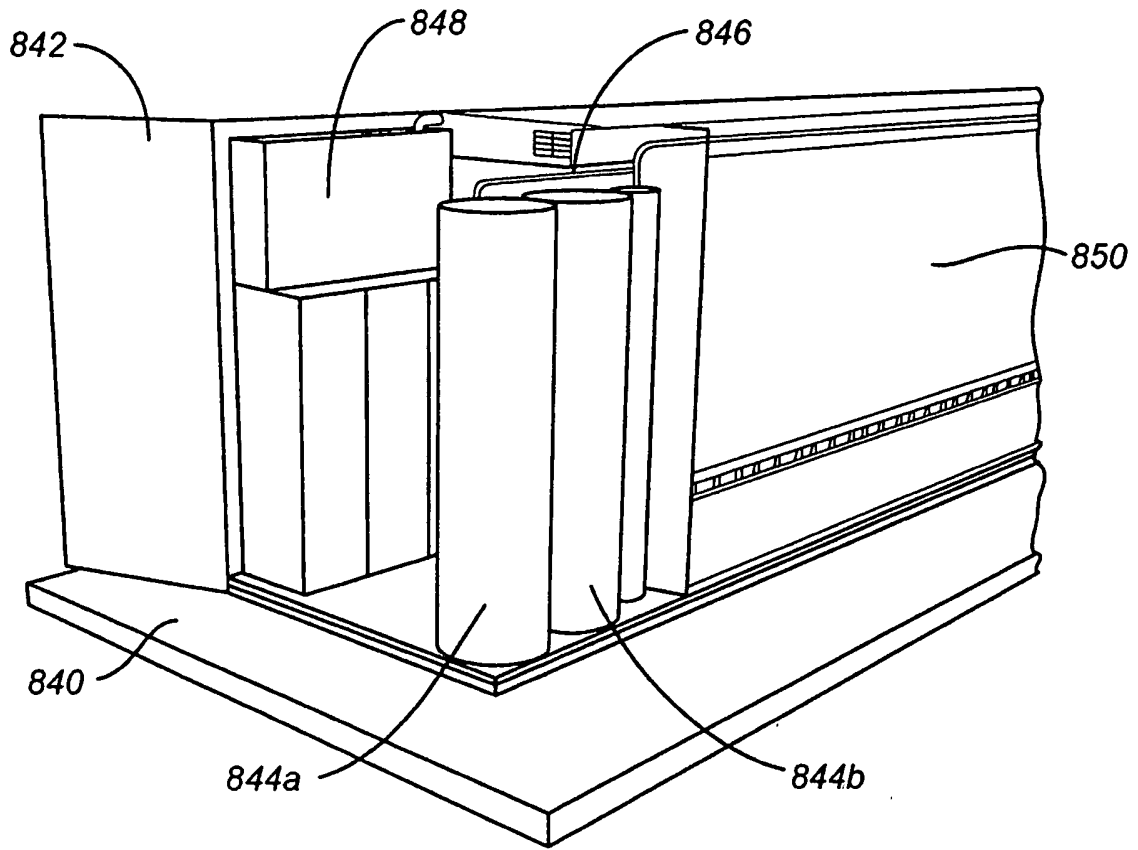


圖 8C

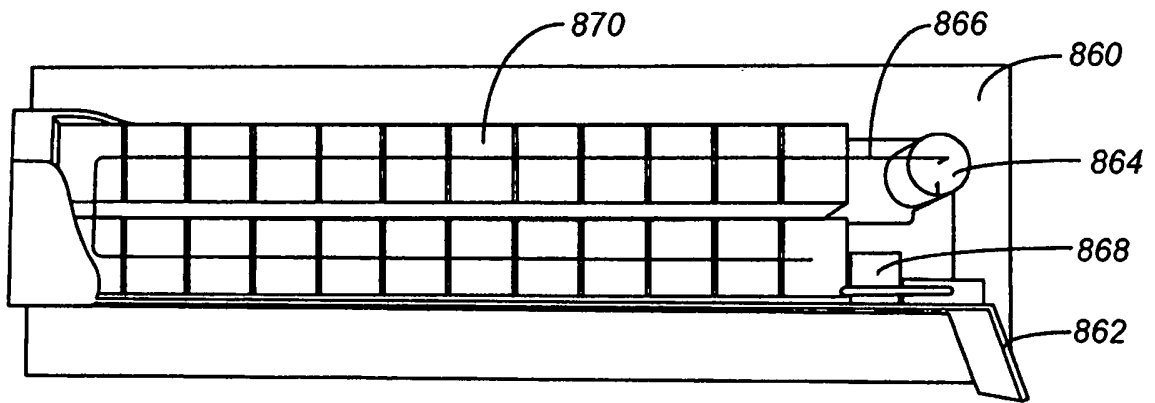


圖 8D

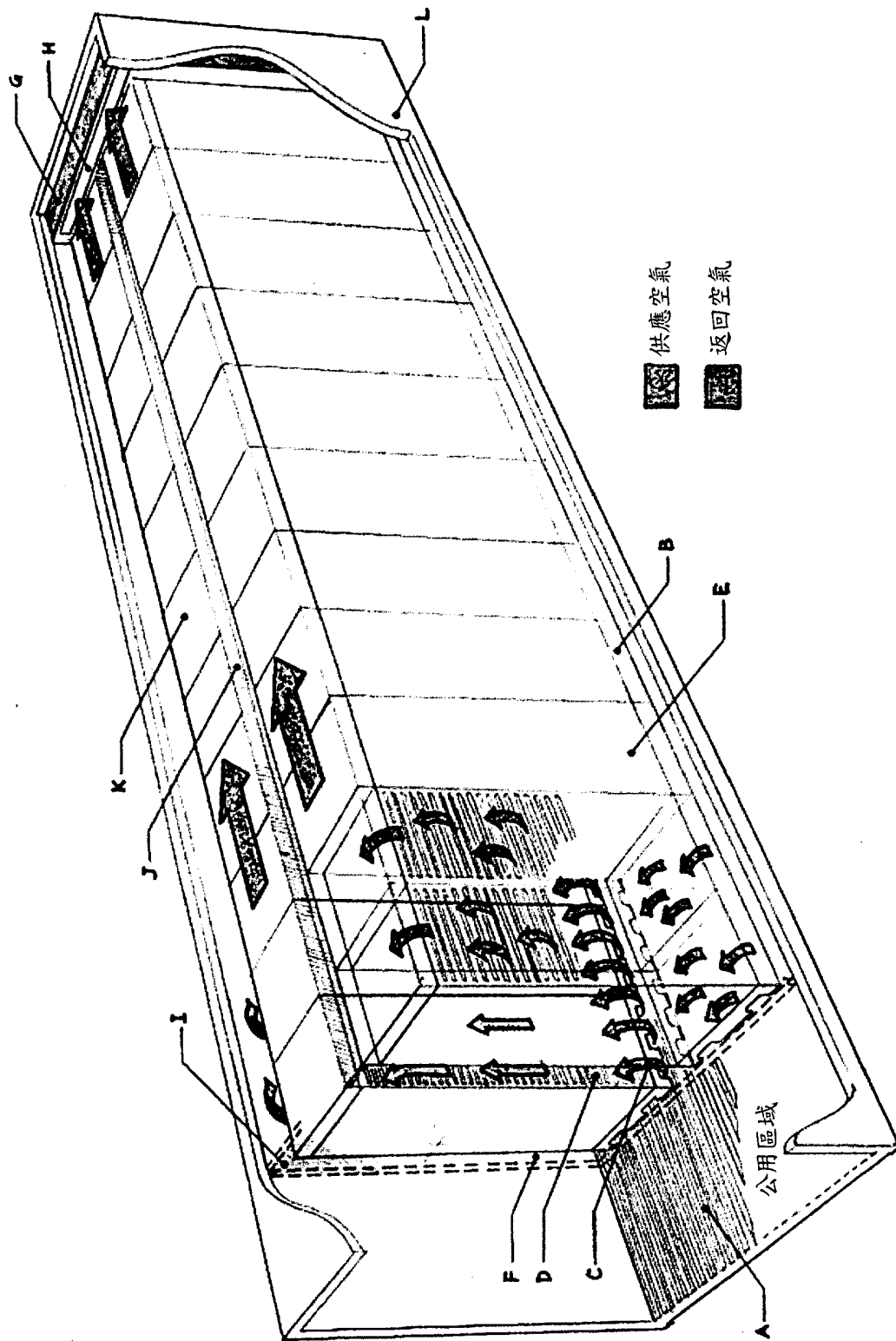


圖 8E

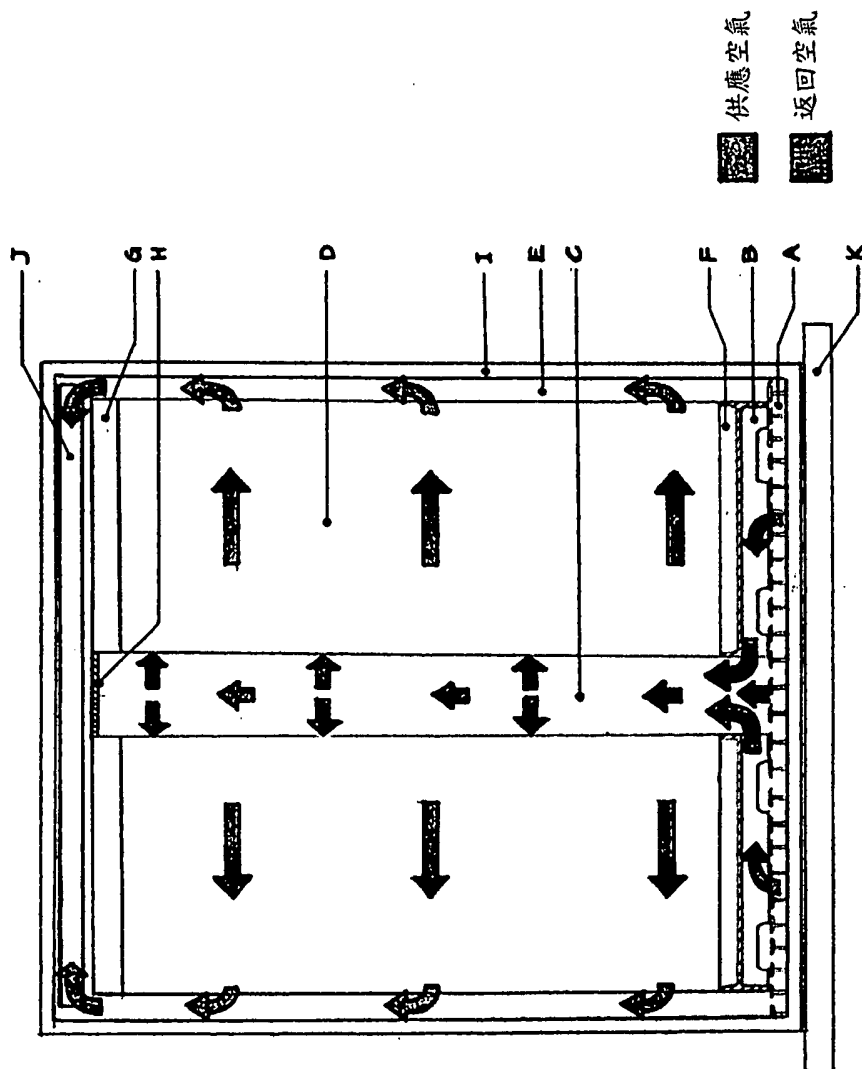
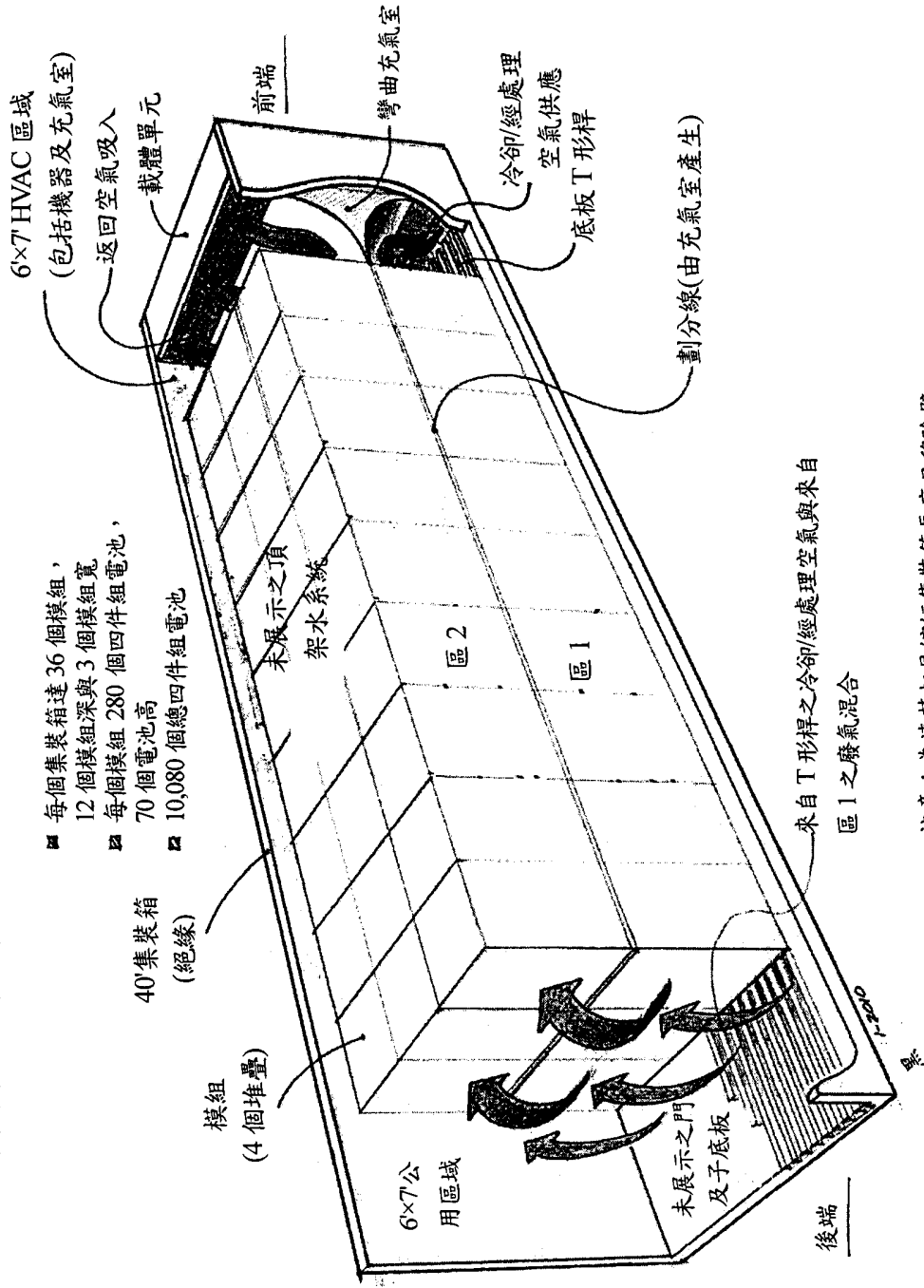


圖 8F

集裝箱與空氣系統佈局



注意：為清楚起見縮短集裝箱長度且移除壁

圖 8G

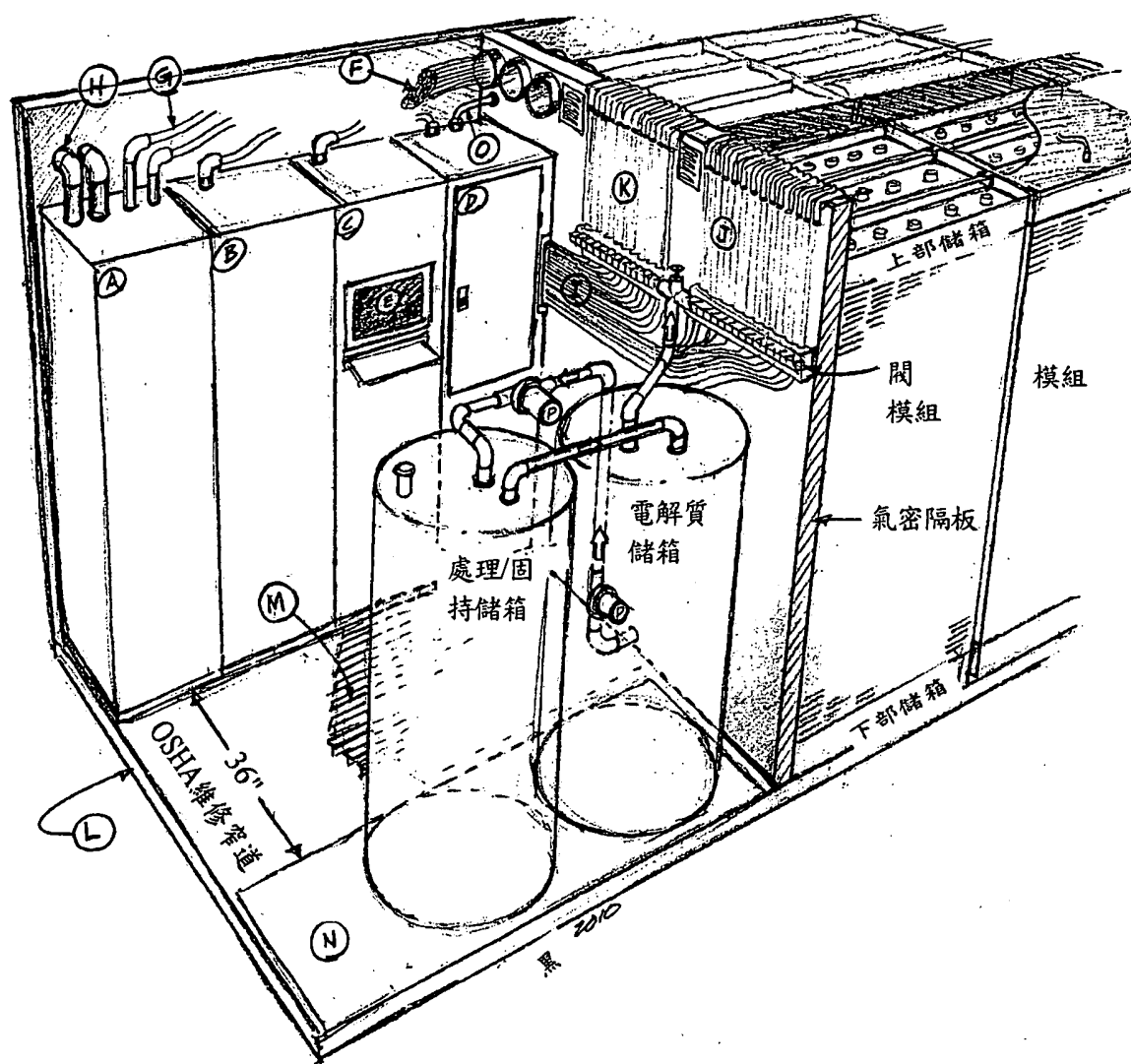


圖 8H

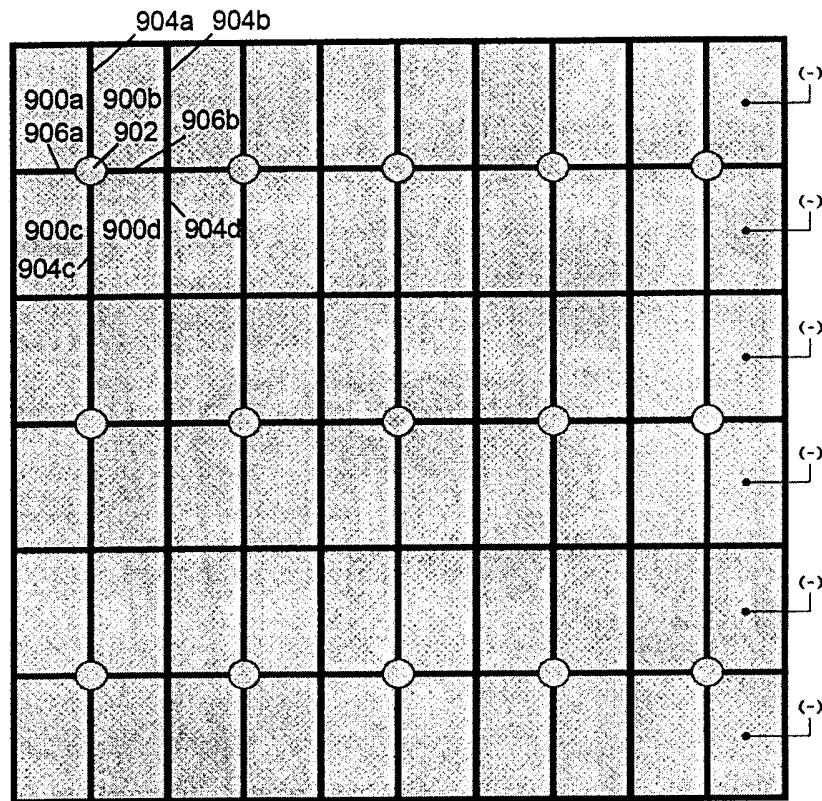


圖 9A

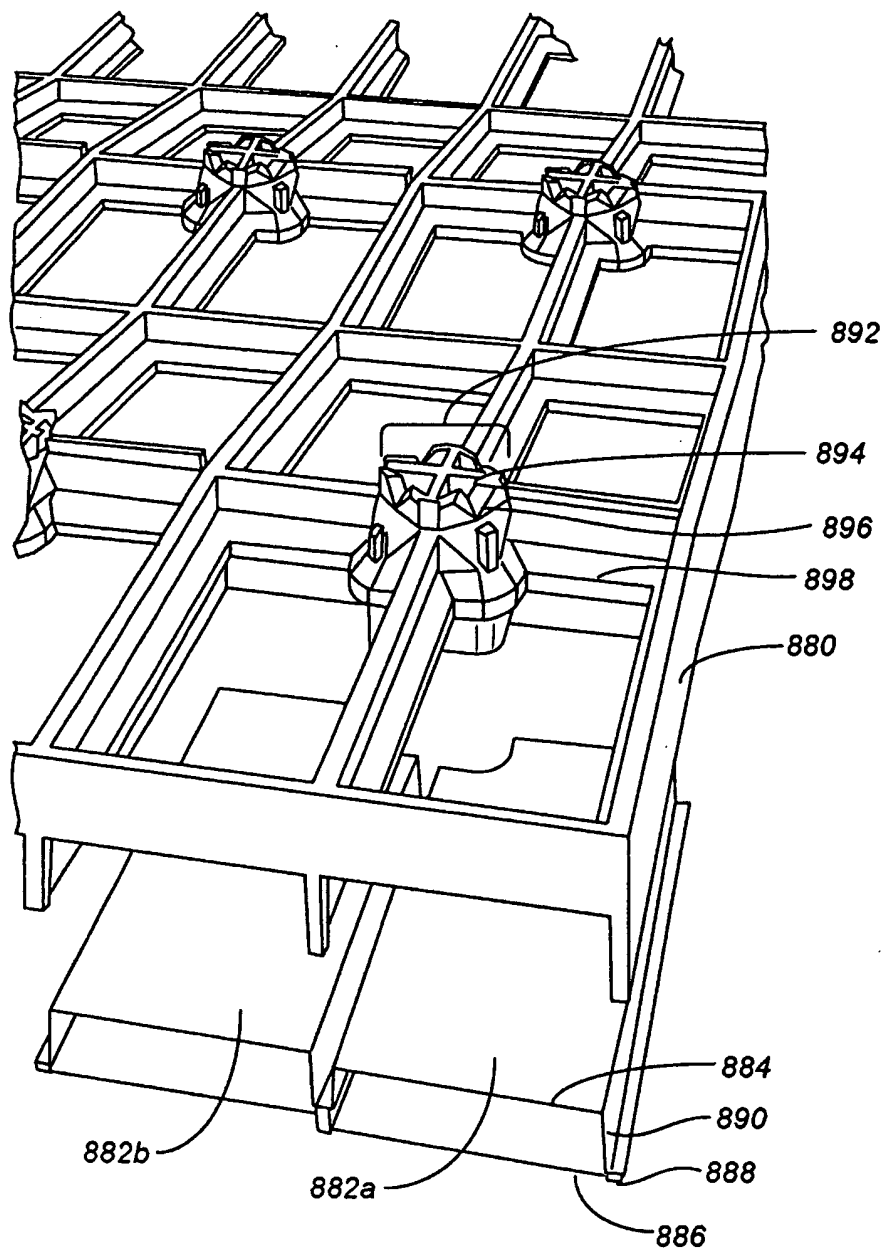


圖 9B

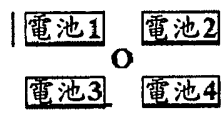


圖 10

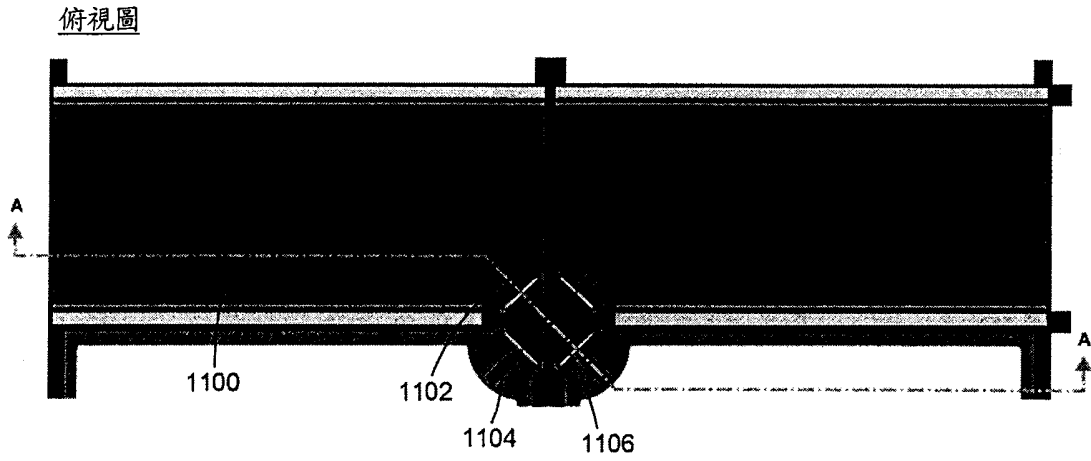


圖 11A

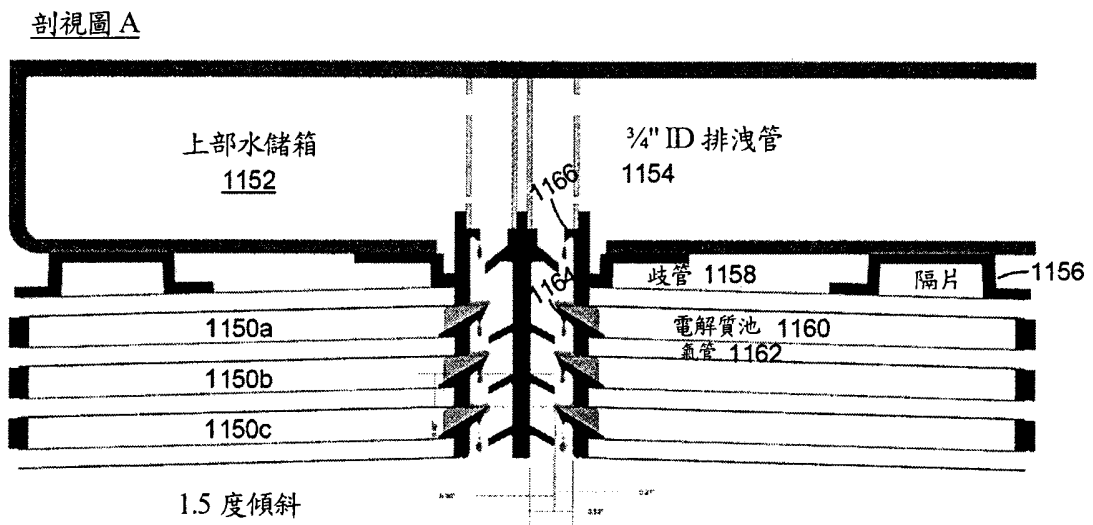


圖 11B

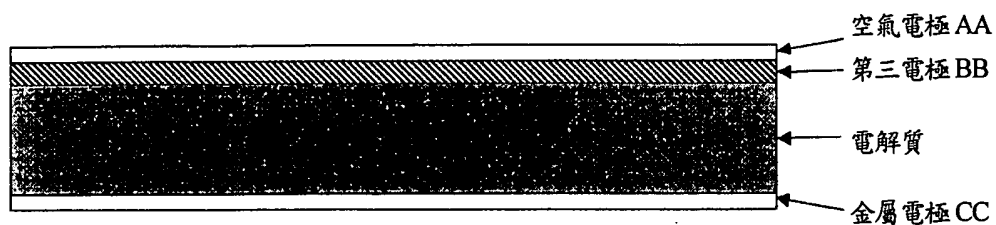


圖 12

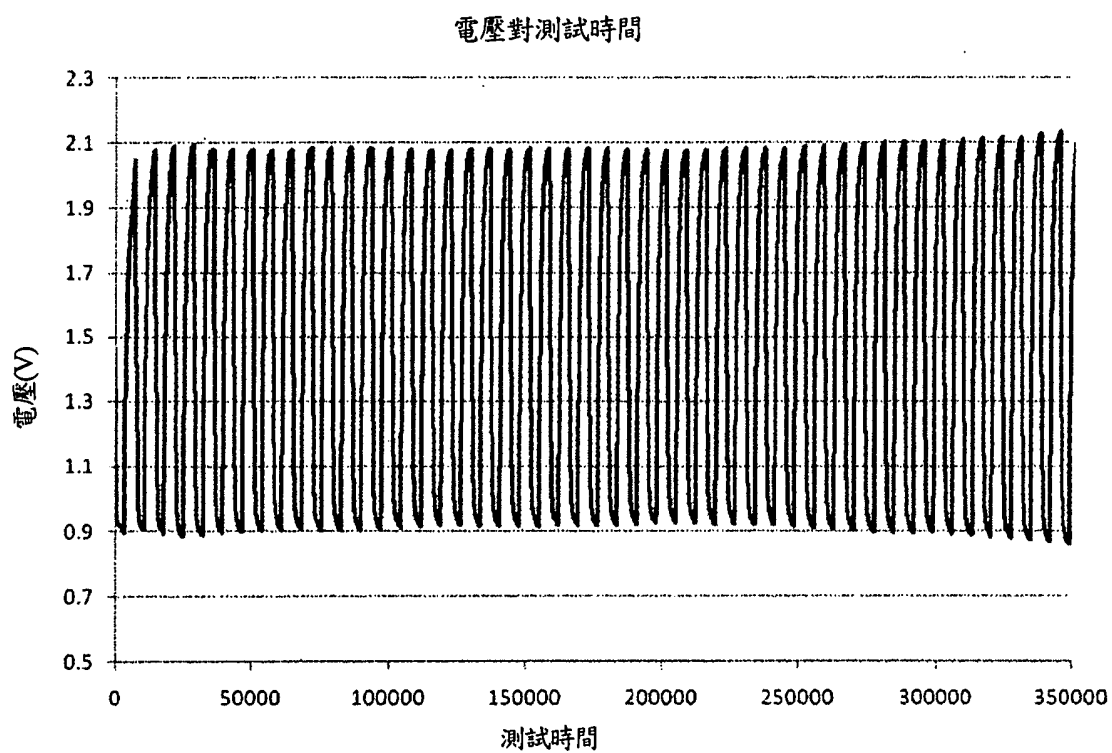


圖 13

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100a	塑膠框架
100b	塑膠框架
102a	空氣電極
102b	空氣電極
104a	金屬電極/金屬電極層
106a	電解質/電解質池
106b	電解質
108a	空氣流隧道/空氣路徑
108b	空氣流隧道/空氣路徑
110	疏水性薄膜
112	碳及催化劑
114	膨脹鈦
116	導電碳

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)