201703333

(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 201703333 A

(43)公開日： 中華民國 106 (2017) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：105102987 (22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 01 月 30 日

(51)Int. Cl.： *H01M10/04 (2006.01)* *H01M10/056 (2010.01)*
H01M4/58 (2010.01) *H01M4/505 (2010.01)*
H01M4/525 (2010.01)

(30)優先權：2015/02/02 美國 14/576,055

(71)申請人：沙克堤公司 (美國) SAKTI3, INC. (US)
美國

(72)發明人：莎斯崔 安瑪麗 SASTRY, ANN MARIE (US)；張香春 ZHANG, XIANGCHUN (CN)；汪 家偉 WANG, CHIA-WEI (US)；陳彥宏 CHEN, YEN HUNG (TW)；金賢哲 KIM, HYONCHEOL (KR)；鄭明途 CHUNG, MYOUNGDO (KR)

(74)代理人：林秋琴；陳彥希；何愛文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：36 共 65 頁

(54)名稱

固態儲能裝置

SOLID STATE ENERGY STORAGE DEVICE

(57)摘要

一固態電池組設備具有複數個電池組電池裝置，該等裝置之每一個具有陽極裝置、電解質裝置、及陰極裝置。該設備具有由 1 編號至 N 的同等電路(EC)，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；充電狀態，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；及電阻器、電容器、或其他被提供於該同等電路中之電參數。

In an example, a solid-state battery apparatus is provided. The apparatus has a plurality of battery cell devices, each of the devices having an anode device, an electrolyte device, and a cathode device. The apparatus has an equivalent circuit (EC) numbered from 1 through N characterizing the plurality of battery cells devices, a state of charge characterizing the plurality of battery cell devices, and a resistor, capacitor, or other electrical parameters provided in the equivalent circuit.

指定代表圖：

TW 201703333 A

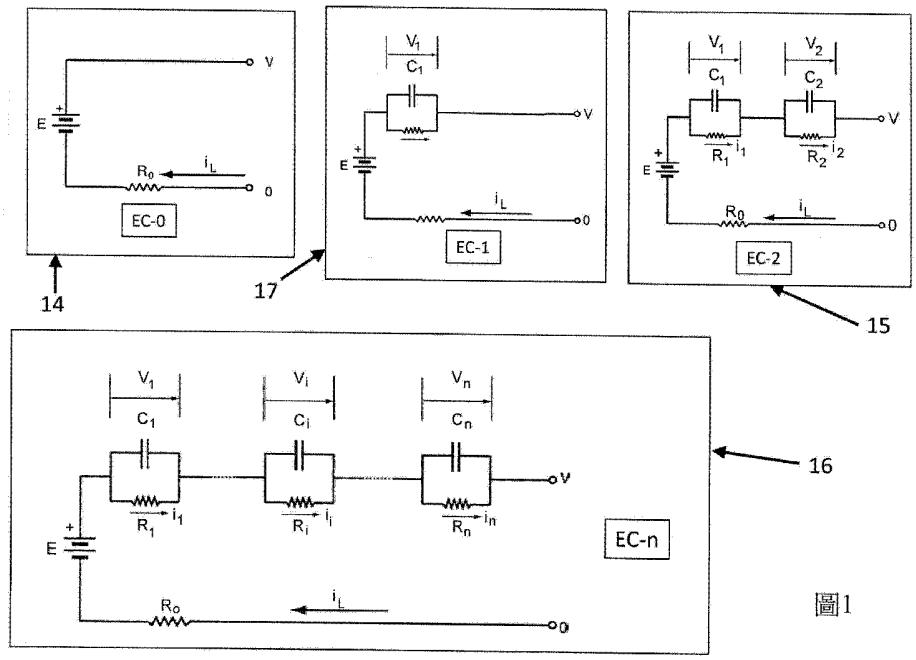


圖1

符號簡單說明：

14・・・電路模型

15・・・電路模型

16・・・電路模型

17・・・電路模型

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

固態儲能裝置

SOLID STATE ENERGY STORAGE DEVICE

【技術領域】

【0001】 本揭示內容有關電化學電池之製造。更特別地是，本揭示內容提供包括用於固態電池組裝置的方法及裝置之技術。僅只當作範例，本發明已被提供有基於鋰的電池組電池之使用，但其將被認知由諸如鋅、銀及鉛、鎳的材料所製成之其他電池組電池能以相同或相像方式被操作。另外，此等電池組能被使用於各種應用、諸如手提式電子設備(行動電話、個人數位助理器、無線電播放器、音樂播放器、視頻攝影機、與類似者等)、平板及膝上型電腦、用於軍事使用(通訊、照明、成像、衛星、與類似者等)之電源供應器、用於航空應用(飛機、衛星及微型飛行器)的電源供應器、用於車輛應用(混合動力電動車、插電式混合動力電動車、全電動車、電動踏板車、水下載具、小船、大船、電動手扶拖拉機、及庭園裝置上之電動機車)的電源供應器、用於遙控裝置(無人靶機、無人飛機、RC汽車)之電源供應器、用於機械人器具(機械人玩具、機械人真空吸塵器、機械人園用工具、機械人建築公用設施)的電源供應器、用於電動工具(電鑽、電動割草機、電動真空吸塵器、電動金屬工作磨床、電熱槍、電動下壓擴展工具、電鋸及切斷器、電動噴砂器及拋光機、電動剪切機及切片機、和起槽機)之電源供應器、用於個人衛生裝置(電動牙刷、烘手機及電吹風機)的電源供應器、加熱器、冷卻器、冷凍器、風扇、增濕器、用於其他應用(全球定位系統(GPS)裝置、雷射測距器、閃光燈、電氣街照明、備用電源供應器、不斷電供應系統、及其他手提式及固定不動的電子裝置)之電源供應器。用於此等電池組的操作之方法及系統係亦適用於諸案例，其中該電池組不只是該系統中之電源供應器，且額外的電力係藉由燃料電池、其他電池組、IC引擎或其他燃燒裝置、電容器、太陽能電池、其組合、與其他者所提供。

【先前技術】

【0002】 普通之電化學電池通常使用液體電解質。此等電池典型被使用於很多傳統應用中。用於製造電化學電池的另一選擇技術包括固態電池組。此等固態電池組大致上係於該實驗狀態中、難以製成、且尚未被順利地大規模生產。雖然有希望，由於電池結構及製造技術中之限制，固態電池組尚未被達成。這些及其他限制已遍及本說明書及更特別地是在下面被敘述。

【0003】 由該上面，其被看出用於改善固態電池組的製造之技術係極想要的。

【發明內容】

【0004】 根據本揭示內容，有關製造電化學電池之技術被提供。更特別地是，本揭示內容提供用於固態電池組裝置的技術、包括方法及裝置。僅只當作範例，本發明已被提供有基於鋰的電池組電池之使用，但其將被認知由諸如鋅、銀及鉛、鎳的材料所製成之其他電池組電池能以相同或相像方式被操作。另外，此等電池組能被使用於各種應用、諸如手提式電子設備(行動電話、個人數位助理器、無線電播放器、音樂播放器、視頻攝影機、與類似者等)、平板及膝上型電腦、用於軍事使用(通訊、照明、成像、衛星、與類似者等)之電源供應器、用於航空應用(飛機、衛星及微型飛行器)的電源供應器、用於車輛應用(混合動力電動車、插電式混合動力電動車、全電動車、電動踏板車、水下載具、小船、大船、電動手扶拖拉機、及庭園裝置上之電動機車)的電源供應器、用於遙控裝置(無人靶機、無人飛機、RC汽車)之電源供應器、用於機械人器具(機械人玩具、機械人真空吸塵器、機械人園用工具、機械人建築公用設施)的電源供應器、用於電動工具(電鑽、電動割草機、電動真空吸塵器、電動金屬工作磨床、電熱槍、電動下壓擴展工具、電鋸及切斷器、電動噴砂器及拋光機、電動剪切機及切片機、和起槽機)之電源供應器、用於個人衛生裝置(電動牙刷、烘手機及電吹風機)的電源供應器、加熱器、冷卻器、冷凍器、風扇、增濕器、用於其他應用(全球定位系統(GPS)裝置、雷射測距器、閃光燈、電氣街照明、備用電源供應器、不斷電供應系統、及其他手提式及固定不動的電子裝置)之電源供應器。用於此等電池組的操作之方法及系統係亦適用於諸案例，其中該電池組不

只是該系統中之電源供應器，且額外的電力係藉由燃料電池、其他電池組、IC引擎或其他燃燒裝置、電容器、太陽能電池、其組合、與其他者所提供。

【0005】 於一範例中，該陰極材料可被沈積，以便產生看得見之間斷處，採取多散布性廣義圓錐體的任何組合之形式，其可不同地為在該錐形表面相對該基材的傾斜中有變化之小片狀體、圓錐體、倒轉圓錐體或直立圓柱、表面間斷處，該等表面間斷處不同地顯現為裂縫、連續或不連續的多面元件、孔洞、裂痕或其他缺陷、添加物、沈積層、該前述幾何形狀之任何一種、尤其是與立體、不規則、被沈積的多面結構結合。當然，可有其他變動、修改、及另外選擇。

【0006】 勝過傳統技術之利益被達成。視該特定實施例而定，這些利益的一或多個可被達成。於較佳實施例中，本揭示內容提供包括障壁區域之合適的固態電池組結構。較佳地係，該陰極材料被建構來提供電化學電池用之改善的功率密度。本陰極材料可使用傳統製程技術工藝被製成。當然，可有其他變動、修改、及另外選擇。

【0007】 本揭示內容就習知製程技術之情況而言達成這些利益及其他者。然而，本揭示內容的本質及優點之進一步理解可藉由參考該說明書與附圖之後面部份而被實現。

【圖式簡單說明】

【0008】 以下圖式只是範例，其在此中將不過度地限制該等申請專利的範圍。普通熟習該技術領域者將認知許多其他變動、修改、及另外選擇。其亦被了解在此中所敘述之範例及實施例係只用於說明的目的，且按照其各種修改或變化將對熟諳此技術領域者作建議且將被包括在該此製程之精神與權限及所附申請專利的範圍內。

【0009】 圖1係根據本揭示內容的範例以任意數目之代表性並聯電阻器及電容器所設置的同等電路模型之簡化說明圖。

【0010】 圖2係根據本揭示內容的範例用於表示並聯連接之多數電池組或電池所設置的同等電路模型之簡化說明圖。

【0011】 圖3係根據本揭示內容的範例用於表示串聯連接之多數電池所設置的同等電路模型之簡化說明圖。

【0012】 圖4係根據本揭示內容的範例用於表示在並聯及串聯連接之

混合中被建構的多數電池所設置之同等電路模型的簡化說明圖。

【0013】 圖5A及5B係根據本揭示內容的範例之功能梯度材料的概要表示圖。

【0014】 圖6A係根據本揭示內容的範例所提供之電池組電池的示意圖。

【0015】 圖6B及6C係離開陽極中之孔洞、擴散進入玻璃基材的鋰之顯微鏡圖像。

【0016】 圖7A-7D包括根據本揭示內容之範例在蒸發沈積金屬薄膜中所形成的針孔之圖像的清單。

【0017】 圖8A及8B係根據本發明之範例的陽極腐蝕之圖解。

【0018】 圖9A-9C說明根據本發明之範例的鋰陽極電鍍概要圖。

【0019】 圖10A及10B說明根據本發明之範例的鋰陽極電鍍顯微照相。

【0020】 圖11A及11B說明根據本發明之範例的應力及剝離。

【0021】 圖12係等值線圖表之簡化說明圖，顯示當在C/10以不同的低及高截止電壓放電時，根據本揭示內容之範例的電池設計之放電體積能量密度(以Wh/l為單位)；

【0022】 圖13係等值線圖表之簡化說明圖，以不同的低及高截止電壓顯示用於高功率應用所設計的根據本揭示內容之範例的電池之操作時間(以分(min)為單位)；

【0023】 圖14係等值線圖表之簡化說明圖，以不同的低及高截止電壓顯示用於高功率應用所設計的根據本揭示內容之範例的電池之操作時間(以分(min)為單位)，具有藉由調整處理條件而改良的材料性質；

【0024】 圖15係等值線圖表之簡化說明圖，以不同的低及高截止電壓顯示用於穿戴式裝置應用所設計之根據本揭示內容的範例之電池的放電體積能量密度(以Wh/l為單位)；

【0025】 圖16係等值線圖表之簡化說明圖，以不同的低及高截止電壓顯示用於穿戴式裝置應用所設計之根據本揭示內容的範例之電池的放電體積能量密度(以Wh/l為單位)，具有藉由調整處理條件而改良的材料性質；

【0026】 圖17A係根據本揭示內容的範例之說明測試程序。

【0027】 圖17B係根據本揭示內容之範例的容量對循環1充電容量在循環1放電容量之上的容量比率之說明圖。

【0028】 圖17C係根據本揭示內容之範例的容量對循環1放電容量在循環1充電容量之上的容量比率之說明圖。

【0029】 圖18係根據本揭示內容的範例之1C能量密度比率對C/10能量密度比率的說明圖。

【0030】 圖19係根據本揭示內容之範例的實驗放電曲線、及來自多重物理模擬之模擬曲線與同等電路模型的說明圖。

【0031】 圖20係藉由捲繞根據本揭示內容之範例的多數個堆疊固態電池組之概要說明圖；

【0032】 圖21係在根據本揭示內容之範例的捲繞之後藉由切割來製造多數個堆疊固態電池組的程序之概要說明圖；

【0033】 圖22係藉由Z字形折疊根據本揭示內容之範例的多數個堆疊固態電池組之概要說明圖；

【0034】 圖23係在根據本揭示內容之範例的Z字形折疊之後藉由切割來製造多數個堆疊固態電池組的程序之概要說明圖；

【0035】 圖24係藉由切割及堆疊來製造根據本揭示內容之範例的多數個堆疊固態電池組之程序的概要說明圖；

【0036】 圖25係根據本揭示內容之範例藉由連續沈積製程的堆疊固態電池組之概要說明圖；

【0037】 圖26係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式真空吸塵器的方塊圖。

【0038】 圖27係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式機械人器具的方塊圖。

【0039】 圖28係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式電動踏板車的方塊圖。

【0040】 圖29係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式靶機的方塊圖。

【0041】 圖30係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式園藝工具的方塊圖。

【0042】 圖31係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式乘騎手扶拖拉機的方塊圖。

【0043】 圖32係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式吹風機的方塊圖。

【0044】 圖33係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式智慧型手機的方塊圖。

【0045】 圖34係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式膝上型電腦／平板電腦的方塊圖。

【0046】 圖35係用於根據本揭示內容的範例之固態電池組供電式機動車輛的方塊圖。

【0047】 圖36係根據本發明之實施例的非晶質陰極材料之說明的簡化截面視圖。

【實施方式】

【0048】 固態電池組已於實驗室設定中被證實具有勝過使用液體電解質之傳統電池組的數個優點。安全係該最重要者。固態電池組係內在地比液體電解質電池更穩定，因為其未含有造成不想要之反應、引起熱逸出、及於該最壞情況中之爆炸的液體。比傳統電池，用於相同之體積量，固態電池組能儲存超過30%更多的能量，或用於相同之質量固態電池組能儲存超過50%更多的能量。良好之循環性能、超過10,000個循環、及良好的高溫穩定性亦已被報告。

【0049】 就電池組之情況而言，其想要的是於一些應用中能夠限制某些放電深度(DOD)範圍及充電深度(DOC)範圍，其係該目前電池條件之記述，但其不能被直接地測量。就該電池組系統的情況而言，尤其是那些需要操作達長時期及循環者，盡可能進取地不傷害該電池壽命，譬如，於混合動力電動車電池、膝上型電腦電池、手提式工具電池、與類似者等，其想要的是關於充電狀態之資訊係精確及快速的，故吾人可進一步控制該等電池之功率／能量輸出，決定其是否係需要充電該等電池，並決定電池的健康。

【0050】 當作一範例，用於電池組電池之參數的評估之使用已被敘述在(張等人的美國專利第8,190,384 B2號)中，並分派給密西根州安納保市的

Sakti3公司，其係全部以引用的方式併入本文中。此充電狀態範圍控制方式增強該固態電池組之循環能力，而不會犧牲該等電池／電池組之能量密度。雖然極成功，該方式仍然可被改善。本揭示內容的進一步細節能遍及本說明書及更特別地係在下面被發現。

I. 電池組電池能使用同等電路模型(“ECM”)(例如EC-n、EC-n,m)被以任意精確度表示

【0051】 圖1說明以代表性之並聯電阻器及電容器的任意數目所設置之同等電路電池組電池模型。該等同等電路模型包含至少一理想的DC電源、內部電阻、及任意數目之代表性的並聯電阻器及電容器，其中該任意數目包括任何正整數及零及／或此等裝置於串聯組構中之組合。當作範例，如於圖1中之14，EC-0意指包含DC電源E、內部電阻R_0、及代表性並聯電阻器及電容器的零個之電路模型。當作另一範例，如於圖1中的15，EC-2意指包含DC電源E、內部電阻R_0、及包括C_1及R_1、與C_2及R_2之配對的代表性並聯電阻器及電容器之二個的電路模型。另一選擇係，如於圖1中之16，EC-n意指包含DC電源E、內部電阻R_0、及包括C_1及R_1、與C_2及R_2、等等直至C_n及R_n之n個配對的代表性並聯電阻器及電容器之n個的電路模型。用於同等電路模型EC-n，輸出電壓：

$$V = E(soc) - i_L R_0 - \sum_{i=1}^{n} i_i R_i$$

在此E係該電池組電池之開路電壓，soc係該電池組電池的充電狀態，i_L係與該電池組電池之應用有關聯所施加的負載電流，i_i係經過該電阻器R_i之電流。i_i係藉由以下所計算：

$$i_i(t) = \int_0^t e^{-\frac{1}{\tau_i}(t-s)} \frac{1}{\tau_i} i_L(s) ds$$

當作經過電流平衡以公式表示的微分方程之解決方法：

$$i_L(t) = i_i(t) + C_i \frac{d}{dt}[i_i(t) R_i]$$

在此$\tau_i = R_i C_i$及t係時間。

【0052】 用於由多數個並聯地連接的電池堆所製成之固態電池組電池，每一電池堆能藉由ECM模型所表示，其被顯示為圖2中之EC-n,1。用於由m個電池堆所製成的固態電池組電池，其能被以m個EC-n單元表示，由

EC-n,1、EC-n,2、...編號至EC-n,m，如在圖2中所示。

【0053】 用於由多數個並聯連接之電池所製成的固態電池組包，每一電池能藉由ECM模型所表示，其被顯示為圖2中之EC-n,m。用於由m個電池所製成的固態電池組包，其能被以m個EC-n單元表示，由EC-n,1、EC-n,2、...編號至EC-n,m，如在圖2中所示。

【0054】 用於由多數個串聯連接之電池所製成的固態電池組包，每一電池能被ECM模型所表示，其被顯示為圖3中之EC-n,m。用於由m個電池所製成的固態電池組包，其能被以m個EC-n單元表示，由EC-n,1、EC-n,2、...編號至EC-n,m，如在圖3中所示。

【0055】 用於由多數個串聯及並聯連接之混合所建構的電池所製成之固態電池組包，每一電池能被ECM模型所表示，其被顯示為圖4中之EC-n,m。於此特定範例中，如於圖4中所示，EC-n,2及EC-n,3首先被並聯連接，且此群族的二電池接著係與EC-n,1串聯連接。於另一實施例中，複數個電池組群族被串聯連接，且每一群族具有複數個並聯連接之電池，其中每一電池係藉由EC-n模型所表示。

【0056】 **II. 於控制SOC、物理觀點中之意外的利益**

【0057】 **II. 1容量保持及功能梯度材料**

【0058】 於一範例中，本揭示內容敘述控制具有功能梯度性質之固態電池組陰極中的充電狀態之意外利益。功能梯度材料(FCM)的特徵可為成份及結構逐漸隨著體積之變動，導致該材料的性質中之對應變化。當作圖5A及5B中的範例，陰極被製成，使得當沈積進展時(圖5A)，藉由控制沈積期間之製程壓力，質量密度減少。於此一電池組中，接近電解質的陰極之頂部上的較不密集材料具有較高之鋰離子擴散率，如此用於高功率應用較佳地工作。在接近集流器的區域之較低的擴散率防止鋰經過該陰極擴散直至該集流器。靠近該電解質含有高擴散率區域及在毗連該集流器之底部含有低擴散率區域的此功能梯度陰極材料(圖5B)提供獨特之組合，用於高功率性能與容量保持兩者。於一範例中，該較低擴散率區域具有由$1x10^{-19}$平方米／秒至$1x10^{-5}$平方米／秒的擴散率，且該較高之擴散率具有由$1x10^{-17}$平方米／秒至$1x10^{-5}$平方米／秒之擴散率值。於一範例中，功能梯度性質亦可包括導電率σ(x,y,z)、介電常數ε(x,y,z)、質量密度ρ(x,y,z)、模數E(x,y,z)、導熱率

κ(x,y,z)、熱膨脹係數α(x,y,z)、比熱C_p(x,y,z)、濃度膨脹係數α_c(x,y,z)、反應常數κ_0(x,y,z)、及電位E(x,y,z)。於一範例中，FGM陰極擴散率只在一維(z-方向)中變動，且於x及y-方向中係恆定的。於另一範例中，陰極擴散率於該x-z、y-z、及x-y平面中變動。藉由界定及控制該電壓範圍及該放電深度，本揭示內容提供利用陰極及固態電池組之這些優點的方法。

【0059】 逸出進入基材(特定實施例為玻璃)之鋰

【0060】 於特定實施例中，本揭示內容提供防止鋰離子進入固態電池組中之非活性層的損失之方法。於固態電池組中，鋰離子能夠擴散經過陰極、集流器、及抵達基材，因為集流器的厚度係大約數微米或更少，不像基於微粒之電池，在此陰極被塗覆及壓在約100μm或更厚的厚金屬箔上。當鋰離子抵達基材時，該等離子可擴散進入大部份玻璃基材，或與聚合物材料反應，造成不可逆之反應。圖6A係根據本揭示內容的範例所提供之電池組電池的示意圖。在研究實驗室所開發之固態電池組中，，貴重材料、諸如金或鉑被用作該基材及集流器間之障壁層，但由於該等材料之非常高的價格，這些材料的使用於電池組中係不實用的。圖6C顯示固態電池組中的二集流器間之區域，而具有由該基材的背面所照明之光源，揭露極多形成在鋰層內的針孔。圖6B係該同一區域之截面SEM圖像，指出損失鋰進入該玻璃基材所形成的針孔。本揭示內容限制諸區域，在此鋰能在陰極內抵達電解質遠離該集流器之附近，本質上防止鋰於基材中的損失。在接近集流器之區域的較低擴散率防止鋰擴散經過該陰極直至該等集流器。用於高功率性能及容量保持兩者，此靠近該電解質含有高擴散率區域及在毗連該集流器之底部含有低擴散率區域的功能梯度陰極材料提供獨特之組合。亦即，該鋰運動在該陰極的特定空間區域內，且被局限在此等空間區域內，同時停留遠離該等區域，其能導致擴散進入該大部份基材或其他區域。當作一範例，95%鋰離子將被局限在95%的陰極厚度內，且由該電解質-陰極介面朝該陰極集流器。當然，可有其他變動、修改、及另外選擇。。

【0061】 **集流器中之針孔**

【0062】 於特定實施例中，本揭示內容提供防止鋰擴散經過該集流器中的針孔之方法，該擴散導致固態電池組中的最初能量損失及容量衰落。該方法提供經調節之循環範圍，明確地是限制決定每化學當量陰極的鋰元

素數目之充電狀態。該等電池係可在下限與上限間之充電狀態操作。當作一範例，該充電狀態下限由0.5%至75%，且該充電狀態上限由25%至99.5%。於放電時，該等鋰種類移入該陰極及開始與該集流器造成接觸。在某一厚度以下、譬如用於鋁薄膜在25微米厚度以下、由高速率蒸發所製成的集流器可含有許多針孔，如於圖7A-7D中所示，且抵達該集流器及其針孔之鋰離子可擴散進入該基材及被損失至不可逆的反應。

【0063】 本揭示內容限制鋰能在陰極內抵達遠離該集流器之電解質附近的區域，本質上防止鋰之損失於基材中。在接近集流器的區域之較低的擴散率防止鋰擴散經過該陰極直至該集流器。用於高功率性能及容量保持兩者，此靠近該電解質含有高擴散率區域及在毗連該集流器之底部含有低擴散率區域的功能梯度陰極材料提供獨特之組合。亦即，該鋰運動在該陰極的特定空間區域內，且被局限在此等空間區域內，同時停留遠離該等區域，其能導致擴散進入該大部份基材或其他區域。當作一範例，95%鋰離子將被局限在95%的陰極厚度內，且由該電解質-陰極介面朝該陰極集流器。

【0064】 **陽極腐蝕**

【0065】 於特定實施例中，本揭示內容提供用於防止固態電池組裝置在該陽極層內之鋰腐蝕的方法。該方法包括調節該放電深度、明確地是循環電壓的下限，及充分防止該固態電池組之放電。於放電時，鋰陽極層的一部份經過該電解質插入該陰極，將鋰層之一些部份留在該原來區域中，以維持用於該等隨後循環的傳導及擴散路徑。如果固態電池組被充分或甚至過度地放電，其驅使該陽極內之鋰的相當大部份進入該陰極，該陽極內之剩餘鋰可變得很薄及對於鋰的腐蝕性化學種類、諸如氧、氮、及水敏感。鋰氧化物、氮化物、及鋰氫氧化合物之形成係不可逆的，且在這些反應中所消耗之鋰係不可取回供另一循環(圖8A與8B)。如此，本發明提供一藉由防止該裝置內的活性鋰之損失來保持固態電池組的最初或指定容量之方法。

【0066】 用於保存反應鋰的機制係藉由過度放電之限制保護鋰免於腐蝕。吾人判定該過度放電導致鋰擴散進入該陰極集流器及進入用於其他惰性層之基材。吾人進一步發現該過度充電導致鋰擴散進入被設計來將鋰夾帶進入該陽極的空間區域之障壁或其他層。當作一範例，此等層已被敘

述在(Kim等人的美國專利申請案第20120040233號中)，且分派給密西根州安納保市的Sakti3公司，其係全部以引用的方式併入本文中。

【0067】 **鋰陽極電鍍**

【0068】 於特定實施例中，本揭示內容對該優先之鋰電鍍及固態電池組裝置的結果之能量損失提供一預防技術。優先之鋰電鍍係意指當充電時越過該電解質及陽極介面的不均勻之鋰擴散、或局部電鍍。由於在該陽極層內的一些區域中之可存取鋰的損失，此現象導致該等隨後的放電循環中之容量下降，如在該圖9A-9C及圖10A與10B中所示。圖9A-9C說明於再充電期間的不均勻之鋰陽極電鍍概要圖。這導致不均勻的電流分佈及過度局部化之電流分佈。圖10A及10B說明根據本發明之範例的鋰陽極電鍍顯微照相。

【0069】 以該鋰電鍍之另一爭議的問題係由於越過該陽極之間斷處的阻抗之增加，其提供用於該等鋰離子及電子的擴散及傳導路徑。此間斷處建立該陽極空間區域中之鋰的不均一分佈，其可導致在均一分佈材料之上的減少之整個電荷密度。於一些案例中，此不均一性可為足以造成該等陽極區域未被過濾出、亦即充散布布及不連接，使得無一跨越該x-y平面中之傳導性路徑的領域。

【0070】 **應力及剝離層**

於特定實施例中，本揭示內容提供限制個別薄膜及多數層內之應力的方法。如先前所述，藉由在陰極及陽極層之間運送鋰種類，固態電池組的循環造成顯著之插層引起的應力。這可導致薄膜破裂及剝離，尤其是與鋰腐蝕及／或不想要的鋰擴散進入該集流器及基材結合。在該等電池層上由於高薄膜應力之破碎、或破裂造成間斷處、短路、及電流漏洩，其導致低能量密度及短循環壽命。應力引起的薄膜破裂及層間破碎之範例被顯示在圖11A及11B中。

【0071】 本揭示內容提供調節該充電狀態的方法，以於循環期間減少該插層引起的應變及應力，且如此在固態電池組層之中防止電池的破裂及剝離。充電狀態調整支配應力之狀態，因為充電狀態決定該電池組電池中的插層應力之狀態。於一範例中，過度放電將導致沒有材料留在該陽極空間區域中，導致該電解質及該等陽極空間區域間之零應力邊界。這依序能對該電解質導致破裂或其他損壞，因為該陽極層的存在於該電池之操作期

間在該電解質上提供一內聚力。於另一範例中，該電池的過度放電能導致該陰極空間區域中之一或多個富含鋰層的形成，其導致該陰極空間區域之邊界上的被改變之應力。於另一範例中，導致該陰極集流器中的陽極材料之濃度的過度放電能變更該陰極之表面上的集流器之應力，導致不可逆的破裂或其他包括脫層之損壞。這些現象的任何一者、譬如對電極或電解質之損壞、或任何層間之電接觸的損失將導致該電池之減少的能量密度。

【0072】 控制充電狀態(SOC)同時循環該等固態電池組電池具有意外之利益。這些利益係藉由從下面支撐的物理機件進一步說明，如以下所說明。

III. 藉由控制SOC、等值線圖表所設計之能量密度

【0073】 因為固態電池組具有比傳統電池遠較高的能量密度，這些電池甚至在受限制之SOC(非完全SOC範圍)循環能夠輸送很高的能量密度。圖12顯示當在C/10下於不同之高低截止電壓放電時，一範例電池設計的放電體積能量密度(以Wh/l為單位)。有很寬廣範圍之選擇被顯示，其能輸送大於700 Wh/l(或800 Wh/l或900 Wh/l或1000 Wh/l)的能量密度。

IV. 用於高功率而藉由控制SOC對高功率應用所設計之操作時間

【0074】 因為固態電池組具有比傳統電池組遠較高的能量密度，這些電池組甚至在有限之SOC(非完全SOC範圍)循環能夠輸送很高的能量密度。用於使用此等電池組的特定高功率應用，該應用裝置能使用此等電池組操作較長時間。圖13顯示當在25W之很高功率下於不同的高低截止電壓放電時，一範例電池設計之操作時間(以分為單位)。

【0075】 電池組材料性質亦可藉由調諧處理參數、諸如背景氣體型式、背景氣體分壓、及基材溫度而被調整。當作一範例，增加的氣體壓力將導致質量密度中之減少及擴散率中的增加。當作另一範例，藉由改變該氣體型式，吾人能改變該薄膜成份中之不同種類的濃度。圖14顯示當在25W的很高功率下於不同之高低截止電壓放電時，具有改良的材料性質之範例電池設計的操作時間(以分為單位)。於此電池設計中，電池被沈積在薄撓性基材上。

V. 用於電池導向目標之穿戴式裝置應用所設計的能量密度

【0076】 因為固態電池組具有比傳統電池組遠較高的能量密度，這些

電池組甚至在有限之SOC(非完全SOC範圍)循環能夠輸送很高的能量密度。用於使用此等電池組之特定穿戴式裝置應用，圖15顯示當在67mA於不同的高低截止電壓下放電時之範例電池設計的可輸送能量密度。

【0077】 電池組材料性質亦可藉由調諧處理參數而被調整。圖16顯示當在67mA於不同的高低截止電壓下放電時，具有改良材料性質之範例電池設計的可輸送能量密度。於此電池設計中，電池被沈積在薄撓性基材上。

1.容量損失

【0078】 圖17A敘述該共用之測試協定。在C/10的循環0充電被使用於確定每一電池具有最初之3.7V。且其隨後為在C/10的循環1放電及循環1充電。該測試以增量之循環數目持續。圖17B說明該常態化容量對容量比率。該容量值係藉由使用多重物理量模擬的模擬容量所常態化，該多重物理量模擬具有包括電池尺寸及材料性質之實際電池規格。圖17B說明該常態化容量對循環1充電容量在循環1放電容量之上的容量比率。圖17C說明該常態化的容量對循環2放電容量在循環1充電容量之上的容量比率。資料群族係更多散布在圖17B中，而更多資料集合在圖17C中之比率1處。該結果顯示該容量衰落大部分發生在循環1放電步驟中。

2.功能梯度材料

【0079】 圖18說明該1C能量密度比率對C/10能量密度比率。該比率係藉由實驗結果所計算，該實驗結果係藉由模擬能量密度結果而使用具有包括電池尺寸及材料性質的實際電池規格之多重物理量模擬所常態化。此圖解說明在1C施行該模擬結果的大部份該電池性能，而在C/10之大部份電池性能係比該模擬結果更差。該圖解隱含該不均一材料、諸如功能梯度材料可被製成，以致具有均勻材料性質假定之多重物理量模擬不能同時配合在二不同放電速率的結果。

3.放電曲線比較

【0080】 圖19說明該實驗之放電曲線、多重物理量模擬放電、及同等電路模型擬合的結果。多重物理量模擬係基於3D有限元素模擬。如於圖1中之17所示的EC-1模型係用於同等電路模型。具有包括電池尺寸及材料性質之實際電池規格的多重物理量模擬很好地擬合該實驗之放電彎曲。具有R1=200Ω、R0=100Ω及C1=0.0005F的擬合參數之同等電路模型亦示範接近

實驗結果的擬合放電曲線。

【0081】 範例1：藉由捲繞來建立多數個堆疊固態電池組：當作一範例，本發明提供一使用撓性材料之方法，該撓性材料具有於0.1及100微米間之範圍中的厚度，而當作用於該等固態電池組之基材。該撓性材料可被選自諸如PET、PEN的聚合物薄膜、或諸如銅、鋁之金屬箔片。在該撓性基材上包含固態電池組的沈積層接著可被捲繞成圓柱形狀或被捲繞接著被壓縮成稜柱形狀。圖20顯示該捲繞式電池2000之圖像當作本發明的範例。該等捲繞式電池2000可藉由切割該等圓形角落2100而被進一步處理，以如圖21所示最大化該能量密度。

【0082】 範例2：藉由Z字形折疊來建立多數個堆疊固態電池組：當作一範例，本發明提供一使用撓性基材之方法，該撓性基材可為固態電池組的一部份。如圖22中所示，固態電池組在該撓性基材2200上之沈積層能藉由Z字形折疊而被堆疊。該Z字形折疊電池2200可藉由切割電池(2300)的雙邊及端接它們而被進一步處理，以如圖23所示地最大化該等能量密度。藉由交替該製程順序，多數個堆疊電池組之另一組構可藉由切割該等個別層2401且接著堆疊它們(2402)而被製成，如圖24中所說明。

【0083】 範例3：藉由反覆之沈積製程來建立多數個堆疊固態電池組：當作一範例，本發明提供藉由運動一基材經過許多沈積製程來建立多數個堆疊固態電池組的方法。藉由重複製程之順序達N次，該固態電池組裝置2500具有N個數目之堆疊，如在圖25中的概要圖中所顯示。

【0084】 範例4：真空吸塵器。圖26概要地顯示該電動真空吸塵器100之控制機構、及此裝置的電源供應器機構。呈微控制器101之形式的控制機構包括適當之控制電路系統及經過應用運送控制器102的處理功能性，以處理由其各種感測器、諸如該吸入感測器103、污垢感測器104、及袋子裝滿感測器106所接收之信號，並使該資訊通過回至該微控制器101，以用合適的方式驅動該真空泵浦107。此一裝置之電源係藉由固態電池組／包109所供電。本發明的特定實施例係被實施成該電池組管理系統110，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元112、經過該AC／DC轉換器111被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0085】 範例5：機械人器具。圖27概要地顯示該電動機械人器具200的控制機構、及此裝置之電源供應器機構。於此範例中，該三軸控制操縱支臂被用作使用機械人技術的類似器具如何操縱來完成特定工作之說明。具有機械人技術的其他電力輔助裝置之機構，以致該整個器具可據此運動，以完成想要的工作。呈微控制器201之形式的此機械人器具之控制機構包括適當的控制電路系統及經過命令輸入單元203、或來自其各種感測器、諸如該障壁感測器204、支臂位置感測器209、及程式接收感測器202之處理功能性，且使該資訊通過回至該微控制器201，以用合適的方式驅動該馬達207，以對該等導引輪206、及動力輪205供電，並將該三軸控制操縱支臂208定位至其想要之組構。此一裝置的電源係藉由固態電池組／包212所供電。本發明之特定實施例被施行成該電池組管理系統210，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元214、經過該AC／DC轉換器213被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0086】 範例6：電動踏板車。圖28概要地顯示該電動踏板車300之控制機構、及此車輛的電源供應器機構。呈微控制器301之形式的控制機構包括適當之控制電路系統及經過微控制器301的處理功能性，以處理由節流閥304、後燈組件312、前燈組件313、及煞車組件302所接收之信號。於電動踏板車中，該主要反饋控制被該騎士本身所提供；因此，該控制演算法係較不複雜。用於電動踏板車的電源係藉由固態電池組／包308所供電。本發明之特定實施例被實施成該電池組管理系統307，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元310、經過該AC／DC轉換器309被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0087】 範例7：靶機。圖29概要地顯示該電動靶機400的控制機構、及此靶機之電源供應器機構。因為此種無線控制特色，這些型式的裝置包括二零件：地面控制臺及靶機本身。用於該靶機而呈微控制器401之形式的控制機構包括適當之控制電路系統、資料獲取模組402，以使用該慣性測量單元403、全球定位系統接收器404、及三軸磁力計405指出該靶機的位置及控制該靶機之飛行狀態，接著將那些資料餵入至該微控制器401，以控制伺

服馬達410對該螺旋槳組件413供電。該地面控制臺能經過遙控發射器419控制靶機，且該靶機能以地面控制臺遙控接收器420經過無線控制單元408將調查圖片或資料送回至該地面控制臺。地面控制臺電腦單元418控制遙控發射器及接收器兩者。用於靶機之電源係藉由固態電池組／包415所供電。本發明的特定實施例被實施成該電池組管理系統414，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元417、經過該AC／DC轉換器416被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0088】 範例8：園藝工具。圖30概要地顯示電動園藝工具500之控制機構、及此裝置的電源供應器機構。這是一使用固態電力之供電工具的範例，但其不只受限於此器具。呈微控制器501之形式的控制機構包括適當之控制電路系統及經過位置感測器503與節流閥開關502的處理功能性。該微控制器接著能控制該等MOSFET晶片，並驅動該無刷式DC馬達、及整流式馬達，以對該應用單元、諸如於此範例中之移動升降臺支臂或鏈鋸504供電。用於園藝工具的電源係藉由固態電池組／包513所供電。本發明的特定實施例被實施成該微控制器501，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。該DC／DC轉換器512使用來對該等馬達供電。該固態電池組能被由該裝置拔下來分開地充電。

【0089】 範例9：手扶拖拉機。圖31概要地顯示電動乘騎式手扶拖拉機600之控制機構、及此手扶拖拉機的電源供應器機構。控制命令被該騎士所提供。用於電動乘騎式手扶拖拉機之電源係藉由固態電池組／包613所供電。本發明的特定實施例被實施成該電池組管理系統612，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元615、經過該AC／DC轉換器614被連接，以再充電該固態電池組／包。該固態電池組將對該開始及停止開關609、煞車開關610、方向控制器606、速率控制器607、DC馬達605、及煞車608供電，以致它們將控制動力輪602及導引輪603。

【0090】 範例10：吹風機。圖32概要地顯示該電動吹風機700之控制機構、及此電器的電源供應器機構。這是當作使用固態電力之個人照顧器

具的一範例，但其不只受限於此器具。控制機構係呈切換打開或關閉之形式。一旦此電器被開啟，該固態電池組702能對當作加熱器的電阻器712及該DC馬達706供電，以驅動該風扇葉片707將來自該電阻器712之熱量吹至該頭髮。本發明的特定實施例被實施成該電池組管理系統701，其正控制及監視該固態電池組／包702之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元704、經過該AC／DC轉換器703被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0091】 範例11：智慧型手機。圖33概要地顯示該智慧型手機800之控制機構、及此電器的電源供應器機構。這是當作一使用固態電力之個人通訊裝置的範例，但其不只受限於此智慧型手機。呈微控制器801之形式的控制機構包括適當之控制電路系統及經過其他控制單元、諸如快閃儲存卡806、藍芽控制器807、行動式DRAM 808、CMOS圖像感測器809、觸控螢幕控制器810、安全性解答811、基頻帶處理器812、多數個照相機生產815、Wifi控制器816、多媒體控制器817、及音頻CODEC 818的處理功能性。用於智慧型手機之電源係藉由固態電池組／包803所供電。本發明的特定實施例被實施成該電池組管理系統802，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元805、經過該AC／DC轉換器804被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0092】 範例13：膝上型電腦／平板電腦。圖34概要地顯示該膝上型電腦或平板電腦900之控制機構、及此電器的電源供應器機構。這是當作一使用固態電力之個人計算裝置的範例，但其不只受限於此膝上型電腦或平板電腦。呈微控制器901之形式的控制機構包括適當之控制電路系統及經過其他控制單元、諸如快閃儲存卡控制器906、藍芽控制器907、行動式DRAM 908、CMOS圖像感測器909、觸控螢幕控制器910、安全性解答911、鍵盤控制器912、乙太網路控制器915、Wifi控制器916、多媒體控制器917、音頻CODEC 918、及USB控制器919的處理功能性。用於智慧型手機之電源係藉由固態電池組／包903所供電。本發明的特定實施例被實施成該電池組管理系統902，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電

源供應器單元905、經過該AC／DC轉換器904被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0093】 範例13：電動車輛。圖35概要地顯示該電動車輛1000之控制機構、及此車輛的電源供應器機構。這是當作一使用固態電力之運送車輛的範例，但其不只受限於電動車輛。呈微控制器1001之形式的控制機構包括適當之控制電路系統及經過微控制器1001的處理功能性，以處理由腳踏開關1004、後燈組件1012、前燈組件1013、及煞車組件1002所接收之信號。於電動車輛中，該主要反饋控制被該騎士本身所提供；因此，該控制演算法係較不複雜。用於電動車輛的電源係藉由固態電池組／包1010所供電。本發明之特定實施例被實施成該電池組管理系統1009，其正控制及監視該固態電池組／包之充電狀態，以於該操作期間達成所需的功率及延長固態電池組／包之循環壽命。外部電源能經過該電源供應器單元1012、經過該AC／DC轉換器1011被連接，以再充電該固態電池組／包。

【0094】 於一特定實施例中，本發明的陰極材料包含非晶質或晶質鋰化或非鋰化過渡金屬氧化物及鋰化過渡金屬磷酸鹽，其中該金屬係於該週期表中之族3至12，包括、但不限於鋰錳氧化物、鋰鎳氧化物、鋰鈷氧化物、鋰'鎳鈷錳氧化物、鋰鎳鈷鋁氧化物、鋰銅錳氧化物、鋰鐵錳氧化物、鋰鎳錳氧化物、鋰鈷錳氧化物、鋰鎳錳氧化物、鋰鋁鈷氧化物、鋰鐵磷酸鹽、鋰錳磷酸鹽、鋰鎳磷酸鹽、鋰鈷磷酸鹽、氧化釩、氧化鎂、氧化鈉、硫磺、摻雜金屬(鎂、鑭)之鋰金屬氧化物、諸如摻雜鎂的鋰鎳氧化物、摻雜鑭之鋰錳氧化物、摻雜鑭的鋰鈷氧化物。本發明之電解質材料包括、但不限於鋰化氮氧化物磷(LIPON)、聚氧化乙烯(PEO)、鋰鑭鋯氧化物、鋰鑭鈦氧化物、鋰鈉鈮氧化物、鋰鋁矽氧化物、鋰磷酸鹽、鋰硫代磷酸酯、鋰鋁鍺磷酸鹽、鋰鋁鈦磷酸鹽、LISICON(鋰超級離子導體，大致上藉由$Li_xM_{1-y}M'_yO_4$(M=Si、Ge，及M'=P、Al、Zn、Ga、Sb)所敘述)、thio-LISICON(鋰超級離子導體，大致上藉由$Li_xM_{1-y}M'_yS_4$(M=Si、Ge，及M'=P、Al、Zn、Ga、Sb)所敘述)、鋰離子傳導硫銀鍺礦(Li_6PS_5X(X=Cl、Br、I))，具有由10^{-5}至10^{-1} S/m的離子導電率。本發明之陽極材料包含非晶質或晶質鋰化或非鋰化過渡金屬氧化物，包括、但不限於鋰鈦氧化物、氧化鍺、或石墨、鋰、矽、銻、鉍、銦、氮化錫、或鋰合金，包括、但不限於鋰鎂合金、鋰鋁合金、鋰錫合金、鋰

錫鋁合金。本發明之基材材料包含聚合物材料、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、PEN、玻璃、氧化鋁、矽、絕緣塗附金屬、陽極化金屬或雲母。本發明的第一障壁層材料至少包含該週期表之4、10、11、13及14族中的金屬之氧化物、氮化物、及磷酸鹽，並其中該障壁層材料包含Li_xPO_y，在此x+y<=7。本發明的第二障壁層包含丙烯酸鹽、丙烯酸酯及其他聚合物。

【0095】 圖36係根據本發明之實施例的非晶質陰極材料1102之說明的簡化截面視圖。如所示，重疊陰極材料1110之第二厚度的非晶質陰極材料1122之第一厚度具有粗糙及不規則的輪廓。

【0096】 於一實施例中，本發明提供多層式固態電池組裝置，包含：由1編號至N之同等電路，其分別與由1編號至N的複數個固態電池組電池有關聯，該等固態電池組電池之每一個包含重疊該基材構件的第一集流器、重疊該第一集流器之陰極裝置、重疊該陰極的電解質裝置、重疊該電解質裝置之陽極裝置、及重疊該陽極裝置的第二集流器，該複數個固態電池組電池之每一個係可在下限至上限間之充電狀態操作；每公升大於50瓦特小時之能量密度與較大說明該複數個固態電池組電池；及以每一陰極裝置為其特徵的複數個對準導柱結構，該複數個對準導柱結構之每一個包含非晶質陰極材料。

【0097】 於特定實施例中，該充電狀態下限由0.5%至75%，其中該充電狀態上限由25%至99.5%。該陰極裝置能以非晶質或晶質結構為其特徵。該陰極裝置能具有由0.05至200微米的厚度；且該陽極裝置具有由0.02至200微米之厚度。該陰極裝置的區域可包括由約0.05至約200微米的厚度。該區域之特徵可為大體上非晶質。該陽極裝置能包括金屬薄膜。該複數個電池組電池可被捲繞或堆疊。

【0098】 於特定實施例中，該固態電池組裝置能包括由玻璃結構、傳導性結構、金屬結構、陶瓷結構、塑膠或聚合物結構、或半導體結構之至少一種所製成的基材，或一或多個活性層可包含該基材層。該裝置能包括一終端裝置，其使用自終止或後終止連接器的任一者組構被建構在並聯或串聯配置中。該裝置能包括以該陰極裝置之區域為其特徵之局部導電率、及以該陰極裝置為其特徵的體積導電率。

【0099】 於特定實施例中，該陰極裝置係由選自鋰化或非鋰化過渡金

屬氧化物及鋰化過渡金屬磷酸鹽之材料所製成，其中該金屬係於該週期表中的3至12族中，包括、但不限於鋰錳氧化物、鋰鎳氧化物、鋰鈷氧化物、鋰鎳鈷錳氧化物、鋰鎳鈷鋁氧化物、鋰銅錳氧化物、鋰鐵錳氧化物、鋰鎳錳氧化物、鋰鈷錳氧化物、鋰鎳錳氧化物、鋰鋁鈷氧化物、鋰鐵磷酸鹽、鋰錳磷酸鹽、鋰鎳磷酸鹽、鋰鈷磷酸鹽、氧化釩、氧化鎂、氧化鈉、硫磺、摻雜金屬(鎂、鑭)之鋰金屬氧化物、諸如摻雜鎂的鋰鎳氧化物、摻雜鑭之鋰錳氧化物、摻雜鑭的鋰鈷氧化物。

【0100】 於特定實施例中，該陽極裝置係由選自鋰化或非鋰化過渡金屬氧化物之材料所製成，包括、但不限於鋰鈦氧化物、氧化鍺、或石墨、鋰、矽、銻、鉍、鋦、氮化錫、或鋰合金，包括、但不限於鋰鎂合金、鋰鋁合金、鋰錫合金、鋰錫鋁合金。

【0101】 於特定實施例中，該電解質裝置係選自鋰化氮氧化物磷(LIPON)、聚氧化乙烯(PEO)、鋰鑭鋯氧化物、鋰鑭鈦氧化物、鋰鈉鈮氧化物、鋰鋁矽氧化物、鋰磷酸鹽、鋰硫代磷酸酯、鋰鋁鍺磷酸鹽、鋰鋁鈦磷酸鹽、LISICON(鋰超級離子導體，大致上藉由$Li_xM_{1-y}M'_yO_4$(M=Si、Ge，及M'=P、Al、Zn、Ga、Sb)所敘述)、thio-LISICON(鋰超級離子導體，大致上藉由$Li_xM_{1-y}M'_yS_4$(M=Si、Ge，及M'=P、Al、Zn、Ga、Sb)所敘述)、鋰離子傳導硫銀鍺礦(Li_6PS_5X(X=Cl、Br、I))，具有由10^{-5}至10^{-1} S/m的離子導電率。

【0102】 於特定實施例中，該複數個固態電池組電池之每一對包含在其間之接合材料。該陰極裝置的特徵可為包含複數個像導柱之結構的材料，該等結構之每一者沿著該厚度的方向延伸，且大體上正交於材料之厚度及表面區域的平面。該陰極裝置能包括複數個導柱結構，每一導柱結構具有基底區域及上方區域，每一導柱結構包含複數個較小之像微粒的結構，每一較小之像微粒的結構被建構在每一導柱結構內。該陰極裝置可包括複數個導柱結構，每一導柱結構具有基底區域及上方區域，每一導柱結構包含複數個像微粒之結構，每一像微粒的結構被建構在每一導柱結構內，具有複數個不規則形多面結構之導柱結構的每一對被提供於該對導柱結構之間。

【0103】 於一實施例中，本發明提供固態電池組設備，包含：複數個電池組電池裝置，每一裝置具有陽極裝置、電解質裝置、及陰極裝置；由1

編號至N的同等電路(EC)，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；充電狀態，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；及電阻器、電容器、或其他被提供於該同等電路中之電參數。

【0104】 於特定實施例中，該裝置可包括耦接至該複數個電池組電池的器具，據此該應用係選自至少一智慧型手機、行動電話、個人數位助理器、無線電播放器、音樂播放器、視頻相機、平板及膝上型電腦、軍事通訊、軍事照明、軍事成像、衛星、飛機、衛星、微型飛行器、混合動力電動車、插電式混合動力電動車、全電動車、電動踏板車、水下載具、小船、大船、電動手扶拖拉機、及庭園裝置上之電動機車、無人靶機、無人飛機、RC汽車、機械人玩具、機械人真空吸塵器、機械人園用工具、機械人建築公用設施、機械人警報系統、機械人老人照顧單元、機械人小孩照顧單元、電鑽、電動割草機、電動真空吸塵器、電動金屬工作磨床、電熱槍、電動下壓擴展工具、電鋸及切斷器、電動噴砂器及拋光機、電動剪切機及切片機、電動起槽機、電動牙刷、電動吹風機、電動烘手機、全球定位系統(GPS)裝置、雷射測距器、閃光燈、電氣街照明、備用電源供應器、不斷電供應系統、及其他手提式及固定不動的電子裝置之至少一個或多個。

【0105】 雖然上文係該等特定實施例的完整敘述，各種修改、另外選擇結構及同等項可被使用。因此，該上面之敘述及圖解不應被取為限制本揭示內容的範圍，其係藉由所附申請專利範圍所界定。

【符號說明】

14	電路模型	107	真空泵浦
15	電路模型	109	固態電池組／包
16	電路模型	110	電池組管理系統
17	電路模型	111	AC／DC轉換器
100	電動真空吸塵器	112	電源供應器單元112
101	微控制器	200	電動機械人器具
102	運送控制器	201	微控制器
103	吸入感測器	202	程式接收感測器
104	污垢感測器	203	命令輸入單元
106	袋子裝滿感測器	204	障壁感測器

205 動力輪
206 導引輪
207 馬達
208 三軸控制操縱支臂
209 支臂位置感測器
210 電池組管理系統
212 固態電池組／包
213 AC／DC轉換器
214 電源供應器單元
300 電動踏板車
301 微控制器
302 煞車器組件
304 節流閥
307 電池組管理系統
308 固態電池組／包
309 AC／DC轉換器
310 電源供應器單元
312 後燈組件
313 前燈組件
400 電動靶機
401 微控制器
402 資料獲取模組
403 慣性測量單元
404 全球定位系統接收器
405 三軸磁力計
408 無線控制單元
410 伺服馬達
413 螺旋槳組件
414 電池組管理系統
415 固態電池組／包
416 AC／DC轉換器
417 電源供應器單元
418 地面控制臺電腦單元
419 遙控發射器
420 遙控接收器
500 電動園藝工具
501 微控制器
502 節流閥開關
503 位置感測器
504 鏈鋸
512 DC／DC轉換器
513 固態電池組／包
600 手扶拖拉機
602 動力輪
603 導引輪
605 DC馬達
606 方向控制器
607 速率控制器
608 煞車
609 開始及停止開關
610 煞車開關
612 電池組管理系統
613 固態電池組／包
614 AC／DC轉換器
615 電源供應器單元
700 電動吹風機
701 電池組管理系統
702 固態電池組／包
703 AC／DC轉換器
704 電源供應器單元

706 DC馬達
707 風扇葉片
712 電阻器
800 智慧型手機
801 微控制器
802 電池組管理系統
803 固態電池組／包
804 AC／DC轉換器
805 電源供應器單元
806 快閃儲存卡
807 藍芽控制器
808 行動式DRAM
809 CMOS圖像感測器
810 觸控螢幕控制器
811 安全性解答
812 基頻帶處理器
815 照相機生產
816 Wifi控制器
817 多媒體控制器
818 音頻CODEC
900 膝上型電腦或平板電腦
901 微控制器
902 電池組管理系統
903 固態電池組／包
904 AC／DC轉換器
905 電源供應器單元
906 快閃儲存卡控制器
907 藍芽控制器
908 行動式DRAM
909 CMOS圖像感測器
910 觸控螢幕控制器
911 安全性解答
912 鍵盤控制器
915 乙太網路控制器
916 Wifi控制器
917 多媒體控制器
918 音頻CODEC
919 USB控制器
1000 電動車輛
1001 微控制器
1002 煞車組件
1004 腳踏開關
1009 電池組管理系統
1010 固態電池組／包
1011 AC／DC轉換器
1012 後燈組件
1013 前燈組件
1102 非晶質陰極材料
1110 陰極材料
1122 非晶質陰極材料
2000 捲繞式電池
2200 撓性基材
2401 個別層
2500 固態電池組裝置

201703333

發明摘要

※ 申請案號：105102987

※ 申請日： 105.1.30 ※IPC 分類： H01M 10/04 (2006.01)
H01M 10/056 (2010.01)
H01M 4/58 (2010.01)
H01M 4/505 (2010.01)
H01M 4/525 (2010.01)

【發明名稱】(中文/英文)

固態儲能裝置

SOLID STATE ENERGY STORAGE DEVICE

【中文】

一固態電池組設備具有複數個電池組電池裝置，該等裝置之每一個具有陽極裝置、電解質裝置、及陰極裝置。該設備具有由1編號至N的同等電路(EC)，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；充電狀態，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；及電阻器、電容器、或其他被提供於該同等電路中之電參數。

【英文】

In an example, a solid-state battery apparatus is provided. The apparatus has a plurality of battery cell devices, each of the devices having an anode device, an electrolyte device, and a cathode device. The apparatus has an equivalent circuit (EC) numbered from 1 through N characterizing the plurality of battery cells devices, a state of charge characterizing the plurality of battery cell devices, and a resistor, capacitor, or other electrical parameters provided in the equivalent circuit.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

14 電路模型

15 電路模型

16 電路模型

17 電路模型

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種多層式固態電池組裝置，包含：

由1編號至N之同等電路，其分別與由1編號至N的複數個固態電池組電池有關聯，該等固態電池組電池之每一個包含重疊該基材構件的第一集流器、重疊該第一集流器之陰極裝置、重疊該陰極的電解質裝置、重疊該電解質裝置之陽極裝置、及重疊該陽極裝置的第二集流器，該複數個固態電池組電池之每一個係可在下限至上限間之充電狀態操作；

每公升大於50瓦特小時之能量密度與較大，以該複數個固態電池組電池為其特徵；及

以該等陰極裝置的每一個為其特徵之複數個對準導柱結構，該複數個對準導柱結構的每一個包含非晶質陰極材料。

2. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該充電狀態下限由0.5%至75%，其中該充電狀態上限由25%至99.5%。
3. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置係以非晶質或晶質結構為其特徵。
4. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陽極裝置包含金屬薄膜。
5. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置具有由0.05至200微米的厚度；且該陽極裝置具有由0.02至200微米之厚度。
6. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該複數個電池組電池被捲繞或堆疊。
7. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，另包含由玻璃結構、傳導性結構、金屬結構、陶瓷結構、塑膠或聚合物結構、或半導體結構的至少一種所製成之基材，或一或多個活性層可包含該基材層。
8. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置的區域包含由約0.05至約200微米之厚度。
9. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該區域的特徵係實質上非晶質。
10. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，另包含終端裝置，其使用自終止或後終止連接器組構的任一者被建構在並聯或串聯配置中。

11. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，另包含以該陰極裝置的區域為其特徵之局部導電率、及以該陰極裝置為其特徵的體積導電率。
12. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置係由選自鋰化或非鋰化過渡金屬氧化物及鋰化過渡金屬磷酸鹽的材料所製成，其中該金屬係於該週期表中之3至12族中，包括、但不限於鋰錳氧化物、鋰鎳氧化物、鋰鈷氧化物、鋰鎳鈷錳氧化物、鋰鎳鈷鋁氧化物、鋰銅錳氧化物、鋰鐵錳氧化物、鋰鎳錳氧化物、鋰鈷錳氧化物、鋰鎳錳氧化物、鋰鋁鈷氧化物、鋰鐵磷酸鹽、鋰錳磷酸鹽、鋰鎳磷酸鹽、鋰鈷磷酸鹽、氧化釩、氧化鎂、氧化鈉、硫磺、摻雜金屬(鎂、鑭)之鋰金屬氧化物、諸如摻雜鎂的鋰鎳氧化物、摻雜鑭之鋰錳氧化物、摻雜鑭的鋰鈷氧化物。
13. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陽極裝置係由選自鋰化或非鋰化過渡金屬氧化物的材料所製成，包括、但不限於鋰鈦氧化物、氧化鍺、或石墨、鋰、矽、銻、鉍、氮化錫，或鋰合金，包括、但不限於鋰鎂合金、鋰鋁合金、鋰錫合金、鋰錫鋁合金。
14. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該電解質裝置係選自鋰化氮氧化物磷(LIPON)、聚氧化乙烯(PEO)、鋰鑭鋯氧化物、鋰鑭鈦氧化物、鋰鈉鈮氧化物、鋰鋁矽氧化物、鋰磷酸鹽、鋰硫代磷酸酯、鋰鋁鍺磷酸鹽、鋰鋁鈦磷酸鹽、LISICON(鋰超級離子導體，大致上藉由$Li_xM_{1-y}M'_yO_4$(M=Si、Ge，及M'=P、Al、Zn、Ga、Sb)所敘述)、thio-LISICON(鋰超級離子導體，大致上藉由$Li_xM_{1-y}M'_yS_4$(M=Si、Ge，及M'=P、Al、Zn、Ga、Sb)所敘述)、鋰離子傳導硫銀鍺礦(Li_6PS_5X(X=Cl、Br、I))，具有由10^{-5}至10^{-1} S/m的離子導電率。
15. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該複數個固態電池組電池的每一對包含在其間之接合材料。
16. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置的特徵可為包含複數個像導柱之結構的材料，該等結構之每一者沿著該厚度的方向延伸，且實質上正交於材料之厚度及表面區域的平面。

17. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置包含複數個導柱結構，該等導柱結構的每一個具有基底區域及上方區域，該等導柱結構之每一個包含複數個較小的像微粒之結構，該等較小的像微粒之結構的每一個被建構在該等導柱結構之每一個內。

18. 如申請專利範圍第1項之多層式固態電池組裝置，其中該陰極裝置包含複數個導柱結構，該等導柱結構的每一個具有基底區域及上方區域，該等導柱結構之每一個包含複數個像微粒的結構，該等像微粒之結構的每一個被建構在該等導柱結構之每一個內，具有複數個不規則形多面結構的導柱結構之每一對被提供於該對導柱結構之間。

19. 一種固態電池組設備，包含：

複數個電池組電池裝置，該等裝置之每一個具有陽極裝置、電解質裝置、及陰極裝置；

由1編號至N的同等電路(EC)，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；

充電狀態，以該複數個電池組電池裝置為其特徵；及

電阻器、電容器、或其他被提供於該同等電路中之電參數。

20. 如申請專利範圍第20項之固態電池組設備，另包含被耦接至該複數個電池組電池的器具，據此該應用係選自至少一智慧型手機、行動電話、個人數位助理器、無線電播放器、音樂播放器、視頻相機、平板及膝上型電腦、軍事通訊、軍事照明、軍事成像、衛星、飛機、衛星、微型飛行器、混合動力電動車、插電式混合動力電動車、全電動車、電動踏板車、水下載具、小船、大船、電動手扶拖拉機、及庭園裝置上之電動機車、無人靶機、無人飛機、RC汽車、機械人玩具、機械人真空吸塵器、機械人園用工具、機械人建築公用設施、機械人警報系統、機械人老人照顧單元、機械人小孩照顧單元、電鑽、電動割草機、電動真空吸塵器、電動金屬工作磨床、電熱槍、電動下壓擴展工具、電鋸及切斷器、電動噴砂器及拋光機、電動剪切機及切片機、電動起槽機、電動牙刷、電動吹風機、電動烘手機、全球定位系統(GPS)裝置、雷射測距器、閃光燈、電氣街照明、備用電源供應器、不斷電供應系統、及其他手提式與固定不動的電子裝置之至少一個或多個。

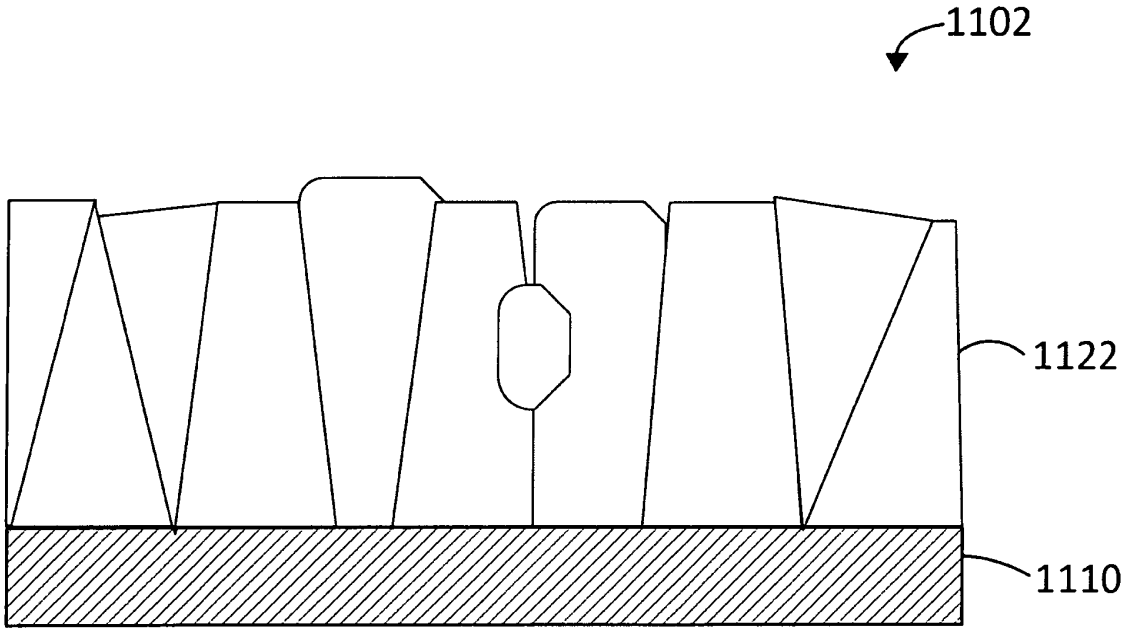


圖 36