



(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 201622211 A

(43)公開日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：104126942

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 19 日

(51)Int. Cl. : H01M4/02 (2006.01)

(30)優先權：2014/08/21 美國 62/040,178

2015/07/28 美國 14/810,945

(71)申請人：壯生和壯生視覺關懷公司 (美國) JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC.
(US)

美國

(72)發明人：弗利契 弗雷德里克 FLITSCH, FREDERICK A. (US)；歐堤斯 丹尼爾 OTTS,
DANIEL B. (US)；普格 蘭德爾 PUGH, RANDALL B. (US)；里亞爾 詹姆士
RIALL, JAMES DANIEL (US)；湯爾 亞當 TONER, ADAM (US)

(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：48 項 圖式數：9 共 88 頁

(54)名稱

用於生物可相容電池的顆粒形式陰極

PELLET FORM CATHODE FOR USE IN A BIOCOMPATIBLE BATTERY

(57)摘要

本文敘述形成生物可相容賦能元件之方法與設備。在一些實例中，形成該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物之料粒。陰極與陽極的主動元件係以生物可相容材料密封。在一些實例中，該方法與設備之使用領域可包括任何需要賦能元件的生物可相容裝置或產品。

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

指定代表圖：

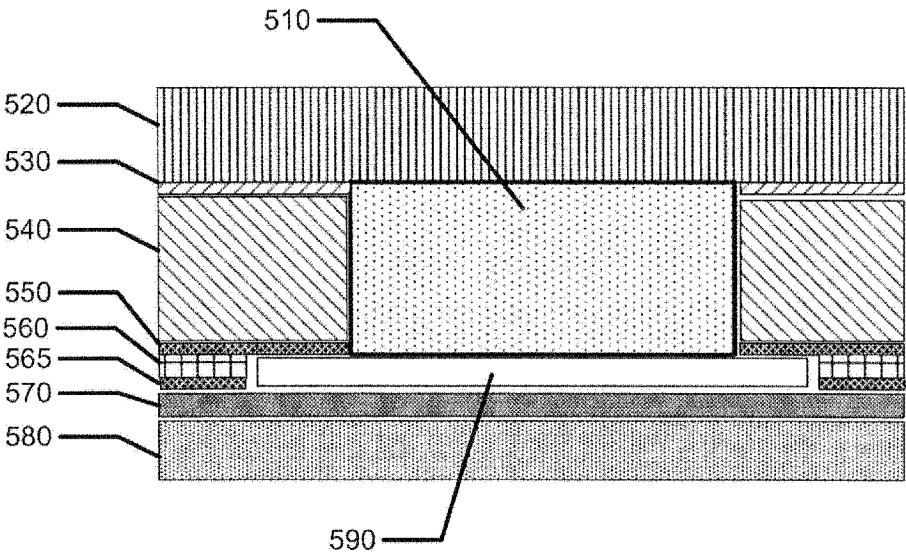


圖5

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

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)

用於生物可相容電池的顆粒形式陰極

PELLET FORM CATHODE FOR USE IN A BIOCOMPATIBLE
BATTERY

【相關申請案之交互參照】

【0001】 本專利申請案主張 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】 描述了形成使用於生物可相容電池的陰極混合物的顆粒的方法。該陰極至少包含能夠導電的過渡金屬氧化物和碳同素異形體，該過渡金屬氧化物和碳同素異形體可被成形為顆粒，然後被放置到生物可相容電池中或其上。在一些實例中，使用於生物可相容電池中的顆粒形式陰極混合物的使用領域可包括需要能量的任何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電氣組件（諸如半導體裝置），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，這樣的半導體組件需要能量，因此，賦能元件亦應較佳地被包括在這樣的生物可相容裝置中。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實現形成了新穎的和挑戰性的環境。在許多實例中，可為重要的是提供安全、可靠、小型化及具成本效益的裝置來賦能給生物可相容裝置內的半導體組件。因此，存在形成用於植入在生物可相容裝置之內或之上的生物可相容賦能元件的需求，其中毫米或更小尺寸的賦能元件的結構在保持生物可相容性的同時也提供了賦能元件增強的功能。

【0005】 用於供電給裝置的一個此賦能元件可為電池。電池中常用的可包含各種類型的化學儲能材料的元件是電池陰極。電池陰極通常是電池的限制電池容量並且佔據最大體積的組件。電池的功能可關鍵取決於結構的設計、材料以及與形成電池陰極相關的程序。在一些實例中，可為重要的是，在此類裝置中形成電池陰極，該裝置與電流收集器形成低電阻接觸。因此，存在形成在生物可相容賦能元件中使用的小的生物可相容陰極的新穎實例的需求。

【發明內容】

【0006】 因此，本發明公開了使用於生物可相容電池的陰極混合物，該陰極混合物可用於預成形可被放置到電池結構中的顆粒。使用顆粒成形的陰極可提供處理和技術優勢，同時保持生物可相容電池所需的結構和功能。

【0007】 本發明之一項一般性態樣包括一種形成一生物可相容賦能元件的方法，該方法包括：接收一第一絕緣材料之第一基材膜；接收一第二絕緣材料之第二基材膜；在該第二基材膜中切割出一第一孔穴，以形成

一間隙間隔物層；在該第一基材膜中切割出一第二孔穴，以形成一陰極間隔物層，其中該孔穴之一邊緣界定該孔穴之一側壁；將該間隙間隔物層的一第一表面疊層至該陰極間隔物層的一第一表面；透過該間隙間隔物層中的該第一孔穴將一分隔件放入該生物可相容賦能元件中；接收一陽極膜；將該間隙間隔物層的一第二表面黏附至該陽極膜的一第一表面；接收一陰極顆粒；且將該陰極顆粒放入該陰極間隔物層之該第二孔穴中，其中該陰極間隔物層中之該孔穴的該側壁與該被放置的分隔件的一表面容納該陰極顆粒。該方法進一步可包括由一陰極漿料形成該陰極顆粒。其中該陰極顆粒的該形成的方法涉及藉由將漿料刮塗處理到一包括成型孔洞的遮蔽層上來使陰極漿料成型以形成顆粒；並且其中該層位於一基材上。該方法可包括其中基材包括陰極電流收集器的實例。該方法進一步可包括使該顆粒和該基材退火。在一些實例中，退火是在大約介於約攝氏 25 度和攝氏 200 度之間的溫度下進行的，在其他實例中，退火的溫度可介於攝氏 25 度和攝氏 600 度之間。這些方法進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。在一些實例中，該生醫裝置為一隱形眼鏡。

【0008】 在一些替代方法中，形成陰極顆粒的方法可涉及將漿料擠出成顆粒形狀的沉積物到基材上，其中該基材可包括一陰極電流收集器。該方法進一步可包括使該顆粒和該基材退火。該方法進一步包括將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。在一些方法中，該生物醫療裝置是一隱形眼鏡。

【0009】 在一些實例中，本發明的一般性態樣可包括其中該陰極顆粒被接收而未連接至任何基材的實例。該方法進一步可包括將陰極電流收集器層添加到該陰極間隔物層的一第二表面，其中陰極電流收集器層接觸已被放置到該第二孔穴中的陰極顆粒的一表面。該方法進一步包括將該生

物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。對此，方法可包括其中生醫裝置為隱形眼鏡的實例。

【0010】 在一些實例中，本發明的一般性態樣還可包括藉由將陰極漿料塗敷在基材上來形成陰極化學物層，乾燥陰極化學物層，以及從陰極化學物層切割顆粒。該方法進一步可包括將陰極化學物層燒結在基材上。該方法亦可包括其中該切割將陰極化學物和下方的陰極電流收集器切割成顆粒的實例。此方法亦可包括燒結該顆粒。然後此方法涉及將生物可相容賦能元件連接至一生物醫療裝置內的一電活性元件。在一些實例中，該眼用裝置為一隱形眼鏡。

【0011】 可有由一陰極漿料形成該陰極顆粒的變型，其中該陰極顆粒的該形成涉及藉由將漿料刮塗處理到一包括成型孔洞的遮蔽層上來使漿料成型以形成顆粒；並且其中該層位於一基材上。該方法可具有其中基材包括陰極電流收集器的實例。此外，該方法可包括使顆粒和基材退火。該方法亦可包括其中退火是在大約介於攝氏 25 度和攝氏 200 度之間的溫度下進行的實例。在其他實例中，該退火可在大約介於攝氏 25 度和攝氏 600 度之間的溫度下進行。

【0012】 一本發明第二項一般性態樣包括一種形成一生物可相容賦能元件的方法，該方法包括：接收一第一絕緣材料之第一基材膜；在該第一基材膜中切割出一孔穴，以形成一陰極間隔物層，其中該孔穴之一邊緣界定該孔穴之一側壁；接收一陽極膜；將該陰極間隔物層的一第一表面黏附至該陽極膜的一第一表面；通過該陰極間隔物層中的該孔穴將分隔件沉積到該生物可相容賦能元件中，其中作為該分隔件沉積的材料包括可聚合材料；接收一陰極顆粒；將該陰極顆粒放入該陰極間隔物層中之該孔穴內，其中該陰極間隔物層中之該孔穴的該側壁以及該被沉積的分隔件之一表面

容納該陰極顆粒。形成陰極顆粒的各種方法可用於生成被放置到陰極間隔物層中的孔穴中的陰極顆粒。

【圖式簡單說明】

【0013】 從以下對本發明較佳實施例之更詳細說明中，如附圖所繪示，將更清楚明白本發明之前述及其他特徵與優勢。

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一第一獨立式、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一第二獨立式、已封裝的生物可相容賦能元件。

圖 4A 至圖 4Z 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 繪示利用一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 8J 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 繪示針對使用替代的水凝膠處理實例之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】

【0014】 在本申請中揭示使用於生物可相容電池的陰極混合物。在下列段落中，敘述各種實例之詳細說明。實例之說明僅為例示性實施例，且所屬技術領域中具有通常知識者將瞭解各種修改及變更。因此，實例並未限制本申請案之範圍。陰極混合物及容納該等陰極混合物的結構可被設計成使用於生物可相容電池。在一些實例中，這些生物可相容電池可被設計成在活有機體的體中或鄰近處。

名詞解釋

【0015】 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。

【0016】 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。

【0017】 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。

【0018】 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。

【0019】 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。

【0020】 本文中使用的「電極」可以指稱能量源中的有效質量。例如，其可包括陽極和陰極中之一者或兩者。

【0021】 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。

【0022】 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。

【0023】 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。

【0024】 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。

【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。一些例示性模具包括兩個模具部件，當兩個模具部件彼此相對時界定出一三維物體的結構。

【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。在一些實例中，無論是用於黏著或其他的功能，一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式層。以此方式形成的電池可被分類為層狀電池。

【0034】 可有其他實例說明如何根據本發明組裝及組態電池，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】 可結合本發明之賦能元件「電池」之一生醫裝置的一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 110 為多個主要片件，在此情況下為三個片件，且電池元件 110 可包括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 可位於在基材 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】 參照本發明的概念，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。在圖 1C 中以平坦形式描繪之電池元件可連接至一電路元件 163，其在圖 1C 之實例中可包含兩個主要電路區 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。平坦結構可經摺疊成為三維圓錐形結構，如已在本發明中敘述者。在該過程中，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。此結構可包括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、或甚至更大的矩形形狀 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】 在具有一可變光學件之例示性生醫裝置情形中，具平坦輪廓之一「自由形式」實例可為弧形的形式。該自由形式可為此類幾何，當形成為三維形狀時，其可採取在一隱形眼鏡之受限邊界內適配的一圓錐形、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，根據本發明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可需要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，其可由電池提供。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(turn-on)」電壓或「臨限(threshold)」電壓

的所得額定標準(resulting rating standard)。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、布線層、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，此類的連接裝置可需要比一般 IC 製程節點高的操作電壓條件。例如，變焦鏡片可需要 35V 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。進一步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為大幅不同。

【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，此一類組合可折衷尺寸及儲放期限。

【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內含微電池之裝置的經銷、庫存以及使用之方法來設定。因此，用於生物醫療裝置的微電池可具有特定的儲放期限規定，例如其可以年數來計算。

【0053】 在一些實例中，三維生物可相容賦能元件可為可充電的。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，包括電解質的電池化學物和用於形成焊料基互連的熱源可在空間上相互隔離。但就新興的生物醫療裝置而言，小尺寸可避免電解質與焊料接合點分開足夠的距離以減少熱傳導。

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。在電池為與包含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，質量濃度從約百分之 0.1 至百分之 50，且在非限制性實例中，質量濃度可約為百分之 25。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。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。添加表面活性劑至電解質可增加電池的電阻。因此，應使用達成所欲潤濕特性或其他特性的表面活性劑的最小濃度。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】 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特性。例如，一類型的固體電解質可固在地抗洩漏，同時仍提供適當的電氣性能。

【0065】 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」電池之隱形眼鏡可包含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。

【0066】 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。使用於隱形眼鏡之儲備電池可具有類似於圖 1 及圖 3 所展示的設計，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），可允許電解質流入電池中，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。

【0067】 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。此電解質可儲存在各種位置，包括分隔件或儲槽。

【0068】 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，其可不利於安全性及其他因素。

模組化電池組件

【0069】 在一些實例中，可根據本發明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，此一類設計可包括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(3D)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(2D)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；且在又一進一步實例中，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。

【0070】 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，以致該等應用可包含大形狀因數電池。在另一實例中，平面(2D)固態電池

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(2D)的，並可經設計為在被壓彎成適度的面外(3D)曲度時起作用。

【0071】 在本發明中於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，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。在本發明的一些實例中，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

【0072】 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。

【0073】 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裝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

【0074】 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(2D)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 3D 形狀，以裝配在例如隱形眼鏡之生醫裝置內。

【0075】 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。

【0076】 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

【0077】 可存在在其中可利用本發明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三維物體，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。

【0078】 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

【0079】 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

【0080】 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。

【0081】 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。

【0082】 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。

【0083】 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。

【0084】 在一些實例中，根據本發明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

【0085】 具有本發明中所述之類型的電池可利用實體地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，但是本發明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。

【0086】 由於本發明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括分隔件隔膜，包括再生纖維素（例如，賽璐凡(cellophane)）。

【0087】 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可能需要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例示性方法。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。

【0088】 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片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例如為+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，低揮發性液體可優於暫時的黏著劑。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。

【0089】 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。

【0090】 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。

【0091】 如先前所提及，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。

【0092】 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。可用在本發明中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。

【0093】 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。

【0094】 離散的分隔件可藉由直接放置於一儲存裝置中，其包括總成中之經設計的孔穴、囊袋、或結構來整合成為層狀微電池。所欲地，此儲存裝置可由具有切口的層狀結構形成，該層狀結構可為分隔件形狀的幾何學偏置，造成該總成內的孔穴、囊袋或結構。此外，該儲存裝置可具有凸耳或階，分隔件在組裝期間係擱放於其上。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

【0095】 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。

【0096】 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（例如，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。

【0097】 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。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

【0098】 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。

【0099】 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。

【0100】 在本發明中，封裝構造可包括下列類型的功能性組件：亦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。

【0101】 在一些實例中，頂部及底部封裝層可由金屬箔或聚合物箔膜構成。頂部及底部封裝層可由多層膜構造，其含有複數個聚合物及/或障壁層構成。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 3M[®] Scotchpak 1109 背襯，其由聚苯二甲酸乙二酯(PET)載體帶材、氣相沉積鋁障壁層、及聚乙烯層構成，包含 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。

【0102】 在包括 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 Ra（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。在本發明中，具有小於 10 微米之表面粗糙度 Ra 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，在另一個實例中，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 Ra 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。

生物可相容賦能元件之例示性圖解處理-放置分隔件

【0103】 可在圖 4A 至圖 4N 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。在圖 4A 中，繪示了 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 可包含 PET 膜 403，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，且這些 PET 層可以例如 402 的 PVDF 釋離層覆蓋，其厚度可為大略 1 密耳。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，PSA 層可位於 PVDF 層 409 和覆蓋 PET 層 405 之間。

【0104】 繼續進行至圖 4B，可藉由雷射切割處理在 PET 間隙間隔物層 404 中切割出孔洞 406。接著在圖 4C 中，被切割的 PET 間隙間隔物層 404 可例如藉由移除一個或多個釋離襯墊來層疊 408 到 PET 陰極間隔物層 401，使得 PSA 可使兩個層在一起。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 404 中之先前切割的特徵。在圖 4E 中，分隔件可由一 Celgard 層 412，或其他合適的分隔件材料諸如聚合物膜、纖維素、或織造纖維的層來形成，該層可接合至載體 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，例如藉由壓入至 PSA 層，且接著可移除 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。

形成陰極材料的顆粒

【0105】 可有形成用於稍後插入或結合到生物可相容電池元件的陰極材料的顆粒的一些例示性方法。接著參見圖 4J，描繪出了其中藉由「刮塗處理」陰極混合物漿料來形成陰極顆粒的第一實例。在陰極材料的漿料被沉積在遮罩上後，當牽拉塗刮 430 橫跨遮罩的表面時，包含孔洞的遮罩 432 可用於界定填充有陰極漿料 431 的區域。附圖繪示在填充的孔洞中以及塗刮 430 後面有陰極漿料 431。然後可將包含孔洞的遮罩 432 從下方的基材 433 移除，如從圖 4K 至圖 4P 以過渡形式所示。結果可為單個顆粒樣板 452，該等單個顆粒樣板 452 在進一步處理時可成形為可用的陰極材料顆粒。

【0106】 形成顆粒的方法的另一個實例參見於圖 4L 中，其中陰極材料的厚漿料可被容納在擠出裝置 440 中，該擠出裝置 440 可將陰極漿料擠出成圖 4M 所描繪的顆粒形式的沉積物到下方的基材 433 上。在圖 4P 中，顆粒和基材可被進一步處理，如後續部分中所討論的。

【0107】 形成顆粒的方法的另一個實例參見於圖 4N 中，其中陰極材料層 441 可形成在下方的基材 433 上。在圖 4N 中的實例的類型中，陰極顆粒可從層中切出。有許多方式來切出顆粒，諸如刀片的作用、或刀模 (cutting die) 從而成形為顆粒形狀。在其他實例中，切割可藉由諸如雷射切割工具、噴水切割工具及類似者之設備進行。在另一個實例中，如所描繪的，遮罩特徵 442 可形成在陰極材料的層上。該層可包含光遮罩，例如，其中使遮罩層成像的方法可包括光遮罩、電子束成像、雷射成像及類似者。在形成遮罩後，在圖 4O 中可進行蝕刻程序。作為非限制性實例，該蝕刻可包括反應離子刻蝕或濕式化學刻蝕。蝕刻之後，可得到如圖 4O 所描繪

的顆粒外形。如果光阻或其他程序助劑覆蓋陰極顆粒，如圖 4O 所示，則可進行以剝去、洗滌或以其他方式移除光阻的附加步驟，以產生圖 4P 所示的陰極顆粒。

【0108】 形成顆粒的方法的另一個實例參見於圖 4Q 中。這類似於先前其中陰極材料層 441 可形成在下方的基材 433 上的實例。切割工具 443（諸如具有呈顆粒形狀的刀刃的形式）可驅動穿過陰極材料 441 和基材 433 以形成單個顆粒，如圖 4R 所示，該等單個顆粒包括陰極材料 441 和基材 433 兩者，其中基材可為各種類型諸如鈦箔的金屬層，用於收集電流。

【0109】 形成顆粒的各種方法可得到位於基材 451 上的顆粒 452。在一些實例中，基材 451 可為暫時基材以在顆粒被進一步處理時支撐該顆粒。在其他實例中，基材 451 可位於其陰極電流收集器上。

【0110】 進一步處理顆粒可包括乾燥、退火以及各種類型的燒結程序。乾燥、退火、和/或燒結如圖 4R 所示的顆粒外形可得到如圖 4S 所展示的經處理的顆粒。在一些實例中，乾燥可用於將溶劑從顆粒中蒸發以形成更堅硬的顆粒，減少水含量、將液體從孔中移除，使得電解質可滲透或以其他方式改善陰極顆粒。乾燥可在 50°C-120°C 或其他合適的處理溫度下進行 1 至 24 小時的時間或其他合適的處理時間。在其他實例中，退火和燒結可在升高的溫度下進行。在升高的溫度下退火或燒結可用於在陰極顆粒與下方的基材之間形成改良的連接件或用於改良陰極顆粒本身的特性。在一些實施例中，燒結可在惰性氣氛中在至多大約攝氏 200 度下進行至多 1 小時的時間。在其中陰極顆粒和陰極電流收集器的成分允許更高的溫度的其他實例中，顆粒和陰極觸可在至多大約攝氏 600 度的溫度下燒結至多 1 小時的時間。此類處理可藉由降低由顆粒形成的電池的陰極與用於將電

池部件互連至外部連接件的電流收集器之間的電流阻力得以改善。此類燒結或退火可在真空或處理氣體氣氛中完成，例如在真空中完成以避免陰極材料氧化或用處理氣體完成以避免氧化和/或達到某些所欲的處理結果或控制。在圖 4S 中，繪示出了類似的實施例，其中可將包括金屬層的單個顆粒在升高的溫度下退火或燒結，如剛才所討論的。

【0111】 在另一個實例中，可將位於其基材上的電流收集器上的顆粒添加到附加的電池結構中以形成電池裝置。參見圖 4T，顆粒 460 可位於其電流收集器 461 上。在一些實例中，可將電解質添加到顆粒 460 中。顆粒以及用於多個陰極電池裝置的顆粒的其他實例的位置可被精確且準確地位於在電流收集器上。可將圖 4I 所示的例示性結構添加在如圖 4U 所描繪的陰極顆粒和電流收集器的組合上，從而得到如圖 4V 所繪示的電池結構 470。在一些實例中，壓力敏感黏著劑層可位於圖 4I 所描繪的結構的表面上，然後該結構可黏附到陰極電流收集器表面。如圖 4I 所示，圖 4I 中的項目 425 和例示性結構可具有移除的釋離襯墊（注意當該結構與圖 4I 中的結構進行比較時，一層在 462 處不存在）使得壓力敏感黏著劑能夠被黏附到陰極電流收集器表面，如其在黏附區域 471 中所展示。

【0112】 在附加的實例中，可將包括陰極層 480 和金屬層 481 的顆粒添加到附加的電池結構中以形成電池裝置。參見圖 4W，顆粒可包括陰極層 480 和金屬層 481。在一些實例中，可將電解質添加到顆粒的陰極層 480 上或添加到附加的電池結構中。參見圖 4X，可使用取放工具 483 來拾取顆粒的金屬層 481 並將顆粒放置到圖 4I 所描繪的例示性結構的適當特徵中。如圖 4Y 所繪示，有隔離的陰極觸的電池構造可以這種處理來形成。在後續的處理中，如圖 4Z 所描繪，可將另一個金屬層 482 添加在結構上，該金屬層 482 還可作用於陰極觸以及電池密封。圖 4Z 所描繪的處理可得

到所描繪的電池結構 490。在一些實例中，壓力敏感黏著劑層可位於圖 4I 所描繪的結構的表面上，然後該結構可黏附到陰極電流收集器表面。

【0113】 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。可能已經成形為所述的顆粒的陰極化學物 510 可設置成與陰極收集器 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 可位於結構內，以執行如本發明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，分隔件可已經包括電解質。

生物可相容賦能之例示性處理圖解—沉積分隔件

【0114】 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。可存在在本發明之用意內為實用之材料及厚度目標之眾多修改、刪除、變化。

【0115】 在圖 6A 中，繪示了例示性層狀構造 600。層狀結構可包含兩個層狀構造釋離層 602 及 602a；兩個層狀構造黏著劑層 604 及 604a，其等位於在層狀構造釋離層 602 及 602a 之間；以及層狀構造核心 606，其位於在兩個層狀構造黏著劑層 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，其例如可為大略 3 毫米厚。繼續進行至圖 6B，可藉由雷射切割處理在層狀構造中切出用於儲存陰極混合物的裝置，諸如用於陰極囊袋 608 的孔穴。

【0116】 接下來，在圖 6C，可從層狀構造移除底部層狀構造釋離層 602a，使層狀構造黏著劑層 604a 曝露。接著，層狀構造黏著劑層 604a 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。

【0117】 圖 7A 至圖 7F 繪示圖 6A 至圖 6F 中所繪示之處理步驟的替代模式之例示性實施例。圖 7A 至圖 7B 繪示圖 6A 至圖 6B 中所描繪之類似程序之例示性實施例。層狀結構可包含兩個層狀構造釋離層 702 及 702a，一個層位在任一端上；兩個層狀構造黏著劑層 704 及 704a，其等位於在層狀構造釋離層 702 及 702a 之間；以及層狀構造核心 706，其位於在兩個層狀構造黏著劑層 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 之一儲存裝置，例如一孔穴，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。

【0118】 圖 8A 繪示用於生產生物可相容層狀結構中的賦能元件的例示性實施例。該層狀結構在本文中有時可指稱為層狀總成或疊層總成，類似於例如在圖 6A 至圖 6F 和圖 7A 至圖 7F 中所繪示者。繼續進行至圖 8A，可在疊層總成 802 的表面上沉積水凝膠分隔件前驅物混合物 820。如在一些實例中所描繪的，可將水凝膠前驅物混合物 820 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。

【0119】 圖 8B 處所描繪的處理可在交替的方向並以不同的程序參數執行若干次，以確保陰極囊袋的塗層、以及所得特徵的厚度增量。接著，在圖 8C 中，可使水凝膠分隔件前驅物混合物乾燥以便蒸發材料。所蒸發的材料一般可為來自水凝膠前驅物混合物的各種類型的溶劑或稀釋劑。在蒸發或乾燥後，可將所施配的或施加的材料固化。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為可行的。可為較佳的是以在應用之間的乾燥和/或固化步驟來堆疊多個分隔件層，而不是簡單地分配更厚的層然後乾燥/固化一次，以改良物理隔離並防止短路。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。在又進一步實例中，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。

【0120】 固化的結果可為在孔穴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用於分隔件的分隔功能。固化的結果可為形成無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。接著參見圖 8D，可將電解質 840 添加到結構 850 中。電解質可使電池的分隔件水合至一定程度，並且可有附加的電解質剩餘以在其被添加時擴散到陰極顆粒中。

【0121】 接著參見圖 8E，可發現電池裝置中陰極顆粒的總合的實例。在實例中，可將位於其基材上的電流收集器上的陰極顆粒添加到附加的電池結構中以形成電池裝置。參見圖 8E，顆粒 452 可位於其電流收集器 451 上，其來自先前參考圖 4P 所討論的處理。在一些實例中，除了電池裝置的其餘部分中發現的電解質，還可將電解質添加到顆粒 452 中。顆粒以及用於多個陰極電池裝置的顆粒的其他實例的位置可被精確且準確地設置在電流收集器上。可將圖 8D 所描繪的例示性結構添加到圖 8E 所描繪的陰極顆粒和電流收集器組合，從而得到如圖 8F 所描繪的電池結構 860。在一些實例中，壓力敏感黏著劑層可位於結構 850 的表面上，然後該結構 850 可黏附到陰極電流收集器表面。

【0122】 圖 8G 至圖 8J 中，可將成形的且乾燥的顆粒放置到電池結構中。接著參見圖 8G，顆粒 452 可藉由例如使用真空的取放工具 870 來拾取以將顆粒固持到工具中。顆粒可為包含陰極材料的顆粒，或在一些實例

中，可為具有陰極材料和陰極觸兩者的顆粒，如先前部分中所討論的。可例如藉由釋放拾取工具上的真空將顆粒 452 放置到先前形成的結構 850 中的孔穴中。接著參見圖 8H，在顆粒處於其位置中後，可將陰極電流收集器 871 添加到有陰極顆粒的結構中。在一些實例中，可能已經將壓力敏感黏著劑圖案化在陰極電流收集器 871 上，使得當將陰極電流收集器 871 添加到其他結構中時，其被黏附以形成圖 8J 所示的電池結構。

【0123】 圖 9A 至圖 9C 繪示來自圖 7D 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。可以具有例如鋅之連貫金屬層 714 電鍍陽極連接箔 710。以類似於先前圖式中所敘述的方式。繼續進行至圖 9B，可不使用刮塗方法而施加水凝膠分隔件 910。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；替代地，可施配水凝膠分隔件前驅物混合物之經稀釋的混合物，藉由旋轉塗布處理調整其為所要厚度。替代地，該材料可藉由噴霧塗覆或其他相等處理來施加。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。在其他實例中，可在水凝膠分隔件材料固化之前，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。在又進一步實例中，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。不可滲透區段之處理可透過數種方法發生，該等方法包括但不限於：影像輸出(image out)處理、提高交聯、重光劑量(heavy photodosing)、回填、或省略水凝膠黏附，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

【0124】 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。在這種情況下，澆鑄或在適當位置形成的分隔件可提供所欲的效益。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。針對任何用在本發明之電池中的分隔件，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。

【0125】 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。在例如隱形眼鏡工業之各種產業中，眾多可透水的水凝膠配方可為已知的。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。對本發明的眾多應用而言，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。

【0126】 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。

【0127】 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。

多重組分分隔件配方

【0128】 根據本發明之實例實用之分隔件可具有可對其功能重要的數項性質。在一些實例中，可期望形成分隔件以建立實體障壁之方式，能使得分隔件之任一側上的層不彼此實體接觸。因此，層可具有均勻厚度之重要特性，由於數項原因，一薄層可為所要的，因此無空隙或無間隙之層可為必要的。另外，可期望薄層具有高滲透率，以允許離子自由流動。亦，分隔件需要最佳水分吸收，以最佳化分隔件之機械性質。因此，配方可含有交聯組分、親水性聚合組分及溶劑組分。

【0129】 交聯劑可係一具有兩或多個可聚合雙鍵之單體。適合之交聯劑可係具有兩或多個可聚合官能基之化合物。適合之親水性交聯劑之實例亦可包括具有兩或多個可聚合官能基以及親水性官能基（例如聚醚、醯胺或羥基）之化合物。特定實例可包括 TEGDMA（四乙二醇雙甲基丙烯酸酯(tetraethyleneglycol dimethacrylate)）、TrEGDMA（三乙二醇雙甲基丙烯酸酯(triethyleneglycol dimethacrylate)）、乙二醇二甲基丙烯酸酯(ethyleneglycol dimethacrylate, EGDMA)、乙二胺雙甲基丙烯酸醯胺(ethylenediamine dimethacrylamide)、甘油二甲基丙烯酸酯(glycerol dimethacrylate)及其組合。

【0130】 在一些實例中，反應混合物中可使用的交聯劑量之範圍可從例如每 100 克的反應性組分有約 0.000415 至約 0.0156 莫耳。使用之親水性交聯劑量大體上可係約 0 至約 2 重量百分比，且舉例而言自約 0.5 至約 2 重量百分比。能夠提高反應性混合物之黏度與/或增加氫與慢速反應親水性單體之鍵結程度的親水性聚合組分為理想者，例如高分子量親水性聚合物。

【0131】 高分子量親水性聚合物提供改良之可濕性，且在一些實例中，可改良對本發明之分隔件之可濕性。在一些非限制性實例中，據信高分子量親水性聚合物為氫鍵接收者，其在含水環境中其氫鍵會與水結合，因此可有效地變為更加親水性的。無水的情況可有助於將親水性聚合物組合至反應混合物中。除了特殊指定之高分子量親水性聚合物外，可預期本發明提供之任何高分子量聚合物在添加至一例示性聚矽氧水凝膠配方時皆可作用，該親水性聚合物(a)實質上不會從反應混合物發生相分離，且(b)給予所得固化聚合物可濕性。

【0132】 在一些實例中，在處理溫度下，高分子量親水性聚合物可溶於稀釋劑中。使用水或水溶性稀釋劑（例如異丙醇(IPA)）之製造程序由於其簡單性及降低之成本，所以可係所要之實例。在這些實例中，在處理溫度下為水溶性的高分子量親水性聚合物亦可係所要之實例。

【0133】 高分子量親水性聚合物實例包含但不限於聚醯胺、聚內酯、聚醯亞胺、聚內醯胺及官能化之聚醯胺、聚內酯、聚醯亞胺、聚內醯胺，例如 PVP 及其共聚物，或替代地，藉由共聚合 DMA 與較小莫耳量(molar amount)之羥基官能化單體（例如 HEMA）、且接著使該所得共聚物之羥基團與含有自由基可聚合基團之材料反應而官能化之 DMA。高分子量親水性聚合物可包括但不限於聚-N-乙烯吡咯啉酮、聚-N-乙烯-2-六氫吡啶酮、聚-N-乙烯-2-己內醯胺、聚-N-乙烯-3-甲基-2-己內醯胺、聚-N-乙烯-3-甲基-2-六氫吡啶酮、聚-N-乙烯-4-甲基-2-六氫吡啶酮、聚-N-乙烯-4-甲基-2-己內醯胺、聚-N-乙烯-3-乙基-2-吡咯啉酮、及聚-N-乙烯-4,5-二甲基-2-吡咯啉酮、聚乙烯咪唑、聚-N--N-二甲基丙烯醯胺、聚乙醇醇、聚丙烯酸、聚氧化乙烯、聚 2 乙基唑啉、肝素多糖、多糖、混合物及彼等之共聚物(包括嵌段或無規、分支、多鏈、梳形或星形)，其中聚-N-乙烯吡咯啉酮(PVP)可係所要

之實例，其中 PVP 已添加至水凝膠組成物，以形成呈現低表面摩擦度及低脫水率之互穿網。

【0134】 亦可包括所屬技術領域中熟知之額外組分或添加劑。添加劑可包括但不限於紫外線吸收化合物、光起始劑（例如 CGI 819）、反應性色料、抗微生物化合物、顏料、光致變色、離型劑、其等之組合及類似物。

【0135】 與這些類型分隔件相關聯之方法亦可包括：接收 CGI 819；以及接著與 PVP、HEMA、EGDMA 及 IPA 混合；以及接著用一熱源或一光子曝露固化該所得混合物。在一些實例中，該光子曝露可發生，其中該光子能量與電磁光譜之紫外線部分中發生之一波長一致。在聚合反應中大致上執行之起始聚合之其他方法係在本發明之範疇內。

電流收集器與電極

【0136】 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發明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，並隨著橫剖面面積減少，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發明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。

【0137】 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例示性金屬堆疊可為 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。

【0138】 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，以鈹電鍍黃銅箔。在一個實例中，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/或鈮箔。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

【0139】 用於本發明之層狀電池的陽極可例如包含鋅。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。對本發明之電池而言，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。

【0140】 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可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，以實現本發明之薄型微電池的一些設計。

【0141】 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。如本文該 PET 膜及 PET/PSA 鋅遮罩構造可需要以精密奈秒雷射微加工器械（例如以 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稍後的電鍍。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。

【0142】 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鈮。鈮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，鈮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 微米鈮的膜可為低應力且具黏著性的。以此方式，具有鈮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，在經過鈮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 ASF（安培/平方英呎））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鈮沉積物上。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鈮的高過電位以及鈮的氧化物層存在的組合。

【0143】 在一些實例中，較高電流密度的 DC 電鍍可克服鋅在鈮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。

【0144】 在電化學電池中的鈮之額外優勢可為減少 H₂ 形成，其可為發生在含有鋅之水性電化學電池中的緩慢程序。鈮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，鈮表面塗層可需要經由例如三氯化鈮或醋酸鈮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，銻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。

【0145】 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

【0146】 可存在眾多可與本發明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、膠、懸浮或漿料，並且可包含過渡金屬氧化物諸如二氧化錳、一些形式的導電添加劑例如可為導電粉形式諸如碳黑或石墨，以及水溶性聚合物諸如聚乙烯吡咯啉酮(PVP)或一些其他黏結劑添加劑。在一些實例中，其他組分可包括例如黏結劑、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，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，陰極混合物可在用於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，並可僅部分地乾燥以達選定的濕氣含量。

【0147】 過渡金屬氧化物可為例如二氧化錳。可用在陰極混合物中的二氧化錳可例如為電解二氧化錳(EMD)，此係因為相對於其他形式（例如，天然二氧化錳(NMD)或化學二氧化錳(CMD)），此類型二氧化錳提供有利的額外的特定能量。此外，可用於本發明之電池中的 EMD 可能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。粒子大小優化也可用於改善電池性能，例如內部阻抗和放電容量。

【0148】 研磨是透過壓碎、碾磨、切割、振動或其他程序將固體材料從一個平均粒子大小縮減至更小的平均粒子大小。研磨也可以用來將有用的材料從其可嵌入的基質材料中釋放，並濃縮礦物質。磨機是一種透過碾磨、壓碎、或切割將固體材料破碎成較小碎片的裝置。研磨的手段有若干種，並在其中加工的材料也有多種類型。此類研磨裝置可包括：球磨機、砂磨機、研鉢和研杵、滾壓機、以及噴射研磨機以及其他研磨替代方式。研磨的一個實例可為噴射磨。研磨之後，固體狀態被改變，例如粒子大小、粒子大小排列和粒子形狀。聚集體研磨程序還可用於從聚集體去除或分離污染或濕氣以在運輸或結構填充之前生產「乾燥填充物」。一些設備可組合各種技術以將固體材料分類為其大小受最小粒子大小和最大粒子大小兩者限制的粒子混合物。此類處理可被稱為「分類器」或「分類」。

【0149】 研磨可為用於陰極混合物成分的均勻粒子大小分布的陰極混合物生產的一態樣。陰極混合物中的均勻粒子大小可有利於陰極的黏度、流變、導電性和其他特性。研磨可透過控制陰極混合物成分的固結或大量採集(mass collection)而有利於這些特性。固結(agglomeration)—不同元素的

分群。就陰極混合物而言，不同元素可以是碳同素異形體和過渡金屬氧化物，如圖 11 所示，固結可藉由在所需的陰極孔穴中留下空隙而負面地影響填充過程。

【0150】 此外，過濾可為去除固結的或不需要的粒子的另一個重要步驟。不需要的粒子可包括超大尺寸粒子、污染物或製備過程中未明確說明的其他粒子。可藉由諸如濾紙過濾、真空過濾、層析法、微濾以及其他過濾方式的方式完成過濾。

【0151】 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。

【0152】 陰極還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，包括氯化鋅及/或氯化銨而非氫氧化鉀者。

【0153】 陰極混合物的一些實例可包括聚合物黏結劑。黏結劑可在陰極混合物中達到一些功能。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機械黏附與電氣接觸。黏結劑的第三功能可為影響陰極混合物的流變性質，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。

【0154】 黏結劑聚合物以及欲使用的量之選擇對本發明之電化學電池中之陰極的功能可為有利的。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運作的地步。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。

【0155】 黏結劑可以是疏水性的；其也可以是親水性的。可用於本發明之黏結劑聚合物的實例包含 PVP、聚異丁烯(PIB)、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、氟碳固體諸如聚四氟乙烯等。

【0156】 溶劑可為該陰極混合物的一個組分。溶劑可用於潤濕陰極混合物，這可有助於混合物的粒子分布。溶劑的一個實例可為甲苯。另外，表面活性劑也可用於潤濕，從而分散陰極混合物。表面活性劑的一個實例可為洗滌劑，諸如 Triton™ QS-44。Triton™ QS-44 可有助於離解陰極混合物中的聚集成分，允許陰極混合物成分更均勻地分布。

【0157】 導電性碳一般可用於陰極的生產。碳能夠形成許多同素異形體，或不同的結構修改。不同的碳同素異形體具有不同的物理特性，允許改變導電性。例如，碳黑的「彈性」(springiness)可有助於陰極混合物黏附到電流收集器。然而，在需要相對低能量的賦能元件中，導電性中的這些變化可能比其他有利特性較不重要，諸如密度、粒子大小、導熱性和相對均勻性等。碳同素異形體的實例包括：金剛石、石墨、石墨烯、無定形碳（俗稱碳黑）、巴克明斯特富勒烯(buckminsterfullerenes)、玻璃石墨（也稱為玻璃碳）、碳氣凝膠以及能夠導電的其他可能形式的碳。碳同素異形體的一個實例可為石墨。

【0158】 完整的陽極混合物配方的一個實例可為：

配方實例	相對重量
80:20 JMEMD/KS6	4.900
PIB B10 (來自 20%的溶液)	0.100
甲苯	2.980
總計	7.980

其中 PIB 為聚異丁烯，JMEMD 為噴射磨的二氧化錳，KS6 為由 Timcal 生產的石墨，以及 PIB B10 為分子量等級為 B10 的聚異丁烯。

電池架構及製作

【0159】 電池架構及製作技術可緊密地交織在一起。如已在本發明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，例如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 μm ；陰極電流收集器=1 μm ；電解質=間質液體（有效地 0 μm ）；分隔件=如所要般的薄或厚，其中計劃的最大厚度可為約 15 μm ；陽極=5 μm ；以及陰極=50 μm 。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 μm 之計劃的最大厚度。

【0160】 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、或摺疊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。

【0161】 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。

【0162】 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。

【0163】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。

【0164】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可能輕易地從電池流出。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。

【0165】使用於生物可相容電池中的陰極混合物可以是使用於生物可相容裝置中，諸如，舉例來說可植入電子裝置，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。

【0166】 已描述了具體的實例來繪示在生物可相容電池中使用的陰極混合物的樣本實施例。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例。

【符號說明】

【0167】

- 100...隱形眼鏡插件
- 105...電路
- 110...生物可相容電池元件；電池元件
- 111...基材
- 114...互連
- 120...電活性元件
- 125...互連特徵
- 150...隱形眼鏡
- 155...隱形眼鏡水凝膠之裙件
- 160...電池化學元件
- 161...電氣接觸
- 162...實體接觸
- 163...電路元件
- 164...第二實體接觸
- 165...電池組件
- 166...第二電氣接觸

- 167...主要電路區
- 180...三維圓錐形結構
- 181...實體與電氣接觸點
- 271...圓形形狀
- 272...正方形形狀
- 273...小矩形形狀
- 274...較大矩形形狀
- 275...更大矩形形狀
- 310...矩形輪廓
- 311...陽極連接
- 312...陰極連接
- 330...圓形輪廓
- 331...陽極連接
- 332...陰極連接
- 401...PET 陰極間隔物
- 402...PVDF 釋離層
- 403...PET 膜
- 404...PET 間隙間隔物；PET 間隙間隔物層
- 405...覆蓋 PET 層
- 406...孔洞
- 408...疊層
- 409...PVDF 層
- 410...陰極間隔物孔洞
- 411...載體

- 412...Celgard 層
- 420...預切割分隔件
- 421...取放工具
- 422...Celgard 片件
- 423...PVDF 釋離層
- 425...陽極膜；項目
- 430...塗刮
- 431...陰極漿料
- 432...遮罩
- 433...基材
- 440...擠出裝置
- 441...陰極材料；陰極材料層
- 442...遮罩特徵
- 443...切割工具
- 451...電流收集器；基材
- 452...顆粒
- 460...顆粒
- 461...電流收集器
- 462...
- 470...電池結構
- 471...黏附區域
- 480...陰極層
- 481...金屬層
- 482...金屬層

- 483...取放工具
- 490...電池結構
- 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
- 600...層狀構造
- 602...層狀構造釋離層
- 602a...層狀構造釋離層
- 604...層狀構造黏著劑層；黏著劑層
- 604a...層狀構造黏著劑層；黏著劑層
- 606...層狀構造核心
- 608...陰極囊袋
- 610...陽極連接箔
- 612...遮蔽層
- 614...連貫金屬
- 702...層狀構造釋離層
- 702a...層狀構造釋離層；釋離層

- 704...層狀構造黏著劑層
- 704a...層狀構造黏著劑層；黏著劑層
- 706...層狀構造核心
- 708...陰極囊袋
- 710...陽極連接箔
- 712...陽極保護遮蔽層；保護遮蔽層
- 714...電鍍層；連貫金屬層
- 802...疊層總成；釋離層
- 820...水凝膠分隔件前驅物混合物；水凝膠前驅物混合物
- 822...無水聚合化前驅物混合物濃縮物
- 840...電解質
- 850...刮塗；結構
- 860...電池結構
- 870...取放工具
- 871...陰極電流收集器
- 910...水凝膠分隔件
- 920...阻隔特徵

發明摘要

※ 申請案號：104126942

※ 申請日：104.8.19 ※IPC分類：H01M 4/02 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於生物可相容電池的顆粒形式陰極

PELLET FORM CATHODE FOR USE IN A BIOCOMPATIBLE BATTERY

【中文】

本文敘述形成生物可相容賦能元件之方法與設備。在一些實例中，形成該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物之料粒。陰極與陽極的主動元件係以生物可相容材料密封。在一些實例中，該方法與設備之使用領域可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 examples, the methods and apparatus to form the biocompatible energization elements involve forming pellets comprising active cathode chemistry. The active elements of the cathode and anode are sealed with a biocompatible material. In some examples, a field of use for the methods and apparatus may include any biocompatible device or product that requires energization elements.

【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

申請專利範圍

1. 一種形成一生物可相容賦能元件的方法，該方法包含：

接收一第一絕緣材料之第一基材膜；

接收一第二絕緣材料之第二基材膜；

在該第二基材膜中切割出一第一孔穴，以形成一間隙間隔物層；

在該第一基材膜中切割出一第二孔穴，以形成一陰極間隔物層，其中該孔穴之一邊緣界定該孔穴之一側壁；

將該間隙間隔物層的一第一表面疊層至該陰極間隔物層的一第一表面；

透過該間隙間隔物層中的該第一孔穴將一分隔件放入該生物可相容賦能元件中；

接收一陽極膜；

將該間隙間隔物層的一第二表面黏附至該陽極膜的一第一表面；

接收一陰極顆粒；以及

將該陰極顆粒放入該陰極間隔物層之該第二孔穴中，其中該陰極間隔物層中之該孔穴的該側壁與該被放置的分隔件的一表面容納該陰極顆粒。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其進一步包含

由一陰極漿料形成該陰極顆粒。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中形成該陰極顆粒涉及藉由將該漿料刮塗處理到一包括成型孔洞的遮蔽層上來使該陰極漿料成型以形成顆粒；並且其中該層位於一基材上。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該基材包含一陰極電流收集器。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其進一步包含使該顆粒和該基材退火。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中該退火是在大約介於攝氏 25 度和攝氏 200 度之間的溫度下進行的。
7. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中該退火是在大約介於攝氏 25 度和攝氏 600 度之間的溫度下進行。
8. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。
10. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該陰極顆粒的該形成涉及將漿料擠出成顆粒形狀的沉積物到一基材上。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該基材包含一陰極電流收集器。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其進一步包括使該顆粒和該基材退火。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。
15. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該陰極顆粒被接收而未連接至任何基材。
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其進一步包含將一陰極電流收集器層添加到該陰極間隔物層的一第二表面，其中該陰極電流收集器層接觸已被放置到該第二孔穴中的該陰極顆粒的一表面。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
18. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。
19. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其進一步包含：
藉由將該陰極漿料塗敷在一基材上來形成一陰極化學物層；
乾燥該陰極化學物層；以及
從該陰極化學物層切割顆粒。
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其進一步包含
將該陰極化學物層燒結在一基材上。
21. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其中該切割將該陰極化學物及一下方的陰極電流收集器切割成該顆粒。
22. 如申請專利範圍第 21 項所述之方法，其進一步包含燒結該顆粒。
23. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
24. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。
25. 一種形成一生物可相容賦能元件的方法，該方法包含：
接收一第一絕緣材料之第一基材膜；
在該第一基材膜中切割出一孔穴，以形成一陰極間隔物層，其中該孔穴之一邊緣界定該孔穴之一側壁；
接收一陽極膜；
將該陰極間隔物層的一第一表面黏附至該陽極膜的一第一表面；
透過該陰極間隔物層中的該孔穴將一分隔件沉積到該生物可相容賦能元件中，其中作為該分隔件的被沉積材料包含一可聚合材料；
接收一陰極顆粒；以及

將該陰極顆粒放入該陰極間隔物層之該孔穴中，其中該陰極間隔物層中之該孔穴的該側壁與該分隔件的一表面容納該陰極顆粒。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述之方法，其進一步包含

由一陰極漿料形成該陰極顆粒。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之方法，其中該陰極顆粒的該形成涉及藉由將該漿料刮塗處理到一包括成型孔洞的遮蔽層上來使該陰極漿料成型以形成顆粒；並且其中該層位於一基材上。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中該基材包含一陰極電流收集器。

29. 如申請專利範圍第 28 項所述之方法，其進一步包括使該顆粒和該基材退火。

30. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中該退火是在大約介於攝氏 25 度和攝氏 200 度之間的溫度下進行的。

31. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中該退火是在大約介於攝氏 25 度和攝氏 600 度之間的溫度下進行。

32. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。

33. 如申請專利範圍第 32 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。

34. 如申請專利範圍第 26 項所述之方法，其中該陰極顆粒的該形成涉及將漿料擠出成顆粒形狀的沉積物到一基材上。

35. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中該基材包含一陰極電流收集器。

36. 如申請專利範圍第 35 項所述之方法，其進一步包含使該顆粒和該基材退火。

37. 如申請專利範圍第 36 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
38. 如申請專利範圍第 37 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。
39. 如申請專利範圍第 26 項所述之方法，其中該陰極顆粒被接收而未連接至任何基材。
40. 如申請專利範圍第 39 項所述之方法，其進一步包括將一陰極電流收集器層添加到該陰極間隔物層的一第二表面，其中該陰極電流收集器層接觸已被放置到該孔穴中的該陰極顆粒的一表面。
41. 如申請專利範圍第 40 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
42. 如申請專利範圍第 41 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。
43. 如申請專利範圍第 26 項所述之方法，其進一步包含：
藉由將該陰極漿料塗敷在一基材上來形成一陰極化學物層；
乾燥該陰極化學物層；以及
以一刀刃壓器(knife edge press)從該陰極化學物層切割顆粒。
44. 如申請專利範圍第 43 項所述之方法，其進一步包含：
將該陰極化學物層燒結在一基材上。
45. 如申請專利範圍第 43 項所述之方法，其中該切割將該陰極化學物及一下方的陰極電流收集器切割成該顆粒。
46. 如申請專利範圍第 45 項所述之方法，其進一步包含燒結該顆粒。
47. 如申請專利範圍第 43 項所述之方法，其進一步包含將該生物可相容賦能元件連接至一生醫裝置內之一電活性元件。
48. 如申請專利範圍第 47 項所述之方法，其中該生醫裝置係一隱形眼鏡。

容納該陰極顆粒。形成陰極顆粒的各種方法可用於生成被放置到陰極間隔物層中的孔穴中的陰極顆粒。

【圖式簡單說明】

【0013】 從以下對本發明較佳實施例之更詳細說明中，如附圖所繪示，將更清楚明白本發明之前述及其他特徵與優勢。

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一第一獨立式、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一第二獨立式、已封裝的生物可相容賦能元件。

圖 4A 至圖 4Z 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 繪示利用一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 8I 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 繪示針對使用替代的水凝膠處理實例之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】

【0014】 在本申請中揭示使用於生物可相容電池的陰極混合物。在下列段落中，敘述各種實例之詳細說明。實例之說明僅為例示性實施例，且所屬技術領域中具有通常知識者將瞭解各種修改及變更。因此，實例並未限制本申請案之範圍。陰極混合物及容納該等陰極混合物的結構可被設計成使用於生物可相容電池。在一些實例中，這些生物可相容電池可被設計成在活有機體的體中或鄰近處。

名詞解釋

【0015】 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。

【0016】 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。

【0017】 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。

【0018】 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。

【0019】 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

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。在又進一步實例中，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。

【0120】 固化的結果可為在孔穴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用於分隔件的分隔功能。固化的結果可為形成無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。接著參見圖 8D，可將電解質 840 添加到結構 850 中。電解質可使電池的分隔件水合至一定程度，並且可有附加的電解質剩餘以在其被添加時擴散到陰極顆粒中。

【0121】 接著參見圖 8E，可發現電池裝置中陰極顆粒的總合的實例。在實例中，可將位於其基材上的電流收集器上的陰極顆粒添加到附加的電池結構中以形成電池裝置。參見圖 8E，顆粒 452 可位於其電流收集器 451 上，其來自先前參考圖 4P 所討論的處理。在一些實例中，除了電池裝置的其餘部分中發現的電解質，還可將電解質添加到顆粒 452 中。顆粒以及用於多個陰極電池裝置的顆粒的其他實例的位置可被精確且準確地設置在電流收集器上。可將圖 8D 所描繪的例示性結構添加到圖 8E 所描繪的陰極顆粒和電流收集器組合，從而得到如圖 8F 所描繪的電池結構 860。在一些實例中，壓力敏感黏著劑層可位於結構 850 的表面上，然後該結構 850 可黏附到陰極電流收集器表面。

【0122】 圖 8G 至圖 8I 中，可將成形的且乾燥的顆粒放置到電池結構中。接著參見圖 8G，顆粒 452 可藉由例如使用真空的取放工具 870 來拾取以將顆粒固持到工具中。顆粒可為包含陰極材料的顆粒，或在一些實例

中，可為具有陰極材料和陰極觸兩者的顆粒，如先前部分中所討論的。可例如藉由釋放拾取工具上的真空將顆粒 452 放置到先前形成的結構 850 中的孔穴中。接著參見圖 8H，在顆粒處於其位置中後，可將陰極電流收集器 871 添加到有陰極顆粒的結構中。在一些實例中，可能已經將壓力敏感黏著劑圖案化在陰極電流收集器 871 上，使得當將陰極電流收集器 871 添加到其他結構中時，其被黏附以形成圖 8I 示的電池結構。

【0123】 圖 9A 至圖 9C 繪示來自圖 7D 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。可以具有例如鋅之連貫金屬層 714 電鍍陽極連接箔 710。以類似於先前圖式中所敘述的方式。繼續進行至圖 9B，可不使用刮塗方法而施加水凝膠分隔件 910。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；替代地，可施配水凝膠分隔件前驅物混合物之經稀釋的混合物，藉由旋轉塗布處理調整其為所要厚度。替代地，該材料可藉由噴霧塗覆或其他相等處理來施加。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。在其他實例中，可在水凝膠分隔件材料固化之前，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。在又進一步實例中，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

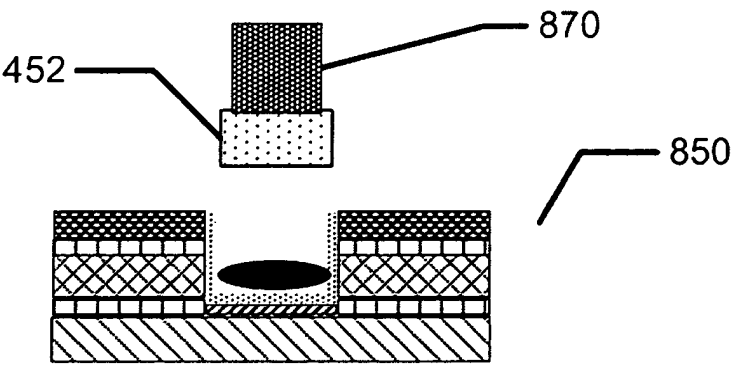


圖8G

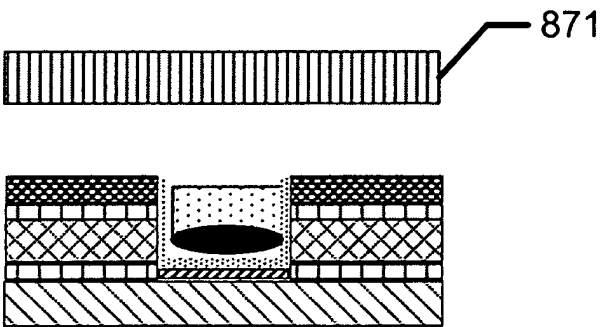


圖8H

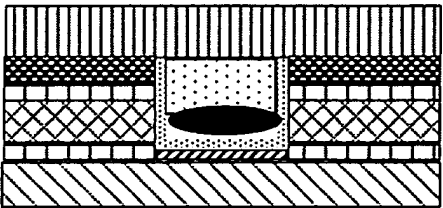


圖 8I

