

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)

形成用於生醫裝置之生物可相容賦能主要元件之方法及設備

METHODS AND APPARATUS TO FORM BIOCOMPATIBLE

ENERGIZATION PRIMARY ELEMENTS FOR BIOMEDICAL DEVICES

【相關申請案之交互參照】

【0001】 本申請案主張 2014 年 8 月 21 日申請之美國臨時專利申請案申請號 62/040178 之優先權。

【技術領域】

【0002】 本文中敘述形成生物可相容賦能元件之方法與設備。在一些實施例中，形成生物可相容賦能元件之方法與設備涉及形成賦能元件中的一分隔件元件(separator element)。包括陽極、陰極及電解質之主動元件可以電化學方式連接，並可與所形成的分隔件元件交互作用。在一些實施例中，該方法與設備之使用領域可以包括任何需要賦能元件的生物可相容裝置或產品。

【先前技術】

【0003】 近來，醫療裝置的數量及其功能性已開始迅速發展。這些醫療裝置可以包括例如可植入心律調節器、用於監測及/或測試生物功能的電子藥丸、具有主動組件的手術裝置、隱形眼鏡、輸液泵及神經刺激器。已針對許多前述的醫療裝置之新增功能性及提高性能提出理論並進行研發。然而，為了實現理論上增加的功能，目前這些裝置中有許多的裝置需要與這些裝置的尺寸和形狀要求以及新的賦能組件之能量要求相容的自給式賦能工具。

【0004】 一些醫療裝置可包括組件（例如半導體裝置），該等組件執行各種功能，並可被併入於許多生物可相容及/或可植入裝置中。然而，此類半導體組件需要能量，因此，賦能元件較佳地亦應被包括在此類生物可相容裝置中。生物可相容裝置的布局和相對小的尺寸對於各種功能性的界定形成了新穎的和挑戰性的環境。在許多實施例中，重要的是提供安全、可靠、小型化及具成本效益的手段來賦能給生物可相容裝置內的半導體組件。因此，存在對形成用於植入於生物可相容裝置之內或之上的生物可相容賦能元件之新穎實施例的需求，其中電池元件的結構提供用於賦能元件之化學組分的增強圍阻，以及對賦能元件內含之化學組分在量上的改良控制。

【發明內容】

【0005】 因此，揭示形成生物可相容賦能元件之方法與設備，該等方法與設備提供製造優勢，同時建立可有效地容納電池化學的結構。還有，結構設計亦可提供對於在電池元件內存在之賦能元件數量的固有控制。

【0006】 一項一般性態樣包括一種生物可相容賦能元件，其包括：一間隙間隔物層；一第一孔洞，其定位於該間隙間隔物層中；一陰極間隔物層，其中該陰極間隔物層附著至該間隙間隔物層；一第二孔洞，其定位於該陰極間隔物層中，其中該第二孔洞係與該第一孔洞對齊，且其中該第二孔洞小於該第一孔洞，使得當該第一孔洞及該第二孔洞對齊時，有陰極間隔物層之一脊部曝露於該第一孔洞中。該生物可相容賦能元件亦包括一分隔件層，其中該分隔件層置放於該間隙間隔物層中之該第一孔洞內且黏附至陰極間隔物層之該脊部。該生物可相容賦能元件亦包括一孔穴，該孔穴在該第二孔洞之側邊與該分隔件層之一第一表面之間，其中該孔穴填充有陰極化學物。該生物可相容賦能元件亦包括一第一電流收集器，該第一

電流收集器塗布有陽極化學物。該生物可相容賦能元件亦包括一第二電流收集器，其中該第二電流收集器與該等陰極化學物電連接。該生物可相容賦能元件亦包括一包括電解質化學物的電解質。該生物可相容賦能元件亦包括該等陰極化學物、陽極化學物及電解質化學物，其等經調配用於該賦能元件之一單一放電循環。

【0007】 實施方案可包括下列特徵之一或多者：該生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包括含有二氧化錳之錳的一鹽類；該生物可相容賦能元件，其中該等陽極化學物包括含有電沉積鋅的鋅；該生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包括石墨、聚異丁烯、甲苯、噴射磨電解二氧化錳，及 KS6 初生合成石墨；該生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包括以下的一混合物：約 1.5 份 10 百分比的甲苯中的 PIB B50、對 2.3 份額外甲苯、對 4.9 份包括約 80 百分比噴射磨電解二氧化錳對 20 百分比 KS6 初生合成石墨之一混合物；該生物可相容賦能元件，其中該電解質包括氯化鋅及氯化銨；及該生物可相容賦能元件，其中該分隔件包括 Celgard 412。

【0008】 該生物可相容賦能元件，其中該生物可相容賦能元件電連接至一生醫裝置內之一電活性元件，例如一眼用裝置，例如一隱形眼鏡。該生物可相容賦能元件，其中該生物可相容賦能元件電連接至一生醫裝置內之一電活性元件。該生物可相容賦能元件，其中該分隔件包括甲基丙烯酸羥乙酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯及聚乙烯吡咯啉酮。

【0009】 該生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包括以下的一混合物：約 1.5 份 10 百分比的甲苯中的 PIB B50、對 2.3 份額外甲苯、對 4.9 份包括約 80 百分比噴射磨電解二氧化錳對 20 百分比 KS6 初生合成石墨之一混合物，其中該等陽極化學物包含電沉積鋅，且其中該電解質包

含氯化鋅及氯化銨；該生物可相容賦能元件，其中該生物可相容賦能元件電連接至一生醫裝置內之一電活性元件；該生物可相容賦能元件，其中該生醫裝置係一眼用裝置；該生物可相容賦能元件，其中該眼用裝置係一隱形眼鏡。

【0010】 一項一般性態樣包括一種生物可相容賦能元件，其包括一陰極間隔物層。該生物可相容賦能元件亦包括一第一孔洞，其定位於該陰極間隔物層中。該生物可相容賦能元件亦包括一第一電流收集器，該第一電流收集器塗布有陽極化學物，其中該第一電流收集器經附著至該陰極間隔物層之一第一表面，且其中一第一孔穴經建立在該第一孔洞之側邊與塗布有陽極化學物之該第一電流收集器之一第一表面之間。該生物可相容賦能元件亦包括一分隔件層，其中該分隔件層係在一分隔件前驅物混合物經施配至該孔穴中後形成於該第一孔穴內。該生物可相容賦能元件亦包括一第二孔穴，該第二孔穴在該第一孔洞之側邊與該分隔件層之一第一表面之間，其中該第二孔穴填充有陰極化學物。該生物可相容賦能元件亦包括一第二電流收集器，其中該第二電流收集器與該等陰極化學物電連接。該生物可相容賦能元件亦包括一包括電解質化學物的電解質。該生物可相容賦能元件亦包括：其中該等陰極化學物、陽極化學物及電解質化學物經調配用於該賦能元件之一單一放電循環。

【0011】 實施方案可包括下列特徵之一或多者。該生物可相容賦能元件，其中該分隔件包括甲基丙烯酸羥乙酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯及聚乙烯吡咯啉酮。該生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包括以下的一混合物：約 1.5 份 10 百分比的甲苯中的 PIB B50、對 2.3 份額外甲苯、對 4.9 份包括約 80 百分比噴射磨電解二氧化錳對 20 百分比 KS6 初生合成

石墨之一混合物，其中該等陽極化學物包含電沉積鋅，且其中該電解質包含氯化鋅及氯化銨。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖 1A 至圖 1D 繪示與隱形眼鏡之例示性應用合作之生物可相容賦能元件的例示性態樣。

圖 2 繪示例示性電池設計之個別單元的例示性尺寸及形狀。

圖 3A 繪示具有例示性陽極與陰極連接之第一獨立式、已封裝的生物可相容賦能元件。

圖 3B 繪示具有例示性陽極與陰極連接之第二獨立式、已封裝的生物可相容賦能元件。

圖 4A 至圖 4N 繪示針對用於生醫裝置之生物可相容賦能元件之形成的例示性方法步驟。

圖 5 繪示例示性之完全成形的生物可相容賦能元件。

圖 6A 至圖 6F 繪示針對生物可相容賦能元件之結構形成的例示性方法步驟。

圖 7A 至圖 7F 繪示使用交替電鍍方法針對生物可相容賦能元件之結構形成的例示性方法步驟。

圖 8A 至圖 8H 繪示針對用於生醫裝置之具有水凝膠分隔件的生物可相容賦能元件之形成的例示性方法步驟。

圖 9A 至圖 9C 繪示使用替代的分隔件處理實施例針對生物可相容賦能元件之結構形成的例示性方法步驟。

【實施方式】

【0013】 本申請案中揭示形成三維生物可相容賦能元件的方法與設備。該賦能元件內的該分隔件元件可以新穎方法形成，並可包含新穎材料。在下列段落中，敘述各種實施例之詳細說明。較佳實施例與替代實施例之說明僅為例示性實施例，且精於此項技藝之人士當可輕易思及各種修改及變更。因此，例示性實施例並不限制本申請案之範圍。三維的生物可相容賦能元件係被設計用於生物體中或鄰近處。

名詞解釋

【0014】 在說明和以下的申請專利範圍中，可被使用的各式用語將應用如下定義：

本文中使用的「陽極」係指電流通過而流入偏振電子裝置的電極。電流的方向通常與電子流的方向相反。換句話說，電子從陽極流入例如電路。

【0015】 本文中使用的「黏結劑」係指能夠對機械變形展現彈性回應並與其他的賦能元件組件化學性相容的聚合物。例如，黏結劑可以包括電活性材料、電解質、聚合物等。

【0016】 本文中使用的「生物可相容」係指在特定的應用中以適宜的宿主回應執行的材料或裝置。例如，生物可相容裝置對生物系統不具毒性或有害影響。

【0017】 本文中使用的「陰極」係指電流通過而流出偏振電裝置的電極。電流的方向通常與電子流的方向相反。因此，電子流入偏振電裝置的陰極並從例如連接的電路流出。

【0018】 本文中使用的「塗層」係指處於薄形式的材料沉積物。在一些使用中，該用語將指稱大致上覆蓋基材表面的薄沉積物，該薄沉積物

係形成於該基材上。在其他更專用的用途中，該用語可被用於描述在較小表面區域中的小型薄沉積物。

【0019】本文中使用的「電極」可以指稱能源中的有效質量。例如，其可包括陽極和陰極中之一者或兩者。

【0020】本文中使用的「賦能的」係指能夠供應電流或儲存電能於其中之狀態。

【0021】本文中使用的「能量」係指物理系統作工之能力。賦能元件的許多使用可能與能夠執行電行為的能力有關。

【0022】本文中使用的「能量源」或「賦能元件」或「賦能裝置」係指任何能夠供能或使邏輯或電裝置處於賦能狀態的裝置或層。賦能元件可以包括電池。電池可以由鹼性類型電池化學所形成且可以是固態電池或濕電池。

【0023】本文中使用的「填料」係指一或更多個不與酸性或鹼性電解質反應的賦能元件分隔件。一般來說，填料可以包括基本上不溶於水的材料，例如碳黑；煤塵；石墨；金屬氧化物和氫氧化物，例如矽、鋁、鈣、鎂、鋇、鈦、鐵、鋅及錫之氧化物和氫氧化物；金屬碳酸鹽，例如鈣和鎂之碳酸鹽；諸如雲母、蒙脫石、高嶺石、綠坡縷石及滑石等材料；合成的和天然的沸石，例如卜特蘭水泥；沉澱的金屬矽酸鹽，例如矽酸鈣；中空或實心的聚合物或玻璃微球、薄片及纖維；等等。

【0024】本文中使用的「膜」係指薄材料層，其可作為覆蓋層或塗層；在疊層結構中，該膜一般接近一平面層，其具有一頂部表面及一底部表面與一主體；其中該主體一般比該層的範圍更薄。

【0025】本文所使用的「功能化」係指使一層或裝置能夠執行一功能，包括例如賦能、啟動及/或控制。

【0026】 本文所使用的「模具」係指可用來使未固化配方形成三維物體的剛性或半剛性物體。一些較佳的模具包括兩個模具部件，該兩個模具部件當彼此相對時界定出三維物體的結構。

【0027】 本文所使用的「功率」係指每單位時間所作的功或傳遞之能量。

【0028】 本文所使用的「可再充電」或「可再賦能」係指恢復至可作工之更高容量狀態的能力。許多用法可係關於被回復至能夠使電流在某些重建期間內以某一速率流動之能力。

【0029】 本文中使用的「再賦能」或「再充電」係指回復到具有較高作功能力的狀態。許多用法可係關於使一裝置回復至具有使電流在某一重建期間內以某一速率流動之能力。

【0030】 本文中所使用的「釋離」且有時稱為「從模具釋離」意指一三維物體已自模具完全分離，或僅鬆弛地附著於模具使得稍微搖動即可被移除。

【0031】 本文所使用的「堆疊的」意指將至少兩個組件層彼此緊鄰放置，而使該些層之其中一者的一個表面之至少一部分接觸一第二層之一第一表面。在一些實施例中，無論是用於黏著或其他的功能，塗層可以位在彼此通過該塗層接觸的兩個層之間。

【0032】 本文中使用的「跡線」係指能夠將電路組件連接在一起的賦能元件組件。例如，當基材是印刷電路板時，電路跡線可包括銅或金，且在撓性電路中一般可為銅、金或印刷膜。一種特殊類型「跡線」係電流收集器(current collector)。電流收集器係具有電化學相容性的跡線，其電化學相容性使得電流收集器適於在電解質存在時用於傳導電子往返於陽極或陰極。

【0033】 本文中所提出的方法與設備係關於形成用於包括於平坦或三維生物可相容裝置內或上的生物可相容賦能元件。一種特定類別之賦能元件可係以層製造之電池。該等層亦可分類為疊層層。依此方式形成之電池可分類為層狀電池。

【0034】 可有其他實例說明如何根據本揭露組裝及組態電池，且一些實例可在下列段落中說明。然而，對許多這些實例而言，電池有其本身可具有之選定的參數及特性。在下列段落中，將聚焦在一些特性及參數上。

具有生物可相容賦能元件之例示性生醫裝置構造

【0035】 可結合本揭露之賦能元件「電池」之生醫裝置的實例可為電活性調焦隱形眼鏡。參照圖 1A，此類隱形眼鏡插件之實例可描繪為隱形眼鏡插件 100。在隱形眼鏡插件 100 中，可存在一電活性元件 120，其可回應於控制電壓而調節焦距特性變化。可藉由一生物可相容電池元件 110 來供電給用以提供控制電壓訊號以及用以提供其他功能（例如，針對外部控制訊號控制環境感測）之一電路 105。如圖 1A 所描繪，可發現電池元件為多個主要片件，在此情況下為三個片件，且電池元件 110 可包含如已討論之各種組態的電池化學元件。電池元件 110 可具有各種互連特徵，以將片件接合在一起，如可描繪在互連 114 之區域下方者。電池元件 110 可連接至一電路元件，該電路元件可具有其自身的基材 111，互連特徵 125 可定位在基材 111 上。可為積體電路形式之電路 105 可電氣且實體地連接至基材 111 以及其互連特徵 125。

【0036】 參照圖 1B，一隱形眼鏡 150 之橫剖面形貌(cross sectional relief)可包含隱形眼鏡插件 100 以及其已討論之構成部分。隱形眼鏡插件

100 可囊封於隱形眼鏡水凝膠之一裙件 155 中，該裙件可囊封插件 100，並在使用者的眼睛與隱形眼鏡 150 間提供一舒適介面。

【0037】 參照本揭露的概念，電池元件可如圖 1C 之另一實例中所描繪般地以二維形式形成。在此描繪中，可存在兩個電池單元之主要區域在電池組件 165 的區域中以及在電池化學元件 160 之區域中的第二電池組件。平坦元件可連接至一電路元件 163，電路元件 163 在圖 1C 之實例中可含有兩個主要電路區 167。電路元件 163 可在一電氣接觸 161 及一實體接觸 162 兩處連接至電池元件。平坦結構可彎曲成為三維圓錐形結構，如已在本揭露中敘述者。在該程序中，一第二電氣接觸 166 與一第二實體接觸 164 可用於連接且實體地穩定化該三維結構。參照圖 1D，可發現此三維圓錐形結構 180 的示意圖。亦可發現實體與電氣接觸點 181，且該圖可視為所得結構之三維圖。此結構可包含將與一鏡片插件一同併入一生物可相容裝置中之模組化的電氣與電池組件。

分段式電池方案

【0038】 參照圖 2，針對用於隱形眼鏡類型之實例的例示性電池元件描繪不同類型之分段式電池方案的實例。分段式組件可相對地為圓形形狀 271、正方形形狀 272、或矩形形狀。在矩形形狀的實例中，矩形可為小矩形形狀 273、較大矩形形狀 274、或大矩形形狀 275。

平坦電池元件的定制形狀

【0039】 在生物可相容電池的一些實例中，電池可形成為平坦元件。參照圖 3A，電池元件之一矩形輪廓 310 之一實例可描繪為具有一陽極連

接 311 以及一陰極連接 312。參照圖 3B，一電池元件之一圓形輪廓 330 可描繪為具有一陽極連接 331 以及一陰極連接 332。

【0040】 在平坦成形電池的一些實例中，電池形式的輪廓可在空間上及幾何上經組態以適配於定制產品中。除了具有矩形或圓形輪廓的實例之外，可形成定制的「自由形式(free-form)」或「自由形狀(free shape)」的輪廓，其可允許電池組態被最佳化以適配於一給定產品內。

【0041】 在具有可變光學之例示性的生醫裝置例子中，平坦輪廓之「自由形式」實例的形式可為弧形。該自由形式可為此類幾何，當形成為 3 維形狀時，其可採取在隱形眼鏡之受限邊界內適配的圓錐形、環形裙件之形式。可清楚的是，在醫療裝置具有限制性 2D 或 3D 形狀需求處可形成類似的有利幾何形狀。

電池之生物可相容性態樣

【0042】 舉一實例而言，根據本揭露之電池可具有與安全性及生物可相容性有關之重要的態樣。在一些實例中，用於生醫裝置的電池之需求必須滿足高於且超出針對通常使用情境之需求。在一些實例中，可針對應力事件(stressing event)考慮設計態樣。例如，在使用者插入或移除鏡片期間弄破鏡片的事件中，可能需要考慮電子隱形眼鏡的安全性。在另一實例中，設計態樣可考慮使用者被異物侵入眼睛的可能性。在開發設計參數與限制時可列入考慮的還有其他壓力狀況的實例，其可關於使用者在挑戰性環境中配戴鏡片的可能性，以非限制性實例來說，如水下環境、或高海拔環境。

【0043】 此一類裝置的安全性可受到下列的影響：形成裝置之材料、製造裝置之過程中所用的材料量、還有使裝置與周圍的人體或體內環境分

離所應用之封裝。在一實例中，心律調節器可為可包括電池且可長期植入使用者體內之典型類型的生醫裝置。因此，在一些實例中，此類心律調節器一般可以焊接的密封式鈦外殼予以封裝，或在其他實例中，以多層封裝材料(encapsulation)予以封裝。新興的動力生醫裝置可對封裝，特別是電池封裝，帶來新的挑戰。這些新裝置可遠小於現存的生醫裝置，例如，電子隱形眼鏡或藥丸攝影機可顯著地小於心律調節器。在此類實例中，可用於封裝的體積與面積會大幅減少。

微電池的電氣需求

【0044】 針對設計考量的另一方面可係關於裝置的電氣需求，其必須由電池提供。為了運作為用於醫療裝置的電源，合適的電池在未連接或非外部供電的模式下進行操作時會需要滿足系統之完全的電氣需求。未連接或非外部供電之生醫裝置的新興領域可包括例如視力矯正隱形眼鏡、健康監控裝置、藥丸攝影機、及新穎裝置。積體電路(IC)技術近來的發展可允許以非常低的電流位準（例如，微微安培(picoamp)的待機電流、及微安培(microamp)的操作電流）進行有意義的電氣操作。IC 亦可允許非常小型的裝置。

【0045】 用於生醫應用之微電池會需要滿足許多同時、具挑戰性的需求。例如，微電池會需要具有輸送適當操作電壓至所併入電路的能力。此操作電壓可受到若干因素的影響，包括，IC 製程「節點(node)」、從電路至另一裝置的輸出電壓、以及特定的電流消耗目標，其亦可關於所要的裝置壽命。

【0046】 就 IC 製程而論，節點一般可藉由電晶體的最小特徵尺寸（例如，其「所謂的」電晶體通道）來判別。此實體特徵連同其他 IC 製

造的參數（例如，閘極氧化物厚度）可相關聯於以給定的製程節點製作之場效電晶體(FET)之用於導通電壓(turn-on voltage)或臨限電壓的所得額定標準。例如，在具有 0.5 微米之最小特徵尺寸的節點中，通常可發現 FET 具有 5.0 V 之導通電壓。然而，在最小特徵尺寸為 90 nm 時，FET 可以 1.2、1.8、及 2.5 V 導通。IC 代工廠可供應數位塊（例如，反相器與正反器）之標準單元，該等標準單元已經特徵化，且係經額定用於某些電壓範圍內的使用。設計者基於若干因素選擇 IC 製程節點，該數個因素包括，數位裝置的密度、類比/數位混合訊號裝置、洩漏電流、佈線層、以及特用裝置（例如，高壓 FET）的可用性。給定可從一微電池汲取電力之電氣組件的這些參數態樣，對微電池電源而言，符合選定的製程節點與 IC 設計之需求可為重要的，特別在可用電壓與電流方面。

【0047】 在一些實例中，由微電池供電的電路可連接至另一裝置。在非限制性實例中，以微電池供電的電路可連接至致動器或換能器。依據應用，這些可包括發光二極體(LED)、感測器、微機電系統(MEMS)泵、或眾多其他的此類裝置。在一些實例中，此類連接裝置可需要比常見的 IC 製程節點更高的操作電壓條件，例如，可變焦鏡片可需要 35 V 來啟動。因此，在設計此一類系統時，電池所提供的操作電壓可成為關鍵考量。在此類型考量的一些實例中，用以產生 35 V 之鏡片驅動器從 1 V 電池之效率可明顯小於從 2 V 電池進行操作時可能有的效率。亦將微電池之操作參數列入考慮時，例如晶粒尺寸之進一步的需求可極為不同。

【0048】 個別的電池單元一般可具有額定之開路電壓、有載電壓及截止電壓。開路電壓係由具有無限負載電阻之電池單元所產生的電位。有載電壓係由具有跨單元終端放置之合適的、且一般亦是指定的負載阻抗的單元所產生的電位。截止電壓一般係大多數電池已被放電的電壓。截止電

壓可表示電壓或放電位準，低於此，則電池不應再被放電，以避免例如過量產氣之有害效應。截止電壓一般會受到電池所連接之電路的影響，而非僅受電池本身影響，例如，電子電路之最小操作電壓。在一個實例中，鹼性電池可具有 1.6 V 的開路電壓、1.0 至 1.5 V 之範圍內的有載電壓、以及 1.0 V 的截止電壓。給定之微電池單元設計的電壓可取決於所用之電池化學的其他因素。而且，不同的電池化學可因此具有不同的電池電壓。

【0049】 電池可經串聯連接來增加電壓；然而，此組合可伴隨著對尺寸、內部電阻、以及電池複雜度的折衷。電池亦可以並聯組態來組合，以減少電阻並增加容量；然而，此一類組合會折衷尺寸及儲放期限(shelf life)。

【0050】 電池容量可為電池輸送電流、或作功達一段時期的能力。一般可依諸如微安培-小時之單位來指明電池容量。可輸送 1 微安培電流達 1 小時的電池具有 1 微安培-小時的容量。容量一般可藉由增加電池裝置內之反應物的質量（且因此是體積）來增加；然而，可理解生醫裝置的可用體積明顯受限。電池容量亦可受到電極與電解質材料的影響。

【0051】 依據電池所連接之電路系統的需求，電池可能需要作為各種不同值之電流源。在主動使用前的儲存期間，會有約為微微安培至奈安培的洩漏電流流過電路、互連、及絕緣體。在主動操作期間，電路系統會消耗靜態電流來對感測器進行取樣、運行計時器、以及執行此類低功耗的功能。靜態電流消耗可約為奈安培至毫安培。電路系統亦可具有甚至更高的峰值電流要求，例如，當寫入快閃記憶體、或透過射頻(RF)進行通訊時。此峰值電流可擴展至數十毫安培或更大。微電池裝置之電阻與阻抗亦可為重要的設計考量。

【0052】 儲放期限一般係指電池在儲存中可保全，且仍維持可用的操作參數之時間週期。因為若干原因，儲放期限對生醫裝置而言可為特別重要。電子裝置可取代非動力裝置，這在例如引入電子隱形眼鏡時可屬實。由於客戶、供應鏈及其他要求，這些現有市場空間中的產品已制定儲放期限規定（例如，三年）。一般會希望新產品亦不變更此類規格。儲放期限規定亦可視包含微電池之裝置的經銷、庫存以及使用之方法來設定。因此，用於生醫裝置之微電池可具有特定的儲放期限規定，其可例如以年數來估量。

【0053】 在一些例示性實施例中，三維生物可相容賦能元件可以是可充電的。例如，還可將感應線圈製作在三維表面上。然後可使用射頻（「RF」）便攜式終端(fob)將感應線圈賦能。可將感應線圈連接至三維生物可相容賦能元件，以在施加 RF 至感應線圈時對賦能元件充電。在另一實例中，還可將光伏電池製作在三維表面上並連接至三維生物可相容賦能元件。當曝露於光或光子時，光伏電池將產生電子來對賦能元件充電。

【0054】 在一些實例中，電池可作用以為電氣系統提供電能。在這些實例中，電池可電氣連接至電氣系統的電路。電路與電池間的連接可分類為互連。由於若干因素，這些互連對生醫微電池而言會逐漸變得具挑戰性。在一些實例中，動力生醫裝置可能非常小，從而只有很少的面積與體積能用於互連。尺寸與面積的限制會影響互連之電阻及可靠度。

【0055】 在其他態樣中，電池可能含有液體電解質，其可在高溫下沸騰。此限制可能與使用焊料互連的期望直接地相抗，焊料互連可例如需要相對較高的溫度（例如，250 度 C）來熔化。雖然在一些實例中，含有電解質之電池化學與用來形成焊料基互連的熱源可在空間上彼此隔離，但

在新興生醫裝置的情況中，小尺寸會阻礙電解質與焊料接合點分開足夠的距離使之無法減少熱傳導。

互連

【0056】 互連可允許電流流動往返於與外部電路連接的電池。此類互連可介接電池內部及外部的環境，並可越過彼等環境之間的邊界或密封。這些互連可視為跡線，從而連接至外部電路、通過電池密封、接著連接至電池內部的電流收集器。同樣地，這些互連可具有若干規定。在電池外部，互連可類似通常的印刷電路跡線。該等互連可被焊接至或以其他方式連接至其他跡線。在電池為與含有積體電路之電路板分開的實體元件之實例中，電池互連可容許連接至外部電路。此連接可以焊料、導電膠帶、導電油墨或環氧樹脂、或其他手段形成。互連跡線會需要在電池外部環境中保全，例如，在氧存在的情況下不腐蝕。

【0057】 由於互連通過電池密封，互連與密封共存並允許密封可為極其重要。除了在密封與電池封裝之間可能需要的黏著之外，在密封與互連之間亦可能需要黏著。在電池內部存在電解質與其他材料的情況下，會需要維持密封的完整性。一般可為金屬之互連可能已知為電池封裝中的故障點。電位及/或電流的流動可增加電解質沿著互連「潛行(creep)」的傾向。因此，互連可需要經工程設計，以維持密封的完整性。

【0058】 在電池內部，互連可與電流收集器介接，或實際上可形成電流收集器。在這點上，互連會需要滿足如本文所述之電流收集器的要求，或會需要形成對此類電流收集器的電氣連接。

【0059】 一種類型的候選互連與電流收集器係金屬箔。此類箔可有25 微米或更小的厚度，這使得該等箔適用於非常薄型的電池。此類箔取得

時亦可具有低表面粗糙度與污染，此兩因素對電池性能而言可為關鍵。箔可包括鋅、鎳、黃銅、銅、鈦、其他金屬、以及各種合金。

電解質

【0060】 電解質為電池之組分，其有助於電極之化學材料間發生化學反應。一般的電解質可對電極具電化學活性，從而例如允許氧化及還原反應之發生。在一些實例中，此重要的電化學活性會導致建立生物可相容裝置具挑戰性。例如，氫氧化鉀(KOH)可為鹼性電池中常用的電解質。在高濃度下，該材料具有高 pH，並會不利地與各種活組織交互作用。另一方面，在一些實例中，可使用可能較不具電化學活性之電解質；然而，這些材料一般可導致降低的電氣性能，例如，降低的電池電壓、以及增加的電池電阻。因此，生醫微電池之設計與工程設計的一個關鍵態樣可為電解質。會期望電解質具足夠活性以滿足電氣要求，同時當用在體內或人體時亦是相對安全的。

【0061】 可使用各種測試方案來判定電池組分，特別是電解質，對活組織的安全性。這些結果連同電池封裝的測試可使得電池系統的工程設計能夠滿足要求。例如，當開發動力隱形眼鏡時，可在人體角膜細胞模型上測試電池電解質。這些測試可包括在電解質濃度、曝露時間、以及添加劑方面進行的實驗。此類測試的結果可指示細胞代謝、以及其他生理態樣。測試亦可包括在動物與人體上進行的活體內測試(in-vivo testing)。

【0062】 本發明中使用的電解質可包括氯化鋅、醋酸鋅、醋酸銨及氯化銨，質量濃度從約 0.1 百分比至 25 百分比。特定濃度可取決於電化學活性、電池性能、儲放期限、密封完整性、以及生物可相容性。

【0063】 在一些實例中，若干類型的添加劑可用在電池系統的組成物中。添加劑可混入電解質基體中，以改變其特性。例如，如洋菜之膠化劑可降低電解質從封裝洩漏出的可能性，從而增加安全性。例如，可添加抑蝕劑至電解質，以藉由減少鋅陽極非所要的溶解至電解質中來改善儲放期限。以非限制性實例來說，防蝕劑可包括 Triton[®] QS-44 及醋酸鈉。這些抑制劑可正面或負面地影響電池的安全性特性(safety profile)。例如，可添加濕潤劑或界面活性劑，以允許電解質濕潤分隔件、或被填入電池封裝中。再次，這些濕潤劑可有助或無助於安全性。添加界面活性劑至電解質會增加電池的電氣阻抗，因此須使用欲達成所要濕潤或其他性質之界面活性劑的最低濃度。例示性的界面活性劑可包括 Triton[®] X-100、Triton[®] QS44 及 Dowfax[®] 3B2，濃度從 0.01 百分比至 2 百分比。

【0064】 電解質配方之一項實例可係：20% 氯化鋅、500 ppm Triton[®] QS-44、200 ppm 鈉+3 離子（供應作為醋酸鈉）及均衡水。

【0065】 新穎電解質亦為新興的，其可大幅改善生醫微電池的安全性總則。例如，一類型的固體電解質可固性地抗洩漏，同時仍提供適當的電氣性能。

【0066】 使用「鹽水」電解質的電池常用在船用儲備電池中。魚雷、浮標、以及緊急信號燈可使用此類電池。儲備電池係在其中的活性材料、電極及電解質在使用前皆為隔離的電池。由於這樣的隔離，大幅減少了電池的自放電，且大幅增加儲放期限。鹽水電池可由各種各樣電極材料（包括鋅、鎂、鋁、銅、錫、二氧化錳、以及氧化銀）設計而成。電解質可為實際的海水，例如，在接觸當下即以來自海洋的水充滿電池；或可為經特殊工程設計的鹽水配方。此類型的電池在隱形眼鏡中可為特別有用的。鹽水電解質可具有比傳統電解質（例如，氫氧化鉀與氯化鋅）優越的生物可

相容性。隱形眼鏡係儲存於「包裝溶液」中，其一般係氯化鈉之混合物，或許還具有其他鹽類與緩衝劑。此溶液已示範作為結合鋅陽極與二氧化錳陰極之電池電解質。其他電解質與電極組合係可行的。使用「鹽水」電池之隱形眼鏡可含有基於氯化鈉之電解質、包裝溶液、或甚至經特殊工程設計之類似淚液的電解質。此一類電池可例如以包裝溶液啟動、維持至眼睛的一開口、以及在曝露至人體眼淚的情況下持續進行操作。

【0067】 除了藉由使用更類似眼淚之電解質、或實際使用眼淚之針對生物可相容性的可行優勢之外，或取而代之的是，儲備電池可用於滿足隱形眼鏡產品的儲放期限要求。一般的隱形眼鏡係指定為儲存 3 年或更長時間。此對具有小且薄之封裝的電池而言是具挑戰性的要求。用於在隱形眼鏡中使用之儲備電池可具有類似於圖 3 所示的設計，但不會在製造時添加電解質。電解質可儲存在隱形眼鏡內之安瓿中並連接至電池，或者，環繞電池的鹽液可用作電解質。在隱形眼鏡與電池封裝內，可設計閥或埠以使電解質與電極分離，直到使用者啟動鏡片為止。一經啟動（或許藉由簡單地捏住隱形眼鏡邊緣，類似於啟動螢光棒），電解質便會流入電池中，並在電極之間形成離子路徑。此可涉及一次性的電解質轉移，或者可曝露電池用於持續的擴散。

【0068】 一些電池系統在化學反應期間會使用或消耗電解質。因此，在已封裝的系統內工程設計一定體積的電解質可為必要的。此電解質可「暫留」在各種位置，包括分隔件或儲槽。

【0069】 在一些實例中，電池系統的設計可包括一或多個組件，該等組件可作用於限制電池系統的放電容量。例如，可期望設計陽極、陰極或電解質之材料與材料量，以致在電池系統中，陽極、陰極或電解質中之一者於反應過程期間可首先被耗盡。在此一類實例中，耗盡陽極、陰極或

電解質中之一者可降低有問題的放電與副反應的可能性以不在較低放電電壓下發生。這些有問題的反應可能產生例如過量氣體或副產品，其可不利於安全性與其他因素。

模組化電池組件

【0070】 在一些實例中，可根據本揭露之一些態樣及實例形成一模組化電池組件。在這些實例中，模組化電池總成可為與生醫裝置之其他部件分離的一組件。在眼用隱形眼鏡裝置之實例中，此一類設計可包含與一媒介插件之其餘部分分離的一模組化電池。形成一模組化電池組件可有許多優點。例如，在隱形眼鏡的實例中，模組化電池組件可在另一非整合的程序中形成，此可減少對處理剛性、三維成形之光學塑膠組件的需求。此外，製造來源可更為彈性，且其操作模式可與生醫裝置中其他組件的製造更為平行。而且，模組化電池組件的製作可與三維成形裝置的特性脫鉤。例如，在需要三維最終形式的應用中，模組化電池系統可以平坦或約略為二維的觀點(perspective)製作，且接著再成形為合適的三維形狀。模組化電池組件可獨立於生醫裝置之其餘部分而測試，且因電池組件所致之良率損失可在組裝之前檢出。該所得之模組化電池組件可用在不具有在其上可形成電池組件之合適的剛性區域之各種媒介插件構造中；且在仍進一步的實例中，模組化電池組件的使用可有助於使用與原本使用之製作技術不同的選項，例如基於卷材的技術（卷對卷(roll to roll)）、基於片材的技術（片對片(sheet-to-sheet)）、印刷、微影術、以及「刮塗(squeegee)」處理。在模組化電池的一些實例中，此一類裝置之離散的圍阻態樣可導致有額外的材料被添加至總體生醫裝置構造。當可用的空間參數需要最小化厚度或體積的解決方案時，此種效應會對模組化電池解決方案的使用造成限制。

【0071】 電池形狀需求可至少部分受到該電池所被使用之應用的影響。傳統的電池形狀因數可為以金屬製成之圓柱形形式或矩形稜柱，並可視長期需要大量電力之產品的需求予以調整。這些應用可以是足夠大的，以致該等應用可含有大形狀因數電池。在另一實例中，平面固態電池可為薄矩形稜柱，一般是形成在無撓性的矽或玻璃之上。在一些實例中，可使用矽晶圓處理技術來形成這些平面固態電池。在另一類型電池形狀因數中，低功率的撓性電池可使用薄箔或塑膠形成為袋狀構造，以內含電池化學。這些電池可製成平面的，並可經設計為在被壓彎成適度的面外曲度時起作用。

【0072】 在根據本發明之可將電池用於可變光學鏡片中之電池應用的一些實例中，形狀因數會需要電池組件的三維曲度，其中該曲度的半徑可為約 8.4 mm。此類曲度的本質可視為相對陡峭，且作為參考，其可接近在人體指尖上發現的曲度類型。相對陡峭曲度的本質為製造帶來具挑戰性的態樣。在本揭露的一些實例中，模組化電池組件可設計為致使其可以平坦、二維的方式製作，且接著再形成為具有相對高曲度的三維形式。

電池模組厚度

【0073】 在設計用於生醫應用之電池組件的過程中，可在各種參數之間作出權衡，以平衡技術、安全性、及功能之需求。電池組件的厚度可為重要且為限制性的參數。例如，在光學鏡片應用中，使用者是否能舒適地配戴裝置與跨生醫裝置之厚度間可具有關鍵的相依性。因此，在設計電池的過程中可存在對於更薄結果的關鍵致能態樣。在一些實例中，可由頂部及底部片材、間隔物片材、以及黏著層厚度的組合厚度來決定電池厚度。實際的製造態樣可驅使膜厚度的某些參數在可用的片材存料中達到標準值。

此外，膜可具有最小厚度值，最小厚度值可基於與化學相容性、濕氣/氣體不滲透率、表面光度、以及與可能沉積至膜層上之塗層的相容性相關的技術考量而指定。

【0074】 在一些實例中，成品電池組件之所要或目標厚度可為小於 220 μm 之組件厚度。在這些實例中，在給定終端使用者舒適、生物可相容性、以及接受度限制之情況下，此所要厚度可受到例示性眼用鏡片裝置之三維幾何的驅使，其中電池組件可能需要適配於由水凝膠鏡片形狀所界定的可用體積內部。此體積以及其對電池組件厚度需求的效應可依據總裝置厚度規格、以及與其寬度、圓錐角、及內徑相關之裝置規格而變化。針對所得之電池組件設計，另一重要的設計考量可係關於相對於可得自該設計之所得的化學能，在給定的電池組件設計中，活性電池化學與材料可用的體積。接著，此所得的化學能可針對功能性生醫裝置之目標壽命與操作條件為其電氣需求達成平衡。

電池模組撓性

【0075】 與電池設計以及利用基於電池之能量源的相關裝置之設計相關的另一方面係電池組件的撓性。撓性電池形式可提供眾多優點。例如，撓性電池模組可有助於先前提及之以二維平坦形式製作電池形式的能力。形式的撓性可允許二維電池接著被形成為合適的三維形狀，以適配在例如隱形眼鏡之生醫裝置內。

【0076】 在可由電池模組中之撓性提供的優勢之另一實例中，若電池與後續裝置係撓性的，則可存在與裝置使用相關的優點。在實例中，生醫裝置之隱形眼鏡形式可具有的優點在於基於媒介插件之隱形眼鏡的插入/移除可更接近標準的、未填充的水凝膠隱形眼鏡之插入/移除。

【0077】 撓曲數目對電池工程設計可為重要的。例如，僅可從平面形式撓曲為適於隱形眼鏡之形狀一次的電池的設計可明顯不同於能夠多次撓曲之電池的設計。電池的撓曲亦可擴展超越在撓曲事件後仍機械地保全的能力。例如，電極可實體上能夠撓曲而不斷裂，但電極的機械與電化學性質可能因撓曲而改變。撓曲所引發的變化可立即出現（例如，阻抗的變化），或者撓曲可引入僅在長期的儲放期限測試中才明顯的變化。

電池模組寬度

【0078】 可存在在其中可利用本揭露之生物可相容賦能元件或電池的眾多應用。一般而言，電池的寬度需求很大程度上可依據將電池應用在其中之應用而變化。在例示性情況中，隱形眼鏡電池系統可具有針對模組化電池組件之寬度規格的受限需求。在其中裝置具有由電池組件供電之可變光學功能的眼用裝置之一些實例中，裝置的可變光學部分可佔據直徑約 7.0 mm 之中央球狀區域。例示性的電池元件可視為 3 維物體，其作為環狀、圓錐形裙件適配於中央光學件周圍，並形成為截頭圓錐環。若剛性插件所需的最大直徑為 8.50 mm 的直徑，並可鎖定目標為相切某一直徑的球狀物（如大略 8.40 mm 的直徑），則幾何可規定可允許的電池寬度可能的值。可有可用於計算用於所得幾何之所要規格的幾何模型，其在一些實例中可稱為圓錐形截錐體，其被平坦化成為環形物的扇區。

【0079】 被平坦化的電池寬度可受到電池元件的兩個特徵（主動電池組件與密封寬度）的驅使。在關於眼用裝置的一些實例中，目標厚度可介於每一側 0.100 mm 與 0.500 mm 之間，且主動電池組件可鎖定目標在大略 0.800 mm 寬。其他生醫裝置可具有不同的設計限制，但用於撓性平坦電池元件的原理可以類似的方式應用。

作為電池組件設計中之設計元件的孔穴

【0080】 在一些實例中，可以分割活性電池化學區域的方式來設計電池元件。將主動電池組件分割為離散區段可有眾多優點。在非限制性實例中，離散且較小元件的製作可有助於元件的生產。包括眾多較小元件之電池元件的功能可獲得改善。各種類的缺陷可經區段化，且非功能性元件在一些情況下可經隔離，以導致減少功能損失。在可發生電池電解質損失的實例中，此可為相關聯的。個別化組件的隔離可容許會導致電解質從電池的關鍵區域洩漏的缺陷，將功能損失限制在總電池元件的該小區段，而透過缺陷的電解質損失對經組態為單一單元的電池而言可清空明顯較大的區域。在總體觀點上，較小的單元可導致活性電池化學的體積降低，但環繞每一較小單元之材料網格可導致總體結構的增強。

電池元件內部密封

【0081】 在用於在生醫裝置中使用之電池元件的一些實例中，電池的化學作用涉及水溶液化學，其中水或濕氣是欲控制的重要構成部分。因此，可為重要的是結合密封機構，該等密封機構延緩或防止濕氣移動離開或進入電池主體。濕氣障壁可經設計成用以使內部濕氣位準在某一容差內保持在經設計的位準。在一些實例中，濕氣障壁可分割為兩個區段或組件；即，封裝與密封。

【0082】 封裝可指外殼的主材料。在一些實例中，封裝可包含塊材。運用控制測試程序的 ISO、ASTM 標準（包括在測試期間的環境條件導致性(environmental conditions operant)），水蒸氣穿透率(WVTR)可為性能指標。理想上，用於良好電池封裝的 WVTR 可為「零」。具有接近零之

WVTR 的例示性材料可為玻璃及金屬箔。另一方面，塑膠可固有地為對濕氣具多孔性的，並可針對不同類型塑膠明顯地改變。經工程設計的材料、疊層、或共擠出物通常可為常見的封裝材料的混成。

【0083】 密封可為兩封裝表面間的介面。連接密封表面即完成外殼連同封裝。在許多實例中，由於在使用 ISO 或 ASTM 標準執行測量之過程中的困難，密封設計的本質可使得難以針對密封的 WVTR 進行特徵化，因為樣本的尺寸或表面面積可能與測量程序不相容。在一些實例中，測試密封完整性的實務方式可為針對一些已定義條件之實際密封設計的功能性測試。密封性能可依據密封材料、密封厚度、密封長度、密封寬度、以及密封對封裝基材之黏附性或緊密性而變化。

【0084】 在一些實例中，密封可藉由焊接程序來形成，其可涉及熱、雷射、溶劑、摩擦、超音波、或電弧處理。在其他實例中，密封可透過使用黏著密封劑（例如，膠、環氧樹脂、丙烯酸酯、天然橡膠、及合成橡膠）來形成。其他實例可衍生自墊圈型材料的使用，墊圈型材料可由軟木、天然與合成橡膠、聚四氟乙烯(PTFE)、聚丙烯、以及聚矽氧形成，所提及者係一些非限制性實例。

【0085】 在一些實例中，根據本揭露之電池可經設計為具有指定的操作壽命。可藉由測定可使用特殊電池系統獲得的實際濕氣滲透量、且接著再估計此一類濕氣洩漏何時會導致電池壽命狀況的終止，來估計操作壽命。例如，若電池係儲存在潮濕環境中，則電池內部及外部之間的部分壓力差將是最小的；導致減少的濕氣損失率，且因此可延長電池壽命。儲存在特別乾且熱的環境中之相同的例示性電池可具有明顯減少的預期壽命，此歸因於對於濕氣損失之強驅動作用。

電池元件分隔件

【0086】 具有本揭露中所述之類型的電池可利用實體且電氣地將陽極及陽極電流收集器部分與陰極及陰極電流收集器部分分開的分隔件材料。分隔件可為水與已溶解之電解質組分可滲透的隔膜；然而，分隔件一般可為不導電的。雖然所屬技術領域中具有通常知識者可能已知曉無數市售的分隔件材料，但是本揭露之新穎形狀因數可呈現對分隔件選擇、處理、及處置的獨特限制。

【0087】 由於本揭露的設計可具有超薄輪廓，選擇可受限於通常可得之最薄的分隔件材料。例如，厚度約 25 微米的分隔件可為所欲。可能有利的一些實例可為約 12 微米的厚度。可存在眾多可接受的市售分隔件，包括微纖維、微孔聚乙烯單層及/或聚丙烯-聚乙烯-聚丙烯(PP/PE/PP)三層分隔件隔膜，例如，由 Celgard(Charlotte, NC)所生產者。所要之分隔件材料實例可為 Celgard M824 PP/PE/PP 三層隔膜，其具有 12 微米的厚度。可用於本發明之實例的分隔件材料之替代實例可包含分隔件隔膜，包括再生纖維素（例如，賽璐凡(cellophane)）。

【0088】 雖然 PP/PE/PP 三層分隔件隔膜可具有有利的厚度與機械性質，但是 PP/PE/PP 三層分隔件隔膜亦會由於其聚烯烴特性而具有一些必須加以克服才能使其可用於本發明之實例中的缺點。PP/PE/PP 三層分隔件材料之卷或片存料可具有可能有害於可應用至本文所述之電池的微米級容差的眾多皺褶或其他形式的錯誤。此外，為了內含於本設計中，聚烯烴分隔件可能需要被切割至超精確的容差，其因此可牽涉到雷射切割作為以嚴格容差形成所要形狀之離散的電流收集器之較佳方法。由於這些分隔件的聚烯烴特性，可用於微製作之某些切割雷射可使用例如 355 nm 的雷射波長，其將不會切割聚烯烴。聚烯烴不會明顯地吸收雷射能量，且因此為不

可雷射削磨的。最後，聚烯烴分隔件在本質上可能無法由本文所述之電池中所用的水性電解質弄濕。

【0089】 然而，可存在用於克服針對聚烯烴型隔膜之這些固有限制的方法。為了將微孔分隔件隔膜送交高精度切割雷射以用於將片件切割為弧片段或其他有利的分隔件設計，隔膜可能需要是平坦且無皺褶的。若無法滿足這兩個條件，則分隔件隔膜可能無法完全切割，此係因為切割光束可由於入射的雷射能量散焦或以其他方式使入射的雷射能量散射而受到抑制。此外，若分隔件隔膜非平坦且無皺褶的，則可能無法充分地達成分隔件隔膜之形式準確度與幾何容差。相對於特性長度及/或半徑，用於當前實例之分隔件的可允許容差可較佳為+0 微米以及-20 微米。對+0 微米與-10 微米之較嚴格的容差、以及進一步地對+0 微米與-5 微米之容差而言，可存在優點。分隔件存料材料可藉由暫時以合適的低揮發性液體將材料疊層至浮動玻璃載具來使其平坦且無皺褶。由於分隔件隔膜的易碎性，以及由於從黏著劑層釋離分隔件隔膜會需要的處理時間量，低揮發性液體可較佳於暫時的黏著劑。此外，在一些實例中，已觀察到使用液體在浮動玻璃上達成平坦且無皺褶的分隔件隔膜遠比使用黏著劑容易達成。在疊層之前，可使分隔件隔膜無微粒。此可藉由超音波清潔分隔件隔膜來去除任何黏著於表面的微粒而達成。在一些實例中，分隔件隔膜的處置可在適當的低粒子環境中完成，例如，至少 10,000 級的無菌層流操作台(laminar flow hood)或無塵室。此外，浮動玻璃基材可藉由以合適的溶劑沖洗、超音波清潔、及/或以無塵擦拭布擦淨來使其無微粒。

【0090】 雖然為了將微孔聚烯烴分隔件隔膜疊層至浮動玻璃載具的機械目的可使用各式各樣的低揮發性液體，但是可在液體上加諸特定要求，以有助於後續的離散分隔件形狀之雷射切割。一個要求可為液體具有足夠

低的表面張力，以浸透分隔件材料的孔洞，其可輕易地藉由目視檢查來查驗。在一些實例中，當液體填滿材料的微孔洞時，分隔件材料從白色的顏色轉為半透明的外觀。會期望液體之選擇對將曝露至分隔件之製備與切割操作之工作人員會是良性且「安全」的。會期望選擇蒸氣壓力可為足夠低的液體，以便在處理的時間尺度期間（1 天的量級）不會發生可察覺的蒸發。最後，在一些實例中，液體可具有足夠的溶解能力，以溶解可有助於雷射切割操作之有利的 UV 吸收劑。在實例中，已觀察到在苯甲酸苄酯溶劑中亞佛苯酮 UV 吸收劑之 12 百分比(w/w)溶液可滿足前文提及的需求，並可適合於有助於在切割雷射光束無過量遍次數的情況下迅速地以高精度及容差進行聚烯烴分隔件之雷射切割。在一些實例中，分隔件可使用此方法以 8W 355 nm 奈秒二極體激發固態雷射進行切割，其中雷射可具有針對低功率衰減（例如，3 百分比功率）、1 至 10 mm/s 的中等速度、以及僅 1 至 3 遍次的雷射光束的設定。雖然已證實此 UV 吸收油狀組成物為有效的疊層及切割程序助劑，但是所屬技術領域中具有通常知識者可設想出其他油狀配方並使用而無限制。

【0091】 在一些實例中，分隔件可在固定至浮動玻璃的同時進行切割。在固定至浮動玻璃載體的同時雷射切割分隔件的一個優點可在於可從一個分隔件存料片材切下非常高數量密度的分隔件；就像半導體晶粒可密集地排列於矽晶圓上。此一類方法可提供半導體製程中固有的規模經濟以及平行處理的優點。此外，可最小化廢料分隔件薄膜的產生。一旦分隔件已經切割，便可藉由一連串的使用互溶溶劑的萃取步驟來移除油狀程序助劑流體，最終萃取可使用高揮發性溶劑來執行，例如，在一些實例中為異丙醇。一經萃取，離散的分隔件可不定地儲存在任何適當的低粒子環境中。

【0092】 如先前所陳述，聚烯烴分隔件隔膜可固有地為疏水性的，並可能需要使其可被本發明之電池中所用的水性界面活性劑弄濕。一種讓分隔件隔膜可濕的方法可為氧電漿處理。例如，可以各式各樣的功率設定以及氧流量率在 100 百分比的氧電漿中處理分隔件達 1 至 5 分鐘。雖然此方法可暫時改善可濕性，但可為眾所周知的是，電漿表面改質所提供的暫態效應可能無法為強健的電解質溶液濕潤持續足夠長時間。改善分隔件隔膜之可濕性的另一方法可為藉由在隔膜上併入適當的界面活性劑來處理表面。在一些情況中，界面活性劑可與餘留在分隔件隔膜之孔洞內的親水性聚合物塗層一併使用。

【0093】 對由氧化電漿處理所施予之親水性提供更持久性的另一方法可為藉由使用適當的親水性有機矽烷進行後續的處理。以此方式，氧電漿可用於跨整個微孔分隔件的表面區域活化及施予官能基。有機矽烷接著可共價地鍵結至及/或非共價地黏附至經電漿處理的表面。在使用有機矽烷的實例中，微孔分隔件之固有的多孔性可能不會有可察覺的改變；單層表面覆蓋率亦可為可行且需要的。結合界面活性劑連同聚合物塗層之先前技術的方法可需要對施加至隔膜之實際的塗層量進行嚴密的控制，且接著可能受制於程序可變性。在極端情況中，分隔件的孔洞可變成被堵塞，從而在電化學電池的操作期間負面影響分隔件的功用。可用於本揭露之例示性的有機矽烷可為(3-胺基丙基)三乙氧矽烷。所屬技術領域中具有通常知識者可已知其他親水性有機矽烷，並可使用該等親水性有機矽烷而無限制。

【0094】 還有另一用於使分隔件隔膜可被水性電解質弄濕的方法，其可為在電解質配方中併入適當的界面活性劑。在選擇用於使分隔件隔膜可濕之界面活性劑的過程中，一個考量可在於界面活性劑在電化學電池內之一或多個電極的活性上可能具有的效應，例如，藉由增加電池的電氣阻

抗。在一些情況中，界面活性劑可具有有利的抗腐蝕性質，具體而言，鋅陽極在水性電解質中的情況。鋅可為經歷與水之慢反應以釋放氫氣的已知實例，其可為非所要的。所屬技術領域中具有通常知識者可能已知用以將該反應的速率限制在有利位準的眾多界面活性劑。在其他情況中，界面活性劑可如此激烈地與鋅電極的表面起交互作用，以致電池性能可能受到妨礙。結果，在選擇合適的界面活性劑類型以及負載位準的過程中，可能需要更為小心，以確保可在不有害地影響電池的電化學性能的情況下獲得分隔件的可濕性。在一些情況中，可使用複數種界面活性劑，一種界面活性劑的存在用以對分隔件隔膜施予可濕性，而其他界面活性劑的存在用以有助於鋅電極的抗腐蝕性質。在一個實例中，對分隔件隔膜未作親水性處理，且一種界面活性劑或複數種界面活性劑被以足以使分隔件隔膜產生可濕性的量添加至電解質配方。

【0095】 離散的分隔件可藉由直接放置於組合件中之經設計的孔穴、囊袋、或結構來整合成為層狀微電池。理想地，此囊袋可藉由間隔物來形成，該間隔物具有可為分隔件形狀之幾何偏置的切除部分。此外，囊袋可具有凸耳或階，分隔件在組裝期間係擱放於其上。該凸耳或階可視需要包括壓力敏感黏著劑，其固定離散的分隔件。有利地，壓力敏感黏著劑可相同於例示性層狀微電池之其他元件的建構與疊裝過程中所用者。

壓力敏感黏著劑

【0096】 在一些實例中，可用亦充當密封劑之壓力敏感黏著劑(PSA)將包含本發明之層狀微電池的複數個組件固持在一起。雖然可存在無數的市售壓力敏感黏著劑配方，此類配方幾乎總是包括可使其不適於在生物可相容層狀微電池內使用的組分。壓力敏感黏著劑中之非所要的組分的實例

可包括：低分子質量可溶出組分、抗氧化劑（例如，BHT 及/或 MEHQ）、塑化油、雜質、含有例如不飽和化學鍵結之氧化不穩定部分、殘留的溶劑及/或單體、聚合作用起始劑碎屑、極性增黏劑之類。

【0097】 另一方面，適當的 PSA 可顯現下列性質。PSA 可能夠被施加至層狀組件，以達成約 2 至 20 微米的薄層。還有，PSA 可含有最小量（較佳地，零）之非所要的或非生物可相容的組分。此外，PSA 可具有足夠的黏著以及內聚性質，以便將層狀電池的組件黏結在一起。而且，PSA 可能夠流入本構造之裝置中固有的微尺度特徵中，同時提供電池內之電解質的強健密封。在適當的 PSA 的一些實例中，PSA 可具有對水蒸氣的低滲透率，以在電池內維持所要的水性電解質組成物，即使在電池可能持續長時期遭受濕度的極端情況時亦然。PSA 對電解質組分（例如，酸類、界面活性劑、及鹽類）可具有良好的化學抗性。PSA 對水浸的效應可為惰性的。適當的 PSA 對氧可具有低滲透率，以最小化鋅陽極之可為自放電形式之直接氧化的速率。而且，PSA 可有助於對氫氣之有限的滲透率，氫氣可在水性電解質中從鋅陽極緩慢地釋出。此對氫氣之有限滲透率的性質可避免內部壓力的積聚。

【0098】 考慮這些需求，聚異丁烯(PIB)可為可調配成滿足許多若非全部需要的需求之 PSA 組成物的市售材料。此外，PIB 可為優良的障壁密封劑，其具有非常低的吸水率與低氧滲透率。可用在本發明的實例中之 PIB 的實例可為 BASF Corporation 之 Oppanol® B15。Oppanol® B15 可溶解於例如甲苯、庚烷、十二烷、礦油精之類的烴溶劑中。例如，一種例示性 PSA 組成物可包括在溶劑混合物中之 30 百分比的 Oppanol® B15 (w/w)，該溶劑混合物包括 70 百分比(w/w)的甲苯、及 30 百分比的十二烷。在一些實例中，可藉由摻合不同分子質量級的 PIB 來測定 PIB 基 PSA 的黏著及流變

性質。常見的方法可為使用多數的低莫耳質量 PIB（例如，Oppanol® B10），以產生濕潤、黏性及黏附性，並使用少數的高莫耳質量 PIB，以產生韌性及流動阻力。結果，可設想並可在本發明的範圍內實行任何數量的 PIB 莫耳質量級的摻合物。此外，只要可滿足前文提及的需求，可添加增黏劑至 PSA 配方。藉由 PSA 特有的本質，增黏劑對 PSA 配方施予極性性質(polar property)，因此 PSA 會需要謹慎使用，以便不會負面影響 PSA 的障壁性質。此外，增黏劑在一些情況中可為氧化不穩定的，並可包括抗氧化劑，其可從 PSA 溶出。出於這些原因，針對在用於生物可相容層狀微電池之 PSA 中使用的例示性增黏劑可包括完全或大部分氫化的烴樹脂增黏劑（例如，來自 Eastman Chemical Corporation 的 Regalrez 系列增黏劑）。

生物可相容電池模組中之額外的封裝及基材考量

【0099】 可存在眾多封裝及基材考量，其等可規定針對生物可相容層狀微電池中所用之封裝設計所要的特性。例如，封裝主要係基於箔及/或膜可為所要的，其中這些封裝層可盡可能的薄，例如，10 至 50 微米。此外，封裝可在儲放期限期間為濕氣的增加與損失提供足夠的擴散障壁。在許多期望的實例中，封裝可提供對氧進入的足夠擴散障壁，以限制鋅陽極因直接氧化而降解。

【0100】 在一些實例中，封裝可提供氫氣的有限滲透路徑，氫氣可由於水經由鋅的直接還原而釋出。而且，封裝會需要充分地包含並可隔離電池的內容物，以致可最小化對使用者的可能曝露。

【0101】 在本揭露中，封裝構造可包含下列類型的功能性組件；即，頂部及底部封裝層、PSA 層、間隔物層、互連區、填充埠、及二次封裝。



【0102】 在一些實例中，頂部及底部封裝層可包含金屬箔或聚合物箔膜。頂部及底部封裝層可包含多層膜構造，其含有複數個聚合物及/或障壁層。此類膜構造可稱為共擠製障壁疊層膜。在本發明中具有特殊功用之市售的共擠製障壁疊層膜之實例可為 3MScotchpak 1109 背襯，其由 PET 載體帶材、氣相沉積鋁障壁層、及聚乙烯層組成，構成 33 微米的總平均膜厚度。可購得眾多其他類似的多層障壁膜，並可使用在本發明之替代實例中。

【0103】 在包含 PSA 的設計構造中，封裝層的表面粗糙度可具有特殊的重要性，此係因為 PSA 亦會需要與封裝層面相對的密封。表面粗糙度可源自於箔與膜生產中所用的製造程序，例如，利用輥壓、擠製、壓紋、及/或壓光等之程序。當所要的 PSA 厚度可為約表面粗糙度 R_a （粗糙度特性的算術平均）時，若表面太過粗糙，則可能無法以均勻的厚度施加 PSA。此外，若相對面所具有的粗糙度可為約 PSA 層厚度時，則 PSA 可能無法充分地緊靠相對面密封。在本揭露中，具有小於 10 微米之表面粗糙度 R_a 的封裝材料可為可接受的實例。在一些實例中，表面粗糙度的值可為 5 微米或更小。而且，在還有進一步的實例中，表面粗糙度可為 1 微米或更小。可藉由各種方法來測量表面粗糙度的值，包括（但不限於）例如白光干涉、觸針式輪廓測繪儀(stylus profilometry)等測量技術。在表面計量學技術中可存在許多實例，其中可藉由若干替代參數來描述表面粗糙度，且其中本文所討論之平均表面粗糙度 R_a 的值可意指前文提及之製造程序中固有之特徵類型的代表。

電流收集器與電極

【0104】 在碳鋅電池與勒克朗社(Leclanché)電池的一些實例中，陰極電流收集器可為經燒結的碳棒。此類型材料可面臨針對本揭露之薄型電化學電池的技術障礙。在一些實例中，印刷碳墨可用在薄型電化學電池中，以取代經燒結的碳棒作為陰極電流收集器，且在這些實例中，可在未明顯損傷所得之電化學電池的情況下形成所得之裝置。一般來說，該碳墨可直接施加至封裝材料，其可包含聚合物膜，或在一些情況中包含金屬箔。在封裝膜可為金屬箔之實例中，碳墨可需要保護下方的金屬箔，使之免於由電解質帶來的化學降解及/或腐蝕。此外，在這些實例中，碳墨電流收集器可需要從電化學電池的內側提供導電性給電化學電池的外側，意味著環繞或通過碳墨的密封。由於碳墨之多孔的本質，此可能無法在不具明顯挑戰性的情況下輕易地實現。碳墨亦可施加在具有有限的且相對小的厚度（例如，10 至 20 微米）的層中。在總內部封裝厚度僅可為約 100 至 150 微米之薄型電化學電池的設計中，碳墨層的厚度可佔去電化學電池之總內部體積的明顯分額，從而負面影響電池的電氣性能。進一步地，總體電池且特別是電流收集器之薄型本質可意味著用於電流收集器之小橫剖面面積。由於跡線的電阻已會隨著跡線的長度增加，並隨著橫剖面減少，因此在電流收集器的厚度與電阻之間可存在直接的折衷。碳墨的體電阻率可能不足以滿足薄型電池的電阻需求。亦可考慮填以銀或其他導電金屬的墨，以降低電阻及/或厚度，但銀或其他導電金屬的墨會帶來新的挑戰，例如，與新穎電解質的不相容性。在考慮這些因素的過程中，在一些實例中，會期望藉由使用薄金屬箔作為電流收集器、或者施加薄金屬膜至下方的聚合物封裝層作為電流收集器來實現本揭露之有效率且高性能的薄型電化學電池。此類金屬箔可具有明顯較低的電阻率，從而允許此類金屬箔以遠小於印刷碳墨的厚度滿足電阻需求。

【0105】 在一些實例中，頂部及/或底部封裝層的一或多者可充當用於濺鍍電流收集器金屬或金屬堆疊的基材。例如，3M Scotchpak 1109 背襯可使用可用作用於陰極之電流收集器的一或多個金屬層之物理氣相沉積 (PVD) 來使其金屬化。可用作陰極電流收集器之實例的金屬堆疊可為 Ti-W（鈦-鎢）黏附層、及 Ti（鈦）導體層。可用作陽極電流收集器之例示性金屬堆疊可為 Ti-W 黏附層、Au（金）導體層、及 In（銦）沉積層。PVD 層的厚度較佳可為例如總計小於 500 nm。若使用多層金屬，則電化學及障壁性質會需要與電池相容。例如，銅可被電鍍在種晶層的頂部上，以生長厚層的導體。可電鍍額外層至銅上。然而，銅可能與某些電解質為電化學不相容的，尤其在鋅存在時。因此，若將銅用作電池中的一層，會需要將銅與電池的電解質充分地隔離。或者，可排除銅、或以另一金屬取代。

【0106】 在一些其他實例中，頂部及/或底部封裝箔亦可作用如電流收集器。例如，25 微米的黃銅箔可用作用於鋅陽極之陽極電流收集器。可選擇性地在以鋅進行電鍍之前，以銦電鍍黃銅箔。在一項較佳實施例中，陰極電流收集器封裝箔可包含鈦箔、赫史特合金(Hastelloy) C-276 箔、鉻箔、及/或鉍箔。在某些設計中，一或多個封裝箔可經精細切料、壓紋、蝕刻、紋理化、雷射加工、或以其他方式處理，以提供所要的形式、表面粗糙度、及/或幾何給最終的電池封裝。

陽極與陽極防蝕劑

【0107】 用於本發明之層狀電池的陽極可較佳包含鋅。在傳統的碳鋅電池中，鋅陽極可採取罐的實體形式，在其中可容納電化學電池的內容物。對本揭露之電池而言，鋅罐可為實例，但可有可提供所要以實現超小型電池設計的其他實體形式之鋅。

【0108】 經電鍍的鋅可具有在一些產業中使用的實例，例如，用於金屬部件之保護或美化塗層。在一些實例中，經電鍍的鋅可用來形成用於本發明之電池之薄且保形的陽極。此外，依據設計意圖，經電鍍的鋅可以近似循環不斷的組態圖案化。用於圖案化經電鍍的鋅之容易達成的手段可為在使用光罩或實體遮罩的情況下進行處理。可由各種方法製作電鍍遮罩。一種方法可為藉由使用光罩。在這些實例中，可施加光阻至導電基材，隨後可在該基材上電鍍鋅。接著，可憑藉光罩將所要電鍍圖案投射至光阻，從而導致光阻之選定區域的固化。接著可以合適的溶劑及清潔技術移除未經固化的光阻。結果可為導電材料之經圖案化的區域可接受經電鍍鋅處理。雖然此方法可為欲電鍍之鋅的形狀或設計提供優勢，該方法可需要使用可得之光可圖案化材料，其可具有對總體電池封裝構造而言受限的性質。結果，可需要用於圖案化鋅之全新且新穎方法，以實現本揭露之薄型微電池的一些設計。

【0109】 圖案化鋅陽極之替代手段可為經由實體遮罩施加。可藉由在具有所要的障壁及/或封裝性質的膜中切割出所要的孔隙來製成實體遮罩。此外，該膜可具有施加至一或兩側的壓力敏感黏著劑。最後，膜可具有施加至一或兩側的保護釋離襯墊。釋離襯墊可達到在孔隙切割期間保護黏著劑、以及在下列說明中所述之組裝電化學電池之特定處理步驟（具體而言，陰極填充步驟）期間保護黏著劑的雙重目的。在一些實例中，鋅遮罩可包含約 100 微米厚度的 PET 膜，壓力敏感黏著劑可以約 10 至 20 微米的層厚度施加至其兩側。兩 PSA 層皆可由 PET 釋離膜所覆蓋，其可具有低表面能表面處理，並可具有約 50 微米的厚度。在這些實例中，多層鋅遮罩可包含 PSA 及 PET 膜。如本文所述之 PET 膜及 PET/PSA 鋅遮罩構造可需要以精度奈秒雷射微加工器械（例如，Oxford Lasers E 系列雷射微加工工作

站)處理，以在遮罩中建立超精確的孔隙來有助於電鍍。本質上，一旦已製成鋅遮罩，便可移除一側的釋離襯墊，且具有孔隙的遮罩可被疊層至陽極電流收集器、及/或陽極側封裝膜/箔。以此方式，PSA 在孔隙的內側邊緣處建立密封，有助於鋅在電鍍期間之清潔及精確遮蔽。

【0110】 鋅遮罩可被放置，接著可執行一或多種金屬材料的電鍍。在一些實例中，鋅可被直接電鍍至電化學性相容的陽極電流收集器箔（例如，黃銅）上。在陽極側封裝包含在其上已施加種晶金屬化之聚合物膜或多層聚合物膜的替代設計實例中，鋅、及或用於沉積鋅的電鍍溶液可不與下方的種晶金屬化化學性相容。缺乏相容性的表現可包括一旦與電池電解質接觸，膜隨即裂開、腐蝕、及/或加劇的 H_2 釋出。在此一類情況中，可施加額外的金屬至種晶金屬，以影響系統中之較佳的總體化學相容性。在電化學電池構造中可有特殊功用的一種金屬可為鈦。鈦可廣泛地用作電池級鋅中的合金用劑，其主功能係在電解質存在時提供抗腐蝕性質給鋅。在一些實例中，鈦可成功地沉積在各種種晶金屬化上（例如，Ti-W 及 Au）。在該種晶金屬化層上所得之具有 1 至 3 微米鈦的膜可為低應力且具黏著性的。以此方式，具有鈦頂部層之陽極側封裝膜與附接的電流收集器可為保形且耐久的。在一些實例中，在經過鈦處理的表面上沉積鋅可為可行的，所得之沉積物可為非常不均勻且為結節狀的。此效應可在較低的電流密度設定（例如，20 安培/平方英尺(ASF)）下發生。當在顯微鏡下觀看時，可觀察到鋅的結節形成在下方平滑的鈦沉積物上。在某些電化學電池的設計中，用於鋅陽極層之垂直空間容許量最大可高達約 5 至 10 微米，但在一些實例中，較低的電流密度可用於鋅電鍍，且所得之結節狀生長可生長得高於最大陽極垂直容許量。可能的是結節狀鋅生長主幹來自鈦的高過電位以及鈦的氧化物層存在的組合。

【0111】 在一些實例中，較高電流密度的 DC 電鍍可克服鋅在鈳表面上之相對大的結節狀生長圖案。例如，100 ASF 的電鍍條件可導致結節狀的鋅，但與 20 ASF 的電鍍條件相比，鋅結節的尺寸可大幅減少。此外，在 100 ASF 的電鍍條件下，結節的數量可大量地變大。所得之鋅膜最終可聚結為只具有結節狀生長的一些殘留特徵之更均勻或更不均勻的層，同時滿足約 5 至 10 微米的垂直空間容許量。

【0112】 在電化學電池中的鈳之額外優勢可為氫氣之還原，其可為發生在含有鋅之水性電化學電池中的緩慢程序。鈳可有利地施加至陽極電流收集器、陽極本身的一或多個，以作為共電鍍的合金組分、或作為經電鍍的鋅上之表面塗層。對後一種情況而言，鈳表面塗層可需要經由例如三氯化鈳或醋酸鈳之電解質添加劑來原地施加。當此類添加劑可以少量濃度添加至電解質時，鈳可自發地電鍍在曝露的鋅表面、以及部分的曝露的陽極電流收集器上。

【0113】 常用在市售的一次電池(primary battery)中之鋅、及類似的陽極一般可具有片材、棒、以及膏的形式。袖珍、生物可相容電池的陽極可具有類似形式（例如，薄箔），或可如先前提及般地予以電鍍。此陽極的性質可明顯不同於現存電池中者，例如，因為歸結於加工及電鍍程序之污染物或表面光度的差別。因此，電極與電解質可需要特別工程設計，以滿足容量、阻抗、及儲放期限的需求。例如，可需要特別的電鍍程序參數、電鍍槽組成物、表面處理、及電解質組成物，以最佳化電極性能。

陰極混合物

【0114】 可存在眾多可與本揭露之概念一致的陰極化學混合物。在一些實例中，陰極混合物可為針對用來形成電池陰極之化學配方的用詞，

其可施加作為膏或漿料，並可包含二氧化錳、一些形式的導電碳（例如，碳黑或石墨）、及其他可選用的組分。在一些實例中，這些可選用的組分可包含黏結劑、電解質鹽類、防蝕劑、水或其他溶劑、界面活性劑、流變改質劑、及其他導電添加劑（例如，導電聚合物）中的一或多者。一旦經調配及適當地混合，陰極混合物可具有所要的流變性，其允許將陰極混合物施配至分隔件及/或陰極電流收集器的所要部分、或者以類似方式透過篩網或模板刮塗。在一些實例中，陰極混合物可在稍後的電池組裝步驟前先行乾燥，而在其他實例中，陰極可含有一些或全部的電解質組分，並可僅部分地乾燥達選定的濕氣含量。

【0115】 可用在陰極混合物中的二氧化錳可較佳為電解二氧化錳 (EMD)，此係因為相對於其他形式（例如，天然二氧化錳或化學二氧化錳），此類型二氧化錳提供有利的額外的能量容量。此外，可用於本發明之電池中的 EMD 可需要具有可對可沉積或可印刷之陰極混合物膏/漿料之形成具傳導性的粒度及粒度分布。具體而言，EMD 可經處理，以移除明顯大的微粒組分，相對於其他特徵（例如，電池內部尺寸、分隔件厚度、施配尖端直徑、模板開口大小、或篩網網格大小），明顯大的微粒組分可被視為大的。在一些實例中，EMD 可具有 7 微米的平均粒度，其中大粒子含量可含有高達約 70 微米的微粒。在替代實例中，EMD 可過篩、進一步碾磨、或以其他方式分開或處理，以限制大微粒含量至低於某一臨限，例如，25 微米或更小。可用於 EMD 之粒度縮減的一個程序可為噴射磨(jet milling)，在其中可得到次微米微粒。可用於大粒度縮減之其他程序可包括陰極混合物膏在使用前的球磨(ball milling)或 3 輥磨(3-roll milling)。

【0116】 陰極混合物膏之關鍵態樣可為聚合物黏結劑。黏結劑可在陰極混合物膏中達到一些功能。黏結劑的主功能可為在 EMD 粒子與碳粒

子之間建立足夠的粒子間電氣網路。黏結劑的次要功能可為有助於至陰極電流收集器的電氣接觸。黏結劑的第三功能可為影響陰極混合物膏的流變性質，以用於有利的施配及/或模板印刷/篩選。還有，黏結劑的第四功能可為增強陰極內的電解質吸收與分配。黏結劑聚合物以及欲使用的特定量之選擇對本揭露之電化學電池中之陰極的有利功能可為關鍵的。若黏結劑聚合物太過可溶於欲使用的電解質，則黏結劑的主功能（電氣導通 (electrical continuity)）可大幅受影響至電池無功能性的點。反之，若黏結劑聚合物不溶於欲使用的電解質，部分的 EMD 可與電解質離子隔離，導致電池性能減小，例如，降低的容量、較低的開路電壓、及/或增加的內部電阻。最後，黏結劑聚合物以及欲使用的量之選擇可為謹慎的平衡動作，其可需要藉由謹慎的實驗來判定，在一些實例中，係使用實驗設計方法。可用於本揭露之黏結劑聚合物的實例包含聚乙烯吡咯啉酮、聚異丁烯、包含苯乙烯末端嵌段之橡膠態三嵌段共聚物（例如，由 Kraton Polymers 所製造者）、苯乙烯丁二烯乳膠嵌段共聚物、聚丙烯酸、羥乙纖維素、羧甲基纖維素等。

【0117】 在其他候選材料中，陰極亦可包含二氧化銀或氧（氫氧）化鎳。相對於二氧化錳，此類材料可提供增加的容量與放電期間之負載電壓中的較少減少，兩者均為電池中需要的性質。基於這些陰極的電池可具有存在於產業及文獻中的電流實例。利用二氧化銀陰極之新穎微電池可包括生物可相容電解質，舉例來說，包含氯化鋅及/或氯化銨而非氫氧化鉀者。

電池架構及製作

【0118】 電池架構及製作技術可緊密地交織在一起。如已在本說明書較早之前的段落中所討論者，電池具有下列元件：陰極、陽極、分隔件、

電解質、陰極電流收集器、陽極電流收集器、以及封裝。聰明的設計可嘗試在容易製作的次總成中結合這些元件。在其他實例中，最佳化設計可具有兩用型組件，舉例來說，使用金屬封裝來兼用作電流收集器。從相對體積與厚度的觀點看來，除了陰極之外，這些元件可為幾乎全部相同的體積。在一些實例中，電化學系統可需要陰極體積為陽極的約二(2)至十(10)倍，此係歸因於機械密度、能量密度、放電效率、材料純度、以及黏結劑、填料、及導電劑存在的明顯差別。在這些實例中，各種組件的相對尺度可以下列的元件厚度來近似：陽極電流收集器= $1\ \mu\text{m}$ ；陰極電流收集器= $1\ \mu\text{m}$ ；電解質=間質液體（有效地 $0\ \mu\text{m}$ ）；分隔件=如所要般的薄或厚，其中計劃的最大厚度可為約 $15\ \mu\text{m}$ ；陽極= $5\ \mu\text{m}$ ；以及陰極= $50\ \mu\text{m}$ 。針對這些元件實例，提供足夠保護以在使用環境中維持電池化學所需的封裝可具有約 $50\ \mu\text{m}$ 之計劃的最大厚度。

【0119】 在一些實例中，其基本上可不同於大的稜柱形構造（例如，圓柱形或矩形形式），且其可不同於晶圓基固態構造，此類實例可呈現「袋狀」構造，使用卷材或片材製作成為各種組態，並具有配置在內側的電池元件。圍阻可具有兩膜、或彎曲至另一側上的一個膜，該等膜的任一組態可形成兩個大略成平面的表面，接著可在周長上將圍阻密封，以形成容器。此薄且寬的形狀因數可使電池元件本身薄且寬。此外，可適於透過塗層、凹版印刷、網版印刷、濺鍍、或其他類似的製作技術來應用這些實例。

【0120】 在這些「袋狀」電池實例中，可存在眾多使用薄且寬之形狀因數之內部組件（例如，陽極、分隔件、及陰極）的配置。在由兩膜所形成的封閉區域內，這些基本元件可為「共平面(co-planar)」，也就是在相同的平面上並列；或者可為「共面(co-facial)」，其可在相對平面上面對

面。在共平面配置中，陽極、分隔件、及陰極可沉積在相同的表面上。對於共面配置，陽極可沉積在表面 1 上，陰極可沉積在表面 2 上，且分隔件可放置在兩者之間，沉積在其中一側上、或者插入作為其自身的分隔元件。

【0121】 另一類型的實例可分類為疊層總成，其可涉及使用為卷材或片材形式的膜，以一層一層地組建電池。片材可使用黏著劑（例如，壓力敏感黏著劑、熱活化黏著劑、或基於化學反應之黏著劑）彼此接合。在一些實例中，可藉由焊接技術（例如，熱焊接、超音波焊接之類）來接合片材。片材可適合於標準工業操作，如卷對卷(R2R)總成、或片對片總成。如較早之前所指出者，用於陰極的內部體積可需要實質上大於電池中的其他主動元件。電池構造的大半會必須建立此陰極材料的空間，並在電池撓曲的期間支撐其免於遷移。可佔據厚度預算的很大部分之電池構造的另一部分可為分隔件材料。在一些實例中，片材形式的分隔件可為疊層處理建立有利的解決方案。在其他實例中，可藉由將水凝膠材料施配至層中充當分隔件來形成分隔件。

【0122】 在這些疊層電池總成實例中，成形產品可具有：陽極片材，其可為封裝層與陽極電流收集器的組合；以及用於陽極層的基材。成形產品亦可具有可選用的分隔件間隔物片材、陰極間隔物片材、及陰極片材。陰極片材可為封裝層與陰極電流收集器層的組合。

【0123】 電極與電流收集器之間的緊密接觸對降低阻抗以及增加放電容量具有關鍵的重要性。若電極之部分未與電流收集器接觸，由於導電性接著通過電極（一般比電流收集器更不導電）或者電極之一部分會變成完全切斷連接，所以電阻會增加。在硬幣式電池與圓柱形電池中，緊密性係以機械力夾壓罐、將膏封入罐中、或透過類似手段實現。波形墊圈或類似的彈簧係用在市售電池中，以維持電池內的力；然而，這些將使袖珍電

池的總體厚度增加。在典型的貼片式電池中，分隔件可浸透在電解質中、跨電極放置、以及藉由外部封裝下壓。在層狀、共面電池中，有若干用以增加電極緊密性的方法。陽極可直接電鍍至電流收集器上，而非使用膏。此程序固有地導致高位準的緊密性與導電性。然而，陰極一般為膏。雖然存在於陰極膏中的黏結劑材料可提供黏附性與內聚性，但會需要機械壓力來確保陰極膏保持與陰極電流收集器接觸。此可為特別重要的，因為封裝經過撓曲，且電池老化及放電，例如，由於濕氣透過薄且小的密封離開封裝。陰極的壓縮在層狀、共面電池中可藉由在陽極與陰極之間引入順應性分隔件及/或電解質來達成。例如，膠狀電解質或水凝膠分隔件可壓縮在總成上，且不會像液體電解質一樣輕易地從電池流出。一旦將電池密封，電解質及/或分隔件可接著向後推使其緊靠陰極。在層狀堆疊組裝之後，可執行壓紋步驟來將壓縮引入堆疊之中。

生物可相容賦能元件之例示性圖解處理－放置分隔件

【0124】 可參照圖 4A 至圖 4N 找到在處理生物可相容賦能元件的過程中可涉及之步驟的實例。在一些例示性步驟的處理可在個別圖式中找到。在圖 4A 中，可繪示 PET 陰極間隔物 401 與 PET 間隙間隔物 404 之組合。PET 陰極間隔物 401 可藉由施加 PET 膜 403 來形成，PET 膜 403 例如可為大略 3 密耳厚。在 PET 層的任一側上可找到 PSA 層，或這些 PET 層可以厚度可為大略 1 密耳之聚二氟亞乙烯(PVDF)釋離層 402 覆蓋。PET 間隙間隔物 404 可由 PVDF 層 409 形成，PVDF 層 409 的厚度可為大略 3 密耳。可存在覆蓋 PET 層 405，其厚度可為大略 0.5 密耳。在一些實例中，在 PVDF 層 409 與覆蓋 PET 層 405 之間可為 PSA 層。

【0125】 繼續進行至圖 4B，可藉由雷射切割處理在間隙間隔物層中切割出孔洞 406。接下來，在圖 4C，經切割的 PET 間隙間隔物層可疊層 408 至 PET 陰極間隔物層。繼續進行至圖 4D，可藉由雷射切割處理來切割陰極間隔物孔洞 410。此切割步驟的對準可被對位至 PET 間隙間隔物層中之先前切割的特徵。在圖 4E，可將用於最終分隔件層之 Celgard 層 412 接合至載體 411。繼續進行至圖 4F，Celgard 材料可被切割為介於先前兩個經雷射切割之孔洞的尺寸之間、且接近 PET 間隙間隔物孔洞之尺寸的圖形，從而形成預切割分隔件 420。繼續進行至圖 4G，取放工具 421 可用來將 Celgard 的離散片件取放至離散片件在生長裝置上的所要位置。在圖 4H，所放置的 Celgard 片件 422 被固定在適當位置，接著可移除 PVDF 釋離層 423。繼續進行至圖 4I，可將生長裝置結構接合至陽極膜 425。陽極可包含陽極收集器膜，在其上已電沉積鋅陽極膜。

【0126】繼續進行至圖 4J，可將陰極漿料 430 放入所形成的間隙中。在一些實例中，刮漿板 431 可用來跨工件塗敷陰極混合物，並在程序中填充所形成之電池裝置的間隙。在填充之後，可移除餘留的 PVDF 釋離層 432，其可導致圖 4K 所繪示的結構。在圖 4L，整個結構可接受乾燥程序，其可使陰極漿料 440 收縮至亦為 PET 層頂部的高度。繼續進行至圖 4M，可將在其上可已經具有陰極收集器膜之陰極膜層 450 接合至生長結構。在圖 4N 處之最後的圖中，可執行雷射切割程序來移除側區域 460，並產出電池元件 470。可存在在本揭露之用意內為實用之材料及厚度目標之眾多修改、刪除、變化。

【0127】 可在圖 5 描繪例示性處理結果的一些細節。在實例中，可界定下列參考特徵。陰極化學 510 可定位成與陰極及陰極收集器 520 接觸。壓力敏感黏著劑層 530 可將陰極收集器 520 固持並密封至 PET 間隔物層

540。在 PET 間隔物層 540 的另一側上可為另一 PSA 層 550，其將 PET 間隔物層 540 密封並黏附至 PET 間隙層 560。另一 PSA 層 565 可將 PET 間隙層 560 密封並黏附至陽極與陽極電流收集器層。鍍鋅層 570 可被電鍍至陽極電流收集器 580 上。分隔件層 590 可定位在結構內，以執行如本揭露中已定義之相關聯的功能。在一些實例中，可在裝置處理期間添加電解質，在其他實例中，分隔件可已經包含電解質。

生物可相容賦能元件之例示性處理圖解－沉積分隔件

【0128】 可在圖 6A 至圖 6F 中找到在處理生物可相容賦能元件的過程中可涉及之步驟的實例。在一些例示性步驟的處理可在個別圖式中找到。可存在在本揭露之用意內為實用之材料及厚度目標之眾多修改、刪除、變化。

【0129】 在圖 6A 中，可繪示層狀構造 600。層狀結構可包含兩層狀構造釋離層 602 及 602a，一個層位在任一端上；兩層狀構造黏著劑層 604 及 604a，其等定位在層狀構造釋離層 602 及 602a 之間；以及層狀構造核心 606，其定位在兩層狀構造黏著劑層 604 及 604a 之間。可生產或購買層狀構造釋離層 602 及 602a、以及黏著劑層 604 及 604a，例如，市售之具有主襯墊層的壓力敏感黏著劑轉移帶。層狀構造黏著劑層 604 可為 PVDF 層，其厚度可約 1 至 3 毫米，並覆蓋於層狀構造核心 606。層狀構造核心 606 可包含熱塑性塑膠聚合物樹脂，例如，聚苯二甲酸乙二酯(PET)，其例如可為大略 3 毫米厚。繼續進行至圖 6B，用於陰極囊袋 608 之孔洞可藉由雷射切割處理在層狀構造中進行切割。此可形成一陰極間隔物層。

【0130】 接下來，在圖 6C，可從層狀構造移除底部層狀構造釋離層 602，使層狀構造黏著劑層 604 曝露。接著，層狀構造黏著劑層 604 可用

來黏附陽極連接箔 610，以覆蓋陰極囊袋 608 的底部開口。繼續進行至圖 6D，可藉由黏附遮蔽層 612 而在已曝露的底部層上保護陽極連接箔 610。遮蔽層 612 可為市售之具有主襯墊的 PSA 轉移帶。接下來，在圖 6E，可以連貫金屬 614（例如，鋅）電鍍陽極連接箔 610，連貫金屬 614 塗覆陰極囊袋內側之陽極連接箔 610 的曝露區段。繼續進行至 6F，在電鍍之後，從陽極連接箔 610 底部移除陽極電氣收集遮蔽層 612。在待於下文段落中討論之一些實例中，非金屬的材料可塗布至孔穴中，例如石墨沉積，與金屬或半導體層成夾層的石墨。

【0131】 圖 7A 至圖 7F 可繪示圖 6A 至圖 6F 中所繪示之處理方法步驟的替代模式。圖 7A 至圖 7B 可繪示如圖 6A 至圖 6B 中所描繪之類似程序。層狀結構可包含兩層狀構造釋離層 702 及 702a，一個層位在任一端上；兩層狀構造黏著劑層 704 及 704a，其等定位在層狀構造釋離層 702 及 702a 之間；以及層狀構造核心 706，其定位在兩層狀構造黏著劑層 704 及 704a 之間。可生產或購買層狀構造釋離層及黏著劑層，例如，市售之具有主襯墊層的壓力敏感黏著劑轉移帶。層狀構造黏著劑層可為聚二氟亞乙烯 (PVDF) 層，其厚度可約 1 至 3 毫米，並覆蓋於層狀構造核心 706。層狀構造核心 706 可包含熱塑性塑膠聚合物樹脂，例如，聚苯二甲酸乙二酯，其例如可為大略 3 毫米厚。繼續進行至圖 7B，用於陰極囊袋 708 之孔穴可藉由雷射切割處理在層狀構造中進行切割。在圖 7C 中，可獲得陽極連接箔 710，且保護遮蔽層 712 被施加至一側。接下來，在圖 7D，可以連貫金屬（例如，鋅）層 714 電鍍陽極連接箔 710。繼續進行至圖 7E，圖 7B 及圖 7D 的層狀構造，可藉由將圖 7B 黏附至圖 7D 的電鍍層 714 來結合形成如圖 7E 所描繪之新的層狀構造。為了使圖 7B 的黏著劑層 704a 曝露，以用

於黏附至圖 7D 的電鍍層 714 上，可移除圖 7B 的釋離層 702a。接下來繼續進行至圖 7F，可從陽極連接箔 710 底部移除陽極保護遮蔽層 712。

【0132】 圖 8A 至圖 8H 可繪示賦能元件至生物可相容層狀結構之實施方式，該生物可相容層狀結構在本文中有時被稱為層狀總成、或疊層總成，類似於例如圖 6A 至圖 6F、及圖 7A 至圖 7F 中所繪示者。繼續進行至圖 8A，可在疊層總成的表面上沉積水凝膠分隔件前驅物混合物 820。在一些實例中，如所描繪的，水凝膠前驅物混合物 820 可施加至釋離層 802 上。接下來，在圖 8B，水凝膠分隔件前驅物混合物 820 可刮塗 850 成為陰極囊袋，同時從釋離層 802 被清除乾淨。「刮塗」一詞通常可指的是使用平坦化或刮削工具跨表面擦抹，並在表面各處移動流體材料，使其在孔穴存在時進入孔穴。刮塗程序可藉由類似通俗的「刮塗」型裝置或替代地及平坦化裝置（例如，刀口、剃刀刀口之類）的器械來執行，該等裝置可以眾多材料製成，如可為與欲移動的材料化學性一致者。

【0133】 圖 8B 處所描繪的處理可執行若干次，以確保陰極囊袋的塗層、以及增量所得特徵的厚度。接下來，在圖 8C，可允許水凝膠分隔件前驅物混合物乾燥，以使材料蒸發，該等材料一般可為來自水凝膠分隔件前驅物混合物之各種類型的溶劑或稀釋劑；接著可固化所施配及施加的材料。在一些實例中，以組合方式重複圖 8B 及圖 8C 處所描繪的兩項程序可為可行的。在一些實例中，水凝膠分隔件前驅物混合物可藉由曝露至熱來固化，而在其他實例中，固化可藉由曝露至光子能來執行。在還有進一步實例中，固化可涉及曝露至光子能以及曝露至熱兩者。可存在眾多固化水凝膠分隔件前驅物混合物的方式。

【0134】 固化的結果可為在陰極囊袋壁與近接陽極或陰極特徵（在本實例中，其可為陽極特徵）之表面區域形成水凝膠分隔件前驅物材料。

材料至孔穴側壁的黏附性可能可用於分隔件的分隔功能。固化的結果可為形成脫水聚合化前驅物混合物濃縮物 822，其可僅被視為電池的分隔件。繼續進行至圖 8D，可將陰極漿料 830 沉積至層狀構造釋離層 802 的表面上。接下來，在圖 8E，可將陰極漿料 830 刮塗至陰極囊袋中、以及至脫水聚合化前驅物混合物濃縮物 822 上。陰極漿料可被移動至其在孔穴中的所要位置，同時從層狀構造釋離層 802 被大程度地清除乾淨。圖 8E 的程序可執行若干次，以確保在脫水聚合化前驅物混合物濃縮物 822 之頂部上的陰極漿料 830 塗層。接下來，在圖 8F，可允許陰極漿料乾掉，以在脫水聚合化前驅物混合物濃縮物 822 之頂部上形成隔離的陰極填充物 832，其填入陰極囊袋的剩餘部分中。

【0135】 繼續進行至圖 8G，可將電解質配方 840 另加入至隔離的陰極填充物 832，並允許其水合隔離的陰極填充物 832、及脫水聚合化前驅物混合物濃縮物 822。接下來，在圖 8H，可藉由移除餘留的層狀構造釋離層 802、以及將連接箔 816 壓入適當位置來將陰極連接箔 816 黏著至餘留的層狀構造黏著劑層 804。所得之布局可導致覆蓋經水合的陰極填充物 842、以及建立至陰極填充物 842 之電氣連接作為陰極電流收集器與連接手段。

【0136】 圖 9A 至圖 9C 可繪示圖 7D 中所繪示之所得的疊層總成之替代實例。在圖 9A 中，可得到陽極連接箔 710，且保護遮蔽層 712 被施加至一側。以類似於先前圖式中所敘述的方式，可以具有例如鋅之連貫金屬層 714 電鍍陽極連接箔 710。繼續至圖 9B，可施加一水凝膠分隔件 910，而無需使用圖 8E 中繪示之刮塗方法。水凝膠分隔件前驅物混合物可以各種方式施加，例如，混合物的預成形膜可藉由實體黏附來黏附，且替代地，水凝膠分隔件前驅物混合物之經稀釋的混合物可藉由旋轉塗覆處理來施配，

接著再調整為所要厚度。替代地，可藉由噴霧塗覆或任何其他等效的處理來施加材料。

【0137】 接著，在圖 9C，描繪用以建立可作用如環繞分隔件區域之圍阻的水凝膠分隔件片段之處理。該處理可建立可限制材料（例如，電解質）流動或擴散至所形成之電池元件的內部結構外側的區域。因此，可形成各種類型之此一類阻隔特徵 920。在一些實例中，該阻隔特徵可對應於該分隔件層之一高度交聯區域，該阻隔特徵在一些實例中可藉由在阻隔特徵 920 之所要區域中增加光子能量曝露而形成。在其他實施例中，可在固化前添加材料至該水凝膠分隔件材料，以建立固化後變成阻隔特徵 920 的區域性差異部分。在還有進一步實例中，在固化前或後，可藉由包括例如使用界定區域範圍之遮蔽之層的化學蝕刻的各種技術來移除水凝膠分隔件材料之區域。移除材料的區域可憑藉其本身建立阻隔特徵，或者替代地，實質上可加回到空隙中，以建立阻隔特徵。不透性片段之處理可透過數種方法發生，其包括但不限於影像輸出(image out)處理、增加交聯、重光劑量(heavy photodosing)、回填、或省略水凝膠黏附性以建立空隙。在一些實例中，如圖 9C 之處理結果所描繪之類型的疊層構造或總成可形成為不具有阻隔特徵 920。

聚合化電池元件分隔件

【0138】 在一些電池設計中，由於例如成本、材料可用性、材料品質、或針對作為非限制性實例之一些材料選項的處理複雜度之各種原因，可排除離散之分隔件（如先前段落中所述者）的使用。在此類情況中，可能已在圖 8A 至圖 8H 的程序中描繪之澆鑄或就地成形分隔件可提供所要的優勢。雖然上漿或塗膏式分隔件已在市面上成功地用於 AA、及其他規格

的勒克朗社或碳鋅電池中，此類分隔件在某些方面可能不適用於用在層狀微電池的某些實例中。針對任何用在本揭露之電池中的分隔件，可需要特別關注均勻性與幾何一致性。可需要對分隔件體積的精確控制，以有助於已知的陰極體積之精確的後續結合、以及一致的放電容量與電池性能的後續實現。

【0139】 達成均勻、機械上強健之就地成形分隔件的方法可為使用可 UV 固化之水凝膠配方。在例如隱形眼鏡產業之各種產業中，可已知眾多可透水的水凝膠配方。隱形眼鏡工業中常用的水凝膠之實例可為聚甲基丙烯酸-羥基乙酯(poly (hydroxyethylmethacrylate)) 交聯凝膠，或簡稱 pHEMA。對本揭露的眾多應用而言，pHEMA 可擁有許多用於在勒克朗社及碳鋅電池中使用之具吸引力的性質。pHEMA 一般可在水合狀態中維持約 30 百分比至 40 百分比的水含量，同時維持約 100 psi 或更大的彈性模數。此外，所屬技術領域中具有通常知識者可藉由結合額外的親水性單體（例如，甲基丙烯酸）或聚合物（例如，聚乙烯吡咯啉酮）組分來調整交聯水凝膠之模數與水含量性質。以此方式，可藉由配方來調整水含量，或更具體而言，水凝膠之離子滲透率。

【0140】 在一些實例中具有特殊優點，可澆鑄及可聚合化的水凝膠配方可含有一或多個稀釋劑，以有助於處理。可選擇揮發性的稀釋劑，以致可澆鑄之混合物可刮塗至孔穴中，接著容許足夠的乾燥時間，以移除揮發性溶劑組分。在乾燥之後，可藉由曝露至用於所選擇之光起始劑（例如，CG 819）之具有適當波長（例如，420 nm 之藍 UV 光）的光化輻射來起始整體光聚合。揮發性稀釋劑可有助於提供所要的施加黏度，以便有助於在孔穴中澆鑄均勻的可聚合化材料層。揮發性稀釋劑亦可提供有利的表面張力降低效應，特別是在配方中結合強極性單體的情況中。對達成在孔穴中

澆鑄均勻的可聚合化材料層可為重要的另一態樣可為施加黏度。常見的小莫耳質量反應性單體一般不具有非常高的黏度，其一般可僅為幾厘泊。在努力提供可澆鑄及可聚合化分隔件材料之有利的黏度控制的過程中，可選擇已知與可聚合化材料相容之高莫耳質量的聚合物組分來用於結合至配方中。可適於結合至例示性配方中之高莫耳質量聚合物的實例可包括聚乙烯吡咯啉酮、及聚氧化乙烯。

【0141】 在一些實例中，可澆鑄、可聚合化的分隔件可有利地施加至經設計的孔穴中，如先前所述者。在替代實例中，在聚合的時候可能沒有孔穴。作為替代地，可將可澆鑄、可聚合化的分隔件配方塗覆至含電極的基材上（例如，經圖案化之鍍鋅黃銅），接著隨後使用光罩使其曝露至光化輻射，以選擇性地在目標區域中聚合分隔件材料。接著，可藉由曝露至合適的沖洗溶劑來移除未起反應的分隔件材料。在這些實例中，分隔件材料可特指為光可圖案化分隔件。

一次電池實例

【0142】 在處理有沉積分隔件之生物可相容賦能元件之一些實例中，可形成一次電池。一般一次電池可特徵為單次使用性質。在與層狀處理一致之一實例中，可形成具有下列特性及元件之電池，如下表所陳述。

元件	材料
陰極電流收集器	鈦箔
陰極電極（漿料）	含有電解二氧化錳及碳之漿料
分隔件	水凝膠
陽極電極	電沉積鋅
陽極電流收集器	黃銅箔
疊層	有黏著劑之聚苯二甲酸乙二酯核心
電解質	ZnCl ₂ /NH ₄ Cl 鹼

【0143】 可存在許多可與本發明一致的陰極化學配方。作為非限制性實例，一配方可包含在石墨混合物中之電解二氧化錳。在一項實例中，可藉由依 80 重量百分比噴射磨電解二氧化錳(JMEMD)對 20 重量百分比 KS6 石墨（可購自 Timcal（TIMCAL TIMREX[®] KS6 初生合成石墨））之比率混合 JMEMD 與 KS6 而形成一粉末混合物。可藉由數種手段來執行混合。舉例而言，可藉由碾磨 JMEMD 及 KS6 達約數分鐘至數小時之延長時間來混合該兩種粉末。在一些實例中，可將該所得粉末混合物與 10 百分比的在甲苯溶液中的聚異丁烯(PIB)混合。該 10 百分比 PIB 溶液可由以大略 10 重量份聚異丁烯 B50 (PIB B50)對 90 重量份甲苯配方來混合 PIB 級 B50 與甲苯而形成。該 10 百分比 PIB 可與額外量的甲苯混合且與 JMEMD/K6 粉末混合以調配用於陰極處理之漿料。這些材料之此混合物可由約 1.5 份 PIB B50/甲苯溶液開始。約 2.3 份甲苯可添加至此溶液。該混合物可以 4.9 份 JMEMD/KS6 粉末完成。此可導致約 1.7 百分比 PIB、45 百分比 JMEMD、11 百分比 KS6 及剩餘部分之甲苯之一混合物。混合可繼續進行直到形成有糊狀稠度(paste-like consistency)之均勻漿料。可改變系統中之溶劑（在一實例中，係甲苯）量，以影響所形成之漿料的特性，及在其他實例中，可使漿料中的 PIB B50 相對量與該實施例不同。

【0144】 繼續一次電池實例，可依本揭露中對前驅物混合物討論的方式來形水凝膠分隔件。在一項實例中，藉由混合甲基丙烯酸羥乙酯(HEMA)與乙二醇二甲基丙烯酸酯(EGDMA)且與聚乙烯吡咯啉酮(PVP)混合來形成一前驅物混合物。可有其他成分添加至該混合物，例如光起始劑。例示性光起始劑可係苯基雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-氧化膦(phenylbis(2,4,6-trimethylbenzoyl)-phenylphosphine oxide)，其可係市售配方，包括 Irgacure[®] 819，本文中稱為「CGI 819」。亦有不同量之許多溶劑可使用，

以達成所要之該混合物流變。在非限制性實例中，可使用 2-丙醇作為適合之溶劑。

【0145】 對生物可相容賦能裝置之元件（例如陰極及陰極漿料）的許多一般討論具有關於一次電池元件之實例，並且這些各種元件之變化及實例可預期包含用於本說明書的一次電池元件之其他實例。

【0146】 在一些實例中，可藉由電沉積該鋅於陽極電流收集器材料上來形成鋅陽極。在其他實例中，如已討論，可透過疊層結構使電沉積僅發生於陽極電流收集器材料之曝露部分。可存在許多沉積陽極材料之方式，舉例而言，疊層或金屬覆層；並且其他電池系統可採用除鋅外之其他化學物質，作為非限制性實例，例如銀。

【0147】 電池可包括各種類型電解質配方。氫氧化物之鹼性溶液可被包括在電解質中。然而，在生物可相容電池之一些實例中，可利用弱鹼性電解質配方。本發明中使用的電解質可包括氯化鋅、醋酸鋅、醋酸銨、氯化銨及類似鹽類，質量濃度從約 0.1 百分比至 30 百分比。此外，界面活性劑可添加至電解質配方，舉例而言，以改良濕潤或減弱腐蝕。例示性的界面活性劑可包括 Triton™ X-100、Triton™ QS44 及 Dowfax™ 3B2，濃度從 0.01 百分比至 2 百分比。舉一實例而言，Triton™ X-100 可添加至氯化鋅、氯化銨溶液。電解質配方之一項實例可係：20%氯化鋅、500 ppm Triton® QS-44、200 ppm 銨⁺3 離子（供應作為醋酸銨），且與水均衡。

二次電池實例

【0148】 本揭露中已描述大致上可有助於生產二次電池或可充電電池之結構及製造程序。有數項關於二次電池元件考量可不同於一次電池元件的考量。電池元件的充電程序會導致電池組件膨脹及收縮，且因此在一

些實施例中，可調整特徵及圍阻層的尺寸及電池之組成物。電解質使用膠化聚合物層可允許在充電循環期間及後續放電循環期間，當電極離子在裝置四周移動時，一層承受一些膨脹及收縮態樣。

【0149】 在二次電池中，陽極層及陰極層可依據裝置是否在充電中或放電中而交換命名，且可視為第一及第二電極。因此，在以下情形中指稱陽極及陰極可為有用的：電池單元是否正在充電使得其可被視為電解槽，或電池單元是否正在放電使得其可被視為賈法尼電池(galvanic cell)。因此，當該第一電極結構被稱為賈法尼電池的陰極時，其將運作以自發地接受來自外部連接電路之電子。反之，電解槽之陰極將運作以接受來自外部充電元件之電子。

【0150】 在一些實例中，雖然二氧化鋅錳類別之電池可如二次電池運作，但是有許多二次電池的更常用實例。在二次電池的一常用類別，鋰離子可包含儲存化學物質的能量。可存在許多形成鋰離子電池中之電極之方式。在根據本發明之裝置類型中，可存在許多存在於賈法尼電池之陽極中的夾層鋰化合物。舉例而言，陰極漿料可包括鋰鎳鈷錳氧化物(Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide)、鋰錳氧化物(Lithium Manganese Oxide)，及磷酸鋰鐵(Lithium Iron Phosphate)等。

【0151】 該第二電極可係賈法尼電池之陽極。在一些實例中，該第二電極可由石墨或其他形式之碳所形成，或塗布有石墨或其他形式之碳。在其他實例中，可使用各種形式的沉積矽。以類似於關於一次電池所討論之電鍍鋅方式，矽可被電鍍於跨基材上之若干區域或一平坦層中。經電鍍之矽可形成於電極金屬接觸層上，該電極金屬接觸層可具有鉑、鈦之表面塗層，或在一些實例中，可具有一薄矽層。電極材料之電鍍可發生於非含水媒介中，以非限制性實例來說，非含水媒介包含 SiCl_4 、 SiHCl_3 、 SiBr_4 、

$\text{Si}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$ 或 $\text{Si}(\text{OOCCH}_3)_4$ 。在其他實例中，依類似於圖 7D 所描繪之方式，石墨或矽層可被濺鍍沉積至電流收集器表面，以形成第二電流收集器區域。

【0152】 以與前文關於疊層處理討論一致之方式，可於金屬片材上形成電極。這些電極及金屬片材可形成基本層：即，在形成孔穴之疊層式層下方。再者，在形成陰極且單池單元填充有電解質後，可使用其他電流收集器以覆蓋於疊層結構。

【0153】 為了形成電解質溶液，鋰鹽一般可溶解於非含水溶劑系統中。因此，非含水溶劑系統可以不同方式與各種黏著劑層交互作用，並且由於電池裝置中之密封完整性可為重要的，所以依據非含水溶劑的使用來變更選擇的黏著劑系統。在併入聚合物電解質之鋰聚合物裝置中，膠化形式之聚合物電解質已為熟知。可針對這些類型二次電池執行由液體前驅物填充孔穴開始之形成分隔件之方法，其中一聚合化分隔件可由聚合物（例如 PVDF 或聚(丙烯晴)）所形成。在一些實例中，利用水凝膠成形前驅物可為可能的，其中用與鋰電池單元一致之習用鹽類使聚合物膠化。舉例而言，在非限制性實例中，可於非含水溶劑（以非限制性實例來說，例如碳酸仲乙酯、碳酸二甲酯及碳酸二乙酯）中混合分隔件前驅物與六氟磷酸鋰 (lithium hexafluorophosphate)。所得膠化層可經形成具有過量溶劑以允許收縮，如已關於水凝膠前驅物處理中所描述者。

【0154】 在特定非限制性實例中，可形成一基於孔穴之疊層結構（如已於前文疊層處理討論中所描述者），其中底層可係其上附著一石墨或矽層之電流收集器。附著至電流收集器之疊層層可具有已形成於該疊層層中之孔穴，如已所描述者。在非限制性實例中，可藉由將分別大略以二比一比率之聚(二氟亞乙烯)(PVDF)及聚(二甲基矽氧烷)(PDMS)混合至溶劑

混合物（其包含 N-N 二甲基乙醯胺(DMAc)及甘油）中來形成一澆鑄溶液。DMAc 對甘油之比率可改變且可影響特性，例如所得分隔件層之多孔性。可使用過量溶劑混合物以允許孔穴中之所得層之收縮以形成一薄分隔件層。在一些實例中，尤其對於高位準溶劑，可改變用於疊層結構之黏合劑系統，以最佳化與 DMAc-甘油溶劑系統的一致性。刮塗處理澆鑄溶液至經界定孔穴中後，所得結構可在室溫或高溫下乾燥一段時間。施配澆鑄溶液之其他方式可與本文所述的程序一致。之後，該結構可浸入至室溫水浴中達 20 至 40 小時，以允許甘油溶解出分隔件層且導致一有所要多孔性之層。接著，該所得結構可在真空環境中乾燥達 20 至 40 小時的時期。

【0155】 在一些實例中，該所得分隔件層可曝露於電解質溶液予以處理。在非限制性實例中，在以大略 1/1/1 混合的碳酸仲乙酯(EC)/二甲基碳酸(DMC)及碳酸甲乙酯(EMC)中的一 1 莫耳六氟磷酸鋰溶液可經形成且經施配至孔穴中。在一些其他實例中，曝露於電解質可在於孔穴中形成陰極後發生。

【0156】 在不同類型實例中，可依參考圖 4A 至圖 4N 中概述之方式來建置疊層結構。相對於填充於孔穴中，一分隔件（例如一 Celgard 膜）可切割至間隙間隔物層中之特徵大小且接著置放於至該疊層結構中。該經置放之分隔件亦可曝露於電解質溶液予以處理，之後用「陰極漿料」予以進一步處理。

【0157】 該所得結構現在已準備好接受用陰極漿料處理。使用包含不同類型鋰化合物之數種陰極漿料；然而，除鋰外之其他化學類型可為可行的。在非限制性實例中，可使用基於磷酸鋰鐵(LiFePO₄)之漿料。在一些實例中，可藉由下列方式形成磷酸鋰鐵漿料：首先在去離子水中混合羧甲基纖維素鈉(sodium carboxymethyl cellulose)。包含磷酸鋰鐵及傳導劑（例

如合成石墨及碳黑)之粉末可添加至該所得混合物且廣泛混合。接著，可藉由添加苯乙烯-丁二烯橡膠且廣泛混合而形成進一步精製漿料。接著，本揭露中已描述之手段將該漿料處理至孔穴結構中，例如透過使用刮塗程序。可調整該漿料之流變，以最佳化基於刮塗之填充程序的完整性，舉例而言，藉由添加或移除溶劑，或藉由調整所添加之苯乙烯-丁二烯橡膠的相對量。接著，該所得填充結構可在真空環境中乾燥達 20 至 40 小時。

【0158】 在一些實例中，該所得陰極及分隔件層可曝露於電解質溶液予以處理。在非限制性實例中，在以大略 1/1/1 混合的碳酸仲乙酯(EC)/二甲基碳酸(DMC)及碳酸甲乙酯(EMC)中的一 1 莫耳六氟磷酸鋰溶液可經形成且經施配至孔穴中。在一些實例中，可在壓力處理或真空處理輔助下將電解質添加至陰極，以增強電解質混合物擴散至層中。

【0159】 自疊層結構移除釋離層後，該第二電流收集器層可經附著至疊層結構。黏附之電極可接觸經沉積之漿料並且提供介於金屬電流收集器與電解質注入陰極之間之電接觸而導致電池結構。

【0160】 生物可相容裝置可以是例如可植入電子裝置，例如心律調節器與微能量採集器、用於監控及/或測試生物功能的電子藥丸、具有主動組件的手術裝置、眼用裝置、微小尺寸泵、除顫器、支架之類。

【0161】 已經描述了具體的實例來繪示包含分隔件之生物可相容賦能元件的形成、形成方法、及形成設備的實施例。這些實例係用於該說明，而且並無以任何方式限制申請專利範圍之範圍的意圖。因此，本說明的用意在於含括對於所屬技術領域中具有通常知識者顯而易見之所有實施例。

【符號說明】

【0162】

100...隱形眼鏡插件；插件

105...電路

110...生物可相容電池元件	312...陰極連接
111...基材	330...圓形輪廓
114...互連	331...陽極連接
120...電活性元件	332...陰極連接
125...互連特徵	401...PET 陰極間隔物
150...隱形眼鏡	402...PVDF 釋離層
155...隱形眼鏡水凝膠之裙件	403...PET 膜
160...電池化學元件	404...PET 間隙間隔物
161...電氣接觸	405...覆蓋 PET 層
162...實體接觸	406...孔洞
163...電路元件	408...疊層
164...第二實體接觸	409...PVDF 層
165...電池組件	410...陰極間隔物孔洞
166...第二電氣接觸	411...載體
167...主要電路區	412...Celgard 層；Celgard™
180...三維圓錐形結構	420...預切割分隔件
181...實體與電氣接觸點	421...取放工具
271...圓形形狀	422...Celgard 片片
272...正方形形狀	423...PVDF 釋離層
273...小矩形形狀	425...陽極膜
274...較大矩形形狀	430...陰極漿料
275...更大的矩形形狀	431...刮漿板
310...矩形輪廓	432...PVDF 釋離層
311...陽極連接	440...陰極漿料

450...陰極膜層	614...連貫金屬
460...側區域	702...層狀構造釋離層
470...電池元件	702a...層狀構造釋離層
510...陰極化學物	704...層狀構造黏著劑層
520...陰極收集器	704a...層狀構造黏著劑層；黏著劑層
530...壓力敏感黏著劑層	706...層狀構造核心
540...PET 間隔物層	708...陰極囊袋
550...PSA 層	710...陽極連接箔
560...PET 間隙層	712...保護遮蔽層；陽極保護遮蔽層
565...PSA 層	714...連貫金屬層；電鍍層
570...鍍鋅層	802...釋離層；層狀構造釋離層
580...陽極電流收集器	804...層狀構造黏著劑層
590...分隔件層	816...陰極連接箔；連接箔
600...層狀構造	820...水凝膠分隔件前驅物混合物；水凝膠前驅物混合物
602...層狀構造釋離層	822...脫水聚合化前驅物混合物濃縮物
602a...層狀構造釋離層	830...陰極漿料
604...層狀構造黏著劑層；黏著劑層	832...隔離的陰極填充物
604a...層狀構造黏著劑層；黏著劑層	840...電解質配方
606...層狀構造核心	842...經水合的陰極填充物
608...陰極囊袋	
610...陽極連接箔	
612...遮蔽層	

850...刮塗

910...水凝膠分隔件

920...阻隔特徵

發明摘要

I645596

※ 申請案號：

104126941

※ 申請日：

104/08/19

IPC 分類：
H01M 14/00 (2006.01)
H01M 6/14 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)
G02C 7/04 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

形成用於生醫裝置之生物可相容賦能主要元件之方法及設備

METHODS AND APPARATUS TO FORM BIOCOMPATIBLE

ENERGIZATION PRIMARY ELEMENTS FOR BIOMEDICAL DEVICES

【中文】

本文敘述形成生物可相容賦能元件之方法與設備。在一些實施例中，形成生物可相容賦能元件之方法與設備涉及形成包含活性陰極化學之孔穴。陰極與陽極的主動元件係以生物可相容材料的一疊層堆疊密封。在一些實施例中，該方法與設備之使用領域可以包括任何需要賦能元件的生物可相容裝置或產品。

【英文】

Methods and apparatus to form biocompatible energization elements are described. In some embodiments, the methods and apparatus to form the biocompatible energization elements involve forming cavities comprising active cathode chemistry. The active elements of the cathode and anode are sealed with a laminate stack of biocompatible material. In some embodiments, a field of use for the methods and apparatus may include any biocompatible device or product that requires energization elements.

申請專利範圍

1. 一種生物可相容賦能元件，其包含：

- 一間隙間隔物層；
 - 一第一孔洞，其定位於該間隙間隔物層中；
 - 一陰極間隔物層，其中該陰極間隔物層附著至該間隙間隔物層；
 - 一第二孔洞，其定位於該陰極間隔物層中，其中該第二孔洞係與該第一孔洞對齊，且其中該第二孔洞小於該第一孔洞，使得當該第一孔洞及該第二孔洞對齊時，有陰極間隔物層之一脊部曝露於該第一孔洞中；
 - 一分隔件層，其中該分隔件層置放於該間隙間隔物層中之該第一孔洞內且黏附至陰極間隔物層之該脊部；
 - 一孔穴，其在該第二孔洞之側邊與該分隔件層之一第一表面之間，其中該孔穴填充有陰極化學物；
 - 一第一電流收集器，其塗布有陽極化學物；
 - 一第二電流收集器，其中該第二電流收集器與該等陰極化學物電連接；以及
 - 一電解質，其包含：電解質化學物，其中該等陰極化學物、陽極化學物及電解質化學物經調配用於該賦能元件之一單一放電循環。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含錳的一鹽類。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含二氧化錳。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陽極化學物包含鋅。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陽極化學物包含電沉積鋅。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含石墨。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含聚異丁烯。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含甲苯。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含噴射磨電解二氧化錳。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含 KS6 初生合成石墨。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含約百分之 1.7 的 PIB B50、百分之 45 的 JMEMD、百分之 11 的 KS6 及剩餘部分為甲苯之一混合物。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該電解質包含氯化鋅及氯化銨之一或多者。
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該分隔件包含 Celgard™ 412。
14. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該生物可相容賦能元件電連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之生物可相容賦能元件，其中該生物可相容賦能元件電連接至一生醫裝置內之一電活性元件。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之生物可相容賦能元件，其中該生醫裝置係一眼用裝置。
17. 如申請專利範圍第 16 項所述之生物可相容賦能元件，其中該眼用裝置係一隱形眼鏡。
18. 一種生物可相容賦能元件，其包含：
 - 一陰極間隔物層；
 - 一第一孔洞，其定位於該陰極間隔物層中；
 - 一第一電流收集器，其塗布有陽極化學物，其中該第一電流收集器經附著至該陰極間隔物層之一第一表面，且其中一第一孔穴經建立在該第一孔洞之側邊與塗布有陽極化學物之該第一電流收集器之一第一表面之間；
 - 一分隔件層，其中該分隔件層係在一分隔件前驅物混合物經施配至該孔穴中後形成於該第一孔穴內；
 - 一第二孔穴，其在該第一孔洞之側邊與該分隔件層之一第一表面之間，其中該第二孔穴填充有陰極化學物；
 - 一第二電流收集器，其中該第二電流收集器與該等陰極化學物電連接；以及
 - 一電解質，其包含電解質化學物，
 - 其中該等陰極化學物、陽極化學物及電解質化學物經調配用於該賦能元件之一單一放電循環。
19. 如申請專利範圍第 18 項所述之生物可相容賦能元件，其中該分隔件包含甲基丙烯酸羥乙酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯及聚乙烯吡咯啉酮。
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之生物可相容賦能元件，其中該等陰極化學物包含由下列組成的一混合物：約 1.5 份百分之 10 的甲苯中的 PIB

B50、對 2.3 份額外甲苯、對 4.9 份包含約百分之 80 的噴射磨電解二氧化錳對百分之 20 的 KS6 初生合成石墨之一混合物，其中該等陽極化學物包含電沉積鋅，且其中該電解質包含氯化鋅及氯化銨。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之生物可相容賦能元件，其中該生物可相容賦能元件電連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
22. 如申請專利範圍第 21 項所述之生物可相容賦能元件，其中該生醫裝置係一眼用裝置。
23. 如申請專利範圍第 22 項所述之生物可相容賦能元件，其中該眼用裝置係一隱形眼鏡。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5)圖

【本代表圖之符號簡單說明】：

510...陰極化學物

520...陰極收集器

530...壓力敏感黏著劑層

540...PET 間隔物層

550...PSA 層

560...PET 間隙層

565...PSA 層

570...鍍鋅層

580...陽極電流收集器

590...分隔件層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無