



(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 202200394 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：110121756

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 15 日

(51)Int. Cl.：

B32B43/00 (2006.01)**H01M10/54 (2006.01)**

(30)優先權：2020/06/17

世界智慧財產權組織

PCT/CN2020/096672

2020/08/19

世界智慧財產權組織

PCT/CN2020/110065

2020/09/25

世界智慧財產權組織

PCT/CN2020/117789

2021/03/15

世界智慧財產權組織

PCT/CN2021/080685

(71)申請人：大陸商廣東省皓智科技有限公司 (中國大陸) GUANGDONG HAOZHI TECHNOLOGY CO. LIMITED (CN)

中國大陸

(72)發明人：何 錦鏢 HO, KAM PIU (HK)；江英凱 JIANG, YINGKAI (CN)；董楊堅 DONG, YANGJIAN (CN)

(74)代理人：侯德銘；林彥丞

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：5 共 82 頁

(54)名稱

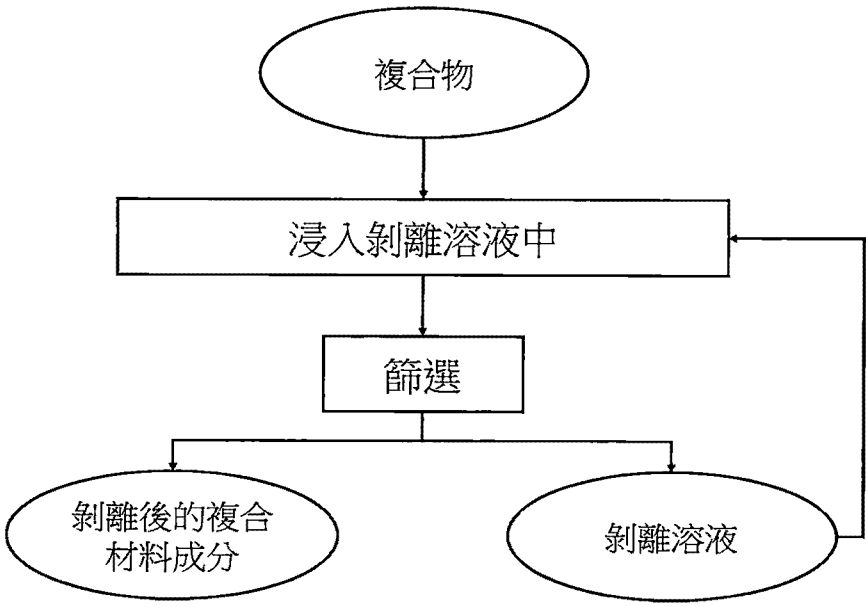
複合物的剝離方法

(57)摘要

本發明提供一種通過將複合物浸入剝離溶液中而使複合物剝離的方法，其中，所述複合物包含金屬基底和施加在金屬基底的一面或兩面的塗層，其中所述塗層包含聚合物黏結劑，以及其中聚合物黏結劑包含水性共聚物。使用包含鹼金屬磷酸鹽的剝離溶液允許以高效且極快的方式使複合物完全剝離。此外，本文揭露的剝離方法避免了複雜的分離工序、金屬基底的污染和腐蝕，並且能夠實現優異的材料回收。本文揭露了將該方法應用於將電池的電極剝離。

The invention provides a method for delaminating a composite by immersing the composite into a delamination solution; wherein the composite comprises a metal substrate and a coating applied on one side or both sides of the metal substrate, wherein the coating comprises a polymeric binder; and wherein the polymeric binder comprises an aqueous copolymer. The use of delamination solution comprising an alkali metal phosphate salt allows for complete delamination of the composite in a highly efficient and extremely fast manner. Furthermore, the delamination method disclosed herein circumvents complex separation processes, contamination and corrosion of the metal substrate and enables an excellent materials recovery. An application of the method for delaminating an electrode for a battery is disclosed herein.

指定代表圖：



【圖 3】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

複合物的剝離方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR COMPOSITE DELAMINATION

【中文】

本發明提供一種通過將複合物浸入剝離溶液中而使複合物剝離的方法，其中，所述複合物包含金屬基底和施加在金屬基底的一面或兩面的塗層，其中所述塗層包含聚合物黏結劑，以及其中聚合物黏結劑包含水性共聚物。使用包含鹼金屬磷酸鹽的剝離溶液允許以高效且極快的方式使複合物完全剝離。此外，本文揭露的剝離方法避免了複雜的分離工序、金屬基底的污染和腐蝕，並且能夠實現優異的材料回收。本文揭露了將該方法應用於將電池的電極剝離。

【英文】

The invention provides a method for delaminating a composite by immersing the composite into a delamination solution; wherein the composite comprises a metal substrate and a coating applied on one side or both sides of the metal substrate, wherein the coating comprises a polymeric binder; and wherein the polymeric binder comprises an aqueous copolymer. The use of delamination solution comprising an alkali metal phosphate salt allows for complete delamination of the composite in a highly efficient and extremely fast manner. Furthermore, the delamination method disclosed herein circumvents complex separation processes, contamination and corrosion of the metal substrate and enables an excellent materials recovery. An application of the method for delaminating an electrode for a battery is disclosed herein.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

複合物的剝離方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR COMPOSITE DELAMINATION

【技術領域】

【0001】 本發明涉及材料回收方法領域。具體而言，本發明涉及一種複合物的剝離方法，該複合物包含金屬基底和施加在金屬基底的一面或兩面的塗層。

【先前技術】

【0002】 城市化進程的加快、科技創新的迅速發展以及隨之而來的產品頻密的更換或廢舊消耗品的處置，導致產品壽命的縮短及/或廢棄物的過度生產。隨著與廢棄物過度生產有關的日益嚴重的問題的出現，如對人類健康的有害影響、對環境的不利影響和資源的消耗，全世界都已經有採取迅速行動的迫切需要，利用各種廢棄物處理手段以解決這些複雜問題。

【0003】 回收利用是減少廢棄物的層次結構中一個關鍵組成部分，其旨在從廢棄物中回收有用的材料以供再利用。材料的循環再用節約了自然資源、降低了與原材料開採相關的能源消耗（以及由此產生的生產成本），並通過減少溫室氣體和硫氧化物的排放減少了環境影響。由於材料回收可以帶來巨大的效益，開發高效的材料回收方法對於實現循環經濟至關重要。

【0004】 術語「複合物」是指一種含有施加在金屬基底的一面或兩面上的塗層的金屬基底，其中塗層包含聚合物黏結劑。聚合物黏結劑負責塗層與金屬基底之間的黏合。在金屬基底上施加塗層是一種改變表面性質以滿足各種技術應用中性能要求的方法。塗層的一些應用包括黏結劑、形成阻擋層、抗刮擦和耐磨性、耐化學性、浸潤性和生物相容性。在金屬基底上塗覆塗層經常被用於電池製備、膜技術、包裝材料、電路

板印刷、電線或電纜以及生物醫學應用中。因此分離塗層與金屬基底是材料回收中一項大量應用的技術。

【0005】 然而，對於已達到其使用壽命的產品或在生產過程中可立即回收的產品廢棄品，在回收過程中將產品中含有的複合物分離為塗層和金屬基底的步驟存在一些困難。

【0006】 一方面，複合物的剝離可能發生在塗層主體內，而不是在塗層-金屬基底介面處。塗層就不能從金屬基底上完全剝離，有部分塗層完好無損地殘留在金屬基底上。這將導致無法從剝離工序中直接回收塗層材料而導致塗層材料不期望的損失，以及由於殘留塗層的存在而使得回收的金屬基底具有高含量的雜質，需要為此引入後續的分離工序。

【0007】 另一方面，將塗層從金屬基底上剝離非常低效，甚至需要幾個小時。將複合物於劇烈的剝離條件下持續暴露一段時間很可能引起副作用，例如複合物內材料（特別是金屬基底）的腐蝕、溶解和損壞，以及副反應產物的產生。

【0008】 常用以負責塗層與金屬基底之間的黏合的聚合物黏結劑，如聚偏二氟乙烯（PVDF）有其缺點，即其不溶於水，並且實際上這些聚合物只能溶解在一些特定的有機溶劑中，如N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）。NMP易燃且有毒，因此需要特殊處理。在乾燥過程中必須安裝NMP回收系統，以回收NMP蒸汽。這將在製造過程中產生巨大的成本，因為建立這回收系統需要大量資金的投入。因此，對於在製造過程中暴露於潮濕環境不是一個重要問題的應用中，在本發明中較佳使用利用更低廉和更環保的溶劑（例如水性溶劑，最常見的是水）的聚合物黏結劑，因為這種黏結劑可以降低回收系統的巨大資金成本。

【0009】 適用於水基塗層的聚合物黏結劑在水中表現出優異的分散性和穩定性，並且能夠促進極強的塗層-金屬基底黏附。然而，正是當使用了這些聚合物黏結劑時存在的極強的塗層-金屬基底黏附，當把水基塗層從與其相連的金屬基底剝離時存在極大的挑戰。為了更好地優化這些水基黏結劑的性能，可以採用包含衍生自各種不同單體的結構單元的共聚物，但當這些共聚物黏結劑用於塗層時仍使剝離存在相當大的挑戰。

【0010】 複合物的剝離是通過在塗層-金屬基底介面處，塗層內的聚合物黏結劑與金屬基底之間的鍵的破壞及/或斷裂而實現的。因此，為了實現高速、高回收率、高安全性但以較低附加材料的用量和低成本的剝離，一個重要的目標就是更高效地破壞及/或斷裂塗層內的聚合物黏結劑與金屬基底之間的鍵。

【0011】 開發實現複合物完全剝離的方法已經被嘗試。韓國專利公開第20130099568A號揭露一種通過使用電磁感應使聚合物碳化來分離包含塗覆在金屬表面上的聚合物膜的複合物的方法。首先將金屬-聚合物複合物進行預處理的步驟，其中聚合物-金屬複合物被裝入感應爐中，以便在感應加熱期間接收每單位面積磁密度的最大影響，使得金屬表面上電子的運動更活躍。通過感應加熱，金屬-聚合物複合物於是被加熱到500-900°C，這削弱了聚合物與金屬表面之間的黏合力，並隨後引致塗覆在金屬表面上的聚合物的熱分解和碳化，從而易於分離。這種方法通過採用感應加熱可顯著節約能源。然而，提出的該方法會導致聚合物的碳化，這使聚合物不可能被回收。此外，聚合物分解過程中可能產生有害或有毒的污染物。

【0012】 鑒於上述挑戰，始終需要開發一種統一且簡單的方法來實現複合物在塗層-金屬基底介面處高效且完全的剝離，其中複合物的塗層包含聚合物黏結劑，並且其中聚合物黏結劑是共聚物。本文揭露的用於複合物剝離的方法是為了實現複合物塗層中共聚物黏結劑與金屬基底之間鍵的有效破壞及/或斷裂。因此，滿足這些特點的剝離方法可以適用於包含共聚物黏結劑的複合物。這種方法可以避免複雜的分離工序和金屬基底的污染，實現優異的材料回收率，並允許在短時間內完成複合物的剝離。

【發明內容】

【0013】 通過本文揭露的各個態樣和實施方案可以滿足上述需求。一方面，本文提供了一種通過將複合物浸入剝離溶液中來剝離複合物的方法；其中所述複合物包含金屬基底和施加在金屬基底的一面或兩

面的塗層，其中塗層包含共聚物黏結劑。

【0014】 在一些實施方案中，金屬基底選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、鋯、鎢、鉬、錫、釩、鋅、鎳、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。

【0015】 在一些實施方案中，剝離溶液包含剝離劑和水性溶劑。

【0016】 在一些實施方案中，剝離劑是鹼金屬磷酸鹽。在一些實施方案中，剝離劑為磷酸一鈉、磷酸二鈉、磷酸三鈉、焦磷酸一鈉、焦磷酸二鈉、焦磷酸三鈉、焦磷酸四鈉、三磷酸一鈉、三磷酸二鈉、三磷酸三鈉、三磷酸四鈉、三磷酸五鈉、磷酸一鉀、磷酸二鉀、磷酸三鉀、焦磷酸一鉀、焦磷酸二鉀、焦磷酸三鉀、焦磷酸四鉀、三磷酸一鉀、三磷酸二鉀、三磷酸三鉀、三磷酸四鉀、三磷酸五鉀、磷酸一銣、磷酸二銣、磷酸三銣、焦磷酸一銣、焦磷酸二銣、焦磷酸三銣、焦磷酸四銣、三磷酸一銣、三磷酸二銣、三磷酸三銣、三磷酸四銣、三磷酸五銣、磷酸一銻、磷酸二銻、磷酸三銻、焦磷酸一銻、焦磷酸二銻、焦磷酸三銻、焦磷酸四銻、三磷酸一銻、三磷酸二銻、三磷酸三銻、三磷酸四銻、三磷酸五銻或其組合。

【0017】 使用本文提供的方法獲得的複合物的剝離非常快速和簡單，並且不會引起因無法回收塗層材料的損失、塗層材料的損壞或金屬基底中雜質的引入等不利效果。

【0018】 另一方面，作為本發明的應用之一，上述方法可用於電池電極的剝離，其中複合物是電池電極，金屬基底是集流體，以及塗層是電極層。本文提供一種通過將電極浸入剝離溶液中使電池電極剝離的方法；其中所述電極包含集流體和塗覆在集流體的一面或兩面的電極層，其中所述電極層包含共聚物黏結劑。

【0019】 本發明中簡單利用剝離溶液在電極層-集流體介面處對電池電極進行剝離，可以顯著縮短實現完全剝離所需的時間，最大限度地回收有用材料，消除集流體的污染，並且不需要後續的下游工序。此外，本文所揭露的方法被發現可適用於陰極和陽極兩者的剝離，而不會造成對集流體及/或電極層內的電極活性材料的腐蝕的問題。

【圖式簡單說明】

【0020】

圖1顯示複合物的實施方案的簡化視圖；

圖2顯示所提出的複合物中塗層-金屬基底介面結構的示意圖；

圖3是一個實施方案的流程圖，其顯示本文所揭露的複合物剝離的步驟及其在複合物剝離後提取複合物組分（即塗層和金屬基底）的後續進一步處理；

圖4a顯示實施例2中將雙面塗覆的陰極浸入剝離溶液後回收的陰極層和集流體，其中剝離溶液包含0.05M的磷酸三鉀和去離子水，並且其中雙面陰極包含共聚物黏結劑，其中基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，結構單元(a)占的比例是按莫耳計為49.45%、結構單元(b)占的比例是按莫耳計為26.48%以及結構單元(c)占的比例是按莫耳計為24.07%；

圖4b顯示實施例14中將雙面塗覆的陰極浸入剝離溶液後回收的陰極層和集流體，其中剝離溶液包含0.25M的磷酸三鉀和去離子水，並且其中雙面陰極包含共聚物黏結劑，其中基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，結構單元(a)占的比例是按莫耳計為23.01%、結構單元(b)占的比例是按莫耳計為10.00%以及結構單元(c)占的比例是按莫耳計為66.99%；以及

圖5顯示比較例1的回收的陰極，其中剝離溶液包含1M的磷酸三鉀和去離子水，並且其中雙面塗覆的陰極包含作為聚合物黏結劑的聚偏二氟乙烯（PVDF）。

【實施方式】

《定義和一般術語》

【0021】 一方面，本文提供了一種通過將複合物浸入剝離溶液中以將複合物剝離的方法；其中複合物包含金屬基底和施加在金屬基底的一面或兩面的塗層，其中塗層包含共聚物黏結劑。

【0022】 另一方面，本文提供了一種通過將鋰離子電池電極浸入剝離溶液中以將電極剝離的方法；其中電極包含集流體和塗覆在集流體

的一面或兩面的電極層，其中電極層包含共聚物黏結劑。

【0023】 術語「電極」是指「陰極」或「陽極」。

【0024】 術語「正極」與陰極可交換地使用。同樣，術語「負極」與陽極可交換地使用。

【0025】 術語「黏結劑」或「黏結劑材料」指用於將材料固定在適當位置並將其黏附在導電金屬基底上以形成複合物的化學化合物、化合物的混合物或聚合物。在一些實施方案中，黏結劑指用於將電極材料及/或導電劑固定在適當位置並將其黏附到導電金屬部件上以形成電極的化學化合物、化合物的混合物或聚合物。在一些實施方案中，電極不包含任何導電劑。

【0026】 術語「導電劑」指具有良好導電性的材料。因此，導電劑通常在形成電極時與電極活性材料混合以提高電極的導電性。在一些實施方案中，導電劑是有化學活性的。在一些實施方案中，導電劑是化學惰性的。

【0027】 術語「複合物」是指含有施加在金屬基底的一面或兩面上的塗層的金屬基底，其中金屬基底和塗層可各自包含一層或多層。複合物中的術語「成分」是指金屬基底和塗層。

【0028】 術語「聚合物」是指通過聚合相同或不同類型的單體製備的化合物。通用術語「聚合物」包含術語「均聚物」和「共聚物」。

【0029】 術語「水性聚合物」是指可分散在水性溶劑（例如水）中以形成溶液或膠體系統的聚合物，其中膠體系統中的聚合物不容易自聚集。

【0030】 術語「均聚物」是指通過聚合同種類型的單體製備的聚合物。

【0031】 術語「共聚物」是指通過聚合兩種或多種不同類型的單體製備的聚合物。

【0032】 術語「聚合物黏結劑」是指具有聚合物性質的黏結劑。術語「共聚物黏結劑」則指聚合物黏結劑，其中所述黏結劑具體為共聚物。

【0033】 本文所使用的術語「不飽和」是指具有一個或多個不飽和單元的部分 (moiety)。

【0034】 術語「烷基」或「烷基基團」是指具有通式 C_nH_{2n+1} 的一價基團，其衍生自從飽和、非支鏈的或支鏈的脂肪族烴中除去一個氫原子，其中 n 是整數或1至20之間的整數或1至8之間的整數。烷基基團的實例包括但不限於(C_1 - C_8)烷基基團，例如甲基、乙基、丙基、異丙基、2-甲基-1-丙基、2-甲基-2-丙基、2-甲基-1-丁基、3-甲基-1-丁基、2-甲基-3-丁基、2,2-二甲基-1-丙基、2-甲基-1-戊基、3-甲基-1-戊基、4-甲基-1-戊基、2-甲基-2-戊基、3-甲基-2-戊基、4-甲基-2-戊基、2,2-二甲基-1-丁基、3,3-二甲基-1-丁基、2-乙基-1-丁基、丁基、異丁基、叔丁基、戊基、異戊基、新戊基、己基、庚基和辛基。較長的烷基基團包括壬基和癸基基團。烷基基團可以是未取代的或被一個或多個合適的取代基取代。此外，烷基基團可以是支鏈的或非支鏈的。在一些實施方案中，烷基基團含有至少2、3、4、5、6、7或8個碳原子。

【0035】 術語「環烷基」或「環烷基基團」是指具有單環或多個稠環的飽和或不飽和環狀非芳族烴基。環烷基基團的實例包括但不限於(C_3 - C_7)環烷基基團，例如環丙基、環丁基、環戊基、環己基和環庚基，以及飽和環萸類和飽和雙環萸類，以及(C_3 - C_7)環烯基基團，例如環丙烯基、環丁烯基、環戊烯基、環己烯基和環庚烯基，以及不飽和環狀萸烯類和不飽和雙環萸烯類。環烷基基團可以是未取代的或被一個或兩個合適的取代基取代。此外，環烷基基團可以是單環或多環的。在一些實施方案中，環烷基基團含有至少5、6、7、8、9或10個碳原子。

【0036】 術語「烷氧基」是指如前所定義的烷基基團，通過氧原子與主碳鏈連接。烷氧基基團的一些非限制性實例包括甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基等。且上述定義的烷氧基可以是取代或未取代的，其中取代基可以是但不限於氬、羥基、胺基、鹵素、氰基、烷氧基、烷基、烯基、炔基、巰基 (mercapto)、硝基等。

【0037】 術語「烯基」是指含有一個或多個碳-碳雙鍵的不飽和直鏈、支鏈或環狀烴基。烯基基團的實例包括但不限於乙烯基、1-丙烯基

和2-丙烯基，其可任選地被取代在基團的一個或多個碳原子上。

【0038】 術語「芳基」或「芳基基團」是指衍生自從單環或多環芳族烴中去除一個氫原子的有機基團。芳基基團的非限制性實例包括苯基、萘基、苊基、二苯乙炔基 (tolanyl)、六亞苯基 (sexiphenyl)、菲基 (phenanthrenyl)、蒽基 (anthracenyl)、蔻基 (coronenyl) 和二苯乙炔苯基 (tolanylphenyl)。芳基基團可以是未取代的或被一個或多個合適的取代基取代。此外，芳基基團可以是單環或多環的。在一些實施方案中，芳基基團含有至少6、7、8、9或10個碳原子。

【0039】 術語「脂族」是指 C_1 至 C_{30} 的烷基基團、 C_2 至 C_{30} 的烯基基團、 C_2 至 C_{30} 的炔基基團、 C_1 至 C_{30} 的亞烷基基團、 C_2 至 C_{30} 的亞烯基基團或 C_2 至 C_{30} 的亞炔基基團。在一些實施方案中，烷基基團含有至少2、3、4、5、6、7或8個碳原子。

【0040】 術語「芳族」是指包含芳族烴環的基團，其任選地包括雜原子或取代基。此類基團的實例包括但不限於苯基、甲苯基 (tolyl)、聯苯基、鄰三聯苯基、間三聯苯基、對三聯苯基、萘基、蒽基 (anthryl)、菲基 (phenanthryl)、芘基、三亞苯基及其衍生物。

【0041】 用於描述化合物或化學部分 (chemical moiety) 的術語「取代的」是指該化合物或化學部分的至少一個氫原子被另一種化學部分取代。取代基的實例包括但不限於鹵素；烷基；雜烷基；烯基；炔基；芳基；雜芳基；羥基；烷氧基；胺基；硝基；巰基；硫醚基；亞胺基；氰基；醯胺基；膦酸基 (phosphonato)；次膦酸基；羧基；硫代羰基 (thiocarbonyl)；磺醯基；磺醯胺；醯基；甲醯基；醯氧基；烷氧基羰基；羰基；鹵代烷基 (例如三氟甲基)；碳環環烷基，其可以是單環或稠合或非稠合多環 (例如環丙基、環丁基、環戊基或環己基) 或雜環烷基，其可以是單環或稠合或非稠合多環 (例如吡咯烷基、哌啶基、哌嗪基、嗎啉基或噻嗪基 (thiazinyl))；碳環或雜環、單環或稠合或非稠合多環芳基 (例如苯基、萘基、吡咯基、吡啶基、呋喃基、噻吩基 (thiophenyl)、咪唑基、噁唑基、異噁唑基、噻唑基、三唑基、四唑基、吡唑基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基、吡啶基、吡嗪基、噻嗪基、嘧啶

基、苯并咪唑基、苯并噻吩基或苯并呋喃基)；胺基(伯胺、仲胺或叔胺)；鄰低級烷基；鄰芳基、芳基；芳基-低級烷基； $-\text{CO}_2\text{CH}_3$ ； $-\text{CONH}_2$ ； $-\text{OCH}_2\text{CONH}_2$ ； $-\text{NH}_2$ ； $-\text{SO}_2\text{NH}_2$ ； $-\text{OCHF}_2$ ； $-\text{CF}_3$ ； $-\text{OCF}_3$ ； $-\text{NH}(\text{烷基})$ ； $-\text{N}(\text{烷基})_2$ ； $-\text{NH}(\text{芳基})$ ； $-\text{N}(\text{烷基})(\text{芳基})$ ； $-\text{N}(\text{芳基})_2$ ； $-\text{CHO}$ ； $-\text{CO}(\text{烷基})$ ； $-\text{CO}(\text{芳基})$ ； $-\text{CO}_2(\text{烷基})$ ；和 $-\text{CO}_2(\text{芳基})$ ；並且這些部分也可任選地被稠環結構或橋結構(例如 $-\text{OCH}_2\text{O}-$)取代。這些取代基可以任選地被選自這些基團的取代基進一步取代。除非另外指明，否則本文揭露的所有化學基團均可被取代。

【0042】 術語「鹵素」或「鹵代」是指F、Cl、Br或I。

【0043】 術語「單體單元」是指由單個單體對聚合物的結構提供的構成單元。

【0044】 術語「結構單元」是指由聚合物中相同單體類型提供的總單體單元。

【0045】 術語「酸鹽基團」是指當酸與鹼反應時形成的酸鹽。在一些實施方案中，酸的質子被金屬陽離子取代。在一些實施方案中，酸的質子被銨離子取代。

【0046】 術語「行星混合器」指可用於混合或攪拌不同材料以產生均質混合物的設備，其由在容器內進行行星運動的槳組成。在一些實施方案中，行星混合器包含至少一個行星式槳和至少一個高速分散槳。行星式槳和高速分散槳在各自的軸上旋轉，也圍繞容器連續旋轉。轉速可以用每分鐘轉數(rpm)的單位來表示，rpm是指旋轉體在一分鐘內完成的轉數。

【0047】 術語「超音波發生器」是指能夠應用超音波能量攪動樣品中顆粒的設備。任何可以分散本文揭露的漿料的超音波發生器都可以使用。超音波發生器的一些非限制性實例包括超音波浴、探頭型超音波發生器和超音波流動池。

【0048】 術語「超音波浴」是指超音波能量通過超音波浴容器壁傳輸到液體樣品中的裝置。

【0049】 術語「探頭型超音波發生器」是指浸入介質中進行直接

超音波處理的超音波探頭。術語「直接超音波處理」是指超音波直接耦合到處理液中。

【0050】 術語「超音波流動池」或「超音波反應器室」是指一種通過在流動模式下進行超音波處理的設備。在一些實施方案中，超音波流動池是單通道、多通道或再循環配置。

【0051】 術語「施加」是指將物質鋪放或鋪展在表面上的動作。

【0052】 術語「集流體」是指與電極層接觸和在二次電池的放電或充電期間能夠傳導流動至電極的電流的任何導電層。集流體的一些非限制性實例包括單個導電金屬層或基底以及覆蓋有導電塗層（例如碳黑基塗層）的單個導電金屬層或基底。導電金屬層或基底可以是箔或具有三維網狀結構的多孔體的形式。在一些實施方案中，三維多孔集流體塗覆有共形碳層（conformal carbon layer）。

【0053】 術語「電極層」是指與集流體接觸的，包含電化學活性材料的塗層。在一些實施方案中，通過在集流體上施加塗層製成電極層。在一些實施方案中，電極層位於集流體的一面或兩面上。在其它實施方案中，三維多孔集流體覆蓋有共形電極層。因此，電極是一種複合物，其中集流體是金屬基底，而電極層是塗層。

【0054】 術語「室溫」是指約18 °C至約30 °C的室內溫度，例如18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29或30 °C。在一些實施方案中，室溫是指約20 °C $\pm$ 1 °C或 $\pm$ 2 °C或 $\pm$ 3 °C的溫度。在其它實施方案中，室溫是指約22 °C或約25 °C的溫度。

【0055】 術語「固體含量」是指蒸發後剩餘的非揮發性物質的量。

【0056】 術語「剝離強度」是指分離彼此黏合的集流體和電極活性材料塗層所需的力的大小。它是這兩種材料之間黏合強度的量度，通常以N/cm表示。

【0057】 術語「黏附強度」是指分離彼此黏合的集流體和聚合物黏結劑塗層所需的力的大小。它是這兩種材料之間黏合強度的量度，通常以N/cm表示。

【0058】 術語「倍率」是指依據其總儲存容量以安時（Ah）或毫

安時 (mAh) 表示的電池的充電倍率或放電倍率。例如，1C的倍率意味着在一個小時內利用所有的儲存能量；0.1C意味着在一個小時內利用能量的10%或在10個小時內利用全部的能量；以及5C意味着在12分鐘內利用全部的能量。

【0059】 術語「安時 (Ah)」是指在說明電池的儲存容量中所使用的單位。例如，1Ah容量的電池可以提供持續1小時的1安培的電流或持續兩小時的0.5安培的電流等。因此，1安時 (Ah) 相當於3,600庫侖電荷。類似地，術語「毫安時 (mAh)」也是指電池的儲存容量中所使用的單位且是安時的1/1,000。

【0060】 術語「電池循環壽命」是指在其標稱容量降低至低於其初始的額定容量的80%之前電池可以執行的完全充電/放電循環的次數。

【0061】 術語「容量」是電化學電池的特性，指的是電化學電池（例如電池）能夠保持的總電荷量。容量通常以安時為單位表示。術語「比容量」是指每單位重量的電化學電池（例如電池）的容量輸出，通常以Ah/kg或mAh/g表示。

【0062】 在以下描述中，本文所揭露的所有數值是近似值，而不管是否結合使用詞彙「約」或「近似」。它們可以變動1%、2%、5%或有時10%至20%。每當揭露具有下限 R^L 和上限 R^U 的數值範圍時，特別揭露了落入該範圍內的任何數值。具體而言，在該範圍內的以下數值被具體揭露： $R = R^L + k * (R^U - R^L)$ ，其中k是從0%至100%的變量。並且，也具體揭露了通過如以上所限定的兩個R數值所限定的任何數值範圍。

【0063】 在本說明書中，所有使用單數的情況包括使用複數的情況，反之亦然。

【0064】 如本文所述的「複合物」是指含有施加在金屬基底的一面或兩面上的塗層的金屬基底，其中金屬基底和塗層可各自包含一層或多層，並且其中所述塗層包含聚合物黏結劑。在一些實施方案中，聚合物黏結劑是共聚物，即共聚物黏結劑。圖1顯示用100表示的複合物的簡化視圖。該複合物100包含金屬基底101，該金屬基底101的一面施加有塗層102。在金屬基底上施加塗層，即形成複合物，是用於使屬基底的表面

特性產生改變以滿足各種應用的性能要求的最常用的技術之一。塗層經常被用於各種用途，包括保護作用（例如，防化學品、防腐蝕、防刮擦和防磨損等）、黏合作用、改變浸潤性作用或生物相容性作用。

【0065】 複合物內塗層與金屬基底之間的黏合是通過塗層中包含的聚合物黏結劑與在其上施加塗層的金屬基底的表面之間的相互作用實現的。與水性溶劑（最常見的是水）相容的共聚物黏結劑能將塗層牢固地黏附在金屬基底上。因此，在本發明中較佳使用這種共聚物黏結劑。此外，由於這些共聚物黏結劑能夠在水中實現良好的分散性和穩定性，因此包含這些共聚物黏結劑的水基塗層將在形成、儲存和利用方面具有良好的加工效能。

【0066】 在一些實施方案中，基底是金屬基底。在一些實施方案中，基底選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、鎳、鎢、鉬、錫、鈮、鋅、鎘、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。

【0067】 通常情況下，在金屬基底表面施加塗層之前，金屬基底會暴露在環境空氣中一段時間。環境空氣主要含有氧氣、水和幾種有機和無機物。當金屬基底暴露於大氣中天然存在的氧氣中時，不可避免地會在金屬基底表面形成金屬氧化物。例如，金屬鋁自然地與大氣中的氧氣有很強反應活性，可以引發被暴露的鋁表面上氧化鋁的形成。氧化鋁保護內部的鋁而防止進一步氧化，因此鋁具有良好的耐腐蝕性。當金屬基底表面上的金屬氧化物與環境空氣中的水分接觸時，金屬氧化物發生氫基化，使金屬氧化物表面富含氫基（-OH）。

【0068】 金屬基底表面的氫基由一個共價鍵合到更強電負性的O原子的H原子和在最外層的電子殼層中帶有一對孤電子的電負性O原子組成。在氫基內，氫原子能夠與另一個含有高電負性原子（例如O、N或F）的分子形成氫鍵，並且氧原子能夠從另一個與高電負性原子（例如O、N或F）類似地結合的分子的氫原子接受氫鍵。

【0069】 同時，基底的金屬部分仍然以帶部分正電荷的金屬物質（ $M^{\delta+}$ ）的形式存在於金屬基底表面上，例如在金屬基底表面上形成的金屬氧化物中。

【0070】 圖2顯示用200表示的所提出的複合物中塗層-金屬基底介面結構的示意圖。羥基（-OH）基團、帶部分正電荷的金屬物質（ $M^{\delta+}$ ）和金屬氧化物的氧（O）原子均存在於金屬基底201的表面上。在塗層202內及/或在塗層202表面的共聚物黏結劑包含衍生自含羧酸基團的單體的結構單元。在這種情況下，衍生自含羧酸基團的單體的結構單元包含羧酸鹽基團，其中羧酸鹽基團是羧酸基團的鹽。

【0071】 共聚物黏結劑中存在的氧（O）和氫（H）原子可能通過氫鍵形成與金屬基底表面的羥基的O及/或H原子以及金屬氧化物中的O原子相互作用。此外，共聚物黏結劑中含有的羧酸鹽基團的陰離子（本情況中的 COO^- ）與金屬基底表面的 $M^{\delta+}$ 物質之間發生了離子-偶極相互作用。因此，在塗層與金屬基底之間會形成氫鍵及/或離子-偶極吸引作用，並且這兩種類型的相互作用對塗層黏附在金屬基底表面有相當大的貢獻。

【0072】 本文所揭露的共聚物黏結劑被配製成為各種應用提供極強的塗層-金屬基底黏合力。然而，當含有複合物的產品達到其有效的盡頭或使用壽命的終點，或在生產過程中產生了產品廢品時，在隨後的回收步驟中，這強黏合力讓塗層從其相連的金屬基底分離時存在額外的挑戰。

【0073】 複合物中塗層從金屬基底剝離是通過塗層中的共聚物黏結劑與金屬基底表面之間鍵的破壞及/或斷裂來實現的。表現出不同特定性能的，不同組分的共聚物需要用不同的方法將塗層從金屬基底分離。因此，本發明的方法是特別開發為通過破壞及/或斷裂本文揭露的水性共聚物黏結劑與金屬基底表面之間的鍵以將複合物剝離。

【0074】 本發明提供一種通過將複合物浸入剝離溶液以將複合物剝離的方法，其中複合物包含金屬基底和施加在金屬基底一面或兩面的塗層，其中塗層包含共聚物黏結劑。

【0075】 在一些實施方案中，複合物的剝離發生在塗層-金屬基底介面。

【0076】 在一些實施方案中，剝離溶液包含剝離劑和水性溶劑。

在一些實施方案中，剝離劑是水溶性鹼金屬磷酸鹽。在一些實施方案中，水性溶劑僅由水組成。

【0077】 在剝離溶液中，鹼金屬磷酸鹽與水反應，形成氫氧離子。這些產生的離子可以進入共聚物黏結劑與金屬基底表面之間的介面。離子會破壞黏結劑與基底之間的氫鍵和離子-偶極相互作用。剝離溶液中存在的水性溶劑（例如水）也會破壞塗層中的共聚物黏結劑與金屬基底表面之間的離子-偶極相互作用。這些水性溶劑分子進一步起到讓共聚物溶劑化的作用，形成溶劑殼（在是水的情況下形成水合殼），這極大降低了塗層中的共聚物黏結劑和金屬基底之間靜電相互作用的強度。

【0078】 在一些實施方案中，共聚物內能夠在水中解離的一些官能團，例如羧酸基團，在水中沒有完全解離。磷酸鹽離子與水反應產生的氫氧離子或磷酸鹽離子本身會進一步中和未解離的官能團，從而形成相應的陰離子，例如當存在的是羧酸官能團時會形成羧酸鹽陰離子。水對此類陰離子（例如羧酸鹽）的吸引力比水對未解離的官能團的吸引力強。隨著這些可解離的官能團的離子化，離子化的官能團在水中的溶劑化效應會越強，從而可以更有效地減弱聚合物與基底之間的相互作用。這從而使塗層剝離。

【0079】 因此，本發明在此揭露的方法旨在通過使用剝離溶液破壞及/或斷裂塗層與金屬基底表面之間的氫鍵及/或離子-偶極相互作用來實現複合物的剝離，其中塗層包含共聚物黏結劑。該方法簡單，並不需要涉及複雜的分離工序。該方法保證了複合物在塗層-金屬基底介面上的完全剝離而不污染金屬基底，從而實現了極高的材料回收，並使複合物的剝離能夠高效、快速地實現。

【0080】 非離子化共聚物官能團不通過離子-偶極相互作用與金屬基底表面相互作用。單獨使用水性溶劑作為剝離溶液可能不足以將塗層從金屬基底上完全剝離，因為水性溶劑對這些非離子化共聚物官能團的溶劑化作用會顯著較低；並且在塗層內的這些共聚物官能團與金屬基底表面之間的相互作用（主要是氫鍵）通常不會被破壞和減少到使複合物能夠完全剝離的程度。

【0081】 因此，剝離劑和水性溶劑兩者都應該聯合使用作為剝離溶液，來實現優異的複合物剝離效果。在一些實施方案中，剝離溶液包含剝離劑和水性溶劑。

【0082】 在一些實施方案中，剝離劑是鹼金屬磷酸鹽。在一些實施方案中，剝離劑為磷酸一鈉、磷酸二鈉、磷酸三鈉、焦磷酸一鈉、焦磷酸二鈉、焦磷酸三鈉、焦磷酸四鈉、三磷酸一鈉、三磷酸二鈉、三磷酸三鈉、三磷酸四鈉、三磷酸五鈉、磷酸一鉀、磷酸二鉀、磷酸三鉀、焦磷酸一鉀、焦磷酸二鉀、焦磷酸三鉀、焦磷酸四鉀、三磷酸一鉀、三磷酸二鉀、三磷酸三鉀、三磷酸四鉀、三磷酸五鉀、磷酸一銣，磷酸二銣、磷酸三銣、焦磷酸一銣、焦磷酸二銣、焦磷酸三銣、焦磷酸四銣、三磷酸一銣、三磷酸二銣、三磷酸三銣、三磷酸四銣、三磷酸五銣、磷酸一銻、磷酸二銻、磷酸三銻、焦磷酸一銻、焦磷酸二銻、焦磷酸三銻、焦磷酸四銻、三磷酸一銻、三磷酸二銻、三磷酸三銻、三磷酸四銻、三磷酸五銻或其組合。

【0083】 在一些實施方案中，水性溶劑是含有水作為主要組分和除水之外的揮發性溶劑（例如醇、低級脂肪酮、低級乙酸烷基酯等）作為次要組分的溶液。在一些實施方案中，水性溶劑中水占的比例是按重量計為約51%至約100%、約51%至約95%、約51%至約90%、約51%至約85%、約51%至約80%、約51%至約75%、約51%至約70%、約55%至約100%、約55%至約95%、約55%至約90%、約55%至約85%、約55%至約80%、約60%至約100%、約60%至約95%、約60%至約90%、約60%至約85%、約60%至約80%、約65%至約100%、約65%至約95%、約65%至約90%、約65%至約85%、約70%至約100%、約70%至約95%、約70%至約90%、約70%至約85%、約75%至約100%、約75%至約95%或約80%至約100%。

【0084】 在一些實施方案中，水性溶劑中水占的比例是按重量計為多於50%、多於55%、多於60%、多於65%、多於70%、多於75%、多於80%、多於85%、多於90%或多於95%。在一些實施方案中，水性溶劑中水占的比例是按重量計為少於55%、少於60%、少於65%、少於70%、

少於75%、少於80%、少於85%、少於90%或少於95%。在一些實施方案中，水性溶劑僅由水組成，即水性溶劑中水占的重量比為100%。

【0085】 水的一些非限制性實例包括自來水、瓶裝水、純化水、純淨水、蒸餾水、去離子水、重水及其組合。在一些實施方案中，水性溶劑是去離子水。水可作為剝離溶液的一部分，以在塗層-金屬基底表面介面處的塗層的共聚物黏結劑周圍和金屬基底表面形成溶劑殼。這有助於破壞塗層中共聚物黏結劑與金屬基底表面之間的相互作用，從而導致複合物的完全剝離。

【0086】 任何與水混溶的溶劑或揮發性溶劑均可用作水性溶劑的次要組分（即除水以外的溶劑）。與水混溶的溶劑或揮發性溶劑的一些非限制性實例包括醇、低級脂肪族酮、低級乙酸烷基酯及其組合。醇的加入可以提高剝離劑的溶解性，且降低水的冰點。醇的一些非限制性實例包括C₁-C₄醇，例如甲醇、乙醇、異丙醇、正丙醇、叔丁醇、正丁醇及其組合。低級脂肪族酮的一些非限制性實例包括丙酮、二甲基酮、甲基乙基酮（MEK）及其組合。低級乙酸烷基酯的一些非限制性實例包括乙酸乙酯（EA）、乙酸異丙酯、乙酸丙酯、乙酸丁酯（BA）及其組合。在一些實施方案中，水性溶劑不包含醇、低級脂肪族酮、低級乙酸烷基酯或其組合。

【0087】 表面活性劑被用作剝離溶液的添加劑，以提高剝離率。然而，向剝離溶液中添加表面活性劑將成為所得溶液中的雜質，導致產品純度降低或需要時間和資金用於開發分離系統以去除表面活性劑。此外，表面活性劑排放後對環境有害，有些表面活性劑還可能對健康造成危害。因此，在一些實施方案中，不向剝離溶液中添加表面活性劑。在一些實施方案中，剝離溶液不含陽離子表面活性劑、陰離子表面活性劑、非離子表面活性劑和兩性表面活性劑。

【0088】 在一些實施方案中，剝離溶液中不添加包括脂肪酸鹽；烷基硫酸鹽；聚氧亞烷基烷基醚醋酸酯；烷基苯磺酸鹽；聚氧亞烷基烷基醚硫酸鹽；高級脂肪酸鹽胺磺酸鹽；N-醯基澱粉鹽（N-acylsarcosine salts）；烷基磷酸鹽；聚氧亞烷基烷基醚磷酸鹽；長鏈磺基琥珀酸鹽；

長鏈N-醯基谷氨酸鹽；包含丙烯酸、酸酐、酯、乙烯基單體及/或烯烴及其鹼金屬鹽、鹼土金屬鹽及/或銨鹽衍生物的聚合物和共聚物；聚羧酸鹽；萘磺酸的福馬林縮合物；烷基萘磺酸；萘磺酸；烷基萘磺酸鹽；酸和萘磺酸鹽（如其鹼金屬鹽、鹼土金屬鹽、銨鹽或胺鹽）的福馬林縮合物；三聚氰胺磺酸；烷基三聚氰胺磺酸；三聚氰胺磺酸的福馬林縮合物；烷基三聚氰胺磺酸的福爾馬林縮合物；三聚氰胺磺酸的鹼金屬鹽、鹼土金屬鹽、銨鹽和胺鹽；木質素磺酸；以及木質素磺酸的鹼金屬鹽、鹼土金屬鹽、銨鹽和胺鹽的陰離子表面活性劑。

【0089】 在一些實施方案中，剝離溶液中不添加包括烷基三甲基銨鹽，例如硬脂基三甲基氯化銨、十二烷基三甲基氯化銨和十六烷基三甲基溴化銨；二烷基二甲基銨鹽；三烷基甲基銨鹽；四烷基銨鹽；烷基胺鹽；苯紫銨鹽；烷基吡啶鹽；以及咪唑鹽的陽離子表面活性劑。

【0090】 在一些實施方案中，剝離溶液中不添加包括添加聚氧化亞烷基氧化物的烷基醚；聚氧化亞烷基苯乙炔苯醚；多元醇；單價脂肪酸的酯化合物；聚氧化亞烷基烷基苯基醚；聚氧化亞烷基脂肪酸醚；聚氧化亞烷基山梨醇酐脂肪酸酯；甘油脂肪酸酯；聚氧化亞烷基蓖麻油；聚氧化亞烷基氫化蓖麻油；聚氧化亞烷基山梨醇脂肪酸酯；聚甘油脂肪酸酯；烷基甘油醚；聚氧化亞烷基膽固醇醚；烷基糖苷；蔗糖脂肪酸酯；聚氧化亞烷基烷基胺；聚氧乙烯聚氧丙烯嵌段聚合物；山梨醇酐脂肪酸酯和脂肪酸烷醇醯胺的非離子表面活性劑。

【0091】 在一些實施方案中，剝離溶液中不添加包括2-十一烷基-N，N-(羥乙基羧甲基)-2-咪唑啉鈉鹽，2-椰油基-2-咪唑啉氫氧化-1-羧乙基氧基二鈉鹽；基於咪唑啉的兩性表面活性劑；2-十七烷基-N-羧甲基-N-羥乙基咪唑啉甜菜鹼，月桂基二甲氨基乙酸甜菜鹼，烷基甜菜鹼、醯胺甜菜鹼、磺基甜菜鹼和其它基於甜菜鹼的兩性表面活性劑；N-月桂基甘氨酸、N-月桂基β-丙氨酸、N-硬脂基β-丙氨酸、月桂基二甲氨基氧化物、油基二甲氨基氧化物、月桂基谷氨酸鈉、月桂基二甲氨基乙酸甜菜鹼、硬脂基二甲氨基乙酸甜菜鹼、椰油醯胺丙基羥基磺基甜菜鹼以及2-烷基-N-羧甲基-N-羥乙基咪唑啉甜菜鹼的兩性離子表面活性劑。

【0092】 在一些實施方案中，複合物包含金屬基底和施加在金屬基底一面或兩面的塗層。

【0093】 在一些實施方案中，塗層包含聚合物黏結劑。塗層中聚合物黏結劑的目的是為在複合物內的塗層與金屬基底之間提供黏合作用。在一些實施方案中，聚合物黏結劑包含水性共聚物。

【0094】 在一些實施方案中，共聚物包含結構單元(a)，其中結構單元(a)衍生自選自由含羧酸基團的單體、含羧酸鹽基團的單體、含磺酸基團的單體、含磺酸鹽基團的單體、含膦酸基團的單體、含膦酸鹽基團的單體及其組合構成的群組。在一些實施方案中，酸鹽基團為酸基團的鹽。在一些實施方案中，含酸鹽基團的單體包含鹼金屬陽離子。形成鹼金屬陽離子的鹼金屬的實例包括鋰、鈉和鉀。在一些實施方案中，含酸鹽基團的單體包含銨陽離子。在一些實施方案中，結構單元(a)可衍生自含鹽基團的單體和含酸基團的單體的組合。

【0095】 在一些實施方案中，含羧酸基團的單體是丙烯酸、甲基丙烯酸、巴豆酸、2-丁基巴豆酸、肉桂酸、馬來酸、馬來酸酐、富馬酸、衣康酸、衣康酸酐、檸康酸 (tetraconic acid) 或其組合。在某些實施方案中，含羧酸基團的單體是2-乙基丙烯酸、異巴豆酸、順式-2-戊烯酸、反式-2-戊烯酸、當歸酸、惕各酸 (tiglic acid)、3,3-二甲基丙烯酸、3-丙基丙烯酸、反式-2-甲基-3-乙基丙烯酸、順式-2-甲基-3-乙基丙烯酸、3-異丙基丙烯酸、反式-3-甲基-3-乙基丙烯酸、順式-3-甲基-3-乙基丙烯酸、2-異丙基丙烯酸、三甲基丙烯酸、2-甲基-3,3-二乙基丙烯酸、3-丁基丙烯酸、2-丁基丙烯酸、2-戊基丙烯酸、2-甲基-2-己烯酸、反式-3-甲基-2-己烯酸、3-甲基-3-丙基丙烯酸、2-乙基-3-丙基丙烯酸、2,3-二乙基丙烯酸、3,3-二乙基丙烯酸、3-甲基-3-己基丙烯酸、3-甲基-3-叔丁基丙烯酸、2-甲基-3-戊基丙烯酸、3-甲基-3-戊基丙烯酸、4-甲基-2-己烯酸、4-乙基-2-己烯酸、3-甲基-2-乙基-2-己烯酸、3-叔丁基丙烯酸、2,3-二甲基-3-乙基丙烯酸、3,3-二甲基-2-乙基丙烯酸、3-甲基-3-異丙基丙烯酸、2-甲基-3-異丙基丙烯酸、反式-2-辛烯酸、順式-2-辛烯酸、反式-2-癸烯酸、 α -乙醯氧基丙烯酸、 β -反式-芳氧基丙烯酸、 α -氯- β -E-甲氧基丙烯酸或其組合。

在一些實施方案中，含羧酸基團的單體是甲基馬來酸、二甲基馬來酸、苯基馬來酸、溴馬來酸、氯馬來酸、二氯馬來酸、氟馬來酸、二氟馬來酸、馬來酸氫壬基酯（nonyl hydrogen maleate）、馬來酸氫癸基酯（decyl hydrogen maleate）、馬來酸氫十二烷基酯、馬來酸氫十八烷基酯、馬來酸氫氟基烷基酯（fluoroalkyl hydrogen maleate）或其組合。在一些實施方案中，含羧酸基團的單體是馬來酸酐、甲基馬來酸酐、二甲基馬來酸酐、丙烯酸酐、甲基丙烯酸酐、甲基丙烯醛、甲基丙烯醯氯、甲基丙烯醯氟、甲基丙烯醯溴或其組合。

【0096】 在一些實施方案中，含羧酸鹽基團的單體是丙烯酸鹽、甲基丙烯酸鹽、巴豆酸鹽、2-丁基巴豆酸鹽、肉桂酸鹽、馬來酸鹽、馬來酸酐鹽、富馬酸鹽、衣康酸鹽、衣康酸酐鹽、檸康酸鹽（tetraconic acid salt）或其組合。在某些實施方案中，含羧酸鹽基團的單體是2-乙基丙烯酸鹽、異巴豆酸鹽、順式-2-戊烯酸鹽、反式-2-戊烯酸鹽、當歸酸鹽、惕各酸鹽、3,3-二甲基丙烯酸鹽、3-丙基丙烯酸鹽、反式-2-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、順式-2-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、3-異丙基丙烯酸鹽、反式-3-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、順式-3-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、2-異丙基丙烯酸鹽、三甲基丙烯酸鹽、2-甲基-3,3-二乙基丙烯酸鹽、3-丁基丙烯酸鹽、2-丁基丙烯酸鹽、2-戊基丙烯酸鹽、2-甲基-2-己烯酸鹽、反式-3-甲基-2-己烯酸鹽、3-甲基-3-丙基丙烯酸鹽、2-乙基-3-丙基丙烯酸鹽、2,3-二乙基丙烯酸鹽、3,3-二乙基丙烯酸鹽、3-甲基-3-己基丙烯酸鹽、3-甲基-3-叔丁基丙烯酸鹽、2-甲基-3-戊基丙烯酸鹽、3-甲基-3-戊基丙烯酸鹽、4-甲基-2-己烯酸鹽、4-乙基-2-己烯酸鹽、3-甲基-2-乙基-2-己烯酸鹽、3-叔丁基丙烯酸鹽、2,3-二甲基-3-乙基丙烯酸鹽、3,3-二甲基-2-乙基丙烯酸鹽、3-甲基-3-異丙基丙烯酸鹽、2-甲基-3-異丙基丙烯酸鹽、反式-2-辛烯酸鹽、順式-2-辛烯酸鹽、反式-2-癸烯酸鹽、 α -乙醯氧基丙烯酸鹽、 β -反式-芳氧基丙烯酸鹽、 α -氯- β -E-甲氧基丙烯酸鹽或其組合。在一些實施方案中，含羧酸鹽基團的單體是甲基馬來酸鹽、二甲基馬來酸鹽、苯基馬來酸鹽、溴馬來酸鹽、氯馬來酸鹽、二氯馬來酸鹽、氟馬來酸鹽、二氟馬來酸鹽或其組合。

【0097】 在一些實施方案中，含磺酸基團的單體是乙基磺酸、

甲基乙烯基磺酸、烯丙基乙烯基磺酸、烯丙基磺酸、甲基烯丙基磺酸、苯乙烯磺酸、2-磺基乙基甲基丙烯酸、2-甲基-2-丙烯-1-磺酸、2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙烷磺酸、3-烯丙氧基-2-羥基-1-丙烷磺酸、硫酸氫烯丙酯、硫酸氫乙烯酯或其組合。

【0098】 在一些實施方案中，含磺酸鹽基團的單體是乙烯基磺酸鹽、甲基乙烯基磺酸鹽、烯丙基乙烯基磺酸鹽、烯丙基磺酸鹽、甲基烯丙基磺酸鹽、苯乙烯磺酸鹽、2-磺基乙基甲基丙烯酸鹽、2-甲基-2-丙烯-1-磺酸鹽、2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙烷磺酸鹽、3-烯丙氧基-2-羥基-1-丙烷磺酸鹽、硫酸烯丙酯鹽、硫酸乙烯酯鹽或其組合。

【0099】 在一些實施方案中，含膦酸基團的單體是乙烯基膦酸、烯丙基膦酸、乙烯基苄基膦酸、丙烯醯胺烷基膦酸、甲基丙烯醯胺烷基膦酸、丙烯醯胺烷基二膦酸、丙烯醯膦酸、2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸、雙(2-甲基丙烯醯氧基乙基)膦酸、乙烯2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸、乙基-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸、磷酸氫烯丙酯、磷酸氫乙烯酯或其組合。

【0100】 在一些實施方案中，含膦酸鹽基團的單體是乙烯基膦酸鹽、烯丙基膦酸鹽、乙烯基苄基膦酸鹽、丙烯醯胺烷基膦酸鹽、甲基丙烯醯胺烷基膦酸鹽、丙烯醯胺烷基二膦酸鹽、丙烯醯膦酸鹽、2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸鹽、雙(2-甲基丙烯醯氧基乙基)膦酸鹽、乙烯2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸鹽、乙基-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸鹽、磷酸烯丙酯鹽、磷酸乙烯酯鹽或其組合。

【0101】 在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(a)占的比例是按莫耳計約15%至約80%、約17.5%至約80%、約20%至約80%、約22.5%至約80%、約25%至約80%、約27.5%至約80%、約30%至約80%、約32.5%至約80%、約35%至約80%、約37.5%至約80%、約40%至約80%、約42.5%至約80%、約45%至約80%、約47.5%至約80%、約50%至約80%、約52.5%至約80%、約55%至約80%、約57.5%至約80%、約60%至約80%、約15%至約75%、約17.5%至約75%、約20%至約75%、約22.5%至約75%、約25%至約75%、約27.5%至約75%、約30%至約75%、約32.5%至約75%、約35%至約75%、約37.5%至約75%、

約40%至約75%、約42.5%至約75%、約45%至約75%、約47.5%至約75%、約50%至約75%、52.5%至75%、55%至75%、約15%至約70%、約17.5%至約70%、約20%至約70%、約22.5%至約70%、約25%至約70%、約27.5%至約70%、約30%至約70%、約32.5%至約70%、約35%至約70%、約37.5%至約70%、約40%至約70%、約42.5%至約70%、約45%至約70%、約47.5%至約70%、約50%至約70%、約20%至約50%、約22.5%至約50%、約25%至約50%、約27.5%至約50%、約30%至約50%、約32.5%至約50%、約35%至約50%、約37.5%至約50%或約40%至約50%。

【0102】 在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(a)占的比例是按莫耳計少於80%、少於77.5%、少於75%、少於72.5%、少於70%、少於67.5%、少於65%、少於62.5%、少於60%、少於57.5%、少於55%、少於52.5%、少於50%、少於47.5%、少於45%、少於42.5%、少於40%、少於37.5%、少於35%、少於32.5%、少於30%、少於27.5%或少於25%。在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(a)占的比例是按莫耳計多於15%、多於17.5%、多於20%、多於22.5%、多於25%、多於27.5%、多於30%、多於32.5%、多於35%、多於37.5%、多於40%、多於42.5%、多於45%、多於47.5%、多於50%、多於52.5%、多於55%、多於57.5%、多於60%、多於62.5%、多於65%、多於67.5%或多於70%。

【0103】 在一些實施方案中，共聚物進一步包含結構單元(b)，其衍生自選自由含醯胺基團的單體、含羥基基團的單體及其組合構成的群組的單體。

【0104】 在一些實施方案中，含醯胺基團的單體是丙烯醯胺、甲基丙烯醯胺、N-甲基甲基丙烯醯胺、N-乙基甲基丙烯醯胺、N-正丙基甲基丙烯醯胺、N-異丙基甲基丙烯醯胺、異丙基丙烯醯胺、N-正丁基甲基丙烯醯胺、N-異丁基甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯醯胺、N,N-二乙基丙烯醯胺、N,N-二乙基甲基丙烯醯胺、N-羥甲基甲基丙烯醯胺、N-(甲氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(乙氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(丙氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(丁氧基甲基)甲基丙烯醯

胺、N,N-二甲基甲基丙烯醯胺、N-(3-(二甲胺基)丙基)甲基丙烯醯胺、N-(3-(二甲胺基)乙基)甲基丙烯醯胺、N,N-(二羥甲基)甲基丙烯醯胺、雙丙酮甲基丙烯醯胺、雙丙酮丙烯醯胺、甲基丙烯醯基嗎啉、N-羥基甲基丙烯醯胺、N-甲氧基甲基丙烯醯胺、N-甲氧基甲基甲基丙烯醯胺、N,N'-亞甲基雙丙烯醯胺(MBA)、N-羥甲基丙烯醯胺或其組合。

【0105】 在一些實施方案中，含羥基基團的單體是含有羥基基團的，含有C₁至C₂₀的烷基或C₅至C₂₀環烷基的甲基丙烯酸酯。在一些實施方案中，含羥基的單體是丙烯酸-2-羥乙酯、甲基丙烯酸-2-羥乙酯、丙烯酸-2-羥丙酯、甲基丙烯酸-2-羥丙酯、甲基丙烯酸-2-羥丁酯、丙烯酸-3-羥丙酯、甲基丙烯酸-3-羥丙酯、甲基丙烯酸-4-羥丁酯、丙烯酸-5-羥戊酯、甲基丙烯酸-6-羥基己酯、1,4-環己烷二甲醇單(甲基)丙烯酸酯、甲基丙烯酸-3-氯-2-羥丙酯、二乙二醇單(甲基)丙烯酸酯、烯丙醇或其組合。

【0106】 在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(b)占的比例是按莫耳計約5%至約35%、約7%至約35%、約9%至約35%、約11%至約35%、約13%至約35%、約15%至約35%、約17%至約35%、約19%至約35%、約21%至約35%、約23%至約35%、約25%至約35%、約5%至約27%、約7%至約27%、約9%至約27%、約11%至約27%、約13%至約27%、約15%至約27%、約17%至約27%、約19%至約27%、約21%至約27%、約5%至約21%、約7%至約21%、約9%至約21%、約11%至約21%、約13%至約21%或約15%至約21%。

【0107】 在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(b)占的比例是按莫耳計少於35%、少於33%、少於31%、少於29%、少於27%、少於25%、少於23%、少於21%、少於19%、少於17%、少於15%、少於13%、少於11%或少於10%。在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(b)占的比例是按莫耳計多於5%、多於6%、多於7%、多於8%、多於9%、多於10%、多於11%、多於13%、多於15%、多於17%、多於19%、多於21%、多於23%或多於25%。

【0108】 在一些實施方案中，共聚物進一步包含結構單元(c)，其

衍生自選自由含腈基基團的單體、含酯基基團的單體、含環氧基團的單體、含氟單體及其組合構成的群組的單體。

【0109】 在一些實施方案中，含腈基基團的單體包括 α,β -烯鍵式不飽和腈基單體。在一些實施方案中，含腈基基團的單體是丙烯腈、 α -鹵代丙烯腈、 α -烷基丙烯腈或其組合。在一些實施方案中，含腈基基團的單體是 α -氯丙烯腈、 α -溴丙烯腈、 α -氟丙烯腈、甲基丙烯腈、 α -乙基丙烯腈、 α -異丙基丙烯腈、 α -正己基丙烯腈、 α -甲氧基丙烯腈、3-甲氧基丙烯腈、3-乙氧基丙烯腈、 α -乙醯氧基丙烯腈、 α -苯基丙烯腈、 α -甲苯基丙烯腈(α -tolyl acrylonitrile)、 α -(甲氧基苯基)丙烯腈、 α -(氯苯基)丙烯腈、 α -(氰基苯基)丙烯腈、偏二氰乙烯(vinylidene cyanide)或其組合。

【0110】 在一些實施方案中，含酯基基團的單體是 C_1 - C_{20} 烷基丙烯酸酯、 C_1 - C_{20} 烷基(甲基)丙烯酸酯、環烷基丙烯酸酯或其組合。在一些實施方案中，含酯基基團的單體是丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸正丙酯、丙烯酸異丙酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸仲丁酯、丙烯酸叔丁酯、丙烯酸戊酯、丙烯酸己酯、丙烯酸庚酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸3,3,5-三甲基己酯、丙烯酸2-乙基己酯、丙烯酸壬酯、丙烯酸癸酯、丙烯酸月桂酯、丙烯酸正十四酯、丙烯酸十八酯、丙烯酸環己酯、丙烯酸苯酯、丙烯酸甲氧基甲酯、丙烯酸甲氧基乙酯、丙烯酸乙氧基甲酯、丙烯酸乙氧基乙酯、丙烯酸全氟辛酯、丙烯酸硬脂酸酯(stearyl acrylate)或其組合。在一些實施方案中，含酯基基團的單體是丙烯酸環己酯、甲基丙烯酸環己酯、丙烯酸異冰片酯、甲基丙烯酸異冰片酯、丙烯酸3,3,5-三甲基環己酯或其組合。在一些實施方案中，含酯基基團的單體是甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸正丙酯、甲基丙烯酸異丙酯、甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸仲丁酯、甲基丙烯酸叔丁酯、甲基丙烯酸異丁酯、甲基丙烯酸正戊酯、甲基丙烯酸異戊酯、甲基丙烯酸己酯、甲基丙烯酸庚酯、甲基丙烯酸辛酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸壬酯、甲基丙烯酸癸酯、甲基丙烯酸月桂酯、甲基丙烯酸正十四酯(n -tetradecyl methacrylate)、甲基丙烯酸硬脂酸酯、甲基丙烯酸-2,2,2-三氟乙酯、甲基丙烯酸苯酯、甲基丙烯酸苄酯或其組合。

【0111】 在一些實施方案中，含環氧基團的單體是乙烯基縮水甘油醚、烯丙基縮水甘油醚、烯丙基-2,3-環氧丙基醚、丁烯基縮水甘油醚、丁二烯單環氧化物、氯丁二烯單環氧化物、3,4-環氧-1-丁烯、4,5-環氧-2-戊烯、3,4-環氧-1-乙基環己烷、1,2-環氧-4-乙基環己烷、3,4-環氧環己基乙烯、環氧-4-乙基環己烯、1,2-環氧-5,9-環十二碳二烯或其組合。

【0112】 在一些實施方案中，含環氧基團的單體是3,4-環氧-1-丁烯、1,2-環氧-5-己烯、1,2-環氧-9-癸烯、丙烯酸縮水甘油酯、甲基丙烯酸縮水甘油酯、巴豆酸縮水甘油酯、2,4-二甲基戊烯酸縮水甘油酯、4-己烯酸縮水甘油酯、4-庚烯酸縮水甘油酯、5-甲基-4-庚烯酸縮水甘油酯、山梨酸縮水甘油酯、亞油酸縮水甘油酯、油酸縮水甘油酯、3-丁烯酸縮水甘油酯、3-戊烯酸縮水甘油酯、4-甲基-3-戊烯酸縮水甘油酯或其組合。

【0113】 在一些實施方案中，含氟單體是含 C_1 - C_{20} 烷基的丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯或其組合，其中該單體包含至少一個氟原子。在一些實施方案中，含氟單體是全氟丙烯酸烷基酯，例如全氟丙烯酸十二烷酯、全氟丙烯酸正辛酯、全氟丙烯酸正丁酯、全氟丙烯酸己基乙酯和全氟丙烯酸辛基乙酯；全氟甲基丙烯酸烷基酯，例如全氟甲基丙烯酸十二烷酯、全氟甲基丙烯酸正辛酯、全氟甲基丙烯酸正丁酯、全氟甲基丙烯酸己基乙酯和全氟甲基丙烯酸辛基乙酯；全氟丙烯酸氧烷基酯，例如全氟丙烯酸十二烷氧基乙酯和全氟丙烯酸癸氧基乙酯；全氟甲基丙烯酸氧烷基酯，例如全氟甲基丙烯酸十二烷氧基乙酯和全氟甲基丙烯酸癸氧基乙酯或其組合。在一些實施方案中，含氟單體是含有至少一個氟原子和至少一個 C_1 - C_{20} 烷基的羧酸鹽，其中羧酸鹽選自由巴豆酸鹽、蘋果酸鹽、富馬酸鹽、衣康酸鹽或其組合構成的群組。在一些實施方案中，含氟單體是氟乙烯、三氟乙烯、三氟氯乙烯、氟烷基乙烯基醚、全氟烷基乙烯基醚、六氟丙烯、2,3,3,3-四氟丙烯、偏二氟乙烯、四氟乙烯、2-氟丙烯酸酯或其組合。

【0114】 在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總

莫耳數，共聚物中結構單元(c)占的比例是按莫耳計約15%至約75%、約17.5%至約75%、約20%至約75%、約22.5%至約75%、約25%至約75%、約27.5%至約75%、約30%至約75%、約32.5%至約75%、約35%至約75%、約37.5%至約75%、約40%至約75%、約42.5%至約75%、約45%至約75%、約47.5%至約75%、約50%至約75%、約52.5%至約75%、約55%至約75%、約20%至約70%、約22.5%至約70%、約25%至約70%、約27.5%至約70%、約30%至約70%、約32.5%至約70%、約35%至約70%、約37.5%至約70%、約40%至約70%、約42.5%至約70%、約45%至約70%、約47.5%至約70%、約50%至約70%、約20%至約60%、約22.5%至約60%、約25%至約60%、約27.5%至約60%、約30%至約60%、約32.5%至約60%、約35%至約60%、約37.5%至約60%、約40%至約60%、約42.5%至約60%、約45%至約60%、約20%至約50%、約22.5%至約50%、約25%至約50%、約27.5%至約50%、約30%至約50%、約32.5%至約50%、約35%至約50%、約37.5%至約50%或約40%至約50%。

【0115】 在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(c)占的比例是按莫耳計少於75%、少於72.5%、少於70%、少於67.5%、少於65%、少於62.5%、少於60%、少於57.5%、少於55%、少於52.5%、少於50%、少於47.5%、少於45%、少於42.5%、少於40%、少於37.5%、少於35%、少於32.5%、少於30%、少於27.5%、少於25%或少於22.5%。在一些實施方案中，基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(c)占的比例是按莫耳計多於15%、多於16%、多於17.5%、多於20%、多於22.5%、多於25%、多於27.5%、多於30%、多於32.5%、多於35%、多於37.5%、多於40%、多於42.5%、多於45%、多於47.5%、多於50%、多於52.5%、多於55%、多於57.5%、多於60%、多於62.5%或多於65%。

【0116】 在其它實施方案中，共聚物還包含衍生自烯烴的結構單元。任何含有至少一個碳-碳雙鍵的烴都可以在無特別限制的情況下當烯烴使用。在一些實施方案中，烯烴包括C₂-C₂₀脂族化合物、C₈-C₂₀芳族化合物或含有乙烯基不飽和鍵的環狀化合物、C₄-C₄₀二烯烴及其組合。在一

些實施方案中，烯烴是苯乙烯、乙烯、丙烯、異丁烯、1-丁烯、1-戊烯、1-己烯、1-庚烯、1-辛烯、1-壬烯、1-癸烯、1-十二烯、1-十四烯、1-十六烯、1-十八烯、1-二十烯、3-甲基-1-丁烯、環丁烯、3-甲基-1-戊烯、4-甲基-1-戊烯、4,6-二甲基-1-庚烯、4-乙烯基環己烯、乙烯基環己烷、降冰片烯、降冰片二烯、亞乙基降冰片烯、環戊烯、環己烯、雙環戊二烯、環辛烯或其組合。在一些實施方案中，共聚物不含有衍生自烯烴的結構單元。在一些實施方案中，共聚物不含衍生自苯乙烯、乙烯、丙烯、異丁烯、1-丁烯、1-戊烯、1-己烯、1-庚烯、1-辛烯、1-壬烯、1-癸烯、1-十二烯、1-十四烯、1-十六烯、1-十八烯、1-二十烯、3-甲基-1-丁烯、環丁烯、3-甲基-1-戊烯、4-甲基-1-戊烯、4,6-二甲基-1-庚烯、4-乙烯基環己烯、乙烯基環己烷、降冰片烯、降冰片二烯、亞乙基降冰片烯、環戊烯、環己烯、雙環戊二烯或環辛烯的結構單元。

【0117】 含有共軛二烯基團的單體屬於烯烴。在一些實施方案中，含有共軛二烯基團的單體包括C₄-C₄₀二烯烴；脂族共軛二烯單體，例如1,3-丁二烯、1,3-戊二烯、1,4-己二烯、1,5-己二烯、1,7-辛二烯、1,9-癸二烯、異戊二烯、月桂烯、2-甲基-1,3-丁二烯、2,3-二甲基-1,3-丁二烯、2-氯-1,3-丁二烯；經過取代的線性共軛戊二烯；經過取代的側鏈共軛己二烯或其組合。在一些實施方案中，共聚物不含衍生自C₄-C₄₀二烯烴；脂族共軛二烯單體，例如1,3-丁二烯、1,3-戊二烯、1,4-己二烯、1,5-己二烯、1,7-辛二烯、1,9-癸二烯、異戊二烯、月桂烯、2-甲基-1,3-丁二烯、2,3-二甲基-1,3-丁二烯、2-氯-1,3-丁二烯；經過取代的線性共軛戊二烯或經過取代的側鏈共軛己二烯的結構單元。

【0118】 在其它實施方案中，共聚物還另外包含衍生自含有芳族乙烯基基團的單體的結構單元。在一些實施方案中，含有芳族乙烯基基團的單體是苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、乙烯基甲苯、二乙烯基苯或其組合。在一些實施方案中，共聚物不含衍生自含有芳族乙烯基基團的單體的結構單元。在一些實施方案中，共聚物不含衍生自苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、乙烯基甲苯或二乙烯基苯的結構單元。

【0119】 在一些實施方案中，金屬基底可以是箔、片或膜的形式。

在一些實施方案中，金屬基底選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、銻、鎢、鉬、錫、釩、鋅、鎳、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。在一些實施方案中，金屬基底可包含兩層或多層，其中每層的物料選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、銻、鎢、鉬、錫、釩、鋅、鎳、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。在一些實施方案中，金屬基底具有雙層結構。在一些實施方案中，金屬基底具有三層或更多層。在一些實施方案中，金屬基底僅具有一層。在一些實施方案中，金屬基底中每層的物料相同。在一些實施方案中，金屬基底中的每一層的物料不同或部分不同。

【0120】 在一些實施方案中，當金屬基底包含多於一層時，金屬基底包含一層絕緣材料。在一些實施方案中，絕緣材料是選自由聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚丙烯腈、聚酯、聚醯胺、聚苯乙烯、聚氨酯、聚環氧樹脂、聚（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯）、聚醯亞胺、聚烯烴、聚乙烯、聚丙烯、聚苯硫醚、聚（乙烯基酯）、聚氯乙烯、聚醚、聚苯醚、纖維素聚合物及其組合構成的群組的聚合物材料。當所述金屬基底包含一層絕緣材料時，塗層被塗覆到基底外部的金屬層上。

【0121】 在一些實施方案中，金屬基底塗有一層含碳材料。這層含碳材料將是塗層的一部分。在一些實施方案中，金屬基底未塗有一層含碳材料。

【0122】 當複合物浸入剝離溶液的時間不足時，剝離溶液中含有的剝離劑和水性溶劑可能沒有足夠的時間以破壞最初在塗層與金屬基底表面之間形成的鍵，以使複合物能夠完全剝離的程度。然而，當複合物長時間浸入剝離溶液中時，由於複合物與剝離溶液中所含剝離劑（例如鹼金屬磷酸鹽）的接觸時間延長，讓金屬基底可能發生腐蝕。用於剝離的時間沒有特別的限制，但所用的時間應足夠長以使發生完全剝離，但應足夠短以確保金屬基底的腐蝕不會發生。

【0123】 在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液的時間是約1秒至約120分鐘、約5秒至約120分鐘、約10秒至約120分鐘、約20秒至約120分鐘、約30秒至約120分鐘、約45秒至約120分鐘、約60秒至約120分

鐘、約75秒至約120分鐘、約90秒至約120分鐘、約105秒至約120分鐘、約120秒至約120分鐘、約30秒至約90分鐘、約30秒至約75分鐘、約30秒至約60分鐘、約30秒至約45分鐘、約30秒至約30分鐘、約30秒至約20分鐘、約30秒至約10分鐘、約30秒至約5分鐘、約60秒至約90分鐘、約60秒至約75分鐘、約60秒至約60分鐘、約60秒至約45分鐘、約60秒至約30分鐘、約60秒至約20分鐘、約60秒至約10分鐘、約60秒至約5分鐘、約120秒至約60分鐘、約120秒至約45分鐘、約120秒至約30分鐘、約120秒至約20分鐘、約120秒至約10分鐘或約120秒至約5分鐘。

【0124】 在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液的 시간은少於120分鐘、少於105分鐘、少於90分鐘、少於75分鐘、少於60分鐘、少於45分鐘、少於30分鐘、少於20分鐘、少於10分鐘、少於5分鐘、少於1分鐘、少於45秒、少於30秒、少於20秒或少於10秒。在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液的 시간은多於1秒、多於5秒、多於10秒、多於20秒、多於30秒、多於45秒、多於60秒、多於75秒、多於90秒、多於105秒、多於120秒、多於5分鐘、多於10分鐘、多於20分鐘或多於30分鐘。

【0125】 剝離溫度沒有特殊限制，但溫度不應太低以致於需要很長時間才能實現完全剝離，溫度也不應太高以致於造成健康和 safety 風險。

【0126】 在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液的溫度是約10°C至約90°C、約15°C至約90°C、約20°C至約90°C、約25°C至約90°C、約30°C至約90°C、約35°C至約90°C、約40°C至約90°C、約45°C至約90°C、約50°C至約90°C、約55°C至約90°C、約60°C至約90°C、約65°C至約90°C、約70°C至約90°C、約75°C至約90°C、約20°C至約75°C、約25°C至約75°C、約30°C至約75°C、約35°C至約75°C、約40°C至約75°C、約45°C至約75°C、約50°C至約75°C、約55°C至約75°C、約60°C至約75°C、約25°C至約60°C、約30°C至約60°C、約35°C至約60°C、約40°C至約60°C或約45°C至約60°C。

【0127】 在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液的溫度是低於90°C、低於85°C、低於80°C、低於75°C、低於70°C、低於65°C、低於60°C、低於55°C、低於50°C、低於45°C、低於40°C、低於35°C或低於30°C。在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液的溫度是高於10°C、高於

15℃、高於20℃、高於25℃、高於30℃、高於35℃、高於40℃、高於45℃、高於50℃、高於55℃、高於60℃、高於65℃或高於70℃。

【0128】 當用於浸入一定量複合物的剝離溶液的分量不足時，不會發生複合物的完全剝離。這樣導致的結果可以是例如仍可能發現一大部分塗層依附或黏附在金屬基底的表面上。就剝離效果而言，使用過多的剝離溶液沒有特別的缺點，但是這會造成原材料的浪費，並且可能產生不必要的污染的水性溶劑廢棄物，並需要進一步的處理步驟使溶劑能再利用。因此，複合物與剝離溶液的比例沒有特別的限制，除了剝離溶液與複合物的比例應足以使所有複合物剝離之外，並且考慮到成本原因，不建議使用過大的剝離劑與複合物比例。

【0129】 在一些實施方案中，當複合物浸入剝離溶液以實現複合物剝離時，複合物與剝離溶液的重量比為約0.01%至約50%、約0.02%至約50%、約0.05%至約50%、約0.1%至約50%、約0.2%至約50%、約0.5%至約50%、約1%至約50%、約2%至約50%、約5%至約50%、約10%至約50%、約15%至約50%、約20%至約50%、約25%至約50%、約30%至約50%、約0.01%至約25%、約0.02%至約25%、約0.05%至約25%、約0.1%至約25%、約0.2%至約25%、約0.5%至約25%、約1%至約25%、約2%至約25%、約5%至約25%、約10%至約25%、約0.1%至約15%、約0.2%至約15%、約0.5%至約15%、約1%至約15%、約2%至約15%、約5%至約15%、約0.1%至約5%、約0.2%至約5%、約0.5%至約5%、約1%至約5%或約2%至約5%。

【0130】 在一些實施方案中，當將複合物浸入剝離溶液中以實現複合物的剝離時，複合物與剝離溶液的重量比小於50%、小於45%、小於40%、小於35%、小於30%、小於25%、小於20%、小於15%、小於10%、小於5%、小於2%、小於1%、小於0.5%、小於0.2%、小於0.1%或小於0.05%。在一些實施方案中，當複合物浸入剝離溶液中以實現複合物的剝離時，複合物與剝離溶液的重量比大於0.01%、大於0.02%、大於0.05%、大於0.1%、大於0.2%、大於0.5%、大於1%、大於2%、大於5%、大於10%、大於15%、大於20%、大於25%、大於30%、大於35%或大於40%。

【0131】 剝離劑的目的是中斷和破壞塗層中所含共聚物黏結劑與金屬基底表面之間的離子-偶極相互作用和氫鍵相互作用。在剝離溶液中需要足夠濃度的剝離劑，以有效地破壞塗層與金屬基底之間的相互作用，從而使得複合物剝離。相對較低濃度的剝離劑足以引致塗層內的共聚物黏結劑與金屬基底表面之間的相互作用的破壞。使用低濃度剝離劑浸沒複合物可降低複合物中金屬基底和其它可能金屬部件腐蝕的可能性及/或減少使用高濃度剝離劑而可能引起的副反應。

【0132】 在一些實施方案中，剝離溶液中剝離劑的濃度為約0.01 M至約3 M、約0.015 M至約3 M、約0.02 M至約3 M、約0.025 M至約3 M、約0.05 M至約3 M、約0.075 M至約3 M、約0.1 M至約3 M、約0.2 M至約3 M、約0.3 M至約3 M、約0.4 M至約3 M、約0.6 M至約3 M、約0.8 M至約3 M、約1 M至約3 M、約1.2 M至約3 M、約1.4 M至約3 M、約1.6 M至約3 M、約1.8 M至約3 M、約2 M至約3 M、約0.01 M至約2 M、約0.015 M至約2 M、約0.02 M至約2 M、約0.025 M至約2 M、約0.05 M至約2 M、約0.075 M至約2 M、約0.1 M至約2 M、約0.2 M至約2 M、約0.3 M至約2 M、約0.4 M至約2 M、約0.6 M至約2 M、約0.8 M至約2 M、約1 M至約2 M、約0.025 M至約1.6 M、約0.05 M至約1.6 M、約0.075 M至約1.6 M、約0.1 M至約1.6 M、約0.2 M至約1.6 M、約0.3 M至約1.6 M、約0.4 M至約1.6 M、約0.6 M至約1.6 M、約0.8 M至約1.6 M、約1 M至約1.6 M、約0.05 M至約1 M、約0.075 M至約1 M、約0.1 M至約1 M、約0.2 M至約1 M、約0.3 M至約1 M或約0.4 M至約1 M。

【0133】 在一些實施方案中，剝離溶液中剝離劑的濃度為小於3 M、小於2.8 M、小於2.6 M、小於2.4 M、小於2.2 M、小於2 M、小於1.8 M、小於1.6 M、小於1.4 M、小於1.2 M、小於1 M、小於0.8 M、小於0.6 M、小於0.4 M、小於0.3 M、小於0.2 M、小於0.1 M、小於0.075 M或小於0.05 M。在一些實施方案中，剝離溶液中剝離劑的濃度為大於0.01 M、大於0.015 M、大於0.02 M、大於0.025 M、大於0.05 M、大於0.075 M、大於0.1 M、大於0.2 M、大於0.3 M、大於0.4 M、大於0.6 M、大於0.8 M、大於1 M、大於1.2 M、大於1.4 M、大於1.6 M、大於1.8 M、大於2 M、

或大於2.2 M。

【0134】 在一些實施方案中，塗層的表面密度為約1 mg/cm²至約50 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約10 mg/cm²至約50 mg/cm²、約12.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約15 mg/cm²至約50 mg/cm²、約17.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約20 mg/cm²至約50 mg/cm²、約25 mg/cm²至約50 mg/cm²、約30 mg/cm²至約50 mg/cm²、約1 mg/cm²至約30 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約10 mg/cm²至約30 mg/cm²、約12.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約15 mg/cm²至約30 mg/cm²、約17.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約20 mg/cm²至約30 mg/cm²、約1 mg/cm²至約20 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約10 mg/cm²至約20 mg/cm²、約12.5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約1 mg/cm²至約15 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約15 mg/cm²、約5 mg/cm²至約15 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約15 mg/cm²或約10 mg/cm²至約15 mg/cm²。

【0135】 在一些實施方案中，塗層的表面密度小於50 mg/cm²、小於45 mg/cm²、小於35 mg/cm²、小於30 mg/cm²、小於25 mg/cm²、小於20 mg/cm²、小於17.5 mg/cm²、小於15 mg/cm²、小於12.5 mg/cm²、小於10 mg/cm²、小於7.5 mg/cm²、小於5 mg/cm²或小於2.5 mg/cm²。在一些實施方案中，塗層的表面密度大於1 mg/cm²、大於2.5 mg/cm²、大於5 mg/cm²、大於7.5 mg/cm²、大於10 mg/cm²、大於12.5 mg/cm²、大於15 mg/cm²、大於17.5 mg/cm²、大於20 mg/cm²、大於25 mg/cm²、大於30 mg/cm²、大於35 mg/cm²或大於40 mg/cm²。

【0136】 在一些實施方案中，塗層的密度為約0.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約1 g/cm³至約7.5 g/cm³、約1.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約2 g/cm³至約7.5 g/cm³、約2.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約3 g/cm³至約7.5 g/cm³、約3.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約4 g/cm³至約7.5 g/cm³、約4.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約0.5 g/cm³至約5 g/cm³、約1 g/cm³至約5 g/cm³、約1.5 g/cm³至約5 g/cm³、約2 g/cm³至約5 g/cm³、約2.5 g/cm³至約5 g/cm³、

約3 g/cm³至約5 g/cm³、約0.5 g/cm³至約2.5 g/cm³、約1 g/cm³至約2.5 g/cm³或約1.5 g/cm³至約2.5 g/cm³。

【0137】 在一些實施方案中，塗層的密度小於7.5 g/cm³、小於7 g/cm³、小於6.5 g/cm³、小於6 g/cm³、小於5.5 g/cm³、小於5 g/cm³、小於4.5 g/cm³、小於4 g/cm³、小於3.5 g/cm³、小於3 g/cm³、小於2.5 g/cm³、小於2 g/cm³或小於1.5 g/cm³。在一些實施方案中，塗層的密度大於0.5 g/cm³、大於1 g/cm³、大於1.5 g/cm³、大於2 g/cm³、大於2.5 g/cm³、大於3 g/cm³、大於3.5 g/cm³、大於4 g/cm³、大於4.5 g/cm³、大於5 g/cm³、大於5.5 g/cm³、大於6 g/cm³或大於6.5 g/cm³。

【0138】 在一些實施方案中，當複合物浸入剝離溶液中時，可以攪拌複合物-剝離溶液混合物以實現複合物的剝離。在一些實施方案中，行星攪拌混合器、攪拌混合器、混合器、超音波發生器或其組合可用於攪拌複合物-剝離溶液混合物。在其它實施方案中，當複合物浸入剝離溶液中時，不攪拌複合物-剝離溶液混合物。

【0139】 在一些實施方案中，攪拌複合物-剝離溶液混合物的速度是約10 rpm至約3000 rpm、約20 rpm至約3000 rpm、約50 rpm至約3000 rpm、約100 rpm至約3000 rpm、約200 rpm至約3000 rpm、約250 rpm至約3000 rpm、約300 rpm至約3000 rpm、約400 rpm至約3000 rpm、約500 rpm至約3000 rpm、約600 rpm至約3000 rpm、約750 rpm至約3000 rpm、約900 rpm至約3000 rpm、約1200 rpm至約3000 rpm、約1500 rpm至約3000 rpm、約10 rpm至約1000 rpm、約20 rpm至約1000 rpm、約50 rpm至約1000 rpm、約100 rpm至約1000 rpm、約200 rpm至約1000 rpm、約250 rpm至約1000 rpm、約300 rpm至約1000 rpm、約400 rpm至約1000 rpm、約500 rpm至約1000 rpm、約10 rpm至約750 rpm、約20 rpm至約750 rpm、約50 rpm至約750 rpm、約100 rpm至約750 rpm、約200 rpm至約750 rpm、約250 rpm至約750 rpm、約300 rpm至約750 rpm、約10 rpm至約500 rpm、約20 rpm至約500 rpm、約50 rpm至約500 rpm、約100 rpm至約500 rpm或約200rpm至約500rpm。

【0140】 在一些實施方案中，攪拌複合物-剝離溶液混合物的速度

是小於3000 rpm、小於2500 rpm、小於1500 rpm、小於1200 rpm、小於900 rpm、小於750 rpm、小於600 rpm、小於500 rpm、小於400 rpm、小於300 rpm或小於250 rpm。在一些實施方案中，攪拌複合物-剝離溶液混合物的速度是大於10 rpm、大於20 rpm、大於50 rpm、大於100 rpm、大於200 rpm、大於250 rpm、大於300 rpm、大於400 rpm、大於500 rpm、大於600 rpm或大於750 rpm。

【0141】 在一些實施方案中，攪拌複合物-剝離溶液混合物的時間是約1秒至約120分鐘、約5秒至約120分鐘、約10秒至約120分鐘、約20秒至約120分鐘、約30秒至約120分鐘、約45秒至約120分鐘、約60秒至約120分鐘、約75秒至約120分鐘、約90秒至約120分鐘、約105秒至約120分鐘、約120秒至約120分鐘、約30秒至約90分鐘、約30秒至約75分鐘、約30秒至約60分鐘、約30秒至約45分鐘、約30秒至約30分鐘、約30秒至約20分鐘、約30秒至約10分鐘、約30秒至約5分鐘、約60秒至約90分鐘、約60秒至約75分鐘、約60秒至約60分鐘、約60秒至約45分鐘、約60秒至約30分鐘、約60秒至約20分鐘、約60秒至約10分鐘、約60秒至約5分鐘、約120秒至約60分鐘、約120秒至約45分鐘、約120秒至約30分鐘、約120秒至約20分鐘、約120秒至約10分鐘或約120秒至約5分鐘。

【0142】 在一些實施方案中，攪拌複合物-剝離溶液混合物的時間是少於120分鐘、少於105分鐘、少於90分鐘、少於75分鐘、少於60分鐘、少於45分鐘、少於30分鐘、少於20分鐘、少於10分鐘、少於5分鐘、少於1分鐘、少於45秒、少於30秒、少於20秒或少於10秒。在一些實施方案中，攪拌複合物-剝離溶液混合物的時間是多於1秒、多於5秒、多於10秒、多於20秒、多於30秒、多於45秒、多於60秒、多於75秒、多於90秒、多於105秒、多於120秒、多於5分鐘、多於10分鐘、多於20分鐘或多於30分鐘。

【0143】 在一些實施方案中，行星攪拌混合器包含至少一個行星式槳和至少一個高速分散槳。在某些實施方案中，行星式槳的轉速為約20 rpm至約200 rpm、約20 rpm至約150 rpm、約30 rpm至約150 rpm或約50 rpm至約100 rpm。在某些實施方案中，分散槳的轉速為約1000 rpm至約4000 rpm、約1000 rpm至約3500 rpm、約1000 rpm至約3000 rpm、約1000

rpm至約2000 rpm、約1500 rpm至約3000 rpm或約1500 rpm至約2500 rpm。

【0144】 在某些實施方案中，超音波發生器為超音波浴、探頭型超音波發生器或超音波流動池。在一些實施方案中，超音波發生器運作時的功率密度是約10 W/L至約100 W/L、約20 W/L至約100 W/L、約30 W/L至約100 W/L、約40 W/L至約80 W/L、約40 W/L至約70 W/L、約40 W/L至約60 W/L、約40 W/L至約50 W/L、約50 W/L至約60 W/L、約20 W/L至約80 W/L、約20 W/L至約60 W/L或約20 W/L至約40 W/L。在某些實施方案中，超音波發生器運作時的功率密度是大於10 W/L、大於20 W/L、大於30 W/L、大於40 W/L、大於50 W/L、大於60 W/L、大於70 W/L、大於80 W/L或大於90 W/L。

【0145】 在一些實施方案中，超音波發生器運作時的功率是約100 W至約1000 W、約200 W至約1000 W、約300 W至約1000 W、約400 W至約1000 W、約500 W至約1000 W、約500 W至約900 W、約500 W至約800 W、約500 W至約700 W或約500 W至約600 W。在一些實施方案中，超音波發生器運作時的功率是小於1000 W、小於900 W、小於800 W、小於700 W、小於600 W、小於500 W、小於400 W或小於300 W。在一些實施方案中，超音波發生器運作時的功率大於100 W、大於200 W、大於300 W、大於400W、大於500W、大於600W、大於700W或大於800W。

【0146】 在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液後，剝離後的複合物-剝離溶液混合物的pH值為約9至約13、約9.25至約13、約9.5至約13、約9.75至約13、約10至約13、約10.25至約13、約10.5至約13、約10.5至約12.75、約10.5至約12.5、約10.5至約12.25、約10.5至約12、約10.5至約11.75或約10.5至約11.5。

【0147】 在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液後，剝離後的複合物-剝離溶液混合物的pH值為小於13、小於12.75、小於12.5、小於12.25、小於12、小於11.75、小於11.5、小於11.25、小於11、小於10.75、小於10.5、小於10.25、小於10、小於9.75或小於9.5。在一些實施方案中，將複合物浸入剝離溶液後，剝離後的複合物-剝離溶液混合物的pH值為大於9、大於9.25、大於9.5、大於9.75、大於10、大於10.25、大於10.5、大

於10.75、大於11、大於11.25、大於11.5、大於11.75、大於12、大於12.25或大於12.5。

【0148】 在一些實施方案中，在將複合物浸入剝離溶液之後，複合物被剝離成兩層或更多層。在一些實施方案中，在將複合物浸入剝離溶液之後，複合物被剝離成塗層和金屬基底層。

【0149】 在一些實施方案中，對剝離後的複合物-剝離溶液混合物進行篩選，以將塗層和金屬基底層與剝離溶液分離。在一些實施方案中，過濾、篩分、傾析或其組合可用於篩選剝離後的複合物-剝離溶液混合物。

【0150】 圖3是一個實施方案的流程圖，顯示了將本文揭露的複合物剝離以及提取塗層和金屬基底材料的後續進一步工序的方法中的步驟。由於本發明中的金屬基底的腐蝕和溶解傾向相當低，因此不必對提取的剝離溶液進行純化便可以再利用。提取的剝離溶液可用於其它複合物的剝離。這就形成了一個閉環的回收製程，其中材料可被重復回收和再利用並持續參與循環，這有助於創造循環經濟。

【0151】 在一些實施方案中，對回收的已剝離複合物材料可進行額外的分離及/或提取製程，以進一步提取其中各自含有的材料。在一些實施方案中，對回收的塗層和金屬基底層可進行額外的分離及/或提取製程以進一步提取塗層和金屬基底材料。

【0152】 本發明的方法特別適用於實現電池中電極的剝離，其中電極是複合物，其中電極層和集流體分別是塗層和金屬基底。

【0153】 在一些實施方案中，電池可以是一次電池或二次電池。電池的一些非限制性實例包括鹼性電池、鋁空氣電池、鋰電池、鋰空氣電池、鎂電池、固態電池、氧化銀電池、鋅空氣電池、鋁離子電池、鉛酸電池、鋰離子電池、鎂離子電池、鉀離子電池、鈉離子電池、鈉空氣電池、矽空氣電池、鋅離子電池以及鈉硫電池。

【0154】 在電極內，黏結劑可用於將活性材料顆粒和導電劑與集流體黏附在一起，以形成連續的導電路徑。由於本文揭露的共聚物黏結劑具有優異的黏合能力，因此可以使用這種共聚物黏結劑。由於在電極層組分之間以及電極層與集流體之間具有良好的黏合能力，使用這種共

聚物黏結劑有助於降低集流體與電極材料之間的阻抗和介面電阻，從而提高離子和電子傳輸率。此外，所揭露的共聚物可以通過氫鍵和離子-偶極相互作用容易與水發生相互作用，使得共聚物黏結劑在水中具有優異的分散性和穩定性，通過使用水基漿料，使得在形成電極層時具有良好的加工性。

【0155】 在回收電池時，用現時的方法將電極層從集流體剝離存在缺點，如當使用煅燒法時需要高溫並釋放出有害物質，或當使用浸出法時需要用到有危險和有害的化學物質。

【0156】 相反，本文揭露的剝離方法可以讓包含集流體和塗覆在集流體一面或兩面的電極層的電極（其中電極層包含本發明揭露的共聚物黏結劑），通過簡單使用剝離溶液而有效地剝離，而無重大安全問題或環境影響。此外，剝離過程是非常高效的。

【0157】 圖4a顯示實施例2中將雙面塗覆的陰極浸入剝離溶液後回收的陰極層和集流體，其中剝離溶液包含0.05M的磷酸三鉀和去離子水，並且其中雙面陰極包含共聚物黏結劑，其中基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，結構單元(a)占的比例是按莫耳計為49.45%、結構單元(b)占的比例是按莫耳計為26.48%以及結構單元(c)占的比例是按莫耳計為24.07%。同樣地，圖4b顯示實施例14中將雙面塗覆的陰極浸入剝離溶液後回收的陰極層和集流體，其中剝離溶液包含0.25M的磷酸三鉀和去離子水，並且其中雙面陰極包含共聚物黏結劑，其中基於共聚物黏結劑中單體單元的總莫耳數，結構單元(a)占的比例是按莫耳計為23.01%、結構單元(b)占的比例是按莫耳計為10.00%以及結構單元(c)占的比例是按莫耳計為66.99%。兩圖中都可見陰極層與鋁集流體完全剝離，且未觀察到鋁集流體變色或凹痕，表明鋁集流體沒有明顯的腐蝕。

【0158】 圖5描述了比較例1中回收的陰極，其中浸入剝離溶液中的雙面塗覆的陰極包含聚偏二氟乙烯（PVDF）作為聚合物黏結劑。本文使用的剝離溶液包含濃度為1 M的磷酸三鉀和去離子水。可見將陰極層從鋁集流體上剝離是不成功的，儘管浸入剝離溶液中，但陰極層仍然牢固地黏附在鋁集流體上。這表明使用本發明中揭露的剝離劑用於實現電極

的剝離不適用於包含非水性聚合物黏結劑（例如PVDF）的電極。

【0159】 集流體是用於收集陰極活性材料的電化學反應產生的電子或提供電化學反應所需的電子。在一些實施方案中，集流體可以是箔、片或膜的形式。在一些實施方案中，集流體是金屬。在一些實施方案中，集流體選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、鎳、鎢、鉬、錫、鈮、鋅、鎘、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。在一些實施方案中，集流體僅具有一層。在一些實施方案中，集流體具有兩層結構。在一些實施方案中，集流體具有三層或更多層。在一些實施方案中，每層中的一種或多種物料可以相同，也可以不同或部分不同。

【0160】 在一些實施方案中，當集流體包含多於一層時，集流體包含一層絕緣材料。在一些實施方案中，絕緣材料是選自由聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚丙烯腈、聚酯、聚醯胺、聚苯乙烯、聚氨酯、聚環氧樹脂、聚(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)、聚醯亞胺、聚烯烴、聚乙烯、聚丙烯、聚苯硫醚、聚(乙烯基酯)、聚氯乙烯、聚醚、聚苯醚、纖維素聚合物及其組合構成的群組的聚合物材料。當所述集流體包含絕緣材料層時，所述塗層被塗覆到所述集流體外側的金屬層上。

【0161】 在一些實施方案中，集流體塗有一層碳質材料。這層碳質材料將是塗層的一部分。在一些實施方案中，集流體不塗有碳質材料層。

【0162】 集流體的厚度會影響其在電池中所占的體積、所需電極活性材料的量，從而影響電池的容量。在一些實施方案中，集流體的厚度是約5 μ m至約50 μ m、約10 μ m至約50 μ m、約15 μ m至約50 μ m、約20 μ m至約50 μ m、約25 μ m至約50 μ m、約5 μ m至約30 μ m、約10 μ m至約30 μ m、約15 μ m至約30 μ m、約20 μ m至約30 μ m、約5 μ m至約20 μ m、約5 μ m至約15 μ m、約10 μ m至約30 μ m、約10 μ m至約25 μ m或約10 μ m至約20 μ m。

【0163】 在一些實施方案中，集流體的厚度小於50 μ m、小於45 μ m、小於40 μ m、小於35 μ m、小於30 μ m、小於25 μ m、小於20 μ m、小於15 μ m或小於10 μ m。在一些實施方案中，集流體的厚度大於5 μ m、大於10 μ m、大於15 μ m、大於20 μ m、大於25 μ m、大於30 μ m、大於35 μ m、大

於40 μm 或大於45 μm 。

【0164】 在一些實施方案中，電極可以是陰極或陽極。在一些實施方案中，電極層還包含電極活性材料。

【0165】 在一些實施方案中，所述電極活性材料是陰極活性材料，其中所述陰極活性材料選自由 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 、 LiV_2O_5 、 LiTiS_2 、 LiMoS_2 、 LiMnO_2 、 LiCrO_2 、 LiMn_2O_4 、 Li_2MnO_3 、 LiFeO_2 、 LiFePO_4 及其組合構成的群組，其中每個x獨立地是0.1至0.9；每個y獨立地是0至0.9；每個z獨立地是0至0.4。在某些實施方案中，上述通式中的每個x獨立地選自0.1、0.125、0.15、0.175、0.2、0.225、0.25、0.275、0.3、0.325、0.35、0.375、0.4、0.425、0.45、0.475、0.5、0.525、0.55、0.575、0.6、0.625、0.65、0.675、0.7、0.725、0.75、0.775、0.8、0.825、0.85、0.875和0.9；上述通式中的每個y獨立地選自0、0.025、0.05、0.075、0.1、0.125、0.15、0.175、0.2、0.225、0.25、0.275、0.3、0.325、0.35、0.375、0.4、0.425、0.45、0.475、0.5、0.525、0.55、0.575、0.6、0.625、0.65、0.675、0.7、0.725、0.75、0.775、0.8、0.825、0.85、0.875和0.9；上述通式中的每個z獨立地選自0、0.025、0.05、0.075、0.1、0.125、0.15、0.175、0.2、0.225、0.25、0.275、0.3、0.325、0.35、0.375和0.4。在一些實施方案中，上述通式中的每個x、y和z獨立地具有0.01的間隔。

【0166】 在某些實施方案中，陰極活性材料選自由 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ (NMC)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 、 LiV_2O_5 、 LiTiS_2 、 LiMoS_2 、 LiMnO_2 、 LiCrO_2 、 LiMn_2O_4 、 LiFeO_2 、 LiFePO_4 、 $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{O}_2$ 及其組合構成的群組，其中每個x獨立地是0.4至0.6；每個y獨立地是0.2至0.4；以及每個z獨立地是0至0.1。在其它實施方案中，陰極活性材料不是 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiV_2O_5 、 LiTiS_2 、 LiMoS_2 、 LiMnO_2 、 LiCrO_2 、 LiMn_2O_4 、 LiFeO_2 或 LiFePO_4 。在進一步的實施方案中，陰極活性材料不是 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 或 $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{O}_2$ ，其中每個x獨立地是0.1至0.9；每個y獨立地是0至0.45；以及每個z獨立地是0至0.2。在某些實施方案中，陰極活性材料為 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ ；

其中 $-0.2 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 以及 $a+b+c \leq 1$ 。在一些實施方案中，陰極活性材料具有通式 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ ，其中 $0.33 \leq a \leq 0.92$ 、 $0.33 \leq a \leq 0.9$ 、 $0.33 \leq a \leq 0.8$ 、 $0.4 \leq a \leq 0.92$ 、 $0.4 \leq a \leq 0.9$ 、 $0.4 \leq a \leq 0.8$ 、 $0.5 \leq a \leq 0.92$ 、 $0.5 \leq a \leq 0.9$ 、 $0.5 \leq a \leq 0.8$ 、 $0.6 \leq a \leq 0.92$ 或 $0.6 \leq a \leq 0.9$ ； $0 \leq b \leq 0.5$ 、 $0 \leq b \leq 0.4$ 、 $0 \leq b \leq 0.3$ 、 $0 \leq b \leq 0.2$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.5$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.2$ 、 $0.2 \leq b \leq 0.5$ 、 $0.2 \leq b \leq 0.4$ 或 $0.2 \leq b \leq 0.3$ ； $0 \leq c \leq 0.5$ 、 $0 \leq c \leq 0.4$ 、 $0 \leq c \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.5$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.4$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.2$ 、 $0.2 \leq c \leq 0.5$ 、 $0.2 \leq c \leq 0.4$ 或 $0.2 \leq c \leq 0.3$ 。在一些實施方案中，陰極活性材料具有通式 LiMPO_4 ，其中M選自由Fe、Co、Ni、Mn、Al、Mg、Zn、Ti、La、Ce、Sn、Zr、Ru、Si、Ge及其組合構成的群組。在一些實施方案中，陰極活性材料選自由 LiFePO_4 、 LiCoPO_4 、 LiNiPO_4 、 LiMnPO_4 、 LiMnFePO_4 、 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{(1-x)}\text{PO}_4$ 及其組合構成的群組；以及其中 $0 < x < 1$ 。在一些實施方案中，陰極活性材料為 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_4$ ；其中 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 和 $0 \leq y \leq 2$ 。在某些實施方案中，陰極活性材料為 $x\text{Li}_2\text{MnO}_3 \cdot (1-x)\text{LiMO}_2$ ，其中M選自由Ni、Co、Mn及其組合構成的群組；其中 $0 < x < 1$ 。在一些實施方案中，陰極活性材料為 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 或 LiVPO_4F 。在某些實施方案中，陰極活性材料具有通式 Li_2MSiO_4 ，其中M選自由Fe、Co、Mn、Ni及其組合構成的群組。

【0167】 在某些實施方案中，陰極活性材料摻雜有選自由Co、Cr、V、Mo、Nb、Pd、F、Na、Fe、Ni、Mn、Al、Mg、Zn、Ti、La、Ce、Sn、Zr、Ru、Si、Ge及其組合構成的群組的摻雜劑。在一些實施方案中，摻雜劑不是Co、Cr、V、Mo、Nb、Pd、F、Na、Fe、Ni、Mn、Mg、Zn、Ti、La、Ce、Ru、Si或Ge。在某些實施方案中，摻雜劑不是Al、Sn或Zr。

【0168】 在一些實施方案中，陰極活性材料是 $\text{LiNi}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.33}\text{O}_2$ (NMC333)、 $\text{LiNi}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.3}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ (NMC532)、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ (NMC622)、 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (NMC811)、 $\text{LiNi}_{0.92}\text{Mn}_{0.04}\text{Co}_{0.04}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ (NCA)、 LiNiO_2 (LNO)或其組合。

【0169】 在其它實施方案中，陰極活性材料不是 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、

LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 或 Li_2MnO_3 。在進一步的實施方案中，陰極活性材料不是 $\text{LiNi}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.33}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.3}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.92}\text{Mn}_{0.04}\text{Co}_{0.04}\text{O}_2$ 或 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。

【0170】 在某些實施方案中，陰極活性材料包含或其本身為具有核和殼結構的核-殼複合材料，其中所述核和殼各自獨立地包含選自由 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 、 Li_2MnO_3 、 LiCrO_2 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 、 LiV_2O_5 、 LiTiS_2 、 LiMoS_2 、 $\text{LiCo}_a\text{Ni}_b\text{O}_2$ 、 $\text{LiMn}_a\text{Ni}_b\text{O}_2$ 及其組合構成的群組的鋰過渡金屬氧化物，其中 $-0.2 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 以及 $a+b+c \leq 1$ 。在某些實施方案中，上述通式中的每個 x 獨立地選自 -0.2 、 -0.175 、 -0.15 、 -0.125 、 -0.1 、 -0.075 、 -0.05 、 -0.025 、 0 、 0.025 、 0.05 、 0.075 、 0.1 、 0.125 、 0.15 、 0.175 和 0.2 ；上述通式中的每個 a 獨立地選自 0 、 0.025 、 0.05 、 0.075 、 0.1 、 0.125 、 0.15 、 0.175 、 0.2 、 0.225 、 0.25 、 0.275 、 0.3 、 0.325 、 0.35 、 0.375 、 0.4 、 0.425 、 0.45 、 0.475 、 0.5 、 0.525 、 0.55 、 0.575 、 0.6 、 0.625 、 0.65 、 0.675 、 0.7 、 0.725 、 0.75 、 0.775 、 0.8 、 0.825 、 0.85 、 0.875 、 0.9 、 0.925 、 0.95 和 0.975 ；上述通式中的每個 b 獨立地選自 0 、 0.025 、 0.05 、 0.075 、 0.1 、 0.125 、 0.15 、 0.175 、 0.2 、 0.225 、 0.25 、 0.275 、 0.3 、 0.325 、 0.35 、 0.375 、 0.4 、 0.425 、 0.45 、 0.475 、 0.5 、 0.525 、 0.55 、 0.575 、 0.6 、 0.625 、 0.65 、 0.675 、 0.7 、 0.725 、 0.75 、 0.775 、 0.8 、 0.825 、 0.85 、 0.875 、 0.9 、 0.925 、 0.95 和 0.975 ；上述通式中的每個 c 獨立地選自 0 、 0.025 、 0.05 、 0.075 、 0.1 、 0.125 、 0.15 、 0.175 、 0.2 、 0.225 、 0.25 、 0.275 、 0.3 、 0.325 、 0.35 、 0.375 、 0.4 、 0.425 、 0.45 、 0.475 、 0.5 、 0.525 、 0.55 、 0.575 、 0.6 、 0.625 、 0.65 、 0.675 、 0.7 、 0.725 、 0.75 、 0.775 、 0.8 、 0.825 、 0.85 、 0.875 、 0.9 、 0.925 、 0.95 和 0.975 。在一些實施方案中，上述通式中的每個 x 、 a 、 b 和 c 獨立地具有 0.01 的間隔。在其它實施方案中，核及殼各自獨立地包含兩種或多種鋰過渡金屬氧化物。在一些實施方案中，核或殼中的一者僅包含一種鋰過渡金屬氧化物，而另一者包含兩種或更多種鋰過渡金屬氧化物。在核和殼中的鋰過渡金屬氧化物可以相同或不同或部分不同。在一些實施方案中，兩種或多種的鋰過渡金屬氧化

物在核上均勻分佈。在某些實施方案中，兩種或多種的鋰過渡金屬氧化物在核上分佈不均勻。在一些實施方案中，陰極活性材料不是核-殼複合材料。

【0171】 在一些實施方案中，在核與殼中的鋰過渡金屬氧化物的每一者獨立地摻雜有選自由Co、Cr、V、Mo、Nb、Pd、F、Na、Fe、Ni、Mn、Al、Mg、Zn、Ti、La、Ce、Sn、Zr、Ru、Si、Ge及其組合構成的群組的摻雜劑。在某些實施方案中，核及殼各自獨立地包含兩種或多種的摻雜鋰過渡金屬氧化物。在一些實施方案中，兩種或多種的摻雜鋰過渡金屬氧化物在核及/或殼上均勻分佈。在某些實施方案中，兩種或多種的摻雜鋰過渡金屬氧化物在核及/或殼上不均勻分佈。

【0172】 在一些實施方案中，陰極活性材料包含或其本身為核-殼複合材料，其包含含有鋰過渡金屬氧化物的核和包含過渡金屬氧化物的殼。在某些實施方案中，鋰過渡金屬氧化物選自由 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 、 Li_2MnO_3 、 LiCrO_2 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 、 LiV_2O_5 、 LiTiS_2 、 LiMoS_2 、 $\text{LiCo}_a\text{Ni}_b\text{O}_2$ 、 $\text{LiMn}_a\text{Ni}_b\text{O}_2$ 及其組合構成的群組；其中 $-0.2 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 和 $a+b+c \leq 1$ 。在某些實施方案中，上述通式中的x獨立地選自-0.2、-0.175、-0.15、-0.125、-0.1、-0.075、-0.05、-0.025、0、0.025、0.05、0.075、0.1、0.125、0.15、0.175和0.2；上述通式中的每個a獨立地選自0、0.025、0.05、0.075、0.1、0.125、0.15、0.175、0.2、0.225、0.25、0.275、0.3、0.325、0.35、0.375、0.4、0.425、0.45、0.475、0.5、0.525、0.55、0.575、0.6、0.625、0.65、0.675、0.7、0.725、0.75、0.775、0.8、0.825、0.85、0.875、0.9、0.925、0.95和0.975；上述通式中的每個b獨立地選自0、0.025、0.05、0.075、0.1、0.125、0.15、0.175、0.2、0.225、0.25、0.275、0.3、0.325、0.35、0.375、0.4、0.425、0.45、0.475、0.5、0.525、0.55、0.575、0.6、0.625、0.65、0.675、0.7、0.725、0.75、0.775、0.8、0.825、0.85、0.875、0.9、0.925、0.95和0.975；上述通式中的每個c獨立地選自0、0.025、0.05、0.075、0.1、0.125、0.15、0.175、0.2、0.225、0.25、0.275、0.3、0.325、0.35、0.375、0.4、0.425、0.45、0.475、0.5、0.525、0.55、0.575、0.6、0.625、0.65、0.675、0.7、0.725、

0.75、0.775、0.8、0.825、0.85、0.875、0.9、0.925、0.95和0.975。在一些實施方案中、上述通式中的每個x、a、b和c獨立地具有0.01的間隔。在一些實施方案中，過渡金屬氧化物選自由 Fe_2O_3 、 MnO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZnO 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 、 RuO_2 及其組合構成的群組。在某些實施方案中，殼包含鋰過渡金屬氧化物和過渡金屬氧化物。

【0173】 在一些實施方案中，核的直徑為約 $1\mu\text{m}$ 至約 $15\mu\text{m}$ 、約 $3\mu\text{m}$ 至約 $15\mu\text{m}$ 、約 $3\mu\text{m}$ 至約 $10\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m}$ 至約 $10\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m}$ 至約 $45\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m}$ 至約 $35\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m}$ 至約 $25\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $45\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $40\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $35\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $25\mu\text{m}$ 、約 $15\mu\text{m}$ 至約 $45\mu\text{m}$ 、約 $15\mu\text{m}$ 至約 $30\mu\text{m}$ 、約 $15\mu\text{m}$ 至約 $25\mu\text{m}$ 、約 $20\mu\text{m}$ 至約 $35\mu\text{m}$ 或約 $20\mu\text{m}$ 至約 $30\mu\text{m}$ 。在某些實施方案中，殼的厚度為約 $1\mu\text{m}$ 至約 $45\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m}$ 至約 $35\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m}$ 至約 $25\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m}$ 至約 $15\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m}$ 至約 $10\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m}$ 至約 $5\mu\text{m}$ 、約 $3\mu\text{m}$ 至約 $15\mu\text{m}$ 、約 $3\mu\text{m}$ 至約 $10\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m}$ 至約 $10\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $35\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $20\mu\text{m}$ 、約 $15\mu\text{m}$ 至約 $30\mu\text{m}$ 、約 $15\mu\text{m}$ 至約 $25\mu\text{m}$ 或約 $20\mu\text{m}$ 至約 $35\mu\text{m}$ 。在某些實施方案中，核和殼的直徑或厚度比在15:85至85:15、25:75至75:25、30:70至70:30或40:60至60:40的範圍內。在某些實施方案中，核和殼的體積或重量比為95:5、90:10、80:20、70:30、60:40、50:50、40:60或30:70。

【0174】 在一些實施方案中，電極活性材料是陽極活性材料，其中陽極活性材料選自由天然石墨顆粒、合成石墨顆粒、硬碳、軟碳、中間相碳微球（MCMB）、Sn顆粒、 SnO_2 、 SnO 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 顆粒、Si顆粒、Si-C複合顆粒及其組合構成的群組。

【0175】 在某些實施方案中，陽極活性材料摻雜有金屬元素或非金屬元素。在一些實施方案中，金屬元素選自由Fe、Ni、Mn、Al、Mg、Zn、Ti、La、Ce、Sn、Zr、Ru及其組合構成的群組。在一些實施方案中，非金屬元素是B、Si、Ge、N、P、F、S、Cl、I、Se或其組合。

【0176】 在一些實施方案中，陽極活性材料包含或其本身為具有核及殼結構的核-殼複合材料，其中核和殼各自獨立地選自由天然石墨顆粒、合成石墨顆粒、硬碳、軟碳、中間相碳微球（MCMB）、Sn顆粒、

SnO₂、SnO、Li₄Ti₅O₁₂顆粒、Si顆粒、Si-C複合顆粒及其組合構成的群組。

【0177】 在某些實施方案中，核-殼複合材料包含含有碳質材料的核和包覆在碳質材料的核上的殼。在一些實施方案中，碳質材料選自由軟碳、硬碳、天然石墨顆粒、合成石墨顆粒、中間相碳微球、Kish石墨、熱解碳、中間相瀝青、中間相瀝青基碳纖維及其組合構成的群組。在某些實施方案中，殼體選自由天然石墨顆粒、合成石墨顆粒、硬碳、軟碳、中間相碳微球（MCMB）、Sn顆粒、SnO₂、SnO、Li₄Ti₅O₁₂顆粒、Si顆粒、Si-C複合顆粒及其組合構成的群組。

【0178】 在某些實施方案中，陽極活性材料沒有摻雜金屬元素或非金屬元素。在一些實施方案中，陽極活性材料沒有摻雜Fe、Ni、Mn、Al、Mg、Zn、Ti、La、Ce、Sn、Zr、Ru、B、Si、Ge、N、P、F、S、Cl、I或Se。

【0179】 在一些實施方案中，電極層可以另外包含其它用於增強電極性能的添加劑。在一些實施方案中，添加劑可以包括導電劑，表面活性劑，分散劑和柔韌性增強添加劑。

【0180】 在一些實施方案中，電極層還包含導電劑。導電劑是用來增強電極的導電性能。任何合適的材料都可以用作導電劑。在一些實施方案中，導電劑是碳質材料。一些非限制性實例包括碳、炭黑、石墨、膨脹石墨、石墨烯、石墨烯奈米片、碳纖維、碳奈米纖維、石墨化碳片、碳管、活性炭、SuperP、0維KS6、一維氣相生長碳纖維（VGCF）、介孔碳及其組合。

【0181】 在一些實施方案中，電極層還包含鋰鹽。鋰鹽有助於增加電極層的離子導電率，從而降低電極的電阻。在一些實施方案中，鋰鹽選自由雙（三氟甲基磺酰）亞胺鋰（LiTFSI）、六氟磷酸鋰（LiPF₆）、四氟硼酸鋰（LiBF₄）、偏硼酸鋰（LiBO₂）、高氯酸鋰（LiClO₄）、硝酸鋰（LiNO₃）、雙（氟磺酰）亞胺鋰（LiFSI）、碘化鋰（LiI）、四氯鋁酸鋰（LiAlCl₄）、二氟（草酸）硼酸鋰（LiBF₂C₂O₄）、二草酸硼酸鋰（LiBOB）、乙酸鋰（LiAc）及其組合構成的群組。

【0182】 在一些實施方案中，電極層進一步包含離子導電聚合

物。離子導電聚合物有助於增加電極層的離子導電率，從而降低電極的電阻。在一些實施方案中，離子導電聚合物選自由聚醚、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚矽氧烷、聚磷腈、聚乙烯衍生物、環氧烷衍生物、磷酸鹽聚合物、聚賴氨酸、聚酯硫化物、聚乙烯醇、聚偏氟乙烯、含有一種或多種可解離基團的聚合物、其共聚物及其組合構成的群組。在一些實施方案中，離子導電聚合物選自由聚丙烯腈（PANs）、聚碳酸乙烯酯（PECs）、聚丙烯醯胺（PAMs）、聚乙二醇（PEGs）、聚環氧乙烯（PEOs）、聚甲基丙烯酸羥乙酯（P（HEMAs））、聚膦酸酯（PPhs）、聚矽氧烷、聚醯胺（PAs）、聚二內酯、聚二酯、聚磷腈（PPHOSs）、聚氨酯（PUs）、其共聚物及其組合構成的群組。

【0183】 在一些實施方案中，電極層還包含無機固態電解質。無機固態電解質可以幫助增加電極層的離子導電率，從而降低電極的電阻。在一些實施方案中，無機固態電解質選自由含有硫和磷的LPS硫化物，例如 $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ ； $\text{Li}_{4-x}\text{Ge}_{1-x}\text{P}_x\text{S}_4$ （LGPS， x 為0.1至2）； $\text{Li}_{10\pm1}\text{MP}_2\text{X}_{12}$ （ $\text{M}=\text{Ge}$ 、 Si 、 Sn 、 Al ， $\text{X}=\text{S}$ 、 Se ）； $\text{Li}_{3.833}\text{Sn}_{0.833}\text{As}_{0.166}\text{S}_4$ ； Li_4SnS_4 ； $\text{B}_2\text{S}_3-\text{Li}_2\text{S}$ ； $x \text{ Li}_2\text{S}-(100-x) \text{ P}_2\text{S}_5$ （ x 為70至80）； $\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2-\text{Li}_3\text{N}$ ； $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5-\text{LiI}$ ； $\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2-\text{LiI}$ ； $\text{Li}_2\text{S}-\text{B}_2\text{S}_3-\text{LiI}$ ； $\text{Li}_{10}\text{SnP}_2\text{S}_{12}$ ； $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{X}$ 硫銀鍍礦（其中 X 為鹵素）；硫代-LISICON化合物，例如 $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$ ；反鈣鈦礦類，例如 Li_3SX （ X 為 Cl 或 Br ）；鋰-磷-碘-氧硫化物；鋰-磷-氧硫化物；鋰-鋅-鍍礦硫化物；鋰-鍍礦硫化物；LLTO基化合物，例如 $(\text{La}, \text{Li})\text{TiO}_3$ ； $\text{Li}_6\text{La}_2\text{CaTa}_6\text{O}_{12}$ ； $\text{Li}_6\text{La}_2\text{ANb}_2\text{O}_{12}$ （ A 為 Ca 及/或 Sr ）； $\text{Li}_2\text{Nd}_3\text{TeSbO}_{12}$ ； $\text{Li}_3\text{BO}_{2.5}\text{N}_{0.5}$ ； $\text{Li}_9\text{SiAlO}_8$ ；LAGP化合物 $(\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ ，其中 $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$)； $\text{Li}_2\text{O}-\text{LATP}$ 化合物，例如 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ； $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ （其中 $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$ ）； $\text{Li}_{1+x}\text{Ti}_{2-x}\text{Al}_x\text{Si}_y(\text{PO}_4)_{3-y}$ （其中 $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$ ）； $\text{LiAl}_x\text{Zr}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ （其中 $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$ ）； $\text{LiTi}_x\text{Zr}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ （其中 $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$ ）；LISICON型固態電解質；LIPON化合物 $(\text{Li}_{3+y}\text{PO}_{4-x}\text{N}_x$ ，其中 $0\leq x\leq 1$ ， $0\leq y\leq 1$)；鈣鈦礦化合物 $(\text{La}, \text{Li})\text{TiO}_3$ ；NASICON化合物，例如 $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ ；反鈣鈦礦類，例如 Li_3OX （ X 為 Cl 或 Br ）；鋰-鋁-鈦-矽-磷酸鹽（LATSP）；鋰-鋁氧化物；鋰-鈳-鍍礦氧化物；鋰-鋅-鍍礦氧化物；

鋰填充石榴石，例如鋰-鐳-鋅氧化物；鋰-鐳-鋅-鋁氧化物；鋰-鐳-鋅-鋁氧化物； Li_3N ；鋰-鋁氯化物及其組合構成的群組。

【0184】 本發明中應用的共聚物黏結劑對集流體表現出強的黏附性。共聚物黏結劑對集流體具有良好的黏附強度是重要的，因為它在電池電極的製造中改進了電極層對集流體的黏合力，防止電極分離並增強了其機械穩定性。在一些實施方案中，共聚物黏結劑與集流體之間的黏附強度為約2 N/cm至約6 N/cm、約2 N/cm至約5.8 N/cm、約2 N/cm至約5.6 N/cm、約2 N/cm至約5.4 N/cm、約2 N/cm至約5.2 N/cm、約2 N/cm至約5 N/cm、約2 N/cm至約4.8 N/cm、約2 N/cm至4.6 N/cm、約2 N/cm至約4.4 N/cm、約2 N/cm至約4.2 N/cm、約2 N/cm至約4 N/cm、約2 N/cm至約3.9 N/cm、約2 N/cm至約3.8 N/cm、約2 N/cm至約3.7 N/cm、約2 N/cm至約3.6 N/cm、約2 N/cm至約3.5 N/cm、約2 N/cm至約3.4 N/cm、約2 N/cm至約3.3 N/cm、約2 N/cm至約3.2 N/cm、約2 N/cm至約3.1 N/cm、約2 N/cm至約3 N/cm、約2.1 N/cm至約6 N/cm、約2.2 N/cm至約6 N/cm、約2.3 N/cm至約6 N/cm、約2.4 N/cm至約6 N/cm、約2.5 N/cm至約6 N/cm、約2.6 N/cm至約6 N/cm、約2.7 N/cm至約6 N/cm、約2.8 N/cm至約6 N/cm、約2.9 N/cm至約6 N/cm、約3 N/cm至約6 N/cm、約3.1 N/cm至約6 N/cm、約3.2 N/cm至約6 N/cm、約3.3 N/cm至約6 N/cm、約3.4 N/cm至約6 N/cm、約3.5 N/cm至約6 N/cm、約3.6 N/cm至約6 N/cm、約3.7 N/cm至約6 N/cm、約3.8 N/cm至約6 N/cm、約3.9 N/cm至約6 N/cm、約4 N/cm至約6 N/cm、約2.5 N/cm至約5.5 N/cm、約2.5 N/cm至約5 N/cm、約2.5 N/cm至約4.5 N/cm、約2.5 N/cm至約4 N/cm、約2.5 N/cm至約3.5 N/cm、約3 N/cm至約5 N/cm、約2.2 N/cm至約4.2 N/cm或約2.2 N/cm至約5.2 N/cm。

【0185】 在一些實施方案中，共聚物黏結劑與集流體之間的黏附強度小於6N/cm、小於5.8N/cm、小於5.6N/cm、小於5.4N/cm、小於5.2 N/cm、小於5 N/cm、小於4.8 N/cm、小於4.6 N/cm、小於4.4 N/cm、小於4.2 N/cm、小於4 N/cm、小於3.9 N/cm、小於3.8 N/cm、小於3.7 N/cm、小於3.6 N/cm、小於3.5 N/cm、小於3.4 N/cm、小於3.3 N/cm、小於3.2 N/cm、小於3.1 N/cm、小於3 N/cm、小於2.9 N/cm、小於2.8 N/cm、小於2.7 N/cm、

小於2.6 N/cm、小於2.5 N/cm、小於2.4 N/cm、小於2.3 N/cm或小於2.2 N/cm。在一些實施方案中，共聚物黏結劑與集流體之間的黏附強度大於2N/cm、大於2.1N/cm、大於2.2N/cm、大於2.3N/cm、大於2.4N/cm、大於2.5 N/cm、大於2.6 N/cm、大於2.7 N/cm、大於2.8 N/cm、大於2.9 N/cm、大於3 N/cm、大於3.1 N/cm、大於3.2 N/cm、大於3.3 N/cm、大於3.4 N/cm、大於3.5 N/cm、大於3.6 N/cm、大於3.7 N/cm、大於3.8 N/cm、大於3.9 N/cm、大於4 N/cm、大於4.2 N/cm、大於4.4 N/cm、大於4.6 N/cm、大於4.8 N/cm、大於5 N/cm、大於5.2 N/cm、大於5.4 N/cm、大於5.6 N/cm或大於5.8 N/cm。

【0186】 另外，在本發明中應用的共聚物黏結劑可以表現出電極中電極層對集流體的強黏附性。電極層對集流體具有良好的剝離強度是重要的，因為這將極大地影響電極的機械穩定性和電池的循環性。因此，電極應具有足夠的剝離強度以承受電池製造的嚴格要求。

【0187】 在一些實施方案中，集流體與電極層之間的剝離強度在約1.0 N/cm至約8.0 N/cm、約1.0 N/cm至約6.0 N/cm、約1.0 N/cm至約5.0 N/cm、約1.0 N/cm至約4.0 N/cm、約1.0 N/cm至約3.0 N/cm、約1.0 N/cm至約2.5 N/cm、約1.0 N/cm至約2.0 N/cm、約1.2 N/cm至約3.0 N/cm、約1.2 N/cm至約2.5 N/cm、約1.2 N/cm至約2.0 N/cm、約1.5 N/cm至約3.0 N/cm、約1.5 N/cm至約2.5 N/cm、約1.5 N/cm至約2.0 N/cm、約1.8 N/cm至約3.0 N/cm、約1.8 N/cm至約2.5 N/cm、約2.0 N/cm至約6.0 N/cm、約2.0 N/cm至約5.0 N/cm、約2.0 N/cm至約3.0 N/cm、約2.0 N/cm至約2.5 N/cm、約2.2 N/cm至約3.0 N/cm、約2.5 N/cm至約3.0 N/cm、約3.0 N/cm至約8.0 N/cm、約3.0 N/cm至約6.0 N/cm或約4.0 N/cm至約6.0 N/cm的範圍內。

【0188】 在一些實施方案中，集流體與電極層之間的剝離強度為1.0 N/cm或更高、1.2 N/cm或更高、1.5 N/cm或更高、2.0 N/cm或更高、2.2 N/cm或更高、2.5 N/cm或更高、3.0 N/cm或更高、3.5 N/cm或更高、4.5 N/cm或更高、5.0 N/cm或更高、5.5 N/cm或更高、6.0 N/cm或更高、6.5 N/cm或更高、7.0 N/cm或更高或7.5 N/cm或更高。在一些實施方案中，集流體與電極層之間的剝離強度小於8.0 N/cm、小於7.5 N/cm、小於7.0

N/cm、小於6.5 N/cm、小於6.0 N/cm、小於5.5 N/cm、小於5.0 N/cm、小於4.5 N/cm、小於4.0 N/cm、小於3.5 N/cm、小於3.0 N/cm、小於2.8 N/cm、小於2.5 N/cm、小於2.2 N/cm、小於2.0 N/cm、小於1.8 N/cm或小於1.5 N/cm。

【0189】 在一些實施方案中，陰極電極層和陽極電極層的每一者的表面密度獨立地為約1 mg/cm²至約50 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約10 mg/cm²至約50 mg/cm²、約12.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約15 mg/cm²至約50 mg/cm²、約17.5 mg/cm²至約50 mg/cm²、約20 mg/cm²至約50 mg/cm²、約25 mg/cm²至約50 mg/cm²、約30 mg/cm²至約50 mg/cm²、約1 mg/cm²至約30 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約10 mg/cm²至約30 mg/cm²、約12.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約15 mg/cm²至約30 mg/cm²、約17.5 mg/cm²至約30 mg/cm²、約20 mg/cm²至約30 mg/cm²、約1 mg/cm²至約20 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約10 mg/cm²至約20 mg/cm²、約12.5 mg/cm²至約20 mg/cm²、約1 mg/cm²至約15 mg/cm²、約2.5 mg/cm²至約15 mg/cm²、約5 mg/cm²至約15 mg/cm²、約7.5 mg/cm²至約15 mg/cm²或約10 mg/cm²至約15 mg/cm²。

【0190】 在一些實施方案中，陰極電極層和陽極電極層的每一者的表面密度獨立地小於50 mg/cm²、小於45 mg/cm²、小於35 mg/cm²、小於30 mg/cm²、小於25 mg/cm²、小於20 mg/cm²、小於17.5 mg/cm²、小於15 mg/cm²、小於12.5 mg/cm²、小於10 mg/cm²、小於7.5 mg/cm²、小於5 mg/cm²或小於2.5 mg/cm²。在一些實施方案中，陰極電極層和陽極電極層的每一者的表面密度獨立地大於1 mg/cm²、大於2.5 mg/cm²、大於5 mg/cm²、大於7.5 mg/cm²、大於10 mg/cm²、大於12.5 mg/cm²、大於15 mg/cm²、大於17.5 mg/cm²、大於20 mg/cm²、大於25 mg/cm²、大於30 mg/cm²、大於35 mg/cm²或大於40 mg/cm²。

【0191】 在一些實施方案中，陰極電極層和陽極電極層的每一者的密度獨立地為約0.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約1 g/cm³至約7.5 g/cm³、約1.5

g/cm³至約7.5 g/cm³、約2 g/cm³至約7.5 g/cm³、約2.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約3 g/cm³至約7.5 g/cm³、約3.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約4 g/cm³至約7.5 g/cm³、約4.5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約5 g/cm³至約7.5 g/cm³、約0.5 g/cm³至約5 g/cm³、約1 g/cm³至約5 g/cm³、約1.5 g/cm³至約5 g/cm³、約2 g/cm³至約5 g/cm³、約2.5 g/cm³至約5 g/cm³、約3 g/cm³至約5 g/cm³、約0.5 g/cm³至約2.5 g/cm³、約1 g/cm³至約2.5 g/cm³或約1.5 g/cm³至約2.5 g/cm³。

【0192】 在一些實施方案中，陰極電極層和陽極電極層的每一者的密度獨立地小於7.5 g/cm³、小於7 g/cm³、小於6.5 g/cm³、小於6 g/cm³、小於5.5 g/cm³、小於5 g/cm³、小於4.5 g/cm³、小於4 g/cm³、小於3.5 g/cm³、小於3 g/cm³、小於2.5 g/cm³、小於2 g/cm³或小於1.5 g/cm³。在一些實施方案中，陰極電極層和陽極電極層的每一者的密度獨立地大於0.5 g/cm³、大於1 g/cm³、大於1.5 g/cm³、大於2 g/cm³、大於2.5 g/cm³、大於3 g/cm³、大於3.5 g/cm³、大於4 g/cm³、大於4.5 g/cm³、大於5 g/cm³、大於5.5 g/cm³、大於6 g/cm³或大於6.5 g/cm³。

【0193】 在一些實施方案中，首先將包含待剝離的電極的電池拆解成一個或多個電池碎片，其中所述的一個或多個電池碎片包含一個或多個電極碎片。對用於拆解電池的方法沒有特別限制，除了所得電池碎片的最小尺寸應大於用於剝離後的篩選複合物-剝離溶液混合物的篩網的篩孔尺寸之外，以確保這些碎片能夠被篩選。在一些實施方案中，使用破碎機，研磨機或切割機來拆解電池。在一些實施方案中，使用水刀來拆解電池。在一些實施方案中，電池在拆解之前進行低溫處理，例如使用液態氮。在一些實施方案中，電池首先被放電。在一些實施方案中，電池通過浸入鹽溶液中放電。在其它實施方案中，當使用水刀來拆解電池時，及/或當在拆解電池之前對電池進行低溫處理時，不需要對電池進行放電。

【0194】 在一些實施方案中，當將電池碎片浸入剝離溶液中以實現電極的剝離時，電池碎片與剝離溶液的重量比為約0.01%至約50%、約0.02%至約50%、約0.05%至約50%、約0.1%至約50%、約0.2%至約50%、約0.5%至約50%、約1%至約50%、約2%至約50%、約5%至約50%、約10%

至約50%、約15%至約50%、約20%至約50%、約25%至約50%、約30%至約50%、約0.01%至約25%、約0.02%至約25%、約0.05%至約25%、約0.1%至約25%、約0.2%至約25%、約0.5%至約25%、約1%至約25%、約2%至約25%、約5%至約25%、約10%至約25%、約0.1%至約15%、約0.2%至約15%、約0.5%至約15%、約1%至約15%、約2%至約15%、約5%至約15%、約0.1%至約5%、約0.2%至約5%、約0.5%至約5%、約1%至約5%或約2%至約5%。

【0195】 在一些實施方案中，當將電池碎片浸入剝離溶液中以實現電極的剝離時，電池碎片與剝離溶液的重量比小於50%、小於45%、小於40%、小於35%、小於30%、小於25%、小於20%、小於15%、小於10%、小於5%、小於2%、小於1%、小於0.5%、小於0.2%、小於0.1%或小於0.05%。在一些實施方案中，當將電池碎片浸入剝離溶液中以實現電極的剝離時，電池碎片與剝離溶液的重量比大於0.01%、大於0.02%、大於0.05%、大於0.1%、大於0.2%、大於0.5%、大於1%、大於2%、大於5%、大於10%、大於15%、大於20%、大於25%、大於30%、大於35%或大於40%。

【0196】 在其它實施方案中，在拆解之後但在剝離之前，將電極碎片與其餘電池碎片分開。在一些實施方案中，在電極碎片與其餘電池碎片分開之後，僅對電極碎片進行剝離。

【0197】 在一些實施方案中，當僅將電極碎片浸入剝離溶液中以實現電極的剝離時，電極碎片與剝離溶液的重量比為約0.01%至約50%、約0.02%至約50%、約0.05%至約50%、約0.1%至約50%、約0.2%至約50%、約0.5%至約50%、約1%至約50%、約2%至約50%、約5%至約50%、約10%至約50%、約15%至約50%、約20%至約50%、約25%至約50%、約30%至約50%、約0.01%至約25%、約0.02%至約25%、約0.05%至約25%、約0.1%至約25%、約0.2%至約25%、約0.5%至約25%、約1%至約25%、約2%至約25%、約5%至約25%、約10%至約25%、約0.1%至約15%、約0.2%至約15%、約0.5%至約15%、約1%至約15%、約2%至約15%、約5%至約15%、約0.1%至約5%、約0.2%至約5%、約0.5%至約5%、約1%至約5%

或約2%至約5%。

【0198】 在一些實施方案中，當僅將電極碎片浸入剝離溶液中以實現電極的剝離時，電極碎片與剝離溶液的重量比小於50%、小於45%、小於40%、小於35%、小於30%、小於25%、小於20%、小於15%、小於10%、小於5%、小於2%、小於1%、小於0.5%、小於0.2%、小於0.1%或小於0.05%。在一些實施方案中，當僅將電極碎片浸入剝離溶液中以實現電極的剝離時，電極碎片與剝離溶液的重量比大於0.01%、大於0.02%、大於0.05%、大於0.1%、大於0.2%、大於0.5%、大於1%、大於2%、大於5%、大於10%、大於15%、大於20%、大於25%、大於30%、大於35%或大於40%。

【0199】 利用本發明的方法對包含共聚物黏結劑的電極進行剝離的剝離成功率為100%，回收率極高(> 98%)，以及在短時間(~ 100 s)內使電極層從集流體上剝離。

【0200】 在一些實施方案中，電極的剝離發生在電極層-集流體介面。剝離成功率是指電極層從集流體剝離的程度。成功率可以通過公式計算：

$$\text{成功率(\%)} = \frac{\text{成功剝離的電極層的重量}}{\text{成功剝離的電極層的重量} + \text{殘留在集流體上的電極層的重量}} \times 100\%。$$

在剝離反應之後，存在於剝離溶液中的電極層的重量將相當於成功剝離的電極層的重量。然後，仍然塗覆在集流體上的電極層的重量為殘留在集流體上的電極層的重量，並且可以通過手動刮去該殘留的電極層，然後稱量刮除部分的重量而測量的。在本發明中，電極層從集流體完全剝離的情況下，剝離成功率為 100%。在電極層沒有從集流體剝離或電極層從集流體部分剝離而在集流體上殘留仍有可見的電極層黏附物的其它情況下，成功率將小於 100%。

【0201】 回收率是指基於浸入剝離溶液前的電極的初始重量，成功提取的回收的電極層和集流體的重量之和所占的比例。僅當成功率大於75%時才計算回收率，因為低於此數值，則認為剝離是無效的，並且在經濟上不可行，也不值得考慮應用在工業生產中。它反映了電極中有

用的金屬材料的腐蝕程度及/或有用的金屬材料在剝離溶液中的溶解程度。本文揭露的方法達到高的回收率，表明金屬電極材料（例如集流體）浸入到剝離溶液中的腐蝕或溶解的程度可以忽略不計。

【0202】 考慮到所使用的共聚物黏結劑的組成，本發明提供了一種可用於將電極層從集流體剝離的簡單方法。由於電極層和集流體的分離是電池回收中的關鍵步驟，因此本文揭露的方法提供了滿足電池回收需求的技術方案。本發明的方法既避免了複雜的分離工序又避免了集流體的污染，並實現了優異的材料回收（即高回收率）。

【0203】 本發明中揭露的方法在不損壞底層的集流體的情況下，大大減少了電池中的電極層從集流體上剝離所需的時間。在電極與剝離溶液之間的接觸時間較短的情況下，可以避免集流體和電極活性材料以及其它由金屬製成的電極材料的腐蝕。例如，較短的接觸時間使得當將包含鋁集流體的電極浸入含鹼金屬磷酸鹽的剝離溶液中時，在鋁集流體表面上形成的天然氧化物層達到足以防腐蝕保護的效果。

【0204】 本發明的方法還可用於通過將包裝材料浸入剝離溶液中來實現包裝材料的剝離，其中所述包裝材料包含金屬和塗覆在所述金屬的一面或兩面的塗層，其中所述塗層包含共聚物黏結劑。

【0205】 塗層可以包含金屬，塑料，紙或可能是紙板。通過用含有鹼金屬磷酸鹽的剝離溶液處理包裝材料，使金屬和塗層彼此分離。本文揭露的方法可用於使各種包裝材料剝離，特別是在食品包裝和飲料包裝中，以實現包裝中使用的每一種材料成分的回收和循環再用。

【0206】 為了例證本發明的實施方案給出了以下的實施例，但不是用來將本發明限制至所列舉的具體實施方案。除非相反指明，否則所有的份數和百分比是按重量計。所有的數值是近似值。當給出數值範圍時，應該理解，所聲明的範圍之外的實施方案仍落在本發明的範圍內。在各個實施例中描述的特定細節不應該被理解成本發明的必要特徵。

《實施例》

【0207】 通過電極型pH計（ION 2700，Eutech Instruments）測量

剝離後的電極-剝離溶液混合物的pH值。

【0208】 回收率是指基於電極在浸入剝離溶液中之前的初始重量，回收的電極層和集流體的重量之和所占的比例。

【0209】 剝離成功率是指電極層從集流體剝離的程度。可以通過公式計算：

$$\text{成功率(\%)} = \frac{\text{成功剝離的電極層的重量}}{\text{成功剝離的電極層的重量} + \text{殘留在集流體上的電極層的重量}} \times 100\%。$$

因此，在剝離反應完成或終止之後，將剝離溶液中的電極層回收以獲得成功剝離的電極層的重量，同時將電極上的剩餘電極層材料（如有）手動刮除以獲得集流體上殘留的電極層的重量。

【0210】 通過拉伸測試儀（DZ-106A，來自Dongguan Zonhow Test Equipment Co. Ltd.，中國）來測量乾燥的黏結劑層的黏附強度。這項測試測量以180°角度從集流體上剝離黏結劑層所需的以牛頓為單位的平均力。集流體的平均粗糙深度（ R_z ）是2 μm 。將共聚物黏結劑塗覆在集流體上並乾燥，以獲得厚度為10 μm 至12 μm 的黏結劑層。然後將塗覆的集流體在恆溫25 $^{\circ}\text{C}$ 和濕度為50%至60%的環境中放置30分鐘。將一條18 mm寬、20 mm長的膠帶（3M；美國；型號810）黏附至黏結劑層的表面上。將黏結劑條夾在測試機上，然後將膠帶以180°向後折疊，然後放置在可移動的鉗口中，並在室溫下以300 mm/分鐘的剝離速度拉扯。測得的最大剝離力作為黏附強度。重複測量3次取平均值。

【0211】 通過拉伸測試儀（DZ-106A，來自Dongguan Zonhow Test Equipment Co. Ltd.，中國）來測量乾燥的電極層的剝離強度。這項測試測量以180°角度從集流體上剝離電極層所需的以牛頓為單位的平均力。集流體的平均粗糙深度（ R_z ）是2 μm 。將一條18 mm寬、20 mm長的膠帶（3M；美國；型號810）黏附至陰極電極層的表面上。將陰極條夾在測試機上，然後將膠帶以180°向後折疊，然後放置在可移動的鉗口中，並在室溫下以200 mm/分鐘的剝離速度拉扯。測得的最大剝離力作為剝離強度。重複測量3次取平均值。

《實施例 1》

軟包式鋰離子全電池的組裝

A) 聚合物黏結劑的製備

【0212】 將18.15 g氫氧化鈉 (NaOH) 添加到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0213】 將36.04 g丙烯酸添加到第一懸浮液中。在80 rpm下進一步攪拌混合物30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0214】 將19.04 g丙烯醯胺溶解在10 g去離子水中形成丙烯醯胺溶液。此後，將29.04 g丙烯醯胺溶液添加到第二懸浮液中。將混合物進一步加熱至55°C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0215】 將12.92 g丙烯腈添加到第三懸浮液中。在80 rpm下進一步攪拌混合物10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0216】 之後，將0.015 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；獲得自中國阿拉丁工業公司）溶解於3 g去離子水中，並將0.0075 g還原劑（亞硫酸氫鈉；獲得自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於1.5 g去離子水中。將3.015 g APS溶液和1.5075 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中。在55°C下以200 rpm攪拌混合物24小時以獲得第五懸浮液。

【0217】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降至25°C。將3.72 g NaOH溶解在400 g去離子水中。此後，將403.72 g氫氧化鈉溶液滴加到第五懸浮液中以將pH調節至7.3以形成第六懸浮液。使用200 μ m尼龍網過濾第六懸浮液以形成黏結劑材料。黏結劑材料的固體含量為9.00 wt.%。共聚物黏結劑與集流體的黏附強度為3.27 N/cm。實施例1的共聚物黏結劑的組分及其各自的比例在下表1說明。

B) 正極的製備

【0218】 將12 g導電劑（SuperP;從Timcal Ltd, Bodio, 瑞士，獲得）和100 g聚合物黏結劑（固體含量為9.00 wt.%）分散在74 g去離子水中同時用頂置式攪拌器（R20, IKA）攪拌來製備第一混合物。添加後，將第一混合物在25°C下以1200 rpm的速度進一步攪拌約30分鐘。

【0219】 此後，在25°C下，將276 g NMC532（購自山東天驕新能

源有限公司，中國）添加到第一混合物中，同時用頂置式攪拌器攪拌來製備第二混合物。然後，將第二混合物在約10 kPa的壓力下脫氣1小時。然後，將第二混合物在25°C以1200 rpm的速度進一步攪拌約60分鐘以形成均質化的陰極漿料。

【0220】 使用間隙寬度為120 μm 的刮刀式塗佈機將均質化的陰極漿料塗覆到作為集流體的厚度為16 μm 的鋁箔的兩面上。通過在85°C下的電加熱烘箱中乾燥在鋁箔上的80 μm 的塗覆的漿料以形成陰極電極層。乾燥時間為約120分鐘。然後將電極壓制以將陰極電極層的厚度減小至34 μm 。集流體上的陰極電極層的表面密度為16.00 mg/cm^2 。

C) 負極的製備

【0221】 在去離子水中混合93 wt.%的石墨（中國廣東深圳BTR New Energy Materials Inc.）與作為黏結劑的1 wt.%的羧甲基纖維素（CMC，BSH-12，DKS Co. Ltd.，日本）和3 wt.%的SBR（AL-2001，日本NIPPON A & L公司）以及作為導電劑的3 wt.%的炭黑以製備負極漿料。陽極漿料的固體含量為51.5 wt.%。使用間隙寬度為約120 μm 的刮刀式塗佈機將漿料塗覆在厚度為8 μm 的銅箔的兩面上。銅箔上的塗覆漿料通過熱風乾燥機在約85°C下乾燥120分鐘以得到負極。然後將電極壓制以將陽極電極層的厚度減小至60 μm ，並且陽極電極層的表面密度為10 mg/cm^2 。

D) 軟包式電池的組裝

【0222】 乾燥後，通過將所得的陰極塗層和陽極塗層分別切成尺寸為5.2cm×8.5cm和5.4cm×8.7cm的矩形片，分別用於製備陰極片和陽極片。通過將陰極和陽極片交替堆疊並用厚度為25 μm 的多孔聚乙烯隔膜（美國，Celgard，LLC）隔開來製備軟包式電池。電解質是體積比為1:1:1的碳酸亞乙酯（EC）、碳酸甲乙酯（EMC）和碳酸二甲酯（DMC）的混合物中含 LiPF_6 （1M）的溶液。在水分和氧氣含量<1 ppm的高純度氬氣氣氛中組裝電池。填充電解質後，將軟包電池真空密封，然後使用具有標準形狀的沖壓工具機械加壓。

【0223】 然後，將組裝的軟包式電池在3.0 V和4.2 V之間以1 C的恆定電流倍率進行重複的充電和放電循環，以模擬真實使用模式。實際電池容量約為5 Ah。800次循環後，標稱容量降至其初始額定容量的80%以下。

電池的回收

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0224】 通過將廢舊的鋰離子電池（0.5 kg）浸泡在6% NaCl溶液中12小時完全放電。放電後，使用切割機將鋰離子電池進行機械拆解以回收電極。將電極切成平均長度為約2cm至約4cm的小片。

B) 剝離溶液的製備

【0225】 將5.31 g無水磷酸三鉀(Sigma-Aldrich, 美國)添加到1000 g去離子水中以形成濃度為0.025 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0226】 將5.07 g陰極放入裝有1000 g加熱至30°C的剝離溶液的容器中。陰極層從鋁箔分離。一旦觀察到陰極層已經剝離，就把包含磷酸三鉀和去離子水的剝離溶液通過穿過篩孔寬度為4mm的篩網而將其除去，以回收陰極層和鋁箔。剝離溶液可以進一步重用於剝離電極。在大氣壓下，將回收的陰極層和鋁箔在80°C的烘箱中乾燥5小時，回收率為99.00%。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例2-4的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0227】 通過實施例1中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《實施例2電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0228】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進

行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0229】 將10.61 g無水磷酸三鉀 (Sigma-Aldrich, 美國) 添加到 1000 g去離子水中以形成濃度為0.05 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0230】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極, 不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率, 並在下表1中說明。

《實施例3電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0231】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0232】 將 106.1 g 無水磷酸三鉀 (Sigma-Aldrich, 美國) 添加到 1000 g 去離子水中以形成濃度為 0.5 M 的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0233】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極, 不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率, 並在下表1中說明。

《實施例4電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0234】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0235】 將318.4 g無水磷酸三鉀 (Sigma-Aldrich, 美國) 添加到 1000 g去離子水中以形成濃度為1.5 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0236】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例5的聚合物黏結劑的製備》

【0237】 將27.27 g氫氧化鈉 (NaOH) 添加到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0238】 將52.48 g丙烯酸添加到第一懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0239】 將8.63 g丙烯醯胺溶解在10 g去離子水中形成丙烯醯胺溶液。此後，將18.63 g丙烯醯胺溶液添加到第二懸浮液中。將混合物進一步加熱至55°C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0240】 將8.59 g丙烯腈添加到第三懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0241】 此外，將0.015 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；購自中國阿拉丁工業公司）溶解於3 g去離子水中，並將0.0075 g還原劑（亞硫酸氫鈉；購自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於1.5 g去離子水中。將3.015 g APS溶液和1.5075 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中。將混合物在55°C下以200 rpm攪拌24小時以獲得第五懸浮液。

【0242】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降低至25°C。將3.72 g NaOH溶解於400 g去離子水中。此後，將403.72 g氫氧化鈉溶液滴加到第五懸浮液中，以將pH調節至7.3以形成第六懸浮液。使用200μm尼龍網過濾第六懸浮液以形成黏結劑材料。實施例5的共聚物黏結劑的組分及其各自的比例在下表1中說明。

《實施例6的聚合物黏結劑的製備》

【0243】 將18.37 g氫氧化鈉 (NaOH) 添加到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0244】 將36.44 g丙烯酸添加到第一懸浮液中。將混合物在80

rpm下進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0245】 將23.73 g 丙烯醯胺溶解在10 g 去離子水中形成丙烯醯胺溶液。此後，將33.73 g 丙烯醯胺溶液添加到第二懸浮液中。將混合物進一步加熱至55°C 並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0246】 將9.12 g 丙烯腈添加到第三懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0247】 此外，將0.015 g 水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；購自中國阿拉丁工業公司）溶解於3 g 去離子水中，並將0.0075 g 還原劑（亞硫酸氫鈉；購自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於1.5 g 去離子水中。將3.015 g APS溶液和1.5075 g 亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中。將混合物在55°C 下以200 rpm攪拌24小時以獲得第五懸浮液。

【0248】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降低至25°C。將3.72 g NaOH溶解於400 g 去離子水中。此後，將403.72 g 氫氧化鈉溶液滴加到第五懸浮液中，以將pH調節至7.3以形成第六懸浮液。使用200μm 尼龍網過濾第六懸浮液以形成黏結劑材料。實施例6的共聚物黏結劑的組分及其各自的比例在下表1中說明。

《實施例5-6的軟包式鋰離子全電池的組裝》

A) 正極的製備

【0249】 通過實施例2中描述的方法製備正極，不同之處在於，分別單獨使用實施例5-6製備的黏結劑材料來分別製備實施例5-6的陰極。

B) 負極的製備

【0250】 通過實施例2中描述的方法製備負極。

C) 軟包式電池的組裝

【0251】 通過實施例2中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例2相同的方式進行重複循環。

《實施例5-6電池的回收》

【0252】 使用與實施例2相同的方式回收電池。測量剝離後的陰極

材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例7的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0253】 通過實施例2中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例2相同的方式進行重複循環。

《實施例7電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0254】 通過實施例2中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0255】 將8.20 g無水磷酸三鈉(Sigma-Aldrich, 美國)添加到1000 g去離子水中以形成濃度為0.05 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0256】 通過實施例2中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例8的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0257】 通過實施例2中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，用相同重量的LCO代替276 g NMC532。然後將組裝的軟包式電池用與實施例2相同的方式進行重複循環。

《實施例9的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0258】 通過實施例2中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，用相同重量的LFP(Tianjin Sitelan Energy Technology Co. Ltd., 中國)代替276 g NMC532。然後將組裝的軟包式電池用與實施例2相同的方式進行重複循環。

《實施例10的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0259】 通過實施例2中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同

之處在於，在製備聚合物黏結劑時，在製備第二懸浮液時用50.08 g 2-乙基丙烯酸代替36.04 g丙烯酸。然後將組裝的軟包式電池用與實施例2相同的方式進行重複循環。

《實施例11的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0260】 通過實施例2中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，在製備聚合物黏結劑時，在製備第二懸浮液時用54.08 g 乙烯基磺酸代替36.04 g丙烯酸。然後將組裝的軟包式電池用與實施例2相同的方式進行重複循環。

《實施例8-11電池的回收》

【0261】 使用與實施例2相同的方式回收電池。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例 12》

軟包式鋰離子全電池的組裝

A) 聚合物黏結劑的製備

【0262】 將7.45 g氫氧化鈉 (NaOH) 加入到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0263】 將16.77 g丙烯酸加入到第一懸浮液中。在80 rpm下進一步攪拌混合物30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0264】 將7.19 g丙烯醯胺溶解在10 g去離子水中形成丙烯醯胺溶液。此後，將17.19 g丙烯醯胺溶液加入到第二懸浮液中。將混合物進一步加熱至55°C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0265】 將35.95 g丙烯腈加入到第三懸浮液中。在80 rpm下進一步攪拌混合物10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0266】 之後，將0.015 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；獲得自中國阿拉丁工業公司）溶解於3 g去離子水中，並將0.0075 g還原劑（亞硫酸氫鈉；獲得自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於1.5 g去離子水中。將3.015 g APS溶液和1.5075 g亞硫酸氫鈉溶液加入到第四懸浮液

中。在55°C下以200 rpm攪拌混合物24小時以獲得第五懸浮液。

【0267】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降至25°C。將3.72 g NaOH溶解在400 g去離子水中。此後，將403.72 g氫氧化鈉溶液滴加到第五懸浮液中以將pH調節至7.3以形成第六懸浮液。使用200 μm 尼龍網過濾第六懸浮液以形成黏結劑材料。實施例12的共聚物黏結劑的組分及其各自的比例在下表1說明。

B) 正極的製備

【0268】 通過實施例1中描述的方法製備正極，不同之處在於，使用了上述的黏結劑材料。

C) 負極的製備

【0269】 通過實施例1中描述的方法製備負極。

D) 軟包式電池的組裝

【0270】 通過實施例1中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《實施例12電池的回收》

【0271】 使用與實施例1相同的方式回收電池，不同之處在於，將剝離溶液加熱至70°C。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例13-16的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0272】 通過實施例12中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例12相同的方式進行重複循環。

《實施例13電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0273】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0274】 將21.2 g無水磷酸三鉀(Sigma-Aldrich, 美國)添加到1000 g去離子水中以形成濃度為0.1 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0275】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例14電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0276】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0277】 將53.1 g無水磷酸三鉀(Sigma-Aldrich, 美國)添加到1000 g去離子水中以形成濃度為0.25 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0278】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例15電池的回收》

【0279】 使用與實施例4相同的方式回收電池。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例16電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0280】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0281】 將41.0 g無水磷酸三鈉(Sigma-Aldrich, 美國)添加到1000

g去離子水中以形成濃度為0.25 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0282】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《實施例17的聚合物黏結劑的製備》

【0283】 將5.42 g氫氧化鈉 (NaOH) 添加到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0284】 將13.12 g丙烯酸添加到第一懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0285】 將7.91 g丙烯醯胺溶解在10 g去離子水中形成丙烯醯胺溶液。此後，將17.91 g丙烯醯胺溶液添加到第二懸浮液中。將混合物進一步加熱至55°C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0286】 將38.11 g丙烯腈添加到第三懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0287】 此外，將0.015 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；購自中國阿拉丁工業公司）溶解於3 g去離子水中，並將0.0075 g還原劑（亞硫酸氫鈉；購自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於1.5 g去離子水中。將3.015 g APS溶液和1.5075 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中。將混合物在55°C下以200 rpm攪拌24小時以獲得第五懸浮液。

【0288】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降低至25°C。將3.72 g NaOH溶解於400 g去離子水中。此後，將403.72 g氫氧化鈉溶液滴加到第五懸浮液中，以將pH調節至7.3以形成第六懸浮液。使用200μm尼龍網過濾第六懸浮液以形成黏結劑材料。實施例17的共聚物黏結劑的組分及其各自的比例在下表1中說明。

《實施例18的聚合物黏結劑的製備》

【0289】 將5.02 g氫氧化鈉 (NaOH) 添加到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0290】 將12.39 g丙烯酸添加到第一懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0291】 將23.73 g丙烯醯胺溶解在10 g去離子水中形成丙烯醯胺溶液。此後，將33.73 g丙烯醯胺溶液添加到第二懸浮液中。將混合物進一步加熱至55°C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0292】 將26.84 g丙烯腈添加到第三懸浮液中。將混合物在80 rpm下進一步攪拌10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0293】 此外，將0.015 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；購自中國阿拉丁工業公司）溶解於3 g去離子水中，並將0.0075 g還原劑（亞硫酸氫鈉；購自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於1.5 g去離子水中。將3.015 g APS溶液和1.5075 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中。將混合物在55°C下以200 rpm攪拌24小時以獲得第五懸浮液。

【0294】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降低至25°C。將3.72 g NaOH溶解於400 g去離子水中。此後，將403.72 g氫氧化鈉溶液滴加到第五懸浮液中，以將pH調節至7.3以形成第六懸浮液。使用200μm尼龍網過濾第六懸浮液以形成黏結劑材料。實施例18的共聚物黏結劑的組分及其各自的比例在下表1中說明。

《實施例17-18的軟包式鋰離子全電池的組裝》

A) 正極的製備

【0295】 通過實施例14中描述的方法製備正極，不同之處在於，分別單獨使用實施例17-18製備的黏結劑材料來分別製備實施例17-18的陰極。

B) 負極的製備

【0296】 通過實施例14中描述的方法製備負極。

C) 軟包式電池的組裝

【0297】 通過實施例14中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例14相同的方式進行重複循環。

《實施例19的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0298】 通過實施例14中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，用相同重量的LCO代替276 g NMC532。然後將組裝的軟包式電池用與實施例14相同的方式進行重複循環。

《實施例20的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0299】 通過實施例14中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，用相同重量的LFP (Tianjin Sitelan Energy Technology Co. Ltd., 中國) 代替276 g NMC532。然後將組裝的軟包式電池用與實施例14相同的方式進行重複循環。

《實施例21的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0300】 通過實施例14中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，在製備聚合物黏結劑時，在製備第二懸浮液時用23.30 g 2-乙基丙烯酸代替16.77 g 丙烯酸。然後將組裝的軟包式電池用與實施例14相同的方式進行重複循環。

《實施例22的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0301】 通過實施例14中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，在製備聚合物黏結劑時，在製備第二懸浮液時用25.16 g 乙烯基磺酸代替16.77 g 丙烯酸。然後將組裝的軟包式電池用與實施例14相同的方式進行重複循環。

《實施例17-22電池的回收》

【0302】 使用與實施例14相同的方式回收電池。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表1中說明。

《比較例1的軟包式鋰離子全電池的組裝》

A) 正極的製備

【0303】 在500 mL圓底燒瓶中，將作為聚合物黏結劑的10 g聚偏二氟乙烯PVDF (Solef® 5130, 購自比利時索爾維公司) 分散於250 g NMP (≥99%、Sigma-Aldrich, 美國)，同時用頂置式攪拌器以500 rpm攪拌

約3小時，來製備第一懸浮液。

【0304】 此後，將15 g SuperP添加到第一懸浮液中並以1200 rpm攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0305】 通過在25°C下將225 g NMC532分散到第二懸浮液中，同時用頂置式攪拌器攪拌，來製備第三懸浮液。然後，將第三懸浮液在約10 kPa的壓力下脫氣1小時。在25°C下將第三懸浮液以1200 rpm的速度進一步攪拌約90分鐘以形成均質化的陰極漿料。

【0306】 使用間隙寬度為120 μm 的刮刀塗佈機將均質化的陰極漿料塗覆到厚度為16 μm 之作為集流體的鋁箔兩面上。通過電加熱烘箱在85°C下乾燥鋁箔上80 μm 的塗覆漿料以形成陰極電極層。乾燥時間為約120分鐘。然後對電極進行壓制，使陰極電極層的厚度減小到34 μm 。

B) 負極的製備

【0307】 使用與實施例1相同的方式製備負極。

C) 軟包式電池的組裝

【0308】 使用與實施例1相同的方式組裝軟包式電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《比較例1電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0309】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0310】 將212 g無水磷酸三鉀(Sigma-Aldrich, 美國)添加到1000 g去離子水中以形成濃度為1.0 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0311】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例2的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0312】 通過實施例1中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《比較例3的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0313】 通過實施例12中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例12相同的方式進行重複循環。

《比較例2-3的電池的回收》

【0314】 使用與實施例1相同的方式回收電池，不同之處在於，在製備剝離溶液時，沒有添加剝離劑，只添加了1000g去離子水。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例4的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0315】 通過實施例1中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《比較例5的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0316】 通過實施例12中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例12相同的方式進行重複循環。

《比較例4電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0317】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0318】 將1.0 g無水氫氧化鈉 (Sigma-Aldrich, 美國) 添加到1000 g去離子水中以形成濃度為0.025 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0319】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在

於使用了上述剝離溶液。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例5電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0320】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0321】 將4.0 g無水氫氧化鈉 (Sigma-Aldrich, 美國) 添加到1000 g去離子水中以形成濃度為0.1 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0322】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例6的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0323】 通過實施例14中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，在製備共聚物黏結劑時，在製備第一懸浮液時添加0.16 g氫氧化鈉，在製備第二懸浮液時添加3.64 g丙烯酸，在製備第三懸浮液時添加14.38 g丙烯醯胺，以及在製備第四懸浮液時添加40.25 g丙烯腈。然後將組裝的軟包式電池用與實施例14相同的方式進行重複循環。

《比較例6的電池的回收》

【0324】 使用與實施例14相同的方式回收電池。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例7的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0325】 通過實施例12中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例12相同的方式進行重複循環。

《比較例8的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0326】 通過實施例1中描述的方法製備軟包式鋰離子電池。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《比較例7電池的回收》

A) 軟包式電池的放電和拆卸

【0327】 通過實施例1中描述的相同方法對廢舊的鋰離子電池進行放電和拆卸。

B) 剝離溶液的製備

【0328】 將164 g無水乙酸鈉 (Sigma-Aldrich, 美國) 添加到1000 g去離子水中以形成濃度為2.0 M的剝離溶液。

C) 將陰極浸入剝離溶液中

【0329】 通過實施例1中描述的方法浸沒和剝離陰極，不同之處在於使用了上述剝離溶液。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例8的電池的回收》

【0330】 使用與比較例7相同的方式回收電池。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

《比較例9的軟包式鋰離子全電池的組裝》

【0331】 通過實施例1中描述的方法製備軟包式鋰離子電池，不同之處在於，在製備聚合物黏結劑時，在製備第一懸浮液時添加9.47 g氫氧化鈉，在製備第二懸浮液時添加20.41 g丙烯酸，在製備第三懸浮液時沒有添加丙烯醯胺，以及在製備第四懸浮液時添加38.64 g丙烯腈。然後將組裝的軟包式電池用與實施例1相同的方式進行重複循環。

《比較例9的電池的回收》

【0332】 使用與實施例1相同的方式回收電池。如果剝離不完全，反應在十五分鐘後終止。測量剝離後的陰極材料的剝離成功率和回收率，並在下表2中說明。

表 1

	共聚物中的結構單元			陰極活性材料	剝離溶液		剝離劑	剝離成功率 (%)	回收率 (%)	使用的時間 (s)
	結構單元(a)比例 (mol%)	結構單元(b)比例 (mol%)	結構單元(c)比例 (mol%)		水性溶劑					
					種類	濃度(M)				
實施例 1	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.025	100	99.00	100
實施例 2	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.10	100
實施例 3	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.5	100	99.50	100
實施例 4	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	K ₃ PO ₄	1.5	100	99.70	100
實施例 5	72.00	12.00	16.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.13	100
實施例 6	50.00	33.00	17.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.04	100
實施例 7	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	Na ₃ PO ₄	0.05	100	99.14	100
實施例 8	49.45	26.48	24.07	LCO	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.21	100
實施例 9	49.45	26.48	24.07	LFP	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.11	100
實施例 10	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.11	100
實施例 11	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.05	100	99.23	100
實施例 12	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.025	100	98.81	100
實施例 13	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.1	100	98.89	100
實施例 14	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.78	100
實施例 15	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	K ₃ PO ₄	1.5	100	98.91	100
實施例 16	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	Na ₃ PO ₄	0.25	100	98.79	100
實施例 17	18.00	11.00	71.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.80	100
實施例 18	17.00	33.00	50.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.82	100
實施例 19	23.01	10.00	66.99	LCO	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.91	100
實施例 20	23.01	10.00	66.99	LFP	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.86	100

實施例 21	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.87	100
實施例 22	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.25	100	98.86	100

表 2

共聚物中的結構單元				剝離溶液				剝離成功率 (%)	回收率 (%)	使用的時間 (分鐘)
結構單元(a)比例 (mol%)	結構單元(b)比例 (mol%)	結構單元(c)比例 (mol%)	陰極活性材料	水性溶劑	剝離劑					
					種類	濃度(M)				
比較例 1*	0.00	0.00	0.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	1.0	21	—	15
比較例 2	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	-	-	12	—	15
比較例 3	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	-	-	8	—	15
比較例 4	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	NaOH	0.025	32	—	15
比較例 5	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	NaOH	0.1	41	—	15
比較例 6	5.00	20.00	75.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.25	10	—	15
比較例 7	23.01	10.00	66.99	NMC532	水	NaAc	2.0	4	—	15
比較例 8	49.45	26.48	24.07	NMC532	水	NaAc	2.0	6	—	15
比較例 9	28.00	0.00	72.00	NMC532	水	K ₃ PO ₄	0.025	7	—	15

* 用聚偏二氟乙烯作黏結劑。

成功率低於 75%，未計算回收率。

【0333】 儘管結合有限數量的實施方案已經描述了本發明，然而一個實施方案的特定特徵不應該限定本發明的其它實施方案。在一些實施方案中，所述方法可包括多個本文沒有提及的步驟。在其它實施方案中，所述方法不包括或者基本上不含有本文沒有列舉的任何步驟。存在基於所描述的實施方案的變型和變化。所附的發明申請專利範圍意在涵蓋落在本發明的範圍內的所有這些變化和變型。

【符號說明】

【0334】

100,200:複合物

101,201:金屬基底

102,202:塗層

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種通過將複合物浸入剝離溶液以將所述複合物剝離的方法，其中所述複合物包含一金屬基底和施加在所述金屬基底的一面或兩面的一塗層，其中所述塗層包含一共聚物黏結劑，以及其中所述共聚物黏結劑包含一結構單元(a)，所述結構單元(a)衍生自選自由含羧酸基團的單體、含磺酸基團的單體、含膦酸基團的單體、含羧酸鹽基團的單體、含磺酸鹽基團的單體、含膦酸鹽基團的單體及其組合構成的群組的單體。

【請求項 2】如請求項 1 所述的方法，其中所述剝離溶液包含一剝離劑及一水性溶劑，以及其中所述剝離溶液中的所述剝離劑的濃度是約 0.01 至 3.0 M。

【請求項 3】如請求項 2 所述的方法，其中所述剝離劑選自由磷酸一鈉、磷酸二鈉、磷酸三鈉、焦磷酸一鈉、焦磷酸二鈉、焦磷酸三鈉、焦磷酸四鈉、三磷酸一鈉、三磷酸二鈉、三磷酸三鈉、三磷酸四鈉、三磷酸五鈉、磷酸一鉀、磷酸二鉀、磷酸三鉀、焦磷酸一鉀、焦磷酸二鉀、焦磷酸三鉀、焦磷酸四鉀、三磷酸一鉀、三磷酸二鉀、三磷酸三鉀、三磷酸四鉀、三磷酸五鉀、磷酸一銣、磷酸二銣、磷酸三銣、焦磷酸一銣、焦磷酸二銣、焦磷酸三銣、焦磷酸四銣、三磷酸一銣、三磷酸二銣、三磷酸三銣、三磷酸四銣、三磷酸五銣、磷酸一銻、磷酸二銻、磷酸三銻、焦磷酸一銻、焦磷酸二銻、焦磷酸三銻、焦磷酸四銻、三磷酸一銻、三磷酸二銻、三磷酸三銻、三磷酸四銻、三磷酸五銻及其組合構成的群組的鹼金屬磷酸鹽。

【請求項 4】如請求項 2 所述的方法，其中所述水性溶劑為水。

【請求項 5】如請求項 2 所述的方法，其中所述水性溶劑包含作為主要組分的水和次要組分，其中所述水性溶劑中的水的重量比大於 51% 且小於 100%，以及其中所述次要組分選自由甲醇、乙醇、異丙醇、正丙醇、叔丁醇、正丁醇、丙酮，二甲基酮、甲基乙基酮、乙酸乙酯、乙酸異丙酯、乙酸丙酯、乙酸丁酯及其組合構成的群組。

【請求項 6】如請求項 1 所述的方法，其中基於所述共聚物黏結劑中之單體單元的總莫耳數，所述共聚物黏結劑中的所述結構單元(a)占的比例是按莫耳計約 15%至約 80%。

【請求項 7】如請求項 1 所述的方法，其中所述含羧酸基團的單體選自由丙烯酸、甲基丙烯酸、巴豆酸、2-丁基巴豆酸、肉桂酸、馬來酸、馬來酸酐、富馬酸、衣康酸、衣康酸酐、檸康酸、2-乙基丙烯酸、異巴豆酸、順式-2-戊烯酸、反式-2-戊烯酸、當歸酸、惕各酸、3,3-二甲基丙烯酸、3-丙基丙烯酸、反式-2-甲基-3-乙基丙烯酸、順式-2-甲基-3-乙基丙烯酸、3-異丙基丙烯酸、反式-3-甲基-3-乙基丙烯酸、順式-3-甲基-3-乙基丙烯酸、2-異丙基丙烯酸、三甲基丙烯酸、2-甲基-3,3-二乙基丙烯酸、3-丁基丙烯酸、2-丁基丙烯酸、2-戊基丙烯酸、2-甲基-2-己烯酸、反式-3-甲基-2-己烯酸、3-甲基-3-丙基丙烯酸、2-乙基-3-丙基丙烯酸、2,3-二乙基丙烯酸、3,3-二乙基丙烯酸、3-甲基-3-己基丙烯酸、3-甲基-3-叔丁基丙烯酸、2-甲基-3-戊基丙烯酸、3-甲基-3-戊基丙烯酸、4-甲基-2-己烯酸、4-乙基-2-己烯酸、3-甲基-2-乙基-2-己烯酸、3-叔丁基丙烯酸、2,3-二甲基-3-乙基丙烯酸、3,3-二甲基-2-乙基丙烯酸、3-甲基-3-異丙基丙烯酸、2-甲基-3-異丙基丙烯酸、反式-2-辛烯酸、順式-2-辛烯酸、反式-2-癸烯酸、 α -乙醯氧基丙烯酸、 β -反式-芳氧基丙烯酸、 α -氯- β -E-甲氧基丙烯酸、甲基馬來酸、二甲基馬來酸、苯基馬來酸、溴馬來酸、氯馬來酸、二氯馬來酸、氟馬來酸、二氟馬來酸、馬來酸氫壬基酯、馬來酸氫癸基酯、馬來酸氫十二烷基酯、馬來酸氫十八烷基酯、馬來酸氫氟基烷基酯、馬來酸酐、甲基馬來酸酐、二甲基馬來酸酐、丙烯酸酐、甲基丙烯酸酐、甲基丙烯醛、甲基丙烯鹽氯、甲基丙烯鹽氟、甲基丙烯鹽溴及其組合構成的群組。

【請求項 8】如請求項 1 所述的方法，其中所述含羧酸鹽基團的單體選自由丙烯酸鹽、甲基丙烯酸鹽、巴豆酸鹽、2-丁基巴豆酸鹽、肉桂酸鹽、馬來酸鹽、馬來酸酐鹽、富馬酸鹽、衣康酸鹽、衣康酸酐鹽、檸康酸鹽、2-乙基丙烯酸鹽、異巴豆酸鹽、順式-2-戊烯酸鹽、反式-2-戊烯酸鹽、當歸酸鹽、惕各酸鹽、3,3-二甲基丙烯酸鹽、3-丙基丙烯酸鹽、反

式-2-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、順式-2-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、3-異丙基丙烯酸鹽、反式-3-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、順式-3-甲基-3-乙基丙烯酸鹽、2-異丙基丙烯酸鹽、三甲基丙烯酸鹽、2-甲基-3,3-二乙基丙烯酸鹽、3-丁基丙烯酸鹽、2-丁基丙烯酸鹽、2-戊基丙烯酸鹽、2-甲基-2-己烯酸鹽、反式-3-甲基-2-己烯酸鹽、3-甲基-3-丙基丙烯酸鹽、2-乙基-3-丙基丙烯酸鹽、2,3-二乙基丙烯酸鹽、3,3-二乙基丙烯酸鹽、3-甲基-3-己基丙烯酸鹽、3-甲基-3-叔丁基丙烯酸鹽、2-甲基-3-戊基丙烯酸鹽、3-甲基-3-戊基丙烯酸鹽、4-甲基-2-己烯酸鹽、4-乙基-2-己烯酸鹽、3-甲基-2-乙基-2-己烯酸鹽、3-叔丁基丙烯酸鹽、2,3-二甲基-3-乙基丙烯酸鹽、3,3-二甲基-2-乙基丙烯酸鹽、3-甲基-3-異丙基丙烯酸鹽、2-甲基-3-異丙基丙烯酸鹽、反式-2-辛烯酸鹽、順式-2-辛烯酸鹽、反式-2-癸烯酸鹽、 α -乙醯氧基丙烯酸鹽、 β -反式-芳氧基丙烯酸鹽、 α -氯- β -E-甲氧基丙烯酸鹽、甲基馬來酸鹽、二甲基馬來酸鹽、苯基馬來酸鹽、溴馬來酸鹽、氯馬來酸鹽、二氯馬來酸鹽、氟馬來酸鹽、二氟馬來酸鹽及其組合構成的群組。

【請求項 9】如請求項 1 所述的方法，其中所述含磺酸基團的單體選自由乙烯基磺酸、甲基乙烯基磺酸、烯丙基乙烯基磺酸、烯丙基磺酸、甲基烯丙基磺酸、苯乙烯磺酸、2-磺基乙基甲基丙烯酸、2-甲基-2-丙烯-1-磺酸、2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙烷磺酸、3-烯丙氧基-2-羥基-1-丙烷磺酸、硫酸氫烯丙酯、硫酸氫乙烯酯及其組合構成的群組。

【請求項 10】如請求項 1 所述的方法，其中所述含磺酸鹽基團的單體選自由乙烯基磺酸鹽、甲基乙烯基磺酸鹽、烯丙基乙烯基磺酸鹽、烯丙基磺酸鹽、甲基烯丙基磺酸鹽、苯乙烯磺酸鹽、2-磺基乙基甲基丙烯酸鹽、2-甲基-2-丙烯-1-磺酸鹽、2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙烷磺酸鹽、3-烯丙氧基-2-羥基-1-丙烷磺酸鹽、硫酸烯丙酯鹽、硫酸乙烯酯鹽及其組合構成的群組。

【請求項 11】如請求項 1 所述的方法，其中所述含膦酸基團的單體選自由乙烯基膦酸、烯丙基膦酸、乙烯基苄基膦酸、丙烯醯胺烷基膦酸、甲基丙烯醯胺烷基膦酸、丙烯醯胺烷基二膦酸、丙烯醯膦酸、2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸、雙(2-甲基丙烯醯氧基乙基)膦酸、乙烯 2-甲基丙烯醯

氧基乙基膦酸、乙基-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸、磷酸氫烯丙酯、磷酸氫乙烯酯及其組合構成的群組。

【請求項 12】如請求項 1 所述的方法，其中所述含膦酸鹽基團的單體選自由乙烯基膦酸鹽、烯丙基膦酸鹽、乙烯基苄基膦酸鹽、丙烯醯胺烷基膦酸鹽、甲基丙烯醯胺烷基膦酸鹽、丙烯醯胺烷基二膦酸鹽、丙烯醯膦酸鹽、2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸鹽、雙(2-甲基丙烯醯氧基乙基)膦酸鹽、乙烯 2-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸鹽、乙基-甲基丙烯醯氧基乙基膦酸鹽、磷酸烯丙酯鹽、磷酸乙烯酯鹽及其組合構成的群組。

【請求項 13】如請求項 1 所述的方法，其中所述共聚物黏結劑進一步包含一結構單元(b)，其中所述結構單元(b)衍生自選自由含醯胺基團的單體、含羥基基團的單體及其組合構成的群組的單體。

【請求項 14】如請求項 13 所述的方法，其中基於所述共聚物黏結劑中之單體單元的總莫耳數，所述共聚物黏結劑中的所述結構單元(b)占的比例是按莫耳計約 5%至約 35%。

【請求項 15】如請求項 13 所述的方法，其中所述含醯胺基團的單體選自由丙烯醯胺、甲基丙烯醯胺、N-甲基甲基丙烯醯胺、N-乙基甲基丙烯醯胺、N-正丙基甲基丙烯醯胺、N-異丙基甲基丙烯醯胺、異丙基丙烯醯胺、N-正丁基甲基丙烯醯胺、N-異丁基甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯醯胺、N,N-二乙基丙烯醯胺、N,N-二乙基甲基丙烯醯胺、N-羥基甲基甲基丙烯醯胺、N-(甲氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(乙氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(丙氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(丁氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯醯胺、N-(3-(二甲胺基)丙基)甲基丙烯醯胺、N-(3-(二甲胺基)乙基)甲基丙烯醯胺、N,N-(二羥基)甲基丙烯醯胺、雙丙酮甲基丙烯醯胺、雙丙酮丙烯醯胺、甲基丙烯醯基嗎啉、N-羥基甲基丙烯醯胺、N-甲氧基甲基丙烯醯胺、N-甲氧基甲基甲基丙烯醯胺、N,N'-亞甲基雙丙烯醯胺、N-羥基甲基丙烯醯胺及其組合構成的群組。

【請求項 16】如請求項 1 或 13 所述的方法，其中所述共聚物黏結劑進一步包含一結構單元(c)，其中所述結構單元(c)衍生自選自由含脲基

基團的單體、含酯基基團的單體、含環氧基團的單體、含氟單體及其組合構成的群組的單體。

【請求項 17】如請求項 16 所述的方法，其中基於所述共聚物黏結劑中的單體單元的總莫耳數，所述共聚物黏結劑中的所述結構單元(c)占的比例是按莫耳計約 15%至約 75%。

【請求項 18】如請求項 16 所述的方法，其中所述含腈基基團的單體選自由丙烯腈、 α -鹵代丙烯腈、 α -烷基丙烯腈、 α -氯丙烯腈、 α -溴丙烯腈、 α -氟丙烯腈、甲基丙烯腈、 α -乙基丙烯腈、 α -異丙基丙烯腈、 α -正己基丙烯腈、 α -甲氧基丙烯腈、3-甲氧基丙烯腈、3-乙氧基丙烯腈、 α -乙醯氧基丙烯腈、 α -苯基丙烯腈、 α -甲苯基丙烯腈、 α -(甲氧基苯基)丙烯腈、 α -(氯苯基)丙烯腈、 α -(氰基苯基)丙烯腈、偏二氰乙烯及其組合構成的群組。

【請求項 19】如請求項 1 所述的方法，其中所述金屬基底的形式是箔、片、膜或其組合，以及其中所述金屬基底選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、鎳、鎢、鉬、錫、釩、鋅、鎳、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。

【請求項 20】如請求項 1 所述的方法，其中所述金屬基底的形式是具有三維網狀結構的多孔體，以及其中所述金屬基底選自由不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅、鉑、金、銀、鉻、鎳、鎢、鉬、錫、釩、鋅、鎳、鐵、鈷、鉛及其合金構成的群組。

【請求項 21】如請求項 1 所述的方法，其中所述複合物與所述剝離溶液的重量比為約 0.01%至約 50%，以及其中將所述複合物浸入所述剝離溶液中的溫度為約 10°C至約 90°C。

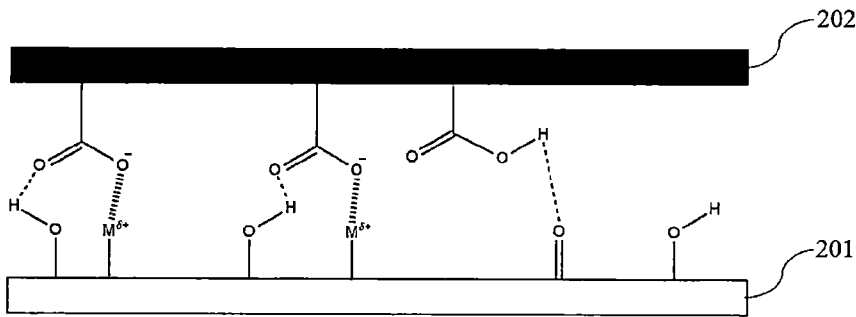
【發明圖式】

100

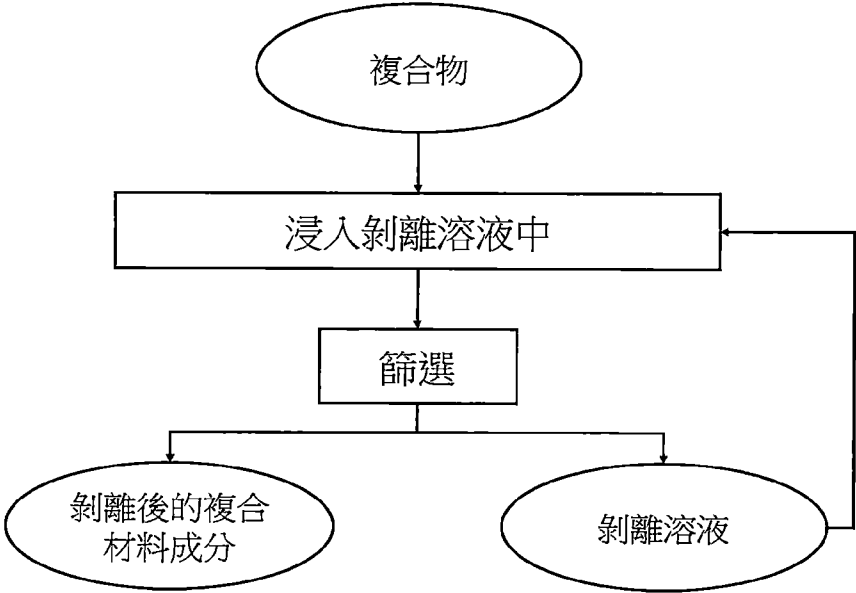


【圖 1】

200



【圖 2】



【圖 3】



【圖 4a】



【圖 4b】



【圖 5】