



(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 202201833 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：110121753

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 15 日

(51)Int. Cl.: *H01M4/62 (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/CN2020/110105
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/CN2020/117767

(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)；邱洪科 QIU,
HONGKE (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：20 項 圖式數：1 共 88 頁

(54)名稱

用於二次電池的黏結劑組合物

(57)摘要

本發明提供一種用於二次電池電極的水性黏結劑組合物，其包括共聚物和分散介質，其中共聚物包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)、衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)、衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)、衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)、以及至少一種陰離子反應型乳化劑，該水性黏結劑組合物具有改善的黏結能力。此外，包含使用本文所揭露的黏結劑組合物製備的陰極的電池表現出優異的電化學性能。

The invention provides an aqueous binder composition for a secondary battery electrode, comprising a copolymer and a dispersion medium, wherein the copolymer comprises a structural unit (a) derived from a carboxylic acid group-containing monomer, a structural unit (b) derived from an amide group-containing monomer, a structural unit (c) derived from a nitrile group-containing monomer, a structural unit (d) derived from a hydroxyl group-containing monomer and at least one anionic reactive emulsifier, with an improved binding capability. In addition, battery cells comprising the cathode prepared using the binder composition disclosed herein exhibits exceptional electrochemical performance.

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

用於二次電池的黏結劑組合物

【英文發明名稱】

BINDER COMPOSITION FOR SECONDARY BATTERY

【中文】

本發明提供一種用於二次電池電極的水性黏結劑組合物，其包括共聚物和分散介質，其中共聚物包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)、衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)、衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)、衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)、以及至少一種陰離子反應型乳化劑，該水性黏結劑組合物具有改善的黏結能力。此外，包含使用本文所揭露的黏結劑組合物製備的陰極的電池表現出優異的電化學性能。

【英文】

The invention provides an aqueous binder composition for a secondary battery electrode, comprising a copolymer and a dispersion medium, wherein the copolymer comprises a structural unit (a) derived from a carboxylic acid group-containing monomer, a structural unit (b) derived from an amide group-containing monomer, a structural unit (c) derived from a nitrile group-containing monomer, a structural unit (d) derived from a hydroxyl group-containing monomer and at least one anionic reactive emulsifier, with an improved binding capability. In addition, battery cells comprising the cathode prepared using the binder composition disclosed herein exhibits exceptional electrochemical performance.

【指定代表圖】

無

【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】

用於二次電池的黏結劑組合物

【英文發明名稱】

BINDER COMPOSITION FOR SECONDARY BATTERY

【技術領域】

【0001】 本發明涉及電池的領域。具體地，本發明涉及用於鋰離子電池的黏結劑組合物。

【先前技術】

【0002】 在過去的數十年中，鋰離子電池（LIB）由於其優異的能量密度、長的循環壽命和高放電能力，在各種應用尤其是消費類電子產品中被廣泛應用。由於電動車輛（EV）和電網儲能的快速的市場發展，高性能、低成本的LIB目前為大規模儲能設備提供了最有前景的選擇之一。

【0003】 通常，通過將有機基漿料澆鑄至金屬集流體上來製造鋰離子電池電極。該漿料包含在有機溶劑中的電極活性材料、導電碳和黏結劑。黏結劑提供良好的電化學穩定性，在電極製備過程中將電極活性材料固定在一起並將其黏附至集流體上。聚偏二氟乙烯（PVDF）是商用鋰離子電池工業中最常用的黏結劑之一。然而PVDF在水中不溶解，只能溶解在一些特定的有機溶劑中，例如N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP），其易燃且有毒，因此需要特殊的處理。

【0004】 在乾燥過程中必須安裝NMP回收系統以回收NMP蒸氣。這將在製造過程中產生高額成本，因為它需要大的資金投入。本發明中較佳使用較便宜和更環境友好的溶劑，例如水性溶劑，最常見的是水，因為它能減少回收系統的大量投資成本。

【0005】 鑒於這樣的問題，已經嘗試使用更環境友好的具有相當的黏結能力的水溶性黏結劑材料取代傳統的PVDF，或利用PVDF作為電極漿料黏結劑的已知優勢，而不使用在製造過程中需要特定回收處理的

有機溶劑。

【0006】 已知的水性黏結劑例如羧甲基纖維素（CMC）和苯乙烯-丁二烯橡膠（SBR）僅表現出有限的黏結能力和差的循環壽命。尤其是SBR，在調節黏結劑黏度時需要增稠劑。並且，SBR表現出高的可膨脹性和不良的團聚特性，導致不均勻的分散、高的電極電阻和差的性能。此外，在電池內，陰極處於高電壓。包括SBR的大多數橡膠僅在陽極的低電壓下穩定而會在高電壓下分解。因此，特別是在陰極內，它們的應用受至一定的限制。

【0007】 歐洲專利公開第2555293 B1號揭露了一種用於含鋰離子的電化學電池的水基電極漿料。該漿料包含在水性溶液中的PVDF和SBR與聚丙烯酸（PAA）和CMC中至少一者的組合，以及一種電化學活性材料。所提出的發明試圖將PVDF與水基漿料結合，使處理更容易和環境污染減少並降低成本，同時保持PVDF作為黏結劑的已知的化學和電化學優點，即電化學穩定性、使用壽命穩定性、黏結劑含量降低從而實現更高的倍率等。儘管事實上基於提出的發明可以製備不含有機溶劑的漿料，然而漿料仍然含有含氟的黏結劑材料。PVDF是高度氟化的，並且當受到熱分解時是有毒的，這對人體和環境健康造成風險。

【0008】 鑒於上文，需求總是存在於具有優異的黏附能力和高的電化學穩定性，並在陰極漿料的製備中能保持性質的用於鋰離子電池的水基黏結劑組合物，從而有助於優異的電池電化學性能。

【發明內容】

【0009】 通過本文所揭露的各個態樣和實施方案滿足了前述需求。本文提供一種用於二次電池電極之具有改善的黏結能力的黏結劑組合物，包括共聚物和分散介質，其中共聚物包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)、衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)、衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)、衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)、以及至少一種陰離子反應型乳化劑。此外，包含使用本文所揭露的黏結劑組合物製備的陰極的電池表現出優異的電化學性能。

【圖式簡單說明】

【0010】 圖1是說明製備黏結劑組合物的步驟的一個實施方案的流程圖。

【實施方式】**《定義和一般術語》**

【0011】 本文提供一種用於二次電池電極的黏結劑組合物，其包括共聚物和分散介質，其中該共聚物包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)、衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)、衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)、衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)、以及至少一種陰離子反應型乳化劑。

【0012】 術語「電極」是指「陰極」或「陽極」。

【0013】 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。

【0014】 術語「黏結劑」、「黏結劑材料」或「黏結劑組合物」是指在分散介質（例如水）中形成膠體溶液或膠體分散液的化學化合物、化合物的混合物或聚合物，並用於將電極材料及/或導電劑固定在合適位置並將它們黏附在導電金屬部件以形成電極。在一些實施方案中，電極不包含任何導電劑。

【0015】 術語「導電劑」是指化學上鈍性的且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，以改善電極的導電性。

【0016】 術語「聚合物」是指通過聚合相同或不同類型的單體製備的聚合化合物。通用術語「聚合物」包括術語「均聚物」和「共聚物」。

【0017】 術語「均聚物」是指通過聚合同種類型的單體製備的聚合物。

【0018】 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。

【0019】 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)。

【0020】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，烷基基團包含至少2、3、4、5、6、7或8個碳原子。

【0021】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、環庚基、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、環庚烯基、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，環烷基基團包含至少5、6、7、8、9或10個碳原子。

【0022】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。

【0023】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-丙烯基或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。

【0024】 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 (sexiphenylene)、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，芳基基團包含至少6、7、8、9或10個碳原子。

【0025】 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，烷基基團包含至少2、3、4、5、6、7或8個碳原子。

【0026】 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。

【0027】 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；巯基；硫醚基；亞胺基；氰基；醯胺基；膦酸基 (phosphonato)；次膦酸基；羧基；硫代羧基 (thiocarbonyl)；磺醯基；磺醯胺；醯基；甲醯基；醯氧基；烷氧基羧基；羧基；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、吡啶基、吡嗪基、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、噻吩基、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； $-\text{CO}_2\text{CH}_3$ ； $-\text{CONH}_2$ ； $-\text{OCH}_2\text{CONH}_2$ ； $-\text{NH}_2$ ； $-\text{SO}_2\text{NH}_2$ ； $-\text{OCHF}_2$ ； $-\text{CF}_3$ ； $-\text{OCF}_3$ ； $-\text{NH}$ (烷基)； $-\text{N}$ (烷基) $_2$ ； $-\text{NH}$ (芳基)； $-\text{N}$ (烷基) (芳基)； $-\text{N}$ (芳基) $_2$ ； $-\text{CHO}$ ； $-\text{CO}$ (烷基)； $-\text{CO}$ (芳基)； $-\text{CO}_2$ (烷基)；和 $-\text{CO}_2$ (芳基)；並且這些基團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，否則本文揭露揭露的所有化學基團均可被取代。

【0028】術語「鹵素」或「鹵代」是指F、Cl、Br或I。

【0029】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。

【0030】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。

【0031】術語「羧酸鹽基團」是指當羧酸與鹼反應時形成的羧酸鹽。在一些實施方案中，羧酸的質子被金屬陽離子取代。在一些實施方案中，羧酸的質子被銨離子取代。

【0032】術語「乳膠」是指聚合物顆粒在液體中的膠體分散體。

【0033】術語「乳化劑」指促進乳液形成和穩定的表面活性劑。

【0034】術語「交聯」是指通過離子鍵或共價鍵將聚合物鏈與另一聚合物鏈結合的過程。

【0035】術語「施加」是指將物質鋪放或鋪展在表面上的動作。

【0036】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電流至電極的任何導電基底。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，並且可以是聚合物或金屬材料或金屬化聚合物。在一些實施方案中，三維多孔集流體覆蓋有共形碳層（conformal carbon layer）。

【0037】術語「電極層」是指與集流體接觸的，包含電化學活性材料的層。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表面上。在其它實施方案中，三維多孔集流體覆蓋有共形電極層。

【0038】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。

【0039】術語「粒徑D50」是指基於體積的累積50%尺寸(D50)，其是當累積曲線的繪製是通過基於體積的粒徑分佈以及總體積為100%時，在累積曲線上的50%的點處的粒徑(即顆粒體積的第50個百分點(中位數)的顆粒直徑)。進一步地，關於本發明的陰極活性材料，粒徑D50是指通過初級顆粒的相互凝聚而形成的二級顆粒的體積平均粒徑，且在顆粒為僅由初級顆粒組成的情況下，平均粒徑是指初級顆粒的體積平均粒徑。

【0040】術語「多分散性指數」或「PDI」是指重均分子量(M_w)相對於數均分子量(M_n)的比值。它是一個給定的黏結劑組合物樣品中分子量分佈的量度。

【0041】術語「固體含量」是指蒸發後剩餘的非揮發性物質的量。

【0042】術語「平均粗糙度深度」或「Rz」是指集流體的連續取樣長度的單個粗糙度深度的算術平均值。

【0043】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。

【0044】術語「黏附強度」是指分離彼此黏合的集流體和黏結劑組合物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。

【0045】術語「溶脹」是指由於電解質-黏結劑相互作用，在電解質中浸泡或吸收電解質後黏結劑組合物的體積演變。

【0046】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

著在一個小時內利用所有的儲存能量；0.1C意味著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；5C意味著在12分鐘內利用全部的能量。

【0047】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。

【0048】術語「電池循環壽命」是指在其額定容量降低至小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。

【0049】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。容量通常以安培-小時為單位表示。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。

【0050】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。

【0051】目前，通常在例如N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）的有機溶劑中分散陰極活性材料、黏結劑材料和導電劑以形成陰極漿料，然後將陰極漿料塗覆在集流體上並乾燥來製備陰極。

【0052】由於黏結劑被認為是電化學惰性材料，因此黏結劑對電池性能的影響常常被低估。黏結劑的目的是將活性材料顆粒和導電劑黏附在一起，以形成通向集流體的連續導電路徑。除黏結能力外，黏結劑材料還應能夠促進電子和離子傳輸以降低集流體和電極材料之間的阻抗，並具有足夠的彈性以防止電極因充電和放電期間的體積膨脹和收縮而溶脹。

【0053】 聚偏二氟乙烯 (PVDF) 已經被廣泛用作鋰離子電池的生產中的黏結劑材料。然而PVDF只能溶解在例如NMP的特定的有機溶劑中，其易燃且有毒，因此需要特殊的處理。在乾燥過程中必須安裝NMP回收系統以回收NMP蒸氣。這將在製造過程中產生大量的能源消耗和生產成本。因此，在鋰離子電池黏結劑材料的開發中，探索一種新型的環境友好的黏結劑材料以取代PVDF已經成為當務之急。

【0054】 羧甲基纖維素 (CMC) 和苯乙烯-丁二烯橡膠 (SBR) 是一些已經在大規模的商業應用中使用的典型的水性黏結劑。然而，這些黏結劑的黏結強度和防止電極溶脹的能力有限。此外，在電池內，陰極處於高電壓。包括SBR在內的大多數橡膠僅在陽極的低電壓下穩定，並且在高電壓下會分解。因此，它們的應用，特別是在陰極內的應用受至一定的限制。

【0055】 因此，本發明提供一種製備包含共聚物和分散介質的水性黏結劑組合物的方法，其中共聚物包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)、衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)、衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)、衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)、以及至少一種陰離子反應型乳化劑。圖1是說明製備黏結劑組合物的方法100的步驟的一個實施方案的流程圖。在本文所述的黏結劑組合物中存在陰離子反應型乳化劑被發現表現出增強的黏附能力，並且同時具有改善由此形成的陰極的容量和電化學效能的意料之外的效果。

【0056】 在一些實施方案中，本文所述的黏結劑組合物通過乳液聚合產生，其涉及應用兩親性乳化劑通過水相分散疏水性單體、聚合物或單體-聚合物複合物 (complex)，並使用水溶性自由基引發劑產生自由基。

【0057】 在一些實施方案中，在步驟101中通過在分散介質中添加至少一種陰離子反應型乳化劑以形成第一乳液。

【0058】 分散介質是用作乳化劑、自由基引發劑和其它組分的溶劑。在傳統的黏結劑製備製程中，通常採用NMP等有機物作為溶劑。然而，使用有機溶劑會造成嚴重的環境問題。本發明的優點之一是通過水

處理方法製備黏結劑組合物，其中水用作分散介質。

【0059】 在一些實施方案中，分散介質可以進一步包含選自乙醇、異丙醇、正丙醇、叔丁醇、正丁醇、二甲基乙醯胺（DMAc）、二甲基甲醯胺（DMF）、N-甲基吡咯烷酮（NMP）、甲基乙基酮（MEK）、乙酸乙酯（EA）、乙酸丁酯（BA）及其組合構成的群組的親水性溶劑。在一些實施方案中，分散介質不含水、乙醇、異丙醇、正丙醇、叔丁醇、正丁醇、二甲基乙醯胺（DMAc）、二甲基甲醯胺（DMF）、N-甲基吡咯烷酮（NMP）、甲基乙基酮（MEK）、乙酸乙酯（EA）或乙酸丁酯（BA）。

【0060】 在製備本發明的黏結劑組合物時，乳化劑在形成細顆粒分散體中起到了許多重要功能。它們用於：（i）降低單體和水相之間的介面表面張力，以便在攪拌下，單體可以在水相中分散或乳化；（ii）讓單體液滴穩定在乳液的形式；（iii）為聚合物顆粒的提供成核，反應和生長位置；以及（iv）在增長（propagation）過程中和聚合之後穩定聚合物分散體。

【0061】 乳化劑是表面活性劑。當乳化劑濃度大於臨界膠束濃度（C.M.C.）時，分散的乳化劑分子發生聚集形成膠束，表面張力因而降低。這些膠束由乳化劑分子組成，其中油溶性尾狀物向內朝向中心，水溶性頭狀物位於最靠近水環境的週邊。因此，混合物中的單體液滴通過水相擴散並進入膠束附近。隨著聚合物的形成和更多單體的擴散，膠束持續膨脹。最終，膠束結構被破壞，乳化劑分子以單分子吸附層留在聚合物顆粒上。然後單體將繼續擴散至聚合物顆粒中並聚合，直至轉化完成。

【0062】 乳化劑由於長鏈非極性（疏水性或油溶性）基團和極性（親水性或水溶性）頭部基團的存在而具有其獨特的性質。根據極性頭部基團所攜帶的電荷（或無電荷），它們通常分為四大類：陰離子型、陽離子型、非離子型和兩性（兩性離子型）。在一些實施方案中，普遍較佳地選擇陰離子乳化劑。它們通過靜電排斥機制穩定乳膠粒子。

【0063】 除上述乳化劑類型外，乳化劑還可根據其反應型進一步

分為非反應型乳化劑或反應型乳化劑。採用常規方法進行的乳液聚合通常採用非反應型乳化劑。

【0064】 陰離子非反應型乳化劑的一些非限制性實例包括高級脂肪酸鹽，例如油酸鈉、硬脂酸鈉、棕櫚酸鈉等；烷基芳基磺酸鹽，例如十二烷基苯磺酸鈉等；烷基硫酸鹽，例如十二烷基硫酸鈉、辛基硫酸鈉(sodium octyl sulphate)、十二烷基硫酸鋰，十二烷基硫酸銨等；聚氧乙烯烷基醚硫酸鹽，如聚氧乙烯十二烷基醚硫酸鈉等；聚氧乙烯烷基芳基醚硫酸鹽，如聚氧乙烯壬基苯醚硫酸鈉等；二烷基磺基琥珀酸鹽，例如二辛基磺基琥珀酸鈉等；聚氧乙烯烷基磺基琥珀酸鹽，例如聚氧乙烯十二烷基磺基琥珀酸鈉等；松脂酸鹽，例如松脂酸鈉、松脂酸鉀等。在一些實施方案中，陰離子非反應型乳化劑包含選自鈉、鉀、銨及其組合構成的群組的陽離子。

【0065】 在聚合過程中，非反應型乳化劑分子被物理吸附在聚合物顆粒的表面。然而，在隨後的電極層形成過程中，非反應型乳化劑分子會隨著水分的揮發和在濕層中的遷移而從聚合物顆粒表面解吸。由此形成的陰極塗層內形成的集中區域或非反應型乳化劑分子隨著水分的遷移對黏結劑組合物的黏附效能產生不利影響。

【0066】 除了具有作為非反應型乳化劑的具有乳化能力的分子結構之外，反應型乳化劑含有至少一個能夠與單體反應的乙烯基不飽和雙鍵（自由基可聚合官能團）。在聚合過程中，反應型乳化劑分子不僅吸附在聚合物顆粒的表面提供穩定膠體的作用，它們也共價錨定在聚合物顆粒表面。在隨後的電極層形成過程中，反應型乳化劑分子不會隨著水分的揮發而從聚合物顆粒中遷移或解吸，這有效地提高了黏結劑組合物的表面附著力。

【0067】 反應型乳化劑中包含的自由基可聚合官能團的一些非限制性實例包括乙烯基、丙烯基、烯丙基、苯乙烯基、烯丙基醚基、異丙烯基、丙烯酸酯基、甲基丙烯酸酯基、丙烯醯胺基等。

【0068】 在一些實施方案中，聚合步驟中使用的乳化劑系統可包含單獨的陰離子反應型乳化劑或並用的兩個或三個陰離子反應型乳

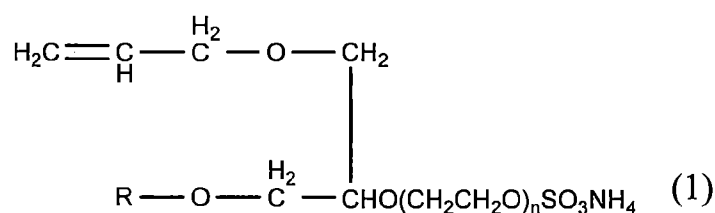
劑。

【0069】 在一些實施方案中，陰離子反應型乳化劑可包含將至少一個前述自由基可聚合官能團結合到前述陰離子非反應型乳化劑的組合物。

【0070】 商購可得的陰離子反應型乳化劑的一些非限制性實例包括基於烷基醚的一種，例如Aqualon KH-05、KH-10、KH-20、Adeka Reasoap SR-10N、SR-20N、Latemul PD-104、SR-10等；基於磺基琥珀酸酯的一種，例如Latemul S-120、S-120A、S-180P、S-180A、Eleminol JS-20等；基於烷基苯基醚的一種或基於烷基苯基酯的一種，例如Aqualon H-2855A、H-3855B、H-3855C、H-3856、HS-05、HS-10、HS-20、HS-30、HS-1025、BC-05、BC-10、BC-20、Adeka Reasoap SDX-222、SDX-223、SDX-232、SDX-233、SDX-259、SE-10N、SE-20N等；基於(甲基)丙烯酸酯硫酸酯的一種，例如Antox MS-60、MS-2N、MS-NH₄，Eleminol SE-1025等和基於磷酸鹽的一種，例如H-3330PL、Adeka Reasoap PP-70等。

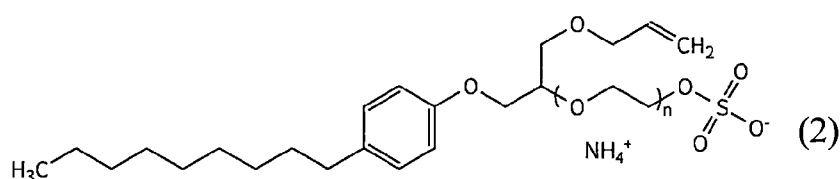
【0071】 在一些實施方案中，陰離子反應型乳化劑可選自2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙烷磺酸鈉（AMPS-Na）、羥基丙烷磺酸鈉、十二烷基烯丙基磺基琥珀酸鈉（sodium dodecyl allyl sulfosuccinate）、1-烯丙基氧基-2-羥丙基磺酸鈉（COPs-1）、乙烯基磺酸鈉（SVS）、乙烯基烷基磺酸鈉、苯乙烯磺酸鈉、烯丙氧基脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸銨、烯丙氧基烷基苯酚聚氧乙烯醚硫酸銨、聚氧乙烯烯丙氧基壬基苯氧基丙醚硫酸銨、烷基烯丙基磺基琥珀酸酯、甲基丙烯酸聚氧乙烯硫酸酯鹽、乙二醇甲基丙烯酸酯硫酸酯鹽，聚氧乙烯烷基丙基苯醚硫酸銨鹽、 α -磺基- ω -(1-(壬基苯氧基)甲基-2-(2-丙烯氧基)乙氧基)-聚(氧基-1,2-乙二基))銨鹽、聚氧乙烯基-1-(烯丙基氧基甲基)烷基醚硫酸銨鹽、聚氧乙烯基烯基醚硫酸銨及其組合構成的群組。在一些實施方案中，陰離子反應型乳化劑可選自烯丙基氧基羥丙基磺酸鈉、甲基烯丙基磺酸鈉、丙烯酸磺基丙酯、乙烯基磺酸鹽、乙烯基磷酸鹽、馬來酸單十二烷基單乙基磺酸鈉（monosodium ethylsulfonate monododecyl maleate）、琥珀酸烯丙基磺酸酯（allylsulfosuccinate）衍生物及其組合構成的群組。

【0072】 在一些實施方案中，陰離子反應型乳化劑的實例包括由以下通式（1）代表的實例。



【0073】 在通式（1）中，R代表烷基，n代表10至40的整數。在一些實施方案中，由通式（1）代表的陰離子反應型乳化劑為SR-10。在一些實施方案中，由通式（1）代表的陰離子反應型乳化劑是烯丙基氧基脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸銨。

【0074】 在一些實施方案中，陰離子反應型乳化劑的實例包括由以下通式（2）代表的實例。



【0075】 在通式（2）中，n代表10至40的整數。在一些實施方案中，由通式（2）代表的陰離子反應型乳化劑為SE-10。在一些實施方案中，由通式（2）代表的陰離子反應型乳化劑是聚氧乙烯烯丙氧基壬基苯氧基丙基醚硫酸銨。

【0076】 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，陰離子反應型乳化劑占的比例是約0.1%至約5%、約0.2%至約5%、約0.3%至約5%、約0.4%至約5%、約0.5%至約5%、約0.5%至約4.9%、約0.5%至約4.8%、約0.5%至約4.7%、約0.5%至約4.6%、約0.5%至約4.5%、約0.5%至約4.4%、約0.5%至約4.3%、約0.5%至約4.2%、約0.5%至約4.1%、約0.5%至約4%、約0.5%至約3.9%、約0.5%至約3.8%、約0.5%至約3.7%、約0.5%至約3.6%、約0.5%至約3.5%、約0.5%至約3.4%、約0.5%至約3.3%、約0.5%至約3.2%、約0.5%至約3.1%、約0.5%至約3%、約0.5%

至約2.9%、約0.5%至約2.8%、約0.5%至約2.7%、約0.5%至約2.6%、約0.5%至約2.5%、約0.5%至約2.4%、約0.5%至約2.3%、約0.5%至約2.2%、約0.5%至約2.1%、約0.5%至約2%、約0.5%至約1.9%、約0.5%至約1.8%、約0.5%至約1.7%、約0.5%至約1.6%或約0.5%至約1.5%。當劑基於黏結劑組合物製備中添加的單體總重量，陰離子反應型乳化劑占的比例在上述範圍內時，陰離子反應型乳化劑的濃度足以形成膠束，聚合穩定性得至提高。

【0077】 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，陰離子反應型乳化劑占的比例是少於5%、少於4.8%、少於4.6%、少於4.4%、少於4.2%、少於4%、少於3.8%、少於3.6%、少於3.4%、少於3.2%、少於3%、少於2.8%、少於2.6%、少於2.4%、少於2.2%、少於2%、少於1.8%、少於1.6%、少於1.4%、少於1.2%、少於1%、少於0.8%、少於0.6%、少於0.4%或少於0.2%。在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，陰離子反應型乳化劑占的比例是多於0.1%、多於0.2%、多於0.4%、多於0.6%、多於0.8%、多於1%、多於1.2%、多於1.4%、多於1.6%、多於1.8%、多於2%、多於2.2%、多於2.4%、多於2.6%、多於2.8%、多於3%、多於3.2%、多於3.4%、多於3.6%、多於3.8%、多於4%、多於4.2%、多於4.4%、多於4.6%或多於4.8%。

【0078】 在一些實施方案中，陰離子反應型乳化劑可進一步分類為基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑和基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑。

【0079】 在一些實施方案中，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑可選自烯丙基氧基脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸銨、烯丙基氧基烷基苯酚聚氧乙烯醚硫酸銨、聚氧乙烯烯丙基氧基壬基苯氧基丙醚硫酸銨、聚氧乙烯烷基丙烯基苯基醚硫酸銨鹽、聚氧乙烯-1-(烯丙基氧基甲基)烷基醚硫酸銨鹽、甲基丙烯酸聚氧乙烯基硫酸酯鹽、聚氧化亞烷基乙基醚硫酸銨鹽及其組合構成的群組。

【0080】 在一些實施方案中，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑可選自2-丙烯醯胺-2-甲基-1-丙烷磺酸鈉（AMPS-Na）、經丙烷磺酸鈉、十二烷基烯丙基磺基琥珀酸鈉、1-烯丙基氧基-2-經丙基磺酸鈉

(COPs-1)、乙烯基磺酸鈉(SVS)、乙烯基烷基磺酸鈉、苯乙烯磺酸鈉、烷基烯丙基磺基琥珀酸酯、乙二醇甲基丙烯酸酯硫酸酯鹽及其組合構成的群組。

【0081】 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是約0.1%至約5%、約0.1%至約4.8%、約0.1%至約4.6%、約0.1%至約4.4%、約0.1%至約4.2%、約0.1%至約4%、約0.1%至約3.8%、約0.1%至約3.6%、約0.1%至約3.4%、約0.1%至約3.2%、約0.1%至約3%、約0.1%至約2.9%、約0.1%至約2.8%、約0.1%至約2.7%、約0.1%至約2.6%、約0.1%至約2.5%、約0.1%至約2.4%、約0.1%至約2.3%、約0.1%至約2.2%、約0.1%至約2.1%、約0.1%至約2%、約0.1%至約1.9%、約0.1%至約1.8%、約0.1%至約1.7%、約0.1%至約1.6%、約0.1%至約1.5%、約0.1%至約1.4%、約0.1%至約1.3%、約0.1%至約1.2%、約0.1%至約1.1%、約0.1%至約1%、約0.2%至約1.8%、約0.2%至約1%、約0.3%至約2%或約0.3%至約1.8%。

【0082】 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是少於5%、少於4.8%、少於4.6%、少於4.4%、少於4.2%、少於4%、少於3.8%、少於3.6%、少於3.4%、少於3.2%、少於3%、少於2.8%、少於2.6%、少於2.4%、少於2.2%、少於2%、少於1.8%、少於1.6%、少於1.4%、少於1.2%、少於1%、少於0.8%、少於0.6%或少於0.4%。在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是多於0.1%、多於0.2%、多於0.4%、多於0.6%、多於0.8%、多於1%、多於1.2%、多於1.4%、多於1.6%、多於1.8%、多於2%、多於2.2%、多於2.4%、多於2.6%、多於2.8%、多於3%、多於3.2%、多於3.4%、多於3.6%、多於3.8%、多於4%、多於4.2%、多於4.4%或多於4.6%。

【0083】 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是約0.8%至約5%、約0.8%至約4.9%、約0.8%至約4.8%、約0.8%至約4.7%、

約0.8%至約4.6%、約0.8%至約4.5%、約0.8%至約4.4%、約0.8%至約4.3%、約0.8%至約4.2%、約0.8%至約4.1%、約0.8%至約4%、約0.8%至約3.9%、約0.8%至約3.8%、約0.8%至約3.7%、約0.8%至約3.6%、約0.8%至約3.5%、約0.8%至約3.4%、約0.8%至約3.3%、約0.8%至約3.2%、約0.8%至約3.1%、約0.8%至約3%、約0.8%至約2.8%、約0.8%至約2.6%、約0.8%至約2.4%、約0.8%至約2.2%、約0.8%至約2%、約0.8%至約1.8%、約0.8%至約1.6%、約0.9%至約4.5%、約0.9%至約3%或約0.9%至約2.5%。

【0084】 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是少於5%、少於4.8%、少於4.6%、少於4.4%、少於4.2%、少於4%、少於3.8%、少於3.6%、少於3.4%、少於3%、少於2.8%、少於2.6%、少於2.4%、少於2.2%、少於2%、少於1.8%、少於1.6%、少於1.4%、少於1.2%或少於1%。 在一些實施方案中，基於製備黏結劑組合物時添加的單體的總重量，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是多於0.8%、多於1%、多於1.2%、多於1.4%、多於1.6%、多於1.8%、多於2%、多於2.2%、多於2.4%、多於2.6%、多於2.8%、多於3%、多於3.2%、多於3.4%、多於3.6%、多於3.8%、多於4%、多於4.2%、多於4.4%、多於4.6%或多於4.8%。

【0085】 在一些實施方案中，將第一乳液攪拌的時間是約10分鐘至約60分鐘、約15分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約55分鐘、約20分鐘至約50分鐘、約20分鐘至約45分鐘、約20分鐘至約40分鐘、約20分鐘至約35分鐘或約25分鐘至約35分鐘。在一些實施方案中，將第一乳液攪拌的時間是少於60分鐘、少於55分鐘、少於50分鐘、少於45分鐘、少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘或少於15分鐘。在一些實施方案中，將第一乳液攪拌的時間是多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘、多於35分鐘、多於40分鐘、多於45分鐘、多於50分鐘或多於55分鐘。

【0086】 在一些實施方案中，第一乳液的攪拌速度是約10 rpm至約600 rpm、約50 rpm至約600 rpm、約100 rpm至約600 rpm、約150 rpm

至約600 rpm、約200 rpm至約600 rpm、約250 rpm至約600 rpm、約300 rpm至約600 rpm、約300 rpm至約550 rpm、約300 rpm至約500 rpm、約320 rpm至約480 rpm、約340 rpm至約460 rpm或約360 rpm至約440 rpm。在一些實施方案中，第一乳液的攪拌速度是小於600 rpm、小於550 rpm、小於500 rpm、小於450 rpm、小於400 rpm、小於350 rpm、小於300 rpm、小於250 rpm、小於200 rpm、小於150 rpm、小於100 rpm或小於50 rpm。在一些實施方案中，第一乳液的攪拌速度是大於10 rpm、大於50 rpm、大於100 rpm、大於150 rpm、大於200 rpm、大於250 rpm、大於300 rpm、大於350 rpm、大於400 rpm、大於450 rpm、大於500 rpm或大於550 rpm。

【0087】 在其它實施方案中，當使用多種陰離子反應型乳化劑時，可以將陰離子反應型乳化劑依次添加以形成第一懸浮液。可在添加批次之間進行攪拌或分散。

【0088】 在一些實施方案中，通過將中和劑溶解在水中來製備中和溶液。在一些實施方案中，在步驟102中，在第一懸浮液中添加中和溶液來形成第二懸浮液。添加中和溶液旨在改善聚合穩定性並提供一個在後續階段添加的引發劑能夠產生自由基的pH範圍。

【0089】 建立理想的pH範圍在水性體系中特別重要。中和劑通常用於調節pH。在一些實施方案中，中和劑包括鹼性水溶液。在一些實施方案中，中和劑可以選自氨、碳酸氫鈉、氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化鋰、氫氧化銨、氫氧化鎂、氫氧化鈣、三乙胺、二甲基乙醇胺（DMEA）、碳酸鈉、碳酸鋰、碳酸氫鋰及其組合構成的群組。

【0090】 在一些實施方案中，將第二懸浮液攪拌的時間是約5分鐘至約45分鐘、約5分鐘至約40分鐘、約5分鐘至約35分鐘、約5分鐘至約30分鐘、約5分鐘至約25分鐘、約5分鐘至約20分鐘或約10分鐘至約20分鐘。在一些實施方案中，將第二懸浮液攪拌的時間是少於45分鐘、少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘、少於15分鐘或少於10分鐘。在一些實施方案中，將第二懸浮液攪拌的時間是多於5分鐘、多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘、多於35分鐘或多於40分鐘。

【0091】 在一些實施方案中，將第二懸浮液攪拌的速度是約10 rpm至約600 rpm、約50 rpm至約600 rpm、約100 rpm至約600 rpm、約150 rpm至約600 rpm、約200 rpm至約600 rpm、約250 rpm至約600 rpm、約300 rpm至約600 rpm、約300 rpm至約550 rpm、約300 rpm至約500 rpm、約320 rpm至約480 rpm、約340 rpm至約460 rpm或約360 rpm至約440 rpm。在一些實施方案中，將第二懸浮液攪拌的速度是小於600 rpm、小於550 rpm、小於500 rpm、小於450 rpm、小於400 rpm、小於350 rpm、小於300 rpm、小於250 rpm、小於200 rpm、小於150 rpm、小於100 rpm或小於50 rpm。在一些實施方案中，將第二懸浮液攪拌的速度是大於10 rpm、大於50 rpm、大於100 rpm、大於150 rpm、大於200 rpm、大於250 rpm、大於300 rpm、大於350 rpm、大於400 rpm、大於450 rpm、大於500 rpm或大於550 rpm。

【0092】 在一些實施方案中，在步驟103中，通過將至少兩種單體添加到第二乳液中來形成預乳化溶液。

【0093】 在一些實施方案中，單體選自含有腈基基團的單體、含有羧酸基團的單體、含有醯胺基團的單體、含有羥基基團的單體及其組合構成的群組。

【0094】 結構單元(a)是衍生自含有羧酸基團的單體。具有至少一個羧酸基團的任何單體可以用作含有羧酸基團的單體而沒有任何具體限制。在一些實施方案中，含有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，含有羧酸基團的單體是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，含有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、馬來酸氫氟烷基酯(fluoroalkyl hydrogen maleate)或其組合。在一些實施方案中，含有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。

【0095】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有羧酸基團的單體占的比例是按重量計約5%至約15%、約5%至約14%、約5%至約13%、約5%至約12%、約5%至約11%、約5%至約10%、約5%至約9%、約5%至約8%、約6%至約15%、約7%至約15%、約8%至約15%、約9%至約15%、約10%至約15%、約11%至約15%、約12%至約15%、約6%至約14%、約7%至約13%或約8%至約12%。

【0096】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有羧酸基團的單體占的比例是按重量計少於15%、少於14%、少於13%、少於12%、少於11%、少於10%、少於9%、少於8%、少於7%或少於6%。在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有羧酸基團的單體占的比例是按重量計多於5%、多於6%、多於7%、多於8%、多於9%、多於10%、多於11%、多於12%、多於13%或多於14%。

【0097】 結構單元(b)是衍生自含有醯胺基團的單體。具有至少一個醯胺基團的任何單體可以用作含有醯胺基團的單體而沒有任何具體限

制。在一些實施方案中，含有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。

【0098】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有醯胺基基團的單體占的比例是按重量計約25%至約40%、約26%至約40%、約27%至約40%、約28%至約40%、約29%至約40%、約30%至約40%、約31%至約40%、約32%至約40%、約32%至約39%、約32%至約38%、約32%至約37%、約32%至約36%、約28%至約34%、約35%至約40%或約25%至約30%。

【0099】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有醯胺基基團的單體占的比例是按重量計少於40%、少於39%、少於38%、少於37%、少於36%、少於35%、少於34%、少於33%、少於32%、少於31%、少於30%、少於29%、少於28%、少於27%或少於26%。在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有醯胺基基團的單體占的比例是按重量計多於25%、多於26%、多於27%、多於28%、多於29%、多於30%、多於31%、多於32%、多於33%、多於34%、多於35%、多於36%、多於37%、多於38%或多於39%。

【0100】 結構單元(c)衍生自含有腈基基團的單體。具有至少一個腈基基團的任何單體可以用作含有腈基基團的單體而沒有任何具體限

制。在一些實施方案中，含有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，含有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，含有腈基基團的單體是 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 -(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。

【0101】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有腈基基團的單體占的比例是按重量計約45%至約60%、約45%至約59%、約45%至約58%、約45%至約57%、約45%至約56%、約45%至約55%、約45%至約54%、約45%至約53%、約45%至約52%、約45%至約51%、約45%至約50%、約46%至約60%、約47%至約60%、約48%至約60%、約49%至約60%、約50%至約60%、約51%至約60%、約52%至約58%、約53%至約57%或約54%至約56%。

【0102】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有腈基基團的單體占的比例是按重量計多於45%、多於46%、多於47%、多於48%、多於49%、多於50%、多於51%、多於52%、多於53%、多於54%、多於55%、多於56%、多於57%或多於58%。在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有腈基基團的單體占的比例是按重量計少於60%、少於59%、少於58%、少於57%、少於56%、少於55%、少於54%、少於53%、少於52%、少於51%、少於50%、少於49%、少於48%或少於47%。

【0103】 結構單元(d)衍生自含有羥基基團的單體。具有至少一個羥基基團的任何單體可以用作含有羥基基團的單體而沒有任何具體限制。在一些實施方案中，含有羥基基團的單體是含有 C_1 至 C_{20} 烷基或 C_5 至 C_{20} 環烷基的且至少有一個羥基基團附在其上的甲基丙烯酸酯或丙烯酸酯。在一些實施方案中，含有羥基基團的單體為丙烯酸2-羥乙基乙酯、甲基丙烯酸2-羥乙基乙酯、丙烯酸2-羥丙基酯、丙烯酸3-羥丙基酯、甲基

丙烯酸2-羥丙基酯、甲基丙烯酸3-羥丙基酯、丙烯酸2-羥基丁酯、丙烯酸4-羥基丁酯、甲基丙烯酸2-羥基丁酯、甲基丙烯酸4-羥基丁酯，丙烯酸5-羥基戊酯、甲基丙烯酸5-羥基戊酯、丙烯酸6-羥基己酯、甲基丙烯酸6-羥基己酯、1,4-環己烷二甲醇單丙烯酸酯、丙烯酸3-氯-2-羥丙酯、甲基丙烯酸3-氯-2-羥丙酯、丙烯酸二乙二醇單甲酯、丙烯酸二乙二醇單丙烯酸酯或其組合。

【0104】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有羥基基團的單體占的比例是按重量計約5%至約15%、約5%至約14%、約5%至約13%、約5%至約12%、約5%至約11%、約5%至約10%、約5%至約9%、約5%至約8%、約6%至約15%、約7%至約15%、約8%至約15%、約9%至約15%、約10%至約15%、約11%至約15%、約12%至約15%、約6%至約14%、約7%至約13%或約8%至約12%。

【0105】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有羥基基團的單體占的比例是按重量計少於15%、少於14%、少於13%、少於12%、少於11%、少於10%、少於9%、少於8%、少於7%或少於6%。在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，含有羥基基團的單體占的比例是按重量計多於5%、多於6%、多於7%、多於8%、多於9%、多於10%、多於11%、多於12%、多於13%或多於14%。

【0106】 在一些實施方案中，在製備黏結劑組合物中，添加的陰離子反應型乳化劑與含有腈基基團的單體的重量比為約0.5%至約10%、約0.5%至約9.5%、約0.5%至約9%、約0.5%至約8.5%、約0.5%至約8%、約0.5%至約7.5%、約0.5%至約7%、約0.5%至約6.8%、約0.5%至約6.6%、約0.5%至約6.4%、約0.5%至約6.2%、約0.5%至約6%、約0.5%至約5.8%、約0.5%至約5.6%、約0.5%至約5.4%、約0.5%至約5.2%、約0.5%至約5%、約0.5%至約4.8%、約0.5%至約4.6%、約0.5%至約4.4%、約0.5%至約4.2%或約0.5%至約4%。

【0107】 在一些實施方案中，在製備黏結劑組合物中，添加的陰離子反應型乳化劑與含有腈基基團的單體的重量比為少於10%、少於

9.5%、少於9%、少於8.5%、少於8%、少於7.5%、少於7%、少於6.5%、少於6%、少於5.5%、少於5%、少於4.5%、少於4%、少於3.5%、少於3%、少於2.5%、少於2%、少於1.5%、少於1%或少於0.8%。在一些實施方案中，在製備黏結劑組合物中，添加的陰離子反應型乳化劑與含有腈基基團的單體的重量比為多於0.5%、多於1%、多於1.5%、多於2%、多於2.5%、多於3%、多於3.5%、多於4%、多於4.5%、多於5%、多於5.5%、多於6%、多於6.5%、多於7%、多於7.5%、多於8%、多於8.5%、多於9%或多於9.5%。

【0108】 在一些實施方案中，可將含羧酸基團的單體和含有羥基基團的單體或其組合添加到第二乳液中以形成第三乳液。此後，通過向第三乳液中添加含腈基的單體、含醯胺基的單體或其組合來形成預乳化溶液。這是有利的，因為它允許在預乳化溶液中更好地分散材料。

【0109】 在某些實施方案中，可以將含有羧酸基基團的單體、含有羥基基團的單體、含有腈基基團的單體、含有醯胺基基團的單體或其組合添加到第二乳液中以形成預乳化溶液。在其它實施方案中，將含有羧酸基基團的單體、含有羥基基團的單體、含有腈基基團的單體、含有醯胺基基團的單體或其組合依次添加到第二乳液中以形成預乳化溶液。可在添加批次之間中進行攪拌或分散。

【0110】 在一些實施方案中，將第三乳液攪拌的時間是約5分鐘至約45分鐘、約5分鐘至約40分鐘、約5分鐘至約35分鐘、約5分鐘至約30分鐘、約5分鐘至約25分鐘、約5分鐘至約20分鐘或約10分鐘至約20分鐘。在一些實施方案中，將第三乳液攪拌的時間是少於45分鐘、少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘、少於15分鐘或少於10分鐘。在一些實施方案中，將第三乳液攪拌的時間是多於5分鐘、多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘、多於35分鐘或多於40分鐘。

【0111】 在一些實施方案中，第三乳狀液和預乳化溶液中的每一者的攪拌速度獨立地是約800 rpm至約1500 rpm、約800 rpm至約1450 rpm、約800 rpm至約1400 rpm、約800 rpm至約1350 rpm、約800 rpm至約1300 rpm、約800 rpm至約1250 rpm、約800 rpm至約1200 rpm、約780 rpm

至約1180 rpm、約760 rpm至約1160 rpm或約740rpm至約1140rpm。在一些實施方案中，第三乳狀液和預乳化溶液中的每一者的攪拌速度獨立地是小於1500 rpm、小於1450 rpm、小於1400 rpm、小於1350 rpm、小於1300 rpm、小於1250 rpm、小於1200 rpm、小於1150 rpm、小於1100 rpm、小於1050 rpm、小於1000 rpm、小於950 rpm、小於900 rpm或小於850 rpm。在一些實施方案中，第三乳狀液和預乳化溶液中的每一者的攪拌速度獨立地是大於800rpm、大於850rpm、大於900rpm、大於950rpm、大於1000rpm、大於1050rpm、大於1100rpm、大於1150rpm、大於1200rpm、大於1250rpm、大於1300rpm、大於1350rpm、大於1400rpm或大於1450rpm。

【0112】 在一些實施方案中，將預乳化溶液攪拌的時間是約10分鐘至約60分鐘、約15分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約60分鐘、約25分鐘至約60分鐘、約30分鐘至約60分鐘、約30分鐘至約55分鐘或約30分鐘至約50分鐘。在一些實施方案中，將預乳化溶液攪拌的時間是少於60分鐘、少於55分鐘、少於50分鐘、少於45分鐘、少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘或少於15分鐘。在一些實施方案中，將預乳化乳液攪拌的時間是多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘、多於35分鐘、多於40分鐘、多於45分鐘、多於50分鐘或多於55分鐘。

【0113】 在一些實施方案中，通過組合物的聚合獲得共聚物。在一些實施方案中，組合物包括含有羧酸鹽基團的單體、含有羧酸基團的單體、含有腈基基團的單體、含有醯胺基團的單體、含有羥基基團的單體以及至少一種陰離子反應型乳化劑。在一些實施方案中，通過在步驟102中添加的中和劑中和含有羧酸基團的單體以形成含有羧酸鹽基團的單體。

【0114】 在一些實施方案中，含有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，含有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，含有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。

【0115】 在一些實施方案中，含有羧酸鹽基團的單體是含有鹼金屬羧酸鹽基團的單體。形成鹼金屬羧酸鹽的鹼金屬的實例包括鋰、鈉和鉀。在一些實施方案中，含有羧酸鹽基團的單體是含有羧酸銨鹽基團的單體。

【0116】 在一些實施方案中，組合物中含有羧酸基團的單體與含有羧酸鹽基團的單體的莫耳比是約0至約2.5、約0至約2.4、約0.1至約2.4、約0.2至約2.4、約0.3至約2.4、約0.4至約2.4、約0.5至約2.4、約0.6至約2.4、約0.6至約2.3、約0.6至約2.2、約0.6至約2.1、約0.6至約2、約0.6至約1.9、約0.6至約1.8、約0.6至約1.7、約0.6至約1.6、約0.6至約1.5、約0.6至約1.4、約0.6至約1.3、約0.5至約2.2、約0.5至約1.3、約0.3至約1.3或約0.3至約2.2。

【0117】 在一些實施方案中，組合物中含有羧酸基團的單體與含有羧酸鹽基團的單體的莫耳比小於2.5、小於2.4、小於2.3、小於2.2、小於2.1、小於2、小於1.9、小於1.8、小於1.7、小於1.6、小於1.5、小於1.4、

小於1.3、小於1.2、小於1.1、小於1、小於0.9、小於0.8、小於0.7、小於0.6、小於0.5、小於0.4、小於0.3或小於0.2。在一些實施方案中，組合物中含有羧酸基團的單體與含有羧酸鹽基團的單體的莫耳比大於0、大於0.1、大於0.2、大於0.3、大於0.4、大於0.5、大於0.6、大於0.7、大於0.8、大於0.9、大於1、大於1.1、大於1.2、大於1.3、大於1.4、大於1.5、大於1.6、大於1.7、大於1.8、大於1.9、大於2、大於2.1、大於2.2、大於2.3或大於2.4。

【0118】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸基團的單體占的比例是按莫耳計約0%至約9%、約0%至約8.8%、約0%至約8.6%、約0%至約8.4%、約0%至約8.2%、約0%至約8%、約0%至約7.8%、約0%至約7.6%、約0%至約7.4%、約0%至約7.2%、約0%至約7%、約0%至約6.8%、約0%至約6.6%、約0%至約6.4%、約0%至約6.2%、約0%至約6%、約0%至約5.8%、約0%至約5.6%、約0%至約5.4%、約0%至約5.2%、約0%至約5%、約0%至約4.8%、約0%至約4.6%、約0%至約4.4%、約0%至約4.2%、約0%至約4%、約0.2%至約4%或約0.4%至約5%。

【0119】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸基團的單體占的比例是按莫耳計少於9%、少於8.5%、少於8%、少於7.5%、少於7%、少於6.5%、少於6%、少於5.5%、少於4.5%、少於4%、少於3.5%、少於3%、少於2.5%、少於2%、少於1.5%、少於1%或少於0.5%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸基團的單體占的比例是按莫耳計多於0%、多於0.5%、多於1%、多於1.5%、多於2%、多於2.5%、多於3%、多於3.5%、多於4%、多於4.5%、多於5%、多於5.5%、多於6%、多於6.5%、多於7%、多於7.5%、多於8%或多於8.5%。

【0120】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸鹽基團的單體占的比例是按莫耳計約1%至約6%、約1%至約5.8%、約1%至約5.6%、約1%至約5.4%、約1%至約5.2%、約1%至約5%、約1.2%至約5%、約1.4%至約5%、約1.6%至約5%、約1.8%至約5%、約2%至約5%、約2%至約4.9%、約2%至約4.8%、約2%至約4.7%、約2%至約

4.6%、約2%至約4.5%、約2%至約4.4%、約2%至約4.3%、約2%至約4.2%、約2%至約4.1%、約2%至約4%、約2.1%至約4%、約2.2%至約4%、約2.3%至約4%、約2.4%至約4%、約2.5%至約4%、約2.6%至約4%、約2.7%至約4%、約2.8%至約4%、約2.9%至約4%、約3%至約4%、約3%至約3.9%、約3%至約3.8%、約3%至約3.7%、約3%至約3.6%或約3%至約3.5%。

【0121】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸鹽基團的單體占的比例是按莫耳計少於6%、少於5.8%、少於5.6%、少於5.4%、少於5.2%、少於5%、少於4.8%、少於4.6%、少於4.4%、少於4.2%、少於4%、少於3.8%、少於3.6%、少於3.4%、少於3.2%、少於3%、少於2.8%、少於2.6%、少於2.4%、少於2.2%、少於2%、少於1.8%、少於1.6%或少於1.4%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸鹽基團的單體占的比例是按莫耳計多於1%、多於1.2%、多於1.4%、多於1.6%、多於1.8%、多於2%、多於2.2%、多於2.4%、多於2.6%、多於2.8%、多於3%、多於3.2%、多於3.4%、多於3.6%、多於3.8%、多於4%、多於4.2%、多於4.4%、多於4.6%、多於4.8%、多於5%、多於5.2%、多於5.4%、多於5.6%或多於5.8%。

【0122】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有醯胺基團的單體占的比例是按莫耳計約20%至約37%、約20%至約36.5%、約20%至約36%、約20%至約35.5%、約20%至約35%、約20.5%至約35%、約21%至約35%、約21.5%至約35%、約22%至約35%、約22.5%至約35%、約23%至約35%、約23.5%至約35%、約24%至約35%、約24.5%至約35%、約25%至約35%、約25%至約34.5%、約25%至約34%、約25%至約33.5%、約25%至約33%、約25.5%至約33%、約26%至約33%、約26.5%至約33%、約27%至約33%、約25%至約33%或約25%至約36%。

【0123】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有醯胺基團的單體占的比例是按莫耳計少於37%、少於36%、少於35%、少於34%、少於33%、少於32%、少於31%、少於30%、少於29%、少於28%、少於27%、少於26%、少於25%、少於24%、少於23%或少於22%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有醯胺基團的單

體占的比例是按莫耳計多於20%、多於21%、多於22%、多於23%、多於24%、多於25%、多於26%、多於27%、多於28%、多於29%、多於30%、多於31%、多於32%、多於33%、多於34%、多於35%或多於36%。

【0124】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有腈基基團的單體占的比例是按莫耳計約52%至約70%、約52.5%至約70%、約53%至約70%、約53.5%至約70%、約54%至約70%、約54.5%至約70%、約55%至約70%、約55%至約69%、約55%至約68%、約55%至約67%、約55%至約66%、約55%至約65%、約55.5%至約65%、約56%至約65%、約56.5%至約65%、約57%至約65%、約57.5%至約65%、約58%至約65%、約58%至約64%或約58%至約70%。

【0125】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有腈基基團的單體占的比例是按莫耳計少於70%、少於69%、少於68%、少於67%、少於66%、少於65%、少於64%、少於63%、少於62%、少於61%、少於60%、少於59%、少於58%、少於57%、少於56%、少於55%、少於54%或少於53%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有腈基基團的單體占的比例是按莫耳計多於52%、多於53%、多於54%、多於55%、多於56%、多於57%、多於58%、多於59%、多於60%、多於61%、多於62%、多於63%、多於64%、多於65%、多於66%、多於67%、多於68%或多於69%。

【0126】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羥基基團的單體占的比例是按莫耳計約2%至約10%、約2.5%至約10%、約3%至約10%、約3.2%至約10%、約3.4%至約10%、約3.6%至約10%、約3.8%至約10%、約4%至約10%、約4%至約9.5%、約4%至約9%、約4%至約8.5%、約4%至約8%、約4%至約7.5%、約4%至約7%、約4.2%至約9%、約4.4%至約9%、約4.6%至約9%、約4.8%至約9%或約5%至約9%。

【0127】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羥基基團的單體占的比例是按莫耳計少於10%、少於9.5%、少於9%、少於8.5%、少於8%、少於7.5%、少於7%、少於6.5%、少於6%、少於5.5%、

少於5%、少於4.5%、少於4%、少於3.5%、少於3%或少於2.5%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羥基基團的單體占的比例是按莫耳計多於2%、多於2.5%、多於3%、多於3.5%、多於4%、多於4.5%、多於5%、多於5.5%、多於6%、多於6.5%、多於7%、多於7.5%、多於8%、多於8.5%、多於9%或多於9.5%。

【0128】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約0.02%至約2.5%、約0.02%至約2.4%、約0.02%至約2.3%、約0.02%至約2.2%、約0.02%至約2.1%、約0.02%至約2%、約0.02%至約1.9%、約0.02%至約1.8%、約0.02%至約1.7%、約0.02%至約1.6%、約0.02%至約1.5%、約0.02%至約1.4%、約0.02%至約1.3%、約0.02%至約1.2%、約0.02%至約1.1%、約0.02%至約1%、約0.03%至約1%、約0.04%至約1%、約0.05%至約1%或約0.06%至約1.2%。

【0129】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計少於2.5%、少於2.4%、少於2.3%、少於2.2%、少於2.1%、少於2%、少於1.9%、少於1.8%、少於1.7%、少於1.6%、少於1.5%、少於1.4%、少於1.3%、少於1.2%、少於1.1%、少於1%、少於0.9%、少於0.8%、少於0.7%、少於0.6%或少於0.5%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計多於0.02%、多於0.04%、多於0.1%、多於0.2%、多於0.3%、多於0.4%、多於0.5%、多於0.6%、多於0.7%、多於0.8%、多於0.9%、多於1%、多於1.1%、多於1.2%、多於1.3%、多於1.4%、多於1.5%、多於1.6%、多於1.7%、多於1.8%、多於1.9%、多於2%、多於2.1%、多於2.2%、多於2.3%或多於2.4%。

【0130】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約0.02%至約0.5%、約0.02%至約0.48%、約0.02%至約0.46%、約0.02%至約0.44%、約0.02%至約0.42%、約0.02%至約0.4%、約0.02%至約0.38%、約0.02%至約0.36%、約0.02%至約0.34%、約0.02%至約0.32%、約0.02%至約0.3%、約0.02%至約0.29%、約0.02%至約0.28%、約0.02%至約0.27%、約0.02%

至約0.26%、約0.02%至約0.25%、約0.02%至約0.24%、約0.02%至約0.23%、約0.02%至約0.22%、約0.02%至約0.21%、約0.02%至約0.24%約0.2%、約0.02%至約0.19%、約0.02%至約0.18%、約0.02%至約0.17%、約0.02%至約0.16%、約0.02%至約0.15%、約0.03%至約0.15%、約0.04%至約0.15%、約0.03%至約0.25%或約0.03%至約0.2%。

【0131】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計少於0.5%、少於0.45%、少於0.4%、少於0.35%、少於0.3%、少於0.28%、少於0.26%、少於0.24%、少於0.22%、少於0.2%、少於0.18%、少於0.16%、少於0.14%、少於0.12%、少於0.1%、少於0.08%、少於0.06%或少於0.04%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計多於0.02%、多於0.04%、多於0.06%、多於0.08%、多於0.1%、多於0.12%、多於0.14%、多於0.16%、多於0.18%、多於0.2%、多於0.22%、多於0.24%、多於0.26%、多於0.28%、多於0.3%、多於0.35%、多於0.4%或多於0.45%。

【0132】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約0.25%至約2.5%、約0.25%至約2.45%、約0.25%至約2.4%、約0.25%至約2.35%、約0.25%至約2.3%、約0.25%至約2.25%、約0.25%至約2.2%、約0.25%至約2.15%、約0.25%至約2.1%、約0.25%至約2.05%、約0.25%至約2%、約0.25%至約1.95%、約0.25%至約1.9%、約0.25%至約1.85%、約0.25%至約1.8%、約0.25%至約1.75%、約0.25%至約1.7%、約0.25%至約1.65%、約0.25%至約1.6%、約0.3%至約1.6%、約0.35%至約1.6%、約0.4%至約1.6%、約0.45%至約1.6%、約0.5%至約2%或約0.5%至約1.75%。

【0133】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計少於2.5%、少於2.4%、少於2.3%、少於2.2%、少於2.1%、少於2%、少於1.9%、少於1.8%、少於1.7%、少於1.6%、少於1.5%、少於1.4%、少於1.3%、少於1.2%、少於1.1%、少於1%、少於0.9%、少於0.8%、少於0.7%、少於

0.6%、少於0.5%或少於0.4%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計多於0.25%、多於0.3%、多於0.4%、多於0.5%、多於0.6%、多於0.7%、多於0.8%、多於0.9%、多於1%、多於1.1%、多於1.2%、多於1.3%、多於1.4%、多於1.5%、多於1.6%、多於1.7%、多於1.8%、多於1.9%、多於2%、多於2.1%、多於2.2%、多於2.3%或多於2.4%。

【0134】 在一些實施方案中，在步驟104中，通過將一份預乳化溶液添加到分散介質中以形成種子乳液。

【0135】 在一些實施方案中，在將一份預乳化溶液添加到分散介質中以形成種子乳液之前，將分散介質的溫度升高至約30°C至約70°C、約30°C至約65°C、約30°C至約60°C、約30°C至約55°C或約30°C至約50°C。在一些實施方案中，在向分散介質中添加一份預乳化溶液以形成種子乳液之前，將分散介質的溫度升高至低於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或低於35°C。在一些實施方案中，在將一份預乳化溶液添加到分散介質中以形成種子乳液之前，將分散介質的溫度升高至高於30°C、高於35°C、高於40°C、高於45°C、高於50°C、高於55°C、高於60°C或高於65°C。

【0136】 在一些實施方案中，基於預乳化溶液的總重量，為形成種子乳液而添加的預乳化溶液的比例按重量計約1%至約15%、約1%至約14%、約1%至約13%、約1%至約12%、約1%至約11%、約1%至約10%、約1%至約9%、約1%至約8%、約1%至約7%、約1%至約6%或約1%至約5%。在一些實施方案中，基於預乳化溶液的總重量，為形成種子乳液而添加的預乳化溶液的比例按重量計少於15%、少於14%、少於13%、少於12%、少於11%、少於10%、少於9%、少於8%、少於7%、少於6%、少於5%、少於4%、少於3%或少於2%。在一些實施方案中，基於預乳化溶液的總重量，為形成種子乳液而添加的預乳化溶液的比例按重量計多於1%、多於2%、多於3%、多於4%、多於5%、多於6%、多於7%、多於8%、多於9%、多於10%、多於11%、多於12%、多於13%或多於14%。

【0137】 在一些實施方案中，種子乳液的攪拌速度是約50 rpm至

約500 rpm、約50 rpm至約450 rpm、約50 rpm至約400 rpm、約50 rpm至約350 rpm、約50 rpm至約300 rpm、約100 rpm至約300 rpm、約120 rpm至約280 rpm或約140 rpm至約260 rpm。在一些實施方案中，種子乳液的攪拌速度是小於500 rpm、小於450 rpm、小於400 rpm、小於350 rpm、小於300 rpm、小於250 rpm、小於200 rpm、小於150 rpm或小於100 rpm。在一些實施方案中，種子乳液的攪拌速度是大於50 rpm、大於100 rpm、大於150 rpm、大於200 rpm、大於250 rpm、大於300 rpm、大於350 rpm、大於400 rpm或大於450 rpm。

【0138】 在一些實施方案中，將種子乳液攪拌的時間是約10分鐘至約60分鐘、約15分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約55分鐘、約20分鐘至約50分鐘、約20分鐘至約45分鐘、約20分鐘至約40分鐘、約20分鐘至約35分鐘或約25分鐘至約35分鐘。在一些實施方案中，將種子乳液攪拌的時間是少於60分鐘、少於55分鐘、少於50分鐘、少於45分鐘、少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘或少於15分鐘。在一些實施方案中，將種子乳液攪拌的時間是多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘、多於35分鐘、多於40分鐘、多於45分鐘、多於50分鐘或多於55分鐘。

【0139】 在一些實施方案中，將種子乳液的溫度升高至約60°C至約80°C、約62°C至約80°C、約64°C至約80°C、約66°C至約80°C、約66°C至約78°C、約68°C至約78°C或約68°C至約76°C。在一些實施方案中，將種子乳液的溫度升高至低於80°C、低於78°C、低於74°C、低於72°C、低於70°C、低於68°C、低於66°C、低於64°C或低於62°C。在一些實施方案中，將種子乳液的溫度升高至高於60°C、高於62°C、高於64°C、高於66°C、高於68°C、高於70°C、高於72°C、高於74°C、高於76°C或高於78°C。

【0140】 在一些實施方案中，通過將引發劑溶解在水中製備引發劑溶液。在一些實施方案中，在步驟105中，通過將一份引發劑溶液滴加至種子乳液中來形成第一懸浮液。

【0141】 在一些實施方案中，基於引發劑溶液的總重量，加入種子乳液的引發劑溶液的比例是約5%至約40%、約5%至約38%、約5%至約

36%、約5%至約34%、約5%至約32%、約5%至約30%、約7%至約30%、約10%至約30%、約12%至約30%、約12%至約28%、約14%至約28%、約14%至約26%、約16%至約26%或約16%至約24%。在一些實施方案中，基於引發劑溶液的總重量，加入種子乳液的引發劑溶液的比例是少於40%、少於38%、少於36%、少於34%、少於32%、少於30%、少於28%、少於26%、少於24%、少於22%、少於20%、少於18%、少於16%、少於14%、少於12%、少於10%或少於8%。在一些實施方案中，基於引發劑溶液的總重量，加入種子乳液的引發劑溶液的比例是多於5%、多於7%、多於10%、多於12%、多於14%、多於16%、多於18%、多於20%、多於22%、多於24%、多於26%、多於28%、多於30%、多於32%、多於34%、多於36%或多於38%。

【0142】 在一些實施方案中，將引發劑溶液滴加至種子乳液中的時間是約1分鐘至約15分鐘、約1分鐘至約14分鐘、約1分鐘至約13分鐘、約1分鐘至約12分鐘、約1分鐘至約11分鐘、約1分鐘至約10分鐘、約2分鐘至約10分鐘、約2分鐘至約10分鐘、約2分鐘至約9分鐘、約3分鐘至約9分鐘或約3分鐘至約8分鐘。在一些實施方案中，將引發劑溶液滴加至種子乳液中的時間是少於15分鐘、少於14分鐘、少於13分鐘、少於12分鐘、少於11分鐘、少於10分鐘、少於9分鐘、少於8分鐘、少於7分鐘、少於6分鐘、少於5分鐘、少於4分鐘、少於3分鐘或少於2分鐘。在一些實施方案中，將引發劑溶液滴加至種子乳液中的時間是多於1分鐘、多於2分鐘、多於3分鐘、多於4分鐘、多於5分鐘、多於6分鐘、多於7分鐘、多於8分鐘、多於9分鐘、多於10分鐘、多於11分鐘、多於12分鐘、多於13分鐘或多於14分鐘。

【0143】 在本發明中發生的聚合遵循自由基機理，其中引發劑用於產生自由基，其進而導致聚合物鏈的增長（propagation）。本文使用的自由基可以通過熱分解或氧化還原反應產生。本文揭露的自由基引發劑是水溶性的。

【0144】 水溶性自由基引發劑在水相中熱分解以產生可引發聚合的自由基。在一些實施方案中，水溶性引發劑可以選自基於過硫酸鹽的

引發劑，例如過硫酸銨、過硫酸鈉、過硫酸鉀等；基於偶氮基的引發劑，例如偶氮二(異丁基-脒鹽酸鹽) (AIBA)、2,2'-偶氮二(2-甲基丙基脒)二鹽酸鹽、2,2'-偶氮二(2-脒基丙烷)二鹽酸鹽 (AAPH)、2,2'-偶氮二[2-(2-咪唑啉-2-基)丙烷]二鹽酸鹽、雙[2-(4'-磺苯基)烷基]-2,2'-偶氮二異丁酸銨鹽 (bis[2-(4'-sulfophenyl)alkyl]-2,2'-azodiisobutyrate ammonium salts)、2,2'-偶氮二(N-2'-甲基丙基脒基-2-氨基-烷基-1-磺酸鹽等；基於過氧化物的引發劑例如過氧化氫、過氧化叔丁醇、琥珀酸過氧化物等及其組合構成的群組。

【0145】 在一些實施方案中，水溶性自由基引發劑可以與還原劑一起使用以建立氧化還原引發體系 (redox initiator system)。這允許在相對低的溫度下通過氧化還原反應產生自由基，並促進聚合率的提升。

【0146】 在一些實施方案中，還原劑可以選自亞硫酸氫鈉、焦亞硫酸鈉、亞硫酸鈉、硫代硫酸鈉、二氧化硫脒、硫酸亞鐵、氯化亞鐵、抗壞血酸、檸檬酸、酒石酸、異抗壞血酸、葡萄糖、甲醛次硫酸氫的金屬鹽、Bruggolite FF6M及其組合構成的群組。

【0147】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，水溶性自由基引發劑占的比例是按重量計約0.05%至約0.5%、約0.06%至約0.5%、約0.07%至約0.5%、約0.08%至約0.5%、約0.09%至約0.5%、約0.1%至約0.5%、約0.1%至約0.48%、約0.1%至約0.46%、約0.1%至約0.44%、約0.1%至約0.42%、約0.1%至約0.4%、約0.1%至約0.38%、約0.1%至約0.36%、約0.1%至約0.34%、約0.1%至約0.32%、約0.1%至約0.3%、約0.1%至約0.29%、約0.1%至約0.28%、約0.1%至約0.27%、約0.1%至約0.26%、約0.1%至約0.25%、約0.11%至約0.25%、約0.12%至約0.25%、約0.13%至約0.25%、約0.14%至約0.25%或約0.15%至約0.25%。當水溶性引發劑在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量中所占的比例在上述範圍內時，可以獲得較高的單體轉化率，且黏結劑組合物可以表現出更好的整體黏結性能。

【0148】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，水溶性引發劑占的比例是按重量計少於0.5%、少於

0.4%、少於0.38%、少於0.36%、少於0.34%、少於0.32%、少於0.3%、少於0.28%、少於0.26%、少於0.24%、少於0.22%、少於0.2%、少於0.19%、少於0.18%、少於0.17%、少於0.16%、少於0.15%、少於0.14%、少於0.13%、少於0.12%、少於0.11%、少於0.1%或少於0.08%。在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，水溶性引發劑占的比例是按重量計多於0.05%、多於0.07%、多於0.1%、多於0.12%、多於0.15%、多於0.18%、多於0.2%、多於0.22%、多於0.25%、多於0.27%、多於0.3%、多於0.32%、多於0.35%、多於0.37%、多於0.4%、多於0.42%、多於0.45%或多於0.47%。

【0149】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，還原劑占的比例是按重量計約0.01%至約0.2%、約0.01%至約0.19%、約0.01%至約0.18%、約0.01%至約0.17%、約0.01%至約0.16%、約0.01%至約0.15%、約0.01%至約0.14%、約0.01%至約0.13%、約0.01%至約0.12%、約0.01%至約0.11%、約0.01%至約0.1%、約0.02%至約0.1%、約0.03%至約0.1%、約0.04%至約0.1%、約0.05%至約0.1%。

【0150】 在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，還原劑占的比例是按重量計少於0.2%、少於0.19%、少於0.18%、少於0.17%、少於0.16%、少於0.15%、少於0.14%、少於0.13%、少於0.12%、少於0.11%、少於0.1%、少於0.09%、少於0.08%、少於0.07%、少於0.06%、少於0.05%或少於0.04%。在一些實施方案中，基於在黏結劑組合物的製備中添加的單體的總重量，還原劑占的比例是按重量計多於0.01%、多於0.02%、多於0.03%、多於0.04%、多於0.05%、多於0.06%、多於0.07%、多於0.08%、多於0.09%、多於0.1%、多於0.11%、多於0.12%、多於0.13%、多於0.14%、多於0.15%或多於0.16%。

【0151】 在一些實施方案中，當選擇氧化還原引發體系作為引發劑時，水溶性自由基引發劑與還原劑的莫耳比是約0.2至約10、約0.2至約9、約0.2至約8、約0.2至約7、約0.2至約6、約0.2至約5、約0.3至約5、約0.4至約5、約0.5至約5、約0.6至約5、約0.7至約5、約0.8至約5、約0.9至約5、約1至約5、約0.5至約4.5、約0.5至約4、約0.6至約3.5、約0.6至約3、

約0.8至約3或約0.2至約1。在一些實施方案中，當選擇氧化還原引發體系作為引發劑時，水溶性自由基引發劑與還原劑的莫耳比小於10、小於9、小於8、小於7、小於6、小於5、小於4.8、小於4.6、小於4.4、小於4.2、小於4、小於3.8、小於3.6、小於3.4、小於3.2、小於3、小於3.8、小於3.6、小於3.4、小於3.2、小於3、小於2.8、小於2.6、小於2.4、小於2.2、小於2、小於1.8、小於1.6、小於1.4、小於1.2、小於1、小於0.8、小於0.6或小於0.4。在一些實施方案中，當選擇氧化還原引發體系作為引發劑時，水溶性自由基引發劑與還原劑的莫耳比大於0.2、大於0.4、大於0.6、大於0.8、大於1、大於1.2、大於1.4、大於1.6、大於1.8、大於2、大於2.2、大於2.4、大於2.6、大於2.8、大於3、大於3.2、大於3.4、大於3.6、大於3.8、大於4、大於4.2、大於4.4、大於4.6、大於4.8、大於5、大於6、大於7、大於8或大於9。

【0152】 聚合溫度取決於所使用的引發劑種類。在一些實施方案中，聚合的反應溫度是約50 °C至約90 °C、約50 °C至約85 °C、約50 °C至約80 °C、約50 °C至約75 °C、約50 °C至約70 °C、約55 °C至約75 °C、約55 °C至約80 °C、約55 °C至約85 °C、約60 °C至約80 °C、約60 °C至約75 °C、約60 °C至約70 °C或約55 °C至約70 °C。當聚合的反應溫度在上述範圍內時，可以獲得較高的反應穩定性，且黏結劑組合物可以表現出較好的整體黏結性能。在一些實施方案中，聚合的反應溫度低於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或低於55 °C。在一些實施方案中，聚合的反應溫度高於50 °C、高於55 °C、高於60 °C、高於65 °C、高於70 °C、高於75 °C、高於80 °C或高於85 °C。

【0153】 在一些實施方案中，聚合過程中混合器的攪拌速度是約100 rpm至約1000 rpm、約100 rpm至約950 rpm、約100 rpm至約900 rpm、約100 rpm至約850 rpm、約100 rpm至約800 rpm、約100 rpm至約750 rpm、約100 rpm至約700 rpm、約100 rpm至約650 rpm、約100 rpm至約600 rpm、約100 rpm至約550 rpm、約100 rpm至約500 rpm、約150 rpm至約500 rpm、約200 rpm至約500 rpm、約250 rpm至約500 rpm、約250 rpm至約450 rpm、約300 rpm至約450 rpm或約300 rpm至約400 rpm。在一些實施方案中，聚

合過程中混合器的攪拌速度小於1000 rpm、小於950 rpm、小於900 rpm、小於850 rpm、小於800 rpm、小於750 rpm、小於700 rpm、小於650 rpm、小於600 rpm、小於550 rpm、小於500 rpm、小於450 rpm、小於400 rpm、小於350 rpm、小於300 rpm、小於250 rpm、小於200 rpm或小於150 rpm。在一些實施方案中，聚合過程中混合器的攪拌速度大於100 rpm、大於150 rpm、大於200 rpm、大於250 rpm、大於300 rpm、大於350 rpm、大於400 rpm、大於450 rpm、大於500 rpm、大於550 rpm、大於600 rpm、大於650 rpm、大於700 rpm、大於750 rpm、大於800 rpm、大於850 rpm、大於900 rpm或大於950 rpm。

【0154】 在一些實施方案中，將第一懸浮液攪拌的時間是約10分鐘至約60分鐘、約15分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約60分鐘、約20分鐘至約55分鐘、約20分鐘至約50分鐘、約20分鐘至約45分鐘或約20分鐘至約40分鐘。在一些實施方案中，將第一懸浮液攪拌的時間是少於60分鐘、少於55分鐘、少於50分鐘、少於45分鐘、少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘或少於15分鐘。在一些實施方案中，將第一懸浮液攪拌的時間是多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘、多於35分鐘、多於40分鐘、多於45分鐘、多於50分鐘或多於55分鐘。

【0155】 在一些實施方案中，在步驟106中，通過同時將剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液滴加至第一懸浮液中以形成第二懸浮液。

【0156】 在一些實施方案中，將剩餘的預乳化溶液滴加至第一懸浮液中的時間是約2小時至約6小時、約2.5小時至約6小時、約2.5小時至約5.5小時、約3小時至約5.5小時、約3小時至約5小時、約3.5小時至約5小時或約3.5小時至約4.5小時。在一些實施方案中，將剩餘的預乳化溶液滴加至第一懸浮液中的時間是少於6小時、少於5.5小時、少於5小時、少於4.5小時、少於4小時、少於3.5小時、少於3小時或少於2.5小時。在一些實施方案中，將剩餘的預乳化溶液滴加至第一懸浮液中的時間是多於2小時、多於2.5小時、多於3小時、多於3.5小時、多於4小時、多於4.5小時、多於5小時或多於5.5小時。

【0157】 在一些實施方案中，將剩餘的引發劑溶液滴加至第一懸浮液中的時間是約2小時至約7小時、約2.5小時至約7小時、約3小時至約7小時、約3小時至約6.5小時、約3小時至約6小時、約3.5小時至約6小時或約3.5小時至約5.5小時。在一些實施方案中，將剩餘的引發劑溶液滴加至第一懸浮液中的時間是少於7小時、少於6.5小時、少於6小時、少於5.5小時、少於5小時、少於4.5小時、少於4小時、少於3.5小時、少於3小時或少於2.5小時。 在一些實施方案中，將剩餘的引發劑溶液滴加至第一懸浮液中的時間是多於2小時、多於2.5小時、多於3小時、多於3.5小時、多於4小時、多於4.5小時、多於5小時、多於5.5小時、多於6小時或多於6.5小時。

【0158】 在一些實施方案中，通過在水中添加自交聯單體來製備自交聯單體溶液。在某些實施方案中，在步驟106中，在添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液之後立即將自交聯單體溶液滴加至第二懸浮液中來形成反應混合物。

【0159】 交聯是指通過共價鍵或離子鍵連接兩個或多個聚合物鏈。交聯單體可以被添加到黏結劑組合物中以實現該過程。交聯單體的加入提高了黏結劑組合物中聚合物的交聯密度。黏結劑組合物中聚合物交聯密度的提高提供優異的阻隔效能，其最終增強了由此形成的電極層的耐水性、耐劃傷性、耐化學性和硬度。交聯的引入可通過外部交聯劑或通過在主聚合物鏈上插入交聯基團或體系的自交聯單體。

【0160】 在一些實施方案中，自交聯聚合物可應用於本發明中的黏結劑組合物以改善或改變其機械性能。當黏結劑組合物乾燥形成膜時，聚合物鏈的兩個相互官能團之間發生自交聯，隨後聚合物交聯成三維網絡結構。這種交聯反應的引發可以通過水蒸發、pH值變化或在比聚合發生的更高的溫度下固化。

【0161】 在一些實施方案中，自交聯單體可選自N-羥乙基丙烯醯胺（HEAA）、N-羥甲基丙烯醯胺、N-羥甲基甲基丙烯醯胺、N-(異丁氧基-甲基)丙烯醯胺（IBMA）、甲基丙烯酸乙醯乙醯氧基乙酯、甲基丙烯酸三甲氧基矽丙基丙酯（TSPMA）、己二酸二醯肼（ADH）、雙丙酮丙

烯醯胺(DAAM)、二乙烯基苯(DVB)、乙烯基三甲氧基矽烷(VTMS)、乙烯基三乙氧基矽烷(VTES)、乙烯基三異丙氧基矽烷(VTPS)、甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷(MATS)、丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、烯丙基三甲氧基矽烷、異丙氧基乙基矽烷、三(2-甲氧基乙氧基)乙烯基矽烷、磷酸鹽或絡合物、丙酸鹽或絡合物、硫酸鹽或絡合物、硝酸鹽或絡合物、醋酸鹽或絡合物、酒石酸鹽或絡合物、鉍鹽或絡合物、氧化物鹽或絡合物、碳酸鹽或絡合物、乙醯丙酮鹽或絡合物及其組合構成的群組。

【0162】 在一些實施方案中，將自交聯單體溶液滴加至第二懸浮液中的時間是約5分鐘至約40分鐘、約10分鐘至約40分鐘、約10分鐘至約35分鐘、約10分鐘至約30分鐘、約15分鐘至約30分鐘或約15分鐘至約25分鐘。在一些實施方案中，將自交聯單體溶液滴加至第二懸浮液中的時間為少於40分鐘、少於35分鐘、少於30分鐘、少於25分鐘、少於20分鐘、少於15分鐘或少於10分鐘。在一些實施方案中，將自交聯單體溶液滴加至第二懸浮液中的時間為多於5分鐘、多於10分鐘、多於15分鐘、多於20分鐘、多於25分鐘、多於30分鐘或多於35分鐘。

【0163】 在一些實施方案中，添加自交聯單體溶液後的聚合反應時間為約8小時至約24小時、約9小時至約24小時、約10小時至約24小時、約11小時至約24小時、約12小時至約24小時、約13小時至約24小時、約14小時至約24小時、約15小時至約24小時、約16小時至約24小時、約16小時至約23小時、約16小時至約22小時、約16小時至約21小時、約16小時至約20小時、約12小時至約20小時、約18小時至約22小時、約16小時至約24小時或約14小時至約20小時。

【0164】 在一些實施方案中，添加自交聯單體溶液後的聚合反應時間少於24小時、少於23小時、少於22小時、少於21小時、少於20小時、少於19小時、少於18小時、少於17小時、少於16小時、少於15小時、少於14小時、少於13小時、少於12小時、少於11小時、少於10小時或少於9小時。在一些實施方案中，添加自交聯單體溶液後的聚合反應時間為多於8小時、多於9小時、多於10小時、多於11小時、多於12小時、多於13

小時、多於14小時、多於15小時、多於16小時、多於17小時、多於18小時、多於19小時、多於20小時、多於21小時、多於22小時或多於23小時。

【0165】 在一些實施方案中，添加自交聯單體溶液和聚合發生時，反應混合物的攪拌時間是約8小時至約25小時、約8小時至約24小時、約8小時至約23小時、約8小時至約22小時時、約8小時至約21小時、約8小時至約20小時、約8小時至約19小時、約8小時至約18小時、約8小時至約17小時、約8小時至約16小時、約8小時至約15小時、約9小時至約15小時、約10小時至約15小時、約10小時至約14小時、約10小時至約13小時或約10小時至約12小時。在一些實施方案中，添加自交聯單體溶液和聚合發生時，反應混合物的攪拌時間是少於25小時、少於23小時、少於20小時、少於18小時、少於16小時、少於14小時、少於12小時或少於10小時。在一些實施方案中，添加自交聯單體溶液和聚合發生時，反應混合物的攪拌時間是多於8小時、多於10小時、多於12小時、多於14小時、多於16小時、多於18小時、多於20小時、多於22小時或多於24小時。

【0166】 在其它實施方案中，不將自交聯單體溶液添加到第二懸浮液中以形成反應混合物。在這種情況下，添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液之後的聚合反應時間是約8小時至約24小時、約9小時至約24小時、約10小時至約24小時、約11小時至約24小時、約12小時至約24小時、約13小時至約24小時、約14小時至約24小時、約15小時至約24小時、約16小時至約24小時、約16小時至約23小時、約16小時至約22小時、約16小時至約21小時、約16小時至約20小時、約12小時至約20小時、約18小時至約22小時、約16小時至約24小時或約14小時至約20小時。在一些實施方案中，添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液後的聚合反應時間是少於24小時、少於23小時、少於22小時、少於21小時、少於20小時、少於19小時、少於18小時、少於17小時、少於16小時、少於15小時、少於14小時、少於13小時、少於12小時、少於11小時、少於10小時或少於9小時。在一些實施方案中，添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液後的聚合反應時間為多於8小時、多於9小時、多於10小時、多於11小時、多於12小時、多於13小時、多於14小時、多於15小時、多於16小時、多於17小時、多

於18小時、多於19小時、多於20小時、多於21小時、多於22小時或多於23小時。

【0167】 在一些實施方案中，添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液和聚合發生時，第二懸浮液的攪拌時間是約10小時至約30小時、約11小時至約30小時、約12小時至約30小時、約13小時至約30小時、約14小時至約30小時、約15小時至約30小時、約15小時至約29小時、約15小時至約28小時、約15小時至約27小時、約15小時至約26小時、約15小時至約25小時、約16小時至約25小時、約16小時至約24小時、約17小時至約24小時、約17小時至約23小時、約18小時至約23小時、約18小時至約22小時。

【0168】 在一些實施方案中，添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液和聚合發生時，第二懸浮液的攪拌時間是少於30小時、少於29小時、少於28小時、少於27小時、少於26小時、少於25小時、少於24小時、少於23小時、少於22小時、少於21小時、少於20小時、少於19小時、少於18小時、少於17小時、少於16小時、少於15小時、少於14小時、少於13小時、少於12小時、少於11小時、少於10小時或少於9小時。在一些實施方案中，添加剩餘的預乳化溶液和引發劑溶液和聚合發生時，第二懸浮液的攪拌時間是多於10小時、多於11小時、多於12小時、多於13小時、多於14小時、多於15小時、多於16小時、多於17小時、多於18小時、多於19小時、多於20小時、多於21小時、多於22小時、多於23小時、多於24小時、多於25小時、多於26小時、多於27小時、多於28小時或多於29小時。

【0169】 在一些實施方案中，通過將中和劑溶解在水中以製備中和溶液。在一些實施方案中，通過在步驟107中將中和溶液添加到第二懸浮液中以形成第三懸浮液。可以選擇上述步驟102中的中和劑。在一些實施方案中，在步驟102中使用的中和劑可以對應於步驟107中使用的中和劑。在一些實施方案中，步驟102和步驟107中使用的中和劑可能不同。

【0170】 在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第三懸浮液之前，將第二懸浮液的溫度降低至約20°C至約40°C、約22°C至約40°C、

約24°C至約40°C、約24°C至約38°C、約24°C至約36°C、約26°C至約36°C或約26°C至約34°C。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第三懸浮液之前，將第二懸浮液的溫度降低至低於40°C、低於38°C、低於36°C、低於34°C、低於32°C、低於30°C、低於28°C、低於26°C、低於24°C或低於22°C。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第三懸浮液之前，將第二懸浮液的溫度降低至高於20°C、高於22°C、高於24°C、高於26°C、高於28°C、高於30°C、高於32°C、高於34°C、高於36°C或高於38°C。

【0171】 在其它實施方案中，通過向反應混合物中添加中和溶液形成第三懸浮液。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第三懸浮液之前，將反應混合物的溫度降低至約20°C至約40°C、約22°C至約40°C、約24°C至約40°C、約24°C至約38°C、約24°C至約36°C、約26°C至約36°C或約26°C至約34°C。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第三懸浮液之前，將反應混合物的溫度降低至低於40°C、低於38°C、低於36°C、低於34°C、低於32°C、低於30°C、低於28°C、低於26°C、低於24°C或低於22°C。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第三懸浮液之前，將反應混合物的溫度降低至高於20°C、高於22°C、高於24°C、高於26°C、高於28°C、高於30°C、高於32°C、高於34°C、高於36°C或高於38°C。

【0172】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，中和劑的總比例是約2%至約15%、約2%至約14.5%、約2%至約14%、約2%至約13.8%、約2%至約13.6%、約2%至約13.4%、約2%至約13.2%、約2%至約13%、約2%至約12.9%、約2%至約12.8%、約2%至約12.7%、約2%至約12.6%、約2%至約12.5%、約2%至約12.4%、約2%至約12.3%、約2%至約12.2%、約2%至約12.1%、約2%至約12%、約2.2%至約12%、約2.4%至約12%、約2.6%至約12%、約2.8%至約12%、約3%至約12%、約3.5%至約11.5%或約3%至約11.8%。

【0173】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，中和劑的總比例是少於15%、少於14%、少於13%、

少於12%、少於11%、少於10%、少於9%、少於8%、少於7%、少於6%、少於5%或少於4%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，中和劑的總比例是多於2%、多於3%、多於4%、多於5%、多於6%、多於7%、多於8%、多於9%、多於10%、多於11%、多於12%、多於13%或多於14%。

【0174】 在一些實施方案中，將第三懸浮液攪拌的時間是約2小時至約4小時、約2.25小時至約4小時、約2.5小時至約4小時、約2.5小時至約3.75小時、約2.5小時至約3.5小時、約2.75小時至約3.5小時、約2.75小時至約3.25小時、約2.5小時至約3小時、約2小時至約3小時、約3小時至約3.5小時或約3小時至約4小時。在一些實施方案中，將第三懸浮液攪拌的時間是少於4小時、少於3.75小時、少於3.5小時、少於3.25小時、少於3小時、少於2.75小時、少於2.5小時或少於2.25小時。在一些實施方案中，將第三懸浮液攪拌的時間是多於2小時、多於2.25小時、多於2.5小時、多於2.75小時、多於3小時、多於3.25小時、多於3.5小時或多於3.75小時。

【0175】 在一些實施方案中，在步驟108中，通過過濾第三懸浮液形成黏結劑組合物。

【0176】 在步驟102和步驟107中添加中和劑的目的是中和在步驟103中添加的含有羧酸基團的單體，以產生性質是微鹼性的黏結劑組合物。將黏結劑組合物暴露在酸性條件下是不理想的，因為這可能破壞黏結劑組合物的分散。

【0177】 在一些實施方案中，衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)包含羧酸鹽基團。在一些實施方案中，羧酸鹽基團是羧酸基團的鹽。在一些實施方案中，衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)包含羧酸鹽基團和羧酸基團的組合。在一些實施方案中，結構單元(a)包含鹼金屬羧酸鹽基團。形成鹼金屬羧酸鹽的鹼金屬的實例包括鋰、鈉和鉀。在一些實施方案中，結構單元(a)包含羧酸銨鹽基團。

【0178】 在一些實施方案中，共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比是約0至約0.2、約0至約0.19、約0至約0.18、約0至約0.17、約0至約0.16、約0至約0.15、約0至約0.14、約0至約0.13、約0至約0.12、約0至

約0.11、約0至約0.1、約0至約0.095、約0至約0.09、約0至約0.085、約0至約0.08、約0至約0.075、約0至約0.07、約0至約0.065、約0至約0.06、約0至約0.055、約0至約0.05、約0至約0.045、約0至約0.04、約0至約0.035、約0至約0.03、約0.01至約0.07或約0.01至約0.05。

【0179】 在一些實施方案中，共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比小於0.2、小於0.18、小於0.16、小於0.14、小於0.12、小於0.1、小於0.09、小於0.08、小於0.07、小於0.06、小於0.05、小於0.04、小於0.03或小於0.02。在一些實施方案中，共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比大於0、大於0.01、大於0.02、大於0.03、大於0.04、大於0.05、大於0.06、大於0.07、大於0.08、大於0.09、大於0.1、大於0.12、大於0.14、大於0.16或大於0.18。

【0180】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中的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2%至約13%、約2%至約12.75%、約2%至約12.5%、約2%至約12.25%、約2%至約12%、約2.25%至約12%、約2.5%至約12%、約2.75%至約12%、約3%至約12%、約3.25%至約12%、約3.5%至約12%、約3.75%至約12%、約4%至約12%、約4.25%至約12%、約4.5%至約12%、約4.75%至約12%、約5%至約12%、約5.25%至約12%、約5.5%至約12%、約5.75%至約12%、約6%至約12%、約4%至約11.5%、約4%至約11%或約5%至約11%。

【0181】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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13%、少於12.5%、少於12%、少於11.5%、少於11%、少於10.5%、少於10%、少於9.5%、少於9%、少於8.5%、少於8%、少於7.5%、少於7%、少於6.5%、少於6%、少於5.5%、少於5%、少於4.5%、少於4%、少於3.5%或少於3%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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2%、多於2.5%、多於3%、多於3.5%、多於4%、多於4.5%、多於5%、多於5.5%、多於6%、多於6.5%、多於7%、多於7.5%、多於8%、多於8.5%、多於9%、多於9.5%、多於10%、多於10.5%、多於11%、多於11.5%、多於12%或多

於12.5%。

【0182】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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20%至約37%、約20.5%至約37%、約21%至約37%、約21.5%至約37%、約22%至約37%、約22.5%至約37%、約23%至約37%、約23.5%至約37%、約24%至約37%、約24.5%至約37%、約25%至約37%，約25.5%至約37%、約26%至約37%、約26.5%至約37%、約27%至約37%、約27.5%至約37%、約28%至約37%、約29%至約37%、約29%至約36%、約29.5%至約36%、約30%至約36%、約25%至約35%或約28%至約37%。

【0183】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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37%、少於36%、少於35%、少於34%、少於33%、少於32%、少於31%、少於30%、少於29%、少於28%、少於27%、少於26%、少於25%、少於24%、少於23%、少於22%或少於21%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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20%、多於21%、多於22%、多於23%、多於24%、多於25%、多於26%、多於27%、多於28%、多於29%、多於30%、多於31%、多於32%、多於33%、多於34%、多於35%或多於36%。

【0184】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物之共聚物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52%至約70%、約52.5%至約70%、約53%至約70%、約53.5%至約70%、約54%至約70%、約54.5%至約70%、約55%至約70%、約55%至約69%、約55%至約68%、約55%至約67%、約55%至約66%、約55%至約65%、約55.5%至約65%、約56%至約65%、約56.5%至約65%、約57%至約65%、約57.5%至約65%、約58%至約65%、約58%至約64%或約58%至約70%。

【0185】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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70%、少於69%、少於68%、少於67%、少於66%、少於65%、少於64%、少於63%、少於62%、少於61%、少於60%、少於59%、少於58%、少於

57%、少於56%、少於55%、少於54%或少於53%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物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52%、多於53%、多於54%、多於55%、多於56%、多於57%、多於58%、多於59%、多於60%、多於61%、多於62%、多於63%、多於64%、多於65%、多於66%、多於67%、多於68%或多於69%。

【0186】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(d)占的比例是按莫耳計約2%至約10%、約2.5%至約10%、約3%至約10%、約3.2%至約10%、約3.4%至約10%、約3.6%至約10%、約3.8%至約10%、約4%至約10%、約4%至約9.5%、約4%至約9%、約4%至約8.5%，約4%至約8%、約4%至約7.5%、約4%至約7%、約4.2%至約9%、約4.4%至約9%、約4.6%至約9%、約4.8%至約9%或約5%至約9%。

【0187】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(d)占的比例是按莫耳計少於10%、少於9.5%、少於9%、少於8.5%、少於8%、少於7.5%、少於7%、少於6.5%、少於6%、少於5.5%、少於5%、少於4.5%、少於4%、少於3.5%、少於3%或少於2.5%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中結構單元(d)占的比例是按莫耳計多於2%、多於2.5%、多於3%、多於3.5%、多於4%、多於4.5%、多於5%、多於5.5%、多於6%、多於6.5%、多於7%、多於7.5%、多於8%、多於8.5%、多於9%或多於9.5%。

【0188】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約0.02%至約3%、約0.02%至約2.9%、約0.02%至約2.8%、約0.02%至約2.7%、約0.02%至約2.6%、約0.02%至約2.5%、約0.02%至約2.4%、約0.02%至約2.3%、約0.02%至約2.2%、約0.02%至約2.1%、約0.02%至約2%、約0.02%至約1.9%、約0.02%至約1.8%、約0.02%至約1.7%、約0.02%至約1.6%、約0.02%至約1.5%、約0.02%至約1.4%、約0.02%至約1.3%、約0.02%

至約1.2%、約0.02%至約1.1%、約0.02%至約1%、約0.03%至約1%、約0.04%至約1%、約0.05%至約1%、約0.06%至約1.6%或約0.07%至約2.4%。

【0189】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計少於3%、少於2.9%、少於2.8%、少於2.7%、少於2.6%、少於2.5%、少於2.4%、少於2.3%、少於2.2%、少於2.1%、少於2%、少於1.9%、少於1.8%、少於1.7%、少於1.6%、少於1.5%、少於1.4%、少於1.3%、少於1.2%、少於1.1%、少於1%、少於0.9%、少於0.8%、少於0.7%、少於0.6%、少於0.5%或少於0.4%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，在共聚物中陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計多於0.02%、多於0.04%、多於0.06%、多於0.08%、多於0.1%、多於0.2%、多於0.3%、多於0.4%、多於0.5%、多於0.6%、多於0.7%、多於0.8%、多於0.9%、多於1%、多於1.1%、多於1.2%、多於1.3%、多於1.4%、多於1.5%、多於1.6%、多於1.7%、多於1.8%、多於1.9%、多於2%、多於2.1%、多於2.2%、多於2.3%、多於2.4%、多於2.5%、多於2.6%、多於2.7%或多於2.8%。

【0190】 在一些實施方案中，共聚物中陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是約0.01%至約4%、約0.01%至約3.9%、約0.01%至約3.8%、約0.01%至約3.7%、約0.01%至約3.6%、約0.01%至約3.5%、約0.01%至約3.4%、約0.01%至約3.3%、約0.01%至約3.2%、約0.01%至約3.1%、約0.01%至約3%、約0.01%至約2.9%、約0.01%至約2.8%、約0.01%至約2.7%、約0.01%至約2.6%、約0.01%至約2.5%、約0.01%至約2.4%、約0.01%至約2.3%、約0.01%至約2.2%、約0.01%至約2.1%、約0.01%至約2%、約0.01%至約1.9%、約0.01%至約1.8%、約0.01%至約1.7%、約0.01%至約1.6%、約0.01%至約1.5%、約0.01%至約1.4%、約0.01%至約1.3%、約0.01%至約1.2%、約0.01%至約1.1%、約0.01%至約1%、約0.02%至約1%、約0.03%至約1%、約0.04%至約1%、約0.05%至約1%、約0.06%至約1%、約0.02%至約0.8%、約0.02%至約0.7%、約0.02%至約0.6%、約0.02%至約1.5%或約0.02%至約2.5%。

【0191】 在一些實施方案中，共聚物中陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是小於4%、小於3.8%、小於3.6%、小於3.4%、小於3.2%、小於3%、小於2.8%、小於2.6%、小於2.4%、小於2.2%、小於2%、小於1.9%、小於1.8%、小於1.7%、小於1.6%、小於1.5%、小於1.4%、小於1.3%、小於1.2%、小於1.1%、小於1%、小於0.9%、小於小於0.8%、小於0.7%、小於0.6%、小於0.5%、小於0.4%、小於0.3%、小於0.2%或小於0.1%。在一些實施方案中，共聚物中陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是大於0.01%、大於0.02%、大於0.03%、大於0.04%、大於0.05%、大於0.06%、大於0.07%、大於0.08%、大於0.09%、大於0.1%、大於0.2%、大於0.4%、大於0.6%、大於0.8%、大於1%、大於1.2%、大於1.4%、大於1.6%、大於1.8%、大於2%、大於2.2%、大於2.4%、大於2.6%、大於2.8%、大於3%、大於3.2%、大於3.4%、大於3.6%或大於3.8%。

【0192】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約0.02%至約0.5%、約0.02%至約0.48%、約0.02%至約0.46%、約0.02%至約0.44%、約0.02%至約0.42%、約0.02%至約0.4%、約0.02%至約0.38%、約0.02%至約0.36%、約0.02%至約0.34%、約0.02%至約0.32%、約0.02%至約0.3%、約0.02%至約0.29%、約0.02%至約0.28%、約0.02%至約0.27%、約0.02%至約0.26%、約0.02%至約0.25%、約0.02%至約0.24%、約0.02%至約0.23%、約0.02%至約0.22%、約0.02%至約0.21%、約0.02%至約0.2%、約0.02%至約0.19%、約0.02%至約0.18%、約0.02%至約0.17%、約0.02%至約0.16%、約0.02%至約0.15%、約0.03%至約0.15%、約0.04%至約0.15%、約0.03%至約0.25%或約0.03%至約0.2%。

【0193】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計少於0.5%、少於0.45%、少於0.4%、少於0.35%、少於0.3%、少於0.28%、少於0.26%、少於0.24%、少於0.22%、少於0.2%、少於0.18%、少於0.16%、少於0.14%、少於0.12%、少於0.1%、少於0.08%、少於0.06%或少於0.04%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共

聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計多於0.02%、多於0.04%、多於0.06%、多於0.08%、多於0.1%、多於0.12%、多於0.14%、多於0.16%、多於0.18%、多於0.2%、多於0.22%、多於0.24%、多於0.26%、多於0.28%、多於0.3%、多於0.35%、多於0.4%或多於0.45%。

【0194】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約0.2%至約2.5%、約0.2%至約2.45%、約0.2%至約2.4%、約0.2%至約2.35%、約0.2%至約2.3%、約0.2%至約2.25%、約0.2%至約2.2%、約0.2%至約2.15%、約0.2%至約2.1%、約0.2%至約2.05%、約0.2%至約2%、約0.2%至約1.95%、約0.2%至約1.9%、約0.2%至約1.85%、約0.2%至約1.8%、約0.2%至約1.75%、約0.2%至約1.7%、約0.2%至約1.65%、約0.2%至約1.6%、約0.25%至約1.6%、約0.3%至約1.6%、約0.35%至約1.6%、約0.4%至約1.6%、約0.5%至約1.6%、約0.5%至約2%或約0.5%至約1.75%。

【0195】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計少於2.5%、少於2.4%、少於2.3%、少於2.2%、少於2.1%、少於2%、少於1.9%、少於1.8%、少於1.7%、少於1.6%、少於1.5%、少於1.4%、少於1.3%、少於1.2%、少於1.1%、少於1%、少於0.9%、少於0.8%、少於0.7%、少於0.6%、少於0.5%或少於0.4%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共聚物中基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計多於0.2%、多於0.3%、多於0.4%、多於0.5%、多於0.6%、多於0.7%、多於0.8%、多於0.9%、多於1%、多於1.1%、多於1.2%、多於1.3%、多於1.4%、多於1.5%、多於1.6%、多於1.7%、多於1.8%、多於1.9%、多於2%、多於2.1%、多於2.2%、多於2.3%或多於2.4%。

【0196】 在一些實施方案中，共聚物中基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是約0.05%至約0.8%、約0.05%至

約0.75%、約0.05%至約0.7%、約0.05%至約0.65%、約0.05%至約0.6%、約0.05%至約0.55%、約0.05%至約0.5%、約0.05%至約0.45%、約0.05%至約0.4%、約0.05%至約0.38%、約0.05%至約0.36%、約0.05%至約0.34%、約0.05%至約0.32%、約0.05%至約0.3%、約0.05%至約0.28%、約0.05%至約0.26%、約0.05%至約0.24%、約0.05%至約0.22%、約0.05%至約0.2%、約0.06%至約0.2%、約0.07%至約0.2%、約0.06%至約0.25%或約0.07%至約0.3%。

【0197】 在一些實施方案中，共聚物中基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是小於0.8%、小於0.75%、小於0.7%、小於0.65%、小於0.6%、小於0.55%、小於0.5%、小於0.45%、小於0.4%、小於0.38%、小於0.36%、小於0.34%、小於0.32%、小於0.3%、小於0.28%、小於0.26%、小於0.24%、小於0.22%、小於0.2%、小於0.18%、小於0.16%、小於0.14%、小於0.12%、小於0.1%、小於0.08%或小於0.06%。在一些實施方案中，共聚物中基於聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是大於0.05%、大於0.07%、大於0.1%、大於0.12%、大於0.14%、大於0.16%、大於0.18%、大於0.2%、大於0.22%、大於0.24%、大於0.26%、大於0.28%、大於0.3%、大於0.35%、大於0.4%、大於0.45%、大於0.5%、大於0.55%、大於0.6%、大於0.65%、大於0.7%或大於0.75%。

【0198】 在一些實施方案中，共聚物中基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是約0.4%至約4%、約0.4%至約3.95%、約0.4%至約3.9%、約0.4%至約3.85%、約0.4%至約3.8%、約0.4%至約3.75%、約0.4%至約3.7%、約0.45%至約3.7%、約0.5%至約3.7%、約0.4%至約3.6%、約0.4%至約3.5%、約0.4%至約3.4%、約0.4%至約3.3%、約0.4%至約3.2%、約0.4%至約3.1%、約0.4%至約3%、約0.4%至約2.9%、約0.4%至約2.8%、約0.4%至約2.7%、約0.4%至約2.6%或約0.4%至約2.5%。

【0199】 在一些實施方案中，共聚物中基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是小於4%、小於3.8%、小於3.6%、小於3.4%、小於3.2%、小於3%、小於2.8%、小於2.6%、小於2.4%、

小於2.2%、小於2%、小於1.8%、小於1.6%、小於1.4%、小於1.2%、小於1%、小於0.8%或小於0.6%。在一些實施方案中，共聚物中基於非聚氧化亞烷基的陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是大於0.4%、大於0.6%、大於0.8%、大於1%、大於1.2%、大於1.4%、大於1.6%、大於1.8%、大於2%、大於2.2%、大於2.4%、大於2.6%、大於2.8%、大於3%、大於3.2%、大於3.4%、大於3.6%或大於3.8%。

【0200】 在一些實施方案中，結構單元(a)、結構單元(b)和結構單元(d)構成共聚物的親水部分。在一些實施方案中，結構單元(c)構成共聚物的疏水部分。

【0201】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(a)、結構單元(b)和結構單元(d)之和與結構單元(c)的莫耳比是約0.1至約1、約0.12至約1、約0.14至約1、約0.16至約1、約0.18至約1、約0.2至約1、約0.22至約1、約0.24至約1、約0.26至約1、約0.28至約1、約0.3至約1、約0.32至約1、約0.34至約1、約0.36至約1、約0.38至約1、約0.4至約1、約0.4至約0.98、約0.4至約0.96、約0.4至約0.94、約0.4至約0.92、約0.4至約0.9、約0.4至約0.88、約0.4至約0.86、約0.4至約0.84、約0.4至約0.82、約0.4至約0.8、約0.3至約0.8或約0.3至約0.9。

【0202】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(a)、結構單元(b)和結構單元(d)之和與結構單元(c)的莫耳比是小於1、小於0.9、小於0.8、小於0.7、小於0.6、小於0.5、小於0.4、小於0.3或小於0.2。在一些實施方案中，共聚物中結構單元(a)、結構單元(b)和結構單元(d)之和與結構單元(c)的莫耳比是大於0.1、大於0.2、大於0.3、大於0.4、大於0.5、大於0.6、大於0.7、大於0.8或大於0.9。

【0203】 發現在製備本文揭露的黏結劑組合物中添加不含一個或多個羥基的乙烯不飽和酯單體會導致電化學效能的劣化。具有一個或多個乙烯不飽和鍵且不包含任何羥基的任何酯單體可被用作不含羥基的乙烯不飽和酯單體。在一些實施方案中，黏結劑組合物不含衍生自不含羥基的乙烯不飽和酯單體的結構單元。

【0204】 不含羥基的乙烯不飽和酯單體的示例包括C₁至C₂₀丙烯

酸烷基酯，例如丙烯酸甲酯、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、丙烯酸十二酯、丙烯酸十四酯、丙烯酸十八酯、丙烯酸硬脂酸酯、丙烯酸異冰片酯等；丙烯酸環烷基酯，例如丙烯酸環己酯、丙烯酸3,3,5-三甲基環己酯、丙烯酸2-甲基環己酯、4-丙烯酸環己酯等；丙烯酸烯丙酯，例如丙烯酸2-甲基烯丙酯、丙烯酸丁烯酯、丙烯酸3,7-二甲基-2,6-辛二烯基酯等；丙烯酸芳基酯，例如丙烯酸苄酯、丙烯酸苯酯等；丙烯酸硝基烷基酯，例如丙烯酸2-硝基乙酯、丙烯酸2-硝基丙酯、丙烯酸2-硝基丁酯、丙烯酸2-甲基-2-硝基丙酯、丙烯酸2,2-二硝基丙酯等；丙烯酸氨基烷基酯，例如丙烯酸2-(二甲氨基)乙酯、丙烯酸2-(二乙氨基)乙酯、丙烯酸2-(二丁氨基)乙酯、丙烯酸2-嗎啉乙酯等；丙烯酸鹵代烷基酯，例如丙烯酸2-溴乙酯、丙烯酸氯乙酯、丙烯酸3-溴丙酯、丙烯酸二溴丙酯、丙烯酸1-溴異丙酯、丙烯酸3-氯丙酯、丙烯酸1,3-二氯異丙酯、丙烯酸全氟辛酯等；丙烯酸醚酯，例如丙烯酸甲氧基甲酯、丙烯酸乙氧基甲酯、丙烯酸2-甲氧基乙酯、丙烯酸乙氧基乙酯、丙烯酸異丙氧基乙酯、丙烯酸丁氧基乙酯、丙烯酸2-(2-乙基己氧基)乙酯、丙烯酸2-苯氧基乙酯、丙烯酸苄氧基乙酯、丙烯酸2-(2-甲氧基乙氧基)乙酯、丙烯酸2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯、丙烯酸2-(2-苯氧基乙氧基)乙酯等；二丙烯酸二醇酯，例如二丙烯酸乙二醇酯、二丙烯酸丙二醇酯、二丙烯酸1,3-丙二醇酯、二丙烯酸1,4-丁二醇酯、二丙烯酸二甘醇酯、二丙烯酸三甘醇酯、二丙烯酸二丙二醇酯、二丙烯酸2,5-己二醇酯、二丙烯酸2,2-二乙基-1,3-丙二醇酯等；C₁至C₂₀甲基丙烯酸烷基酯，例如甲基丙烯酸乙酯、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、甲基丙烯酸十四酯、甲基丙烯酸硬脂酸酯、甲基丙烯酸異冰片酯等；甲基丙烯酸環烷基酯，例

如甲基丙烯酸環己酯、甲基丙烯酸1-甲基環己酯、甲基丙烯酸3,3,5-甲基環己酯等；甲基丙烯酸烯丙酯，例如甲基丙烯酸2-甲基丙烯酯、甲基丙烯酸2-甲基-2-丁烯酯、甲基丙烯酸油基酯等；甲基丙烯酸芳基酯，例如甲基丙烯酸苯酯、甲基丙烯酸苄酯等；甲基丙烯酸硝基烷基酯，例如甲基丙烯酸2-硝基乙酯、甲基丙烯酸2-甲基-2-硝基丙酯、甲基丙烯酸2-硝基丁酯、甲基丙烯酸2,2-二硝基丙酯等；甲基丙烯酸氨基烷基酯，例如甲基丙烯酸2-(二甲氨基)乙酯、甲基丙烯酸2-(二乙氨基)乙酯、甲基丙烯酸3-(二甲氨基)丙酯、甲基丙烯酸叔丁胺乙酯、甲基丙烯酸2-(二丁胺基)乙酯、甲基丙烯酸2-嗎啉乙酯等；甲基丙烯酸鹵代烷基酯，例如甲基丙烯酸氯甲酯、甲基丙烯酸2-氯乙酯、甲基丙烯酸3-氯丙酯、甲基丙烯酸4-溴苯基酯、甲基丙烯酸2-溴乙酯、甲基丙烯酸2,3-二溴丙酯、甲基丙烯酸1,1,1,3,3,3-六氟異丙酯、甲基丙烯酸2,2,2-三氟乙酯、甲基丙烯酸全氟辛酯、甲基丙烯酸2-碘乙酯等；甲基丙烯酸醚酯，例如甲基丙烯酸甲氧基甲酯、甲基丙烯酸乙氧基甲酯、甲基丙烯酸2-(2-甲氧基乙氧基)乙酯、甲基丙烯酸苄氧基甲酯、甲基丙烯酸乙氧基乙酯等；甲基丙烯酸環氧烷基酯，例如甲基丙烯酸2,3-環氧丁酯等；甲基丙烯酸氰基烷基酯，例如甲基丙烯酸氰甲酯、甲基丙烯酸2-氰基乙酯、甲基丙烯酸4-硫氰酸丁酯等；以及二甲基丙烯酸二醇酯，例如二甲基丙烯酸1,2-丙二醇酯、二甲基丙烯酸1,3-丁二醇酯、二甲基丙烯酸1,4-丁二醇酯、二甲基丙烯酸1,6-己二醇酯等。

【0205】 在一些實施方案中，黏結劑組合物不含衍生自含有共軛二烯基團的單體的結構單元。含有共軛二烯基團的單體的實例包括脂族共軛二烯單體，例如1,3-丁二烯、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、取代的線性共軛戊二烯和取代的側鏈共軛己二烯。

【0206】 在一些實施方案中，黏結劑組合物不含衍生自含有芳族乙烯基的單體的結構單元。含有芳族乙烯基的單體的實例包括苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、乙烯基甲苯和二乙烯基苯。

【0207】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的pH是約7至約9、約

7至約8.9、約7至約8.8、約7至約8.7、約7至約8.6、約7至約8.5、約7至約8.4、約7至約8.3、約7至約8.2、約7至約8.1、約7至約8、約7.1至約9、約7.2至約9、約7.3至約9、約7.4至約9、約7.5至約9、約7.6至約9、約7.7至約9、約7.8至約9、約7.9至約9或約8至約9。在某些實施方案中，黏結劑組合物的pH小於9、小於8.9、小於8.8、小於8.7、小於8.6、小於8.5、小於8.4、小於8.3、小於8.2、小於8.1、小於8、小於7.9、小於7.8、小於7.7、小於7.6、小於7.5、小於7.4、小於7.3或小於7.2。在某些實施方案中，黏結劑組合物的pH大於7、大於7.1、大於7.2、大於7.3、大於7.4、大於7.5、大於7.6、大於7.7、大於7.8、大於7.9、大於8、大於8.1、大於8.2、大於8.3、大於8.4、大於8.5、大於8.6、大於8.7或大於8.8。

【0208】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的黏度是約10,000 mPa·s至約35,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約34,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約33,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約32,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約31,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約30,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約29,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約28,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約27,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約26,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約25,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約24,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約23,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約22,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約21,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約20,000 mPa·s、約12,500 mPa·s至約22,500 mPa·s、約15,000 mPa·s至約25,000 mPa·s、約17,500 mPa·s至約27,500 mPa·s、約20,000 mPa·s至約30,000 mPa·s、約22,500 mPa·s至約32,500 mPa·s或約25,000 mPa·s至約35,000 mPa·s。

【0209】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的黏度小於35,000 mPa·s、小於34,000 mPa·s、小於33,000 mPa·s、小於32,000 mPa·s、小於31,000 mPa·s、小於30,000 mPa·s、小於29,000 mPa·s、小於28,000 mPa·s、小於27,000 mPa·s、小於26,000 mPa·s、小於25,000 mPa·s、小於24,000 mPa·s、小於23,000 mPa·s、小於22,000 mPa·s、小於21,000 mPa·s、小於20,000 mPa·s、小於19,000 mPa·s、小於18,000 mPa·s、小於17,000 mPa·s、小於16,000 mPa·s、小於15,000 mPa·s、小於14,000 mPa·s、小於13,000

mPa·s、小於12,000 mPa·s或小於11,000 mPa·s。在一些實施方案中，黏結劑組合物的黏度大於10,000 mPa·s、大於11,000 mPa·s、大於12,000 mPa·s、大於13,000 mPa·s、大於14,000 mPa·s、大於15,000 mPa·s、大於16,000 mPa·s、大於17,000 mPa·s、大於18,000 mPa·s、大於19,000 mPa·s、大於20,000 mPa·s、大於21,000 mPa·s、大於22,000 mPa·s、大於23,000 mPa·s、大於24,000 mPa·s、大於25,000 mPa·s、大於26,000 mPa·s、大於27,000 mPa·s、大於28,000 mPa·s或大於29,000 mPa·s。

【0210】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物的總重量，黏結劑組合物的固體含量是按重量計約12%至約18%、約12.2%至約18%、約12.4%至約18%、約12.6%至約18%、約12.8%至約18%、約13%至約18%、約13%至約17.8%、約13%至約17.6%、約13%至約17.4%、約13%至約17.2%、約13%至約17%、約13.1%至約17%、約13.2%至約17%、約13.3%至約17%、約13.4%至約17%、約13.5%至約17%、約13.6%至約17%、約13.7%至約17%、約13.8%至約17%、約13.9%至約17%、約14%至約16.9%、約14%至約16.8%、約14%至約16.7%、約14%至約16.6%、約14%至約16.5%、約14%至約16.4%、約14%至約16.3%、約14%至約16.2%、約14%到約16.1%、約14%到約16%。

【0211】 在一些實施方案中，基於黏結劑組合物的總重量，黏結劑組合物的固體含量是按重量計少於18%、少於17.8%、少於17.6%、少於17.4%、少於17.2%、少於17%、少於16.8%、少於16.6%、少於16.4%、少於16.2%、少於16%、少於15.8%、少於15.6%、少於15.4%、少於15.2%、少於15%、少於14.8%、少於14.6%、少於14.4%、少於14.2%、少於14%、少於13.8%、少於13.6%、少於13.4%、少於13.2%、少於13%、少於12.8%、少於12.6%、少於12.4%或少於12.2%。在一些實施方案中，基於黏結劑組合物的總重量，黏結劑組合物的固體含量是按重量計多於12%、多於12.2%、多於12.4%、多於12.6%、多於12.8%、多於13%、多於13.2%、多於13.4%、多於13.6%、多於13.8%、多於14%、多於14.2%、多於14.4%、多於14.6%、多於14.8%、多於15%、多於15.2%、多於15.4%、多於15.6%、多於15.8%、多於16%、多於16.2%、多於16.4%、多於16.6%、多於16.8%、

多於17%、多於17.2%、多於17.4%、多於17.6%或多於17.8%。

【0212】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量是約150,000 g/mol至約300,000 g/mol、約155,000 g/mol至約300,000 g/mol、約160,000 g/mol至約300,000 g/mol、約165,000 g/mol至約300,000 g/mol、約170,000 g/mol至約300,000 g/mol、約175,000 g/mol至約300,000 g/mol、約180,000 g/mol至約300,000 g/mol、約185,000 g/mol至約300,000 g/mol、約190,000 g/mol至約300,000 g/mol、約195,000 g/mol至約300,000 g/mol、約200,000 g/mol至約300,000 g/mol、約200,000 g/mol至約295,000 g/mol、約200,000 g/mol至約290,000 g/mol、約200,000 g/mol至約285,000 g/mol、約200,000 g/mol至約280,000 g/mol、約205,000 g/mol至約280,000 g/mol、約210,000 g/mol至約280,000 g/mol、約215,000 g/mol至約280,000 g/mol、約220,000 g/mol至約280,000 g/mol、約220,000 g/mol至約275,000 g/mol、約220,000 g/mol至約270,000 g/mol、約225,000 g/mol至約270,000 g/mol或約230,000 g/mol至約270,000 g/mol。當黏結劑組合物的重均分子量不大於上述上限時，可以確保黏結劑組合物的可塗性，從而可以得至平滑的黏結劑組合物層，且可以提高黏結劑組合物的黏附強度。另一方面，當黏結劑組合物重均分子量不小於上述下限時，可以確保黏結劑組合物的黏結能力，且可以提升黏結劑組合物的黏附強度和二次電池循環特性。

【0213】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量小於300,000 g/mol、小於290,000 g/mol、小於280,000 g/mol、小於270,000 g/mol、小於260,000 g/mol、小於250,000 g/mol、小於240,000 g/mol、小於230,000 g/mol、小於220,000 g/mol、小於210,000 g/mol、小於200,000 g/mol、小於190,000 g/mol、小於180,000 g/mol、小於170,000 g/mol或小於160,000g/mol。在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量大於150,000 g/mol、大於155,000 g/mol、大於160,000 g/mol、大於165,000 g/mol、大於170,000 g/mol、大於175,000 g/mol、大於180,000 g/mol、大於185,000 g/mol、大於190,000 g/mol、大於195,000 g/mol、大於200,000 g/mol、大於210,000 g/mol、大於220,000 g/mol、大於230,000 g/mol、大於240,000 g/mol、大於250,000 g/mol、大於260,000 g/mol、大於270,000

g/mol、大於280,000 g/mol或大於290,000 g/mol。

【0214】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的數均分子量是約20,000 g/mol至約150,000 g/mol、約25,000 g/mol至約150,000 g/mol、約30,000 g/mol至約150,000 g/mol、約35,000 g/mol至約150,000 g/mol、約40,000 g/mol至約150,000 g/mol、約45,000 g/mol至約150,000 g/mol、約50,000 g/mol至約150,000 g/mol、約55,000 g/mol至約150,000 g/mol、約60,000 g/mol至約150,000 g/mol、約60,000 g/mol至約145,000 g/mol、約60,000 g/mol至約140,000 g/mol、約60,000 g/mol至約135,000 g/mol、約60,000 g/mol至約130,000 g/mol、約60,000 g/mol至約125,000 g/mol、約60,000 g/mol至約120,000 g/mol、約65,000 g/mol至約120,000 g/mol或約70,000 g/mol至約120,000 g/mol。

【0215】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的數均分子量小於150,000 g/mol、小於145,000 g/mol、小於140,000 g/mol、小於135,000 g/mol、小於130,000 g/mol、小於125,000 g/mol、小於120,000 g/mol、小於115,000 g/mol、小於110,000 g/mol、小於105,000 g/mol、小於100,000 g/mol、小於95,000 g/mol、小於90,000 g/mol、小於85,000 g/mol、小於80,000 g/mol、小於75,000 g/mol、小於70,000 g/mol、小於65,000 g/mol、小於60,000 g/mol、小於55,000 g/mol、小於50,000 g/mol、小於45,000 g/mol、小於40,000 g/mol、小於35,000 g/mol、小於30,000 g/mol或小於25,000 g/mol。在一些實施方案中，黏結劑組合物的數均分子量大於20,000 g/mol、大於25,000 g/mol、大於30,000 g/mol、大於35,000 g/mol、大於40,000 g/mol、大於45,000 g/mol、大於50,000 g/mol、大於55,000 g/mol、大於60,000 g/mol、大於65,000 g/mol、大於70,000 g/mol、大於75,000 g/mol、大於80,000 g/mol、大於85,000 g/mol、大於90,000 g/mol、大於95,000 g/mol、大於100,000 g/mol、大於105,000 g/mol、大於110,000 g/mol、大於115,000 g/mol、大於120,000 g/mol、大於125,000 g/mol、大於130,000 g/mol、大於135,000 g/mol、大於140,000 g/mol或大於145,000 g/mol。

【0216】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的多分散性指數(PDI)是約1至約5、約1至約4.8、約1至約4.6、約1至約4.4、約1至約4.2、約1

至約4、約1至約3.8、約1至約3.6、約1至約3.4、約1至約3.2、約1至約3、約1.1至約3、約1.2至約3、約1.3至約3、約1.4至約3、約1.5至約3、約1.6至約3、約1.6至約2.8、約1.6至約2.6、約1.8至約2.6或約1.8至約2.8。當黏結劑組合物的多分散性指數在上述範圍內時，可以進一步提升黏結劑組合物的穩定性。

【0217】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的多分散性指數小於5、小於4.8、小於4.6、小於4.4、小於4.2、小於4、小於3.8、小於3.6、小於3.4、小於3.2、小於3、小於2.8、小於2.6、小於2.4、小於2.2、小於2、小於1.8、小於1.6、小於1.4或小於1.2。在一些實施方案中，黏結劑組合物的多分散性指數大於1、大於1.2、大於1.4、大於1.6、大於1.8、大於2、大於2.2、大於2.4、大於2.6、大於2.8、大於3、大於3.2、大於3.4、大於3.6、大於3.8、大於4、大於4.2、大於4.4、大於4.6或大於4.8。

【0218】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的平均粒徑是約10 μm 至約100 μm 、約10 μm 至約95 μm 、約10 μm 至約90 μm 、約10 μm 至約85 μm 、約10 μm 至約80 μm 、約10 μm 至約75 μm 、約10 μm 至約70 μm 、約10 μm 至約65 μm 、約10 μm 至約60 μm 、約10 μm 至約55 μm 、約10 μm 至約50 μm 、約10 μm 至約48 μm 、約10 μm 至約46 μm 、約10 μm 至約44 μm 、約10 μm 至約42 μm 、約10 μm 至約40 μm 、約12 μm 至約40 μm 、約14 μm 至約40 μm 、約16 μm 至約40 μm 、約18 μm 至約40 μm 、約20 μm 至約40 μm 、約25 μm 至約35 μm 、約15 μm 至約45 μm 、約20 μm 至約35 μm 或約25 μm 至約45 μm 。

【0219】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的平均粒徑小於100 μm 、小於95 μm 、小於90 μm 、小於85 μm 、小於80 μm 、小於75 μm 、小於70 μm 、小於65 μm 、小於60 μm 、小於55 μm 、小於50 μm 、小於48 μm 、小於46 μm 、小於44 μm 、小於42 μm 、小於40 μm 、小於38 μm 、小於36 μm 、小於34 μm 、小於32 μm 、小於30 μm 、小於28 μm 、小於26 μm 、小於24 μm 、小於22 μm 、小於20 μm 、小於18 μm 、小於16 μm 、小於14 μm 或小於12 μm 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的平均粒徑大於10 μm 、大於12 μm 、大於14 μm 、大於16 μm 、大於18 μm 、大於20 μm 、大於22 μm 、大於24 μm 、大於26 μm 、大於28 μm 、大於30 μm 、大於32 μm 、大於34 μm 、大於36 μm 、

大於38 μm 、大於40 μm 、大於42 μm 、大於44 μm 、大於46 μm 、大於48 μm 、大於50 μm 、大於55 μm 、大於60 μm 、大於65 μm 、大於70 μm 、大於75 μm 、大於80 μm 、大於85 μm 、大於90 μm 或大於95 μm 。

【0220】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D50是約1 μm 至約250 μm 、約1 μm 至約240 μm 、約1 μm 至約230 μm 、約1 μm 至約220 μm 、約1 μm 至約210 μm 、約1 μm 至約200 μm 、約1 μm 至約190 μm 、約1 μm 至約180 μm 、約1 μm 至約170 μm 、約1 μm 至約160 μm 、約1 μm 至約150 μm 、約1 μm 至約140 μm 、約1 μm 至約130 μm 、約1 μm 至約120 μm 、約1 μm 至約110 μm 、約1 μm 至約100 μm 、約1 μm 至約90 μm 、約1 μm 至約80 μm 、約1 μm 至約70 μm 、約1 μm 至約60 μm 、約1 μm 至約50 μm 、約2 μm 至約50 μm 、約4 μm 至約50 μm 、約6 μm 至約50 μm 、約8 μm 至約50 μm 或約10 μm 至約50 μm 。

【0221】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D50小於250 μm 、小於225 μm 、小於200 μm 、小於175 μm 、小於150 μm 、小於125 μm 、小於100 μm 、小於75 μm 、小於50 μm 、小於45 μm 、小於40 μm 、小於35 μm 、小於30 μm 、小於25 μm 、小於20 μm 、小於15 μm 、小於10 μm 或小於5 μm 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的D50大於1 μm 、大於5 μm 、大於10 μm 、大於15 μm 、大於20 μm 、大於25 μm 、大於30 μm 、大於35 μm 、大於40 μm 、大於45 μm 、大於50 μm 、大於75 μm 、大於100 μm 、大於125 μm 、大於150 μm 、大於175 μm 、大於200 μm 或大於225 μm 。

【0222】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D10是約0.1 μm 至約20 μm 、約0.5 μm 至約20 μm 、約1 μm 至約20 μm 、約2 μm 至約20 μm 、約3 μm 至約20 μm 、約4 μm 至約20 μm 、約5 μm 至約20 μm 、約5 μm 至約19 μm 、約5 μm 至約18 μm 、約5 μm 至約17 μm 、約5 μm 至約16 μm 、約5 μm 至約15 μm 、約6 μm 至約15 μm 、約7 μm 至約15 μm 、約5 μm 至約14 μm 、約5 μm 至約13 μm 、約7 μm 至約14 μm 或約6 μm 至約13 μm 。

【0223】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D10小於20 μm 、小於19 μm 、小於18 μm 、小於17 μm 、小於16 μm 、小於15 μm 、小於14 μm 、小於13 μm 、小於12 μm 、小於11 μm 、小於10 μm 、小於9 μm 、小於8 μm 、小於7 μm 、小於6 μm 、小於5 μm 、小於4 μm 、小於3 μm 、小於2 μm 、小於1 μm

或小於 $0.5\mu\text{m}$ 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的D10大於 $0.1\mu\text{m}$ 、大於 $0.5\mu\text{m}$ 、大於 $1\mu\text{m}$ 、大於 $2\mu\text{m}$ 、大於 $3\mu\text{m}$ 、大於 $4\mu\text{m}$ 、大於 $5\mu\text{m}$ 、大於 $6\mu\text{m}$ 、大於 $7\mu\text{m}$ 、大於 $8\mu\text{m}$ 、大於 $9\mu\text{m}$ 、大於 $10\mu\text{m}$ 、大於 $11\mu\text{m}$ 、大於 $12\mu\text{m}$ 、大於 $13\mu\text{m}$ 、大於 $14\mu\text{m}$ 、大於 $15\mu\text{m}$ 、大於 $16\mu\text{m}$ 、大於 $17\mu\text{m}$ 、大於 $18\mu\text{m}$ 或大於 $19\mu\text{m}$ 。

【0224】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D90是約 $10\mu\text{m}$ 至約 $450\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $425\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $400\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $375\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $350\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $325\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $300\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $275\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $250\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $225\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $20\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $30\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $40\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $50\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $60\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $70\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $80\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $90\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $100\mu\text{m}$ 至約 $200\mu\text{m}$ 、約 $100\mu\text{m}$ 至約 $190\mu\text{m}$ 、約 $100\mu\text{m}$ 至約 $180\mu\text{m}$ 、約 $110\mu\text{m}$ 至約 $180\mu\text{m}$ 、約 $120\mu\text{m}$ 至約 $180\mu\text{m}$ 、約 $120\mu\text{m}$ 至約 $170\mu\text{m}$ 、約 $120\mu\text{m}$ 至約 $160\mu\text{m}$ 、約 $130\mu\text{m}$ 至約 $160\mu\text{m}$ 或約 $140\mu\text{m}$ 至約 $160\mu\text{m}$ 。

【0225】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D90小於 $450\mu\text{m}$ 、小於 $425\mu\text{m}$ 、小於 $400\mu\text{m}$ 、小於 $375\mu\text{m}$ 、小於 $350\mu\text{m}$ 、小於 $325\mu\text{m}$ 、小於 $300\mu\text{m}$ 、小於 $275\mu\text{m}$ 、小於 $250\mu\text{m}$ 、小於 $225\mu\text{m}$ 、小於 $200\mu\text{m}$ 、小於 $180\mu\text{m}$ 、小於 $160\mu\text{m}$ 、小於 $140\mu\text{m}$ 、小於 $120\mu\text{m}$ 、小於 $100\mu\text{m}$ 、小於 $80\mu\text{m}$ 、小於 $60\mu\text{m}$ 、小於 $40\mu\text{m}$ 或小於 $20\mu\text{m}$ 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的D90大於 $10\mu\text{m}$ 、大於 $20\mu\text{m}$ 、大於 $40\mu\text{m}$ 、大於 $60\mu\text{m}$ 、大於 $80\mu\text{m}$ 、大於 $100\mu\text{m}$ 、大於 $125\mu\text{m}$ 、大於 $150\mu\text{m}$ 、大於 $175\mu\text{m}$ 、大於 $200\mu\text{m}$ 、大於 $225\mu\text{m}$ 、大於 $250\mu\text{m}$ 、大於 $275\mu\text{m}$ 、大於 $300\mu\text{m}$ 、大於 $325\mu\text{m}$ 、大於 $350\mu\text{m}$ 、大於 $375\mu\text{m}$ 、大於 $400\mu\text{m}$ 或大於 $425\mu\text{m}$ 。

【0226】 在某些實施方案中，第三懸浮液和黏結劑組合物中的每一者獨立地不含自交聯單體。

【0227】 本發明的黏結劑組合物表現出對集流體的強黏附性。黏結劑組合物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促進了電極層對集流體的黏結力，防止其分離並增強了電極的

機械穩定性。在一些實施方案中，黏結劑組合物與集流體之間的黏附強度是約4 N/cm至約6 N/cm、約4 N/cm至約5.9 N/cm、約4 N/cm至約5.8 N/cm、約4 N/cm至約5.7 N/cm、約4 N/cm至約5.6 N/cm、約4 N/cm至約5.5 N/cm、約4 N/cm至約5.4 N/cm、約4 N/cm至約5.3 N/cm、約4 N/cm至約5.2 N/cm、約4 N/cm至約5.1 N/cm、約4 N/cm至約5 N/cm、約4 N/cm至約4.9 N/cm、約4 N/cm至約4.8 N/cm、約4 N/cm至約4.7 N/cm、約4 N/cm至約4.6 N/cm、約4 N/cm至約4.5 N/cm、約4.1 N/cm至約6 N/cm、約4.2 N/cm至約6 N/cm、約4.3 N/cm至約6 N/cm、約4.4 N/cm至約6 N/cm、約4.5 N/cm至約6 N/cm、約4.6 N/cm至約6 N/cm、約4.7 N/cm至約6 N/cm、約4.8 N/cm至約6 N/cm、約4.9 N/cm至約6 N/cm、約5 N/cm至約6 N/cm、約4.5 N/cm至約5.5 N/cm、約4.7 N/cm至約5.2 N/cm。

【0228】 在一些實施方案中，黏結劑組合物和集流體之間的黏附強度小於6 N/cm、小於5.9 N/cm、小於5.8 N/cm、小於5.7 N/cm、小於5.6 N/cm、小於5.5 N/cm、小於5.4 N/cm、小於5.3 N/cm、小於5.2 N/cm、小於5.1 N/cm、小於5 N/cm、小於4.9 N/cm、小於4.8 N/cm、小於4.7 N/cm、小於4.6 N/cm、小於4.5 N/cm、小於4.4 N/cm、小於4.3 N/cm、小於4.2 N/cm或小於4.1 N/cm。在一些實施方案中，黏結劑組合物和集流體之間的黏附強度大於4 N/cm、大於4.1 N/cm、大於4.2 N/cm、大於4.3 N/cm、大於4.4 N/cm、大於4.5 N/cm、大於4.6 N/cm、大於4.7 N/cm、大於4.8 N/cm、大於4.9 N/cm、大於5 N/cm、大於5.1 N/cm、大於5.2 N/cm、大於5.3 N/cm、大於5.4 N/cm、大於5.5 N/cm、大於5.6 N/cm、大於5.7 N/cm、大於5.8 N/cm或大於5.9 N/cm。

【0229】 另一方面，本文提供一種用於二次電池的電極，其包含電極活性材料、集流體和通過上述方法製備的黏結劑組合物。在其它實施方案中，電極進一步包含導電劑。

【0230】 在一些實施方案中，電極活性材料是陰極活性材料，其中陰極活性材料選自 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 、 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0.2

至0.9；每個y獨立地是0.1至0.45；且每個z獨立地是0至0.2。在某些實施方案中，陰極活性材料選自 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 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；且每個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 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ 或 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ，其中每個x獨立地是0.2至0.9；每個y獨立地是0.1至0.45；且每個z獨立地是0至0.2。在某些實施方案中，陰極活性材料是 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ ；其中 $-0.2 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 且 $a+b+c \leq 1$ 。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 $0.33 \leq a \leq 0.92$ 、 $0.33 \leq a \leq 0.9$ 、 $0.33 \leq a \leq 0.8$ 、 $0.5 \leq a \leq 0.92$ 、 $0.5 \leq a \leq 0.9$ 、 $0.5 \leq a \leq 0.8$ 、 $0.6 \leq a \leq 0.92$ 或 $0.6 \leq a \leq 0.9$ ； $0 \leq b \leq 0.5$ 、 $0 \leq b \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.5$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.2$ 或 $0.2 \leq b \leq 0.5$ ； $0 \leq c \leq 0.5$ 、 $0 \leq c \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.5$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.4$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.3$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.2$ 或 $0.2 \leq c \leq 0.5$ 。

【0231】 在某些實施方案中，陰極活性材料摻雜有選自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。

【0232】 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)、 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ (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) 及其組合。

【0233】 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 $\text{LiNi}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.33}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.3}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、

$\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Mn}_{0.15}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.92}\text{Mn}_{0.04}\text{Co}_{0.04}\text{O}_2$ 或 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。

【0234】 在某些實施方案中，陰極活性材料包含或其本身即為具有核及殼結構的核-殼複合物，其中核及殼各自獨立地包含鋰過渡金屬氧化物，其選自由 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ 、 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 及其組合構成的群組，其中 $-0.2 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 且 $a+b+c \leq 1$ 。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中均勻分佈。在某些實施方案中，兩種或多種的鋰過渡金屬氧化物在核中分佈不均勻。在一些實施方案中，陰極活性材料不是核-殼複合物。

【0235】 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均獨立地摻雜有選自由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。

【0236】 在一些實施方案中，陰極活性材料包含或其本身即為核-殼複合物，其包括包含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 及其組合構成的群組；其中 $-0.2 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq a < 1$ 、 $0 \leq b < 1$ 、 $0 \leq c < 1$ 且 $a+b+c \leq 1$ 。在一些實施方案中，過渡金屬氧化物選自 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。

【0237】 在一些實施方案中，核的直徑是約1 μm 至約15 μm 、約3 μm 至約15 μm 、約3 μm 至約10 μm 、約5 μm 至約10 μm 、約5 μm 至約45 μm 、約5 μm 至約35 μm 、約5 μm 至約25 μm 、約10 μm 至約45 μm 、約10 μm 至約40 μm 、約10 μm 至約35 μm 、約10 μm 至約25 μm 、約15 μm 至約45 μm 、約15 μm 至約30 μm 、約15 μm 至約25 μm 、約20 μm 至約35 μm 或約20 μm 至約30 μm 。在某些實施方案中，殼的厚度是約1 μm 至約45 μm 、約1 μm 至約35 μm 、約1 μm 至約25 μm 、約1 μm 至約15 μm 、約1 μm 至約10 μm 、約1 μm 至約5 μm 、約3 μm 至約15 μm 、約3 μm 至約10 μm 、約5 μm 至約10 μm 、約10 μm 至約35 μm 、約10 μm 至約20 μm 、約15 μm 至約30 μm 、約15 μm 至約25 μm 或約20 μm 至約35 μm 。在某些實施方案中，核與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，核與殼的體積或重量比是95:5、90:10、80:20、70:30、60:40、50:50、40:60或30:70。

【0238】 集流體用於收集由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。在某些實施方案中，集流體是不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅或其合金或導電樹脂。在某些實施方案中，集流體具有包含外層和內層的兩層結構，其中，外層包含導電材料，而內層包含絕緣材料或另一種導電材料；例如，覆蓋有導電樹脂層的鋁或塗有鋁膜的聚合物絕緣材料。在一些實施方案中，集流體具有三層結構，該三層結構包含外層，中間層和內層，其中外層和內層包含導電材料，並且中間層包含絕緣材料或另一種導電材料；例如，兩面都塗有金屬膜的塑膠基材。在某些實施方案中，外層、中間層和內層中的每一者獨立地是不銹鋼、鈦、鎳、鋁、銅或其合金或導電樹脂。在一些實施方案中，絕緣材料是選自聚碳酸酯、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(丙烯酸丁二烯苯乙烯)、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。在某些實施方案中，集流體具有三層以上的

結構。在一些實施方案中，集流體塗覆有保護塗層。在某些實施方案中，保護塗層包含含碳材料。在一些實施方案中，集流體沒有塗覆保護塗層。

【0239】 集流體的厚度影響其在電池內佔據的體積，所需的電極活性材料的量，並因此影響電池的容量。在一些實施方案中，集流體具有約5 μm 至約30 μm 的厚度。在某些實施方案中，集流體具有約5 μm 至約20 μm 、約5 μm 至約15 μm 、約10 μm 至約30 μm 、約10 μm 至約25 μm 或約10 μm 至約20 μm 的厚度。

【0240】 在一些實施方案中，集流體具有小於30 μm 、小於28 μm 、小於26 μm 、小於24 μm 、小於22 μm 、小於20 μm 、小於18 μm 、小於16 μm 、小於14 μm 、小於12 μm 、小於10 μm 、小於8 μm 或小於6 μm 的厚度。在一些實施方案中，集流體具有大於5 μm 、大於7 μm 、大於10 μm 、大於12 μm 、大於14 μm 、大於16 μm 、大於18 μm 、大於20 μm 、大於22 μm 、大於24 μm 、大於26 μm 或大於28 μm 的厚度。

【0241】 導電劑用於增強電極的導電性。任何合適的材料均可作為導電劑。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、Super P、0-維KS6、1-維氣相生長碳纖維（VGCF）、介孔碳及其組合。

【0242】 此外，使用本發明的黏結劑組合物製備的陰極表現出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，因為這防止了電極分層或分離，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。

【0243】 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。在一些實施方案中，集流體與電極層之間的剝離強度是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。

【0244】 從在二次電池中吸收電解質引起的黏結劑組合物的溶脹程度提供了對黏結劑組合物的結晶度、黏結劑組合物如何與電解質相互作用以及黏結劑組合物的柔韌性的瞭解。一方面，高結晶度的黏結劑組合物表現出低溶脹行為，可以充當溶劑進入的屏障，提供較短的離子傳輸路徑，從而降低內阻，且更重要的是改變溶脹聚合物的機械性能，這對穩定的電池性能至關重要。另一方面，低結晶度的黏結劑組合物具有較大數量的非晶態區域，其中較大數量的電解質可滲透到黏結劑組合物中以確保良好的離子傳輸，而不會使黏結劑組合物在膨脹時破裂。本文揭露開的半結晶黏結劑組合物受益於以上兩個影響因素，並因此顯示出優異的電化學性能。

【0245】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率是約5%至約8%、約5%至約7.9%、約5%至約7.8%、約5%至約7.7%、約5%至約7.6%、約5%至約7.5%、約5%至約7.4%、約5%至約7.3%、約5%至約7.2%、約5%至約7.1%、約5%至約7%、約5%至約6.9%、約5%至約6.8%、約5%至約6.7%、約5%至約6.6%、約5%至約6.5%、約5%至約6.4%、約5%到約6.3%、約5%到約6.2%、約5%到約6.1%、約5%到約6%、約5.5%到約

6.5%、約6%至約7%、約6.5%至約7.5%、約6%至約8%、約6.1%至約8%、約6.2%至約8%、約6.3%至約8%、約6.4%到約8%、約6.5%到約8%、約6.6%到約8%、約6.7%到約8%、約6.8%到約8%、約6.9%至約8%或約7%至約8%。

【0246】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率小於8%、小於7.9%、小於7.8%、小於7.7%、小於7.6%、小於7.5%、小於7.4%、小於7.3%、小於7.2%、小於7.1%、小於7%、小於6.9%、小於6.8%、小於6.7%、小於6.6%、小於6.5%、小於6.4%、小於6.3%、小於6.2%、小於6.1%、小於6%、小於5.9%、小於5.8%、小於5.7%、小於5.6%、小於5.5%、小於5.4%、小於5.3%、小於5.2%或小於5.1%。在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率大於5%、大於5.1%、大於5.2%、大於5.3%、大於5.4%、大於5.5%、大於5.6%、大於5.7%、大於5.8%、大於5.9%、大於6%、大於6.1%、大於6.2%、大於6.3%、大於6.4%、大於6.5%、大於6.6%、大於6.7%、大於6.8%、大於6.9%、大於7%、大於7.1%、大於7.2%、大於7.3%、大於7.4%、大於7.5%、大於7.6%、大於7.7%、大於7.8%或大於7.9%。

【0247】 本文所揭露的方法具有在製造過程中可以使用水性溶劑的優點而節省製程時間和設施，同時通過避免需要處理或循環利用危險的有機溶劑提高安全性。此外，通過簡化總製程，降低了成本。因此，該方法由於其低成本和易於處理而尤其適用於工業化過程。

【0248】 如上所述，本發明揭露的水基黏結劑組合物表現出改進的黏附能力。包含本文所揭露的黏結劑組合物的電池實現優異的電化學效能，例如高循環穩定性和容量。

【0249】 為了例證本發明的實施方案給出以下的實施例，其不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》

【0250】 通過電極型pH計（ION 2700，Eutech Instruments）測量黏結劑組合物的pH值。

【0251】 在25 °C時使用旋轉黏度計（NDJ-5S，Shanghai JT Electronic Technology Co. Ltd.，中國）測量黏結劑組合物的黏度。

【0252】 通過拉伸測試儀（DZ-106A，來自Shanghai JT Electronic Technology Co. Ltd.，中國）來測量乾燥的黏結劑組合物層的黏附強度。這項測試測量以180°角度從集流體上剝離黏結劑組合物層所需的以牛頓為單位的平均力。集流體的平均粗糙深度（Rz）是2 μm。將黏結劑組合物塗覆在集流體上並乾燥，以獲得厚度為10 μm至12 μm的黏結劑組合物層。然後將塗覆的集流體在恆溫25 °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）黏附至黏結劑組合物層的表面上。將黏結劑組合物條夾在測試機上，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。

【0253】 黏結劑組合物的電解質溶脹率測量了電解質浸泡之前和之後黏結劑組合物的重量變化程度。準備長度為50mm至60 mm、寬度為1 mm的乾燥的黏結劑組合物條的測試樣品。將乾燥的黏結劑組合物條進一步在80 °C乾燥1至2小時以完全除去條中的水分。冷卻後測量乾燥的黏結劑組合物條的重量，並將條放置在含有電解質的密封容器內。在25 °C下將黏結劑組合物條浸泡在電解質中3天。在將黏結劑組合物條從含有電解質的容器中取出後，用吸油紙吸收條表面的電解質。測量浸泡後的黏結劑組合物條的重量。電解質溶脹率是浸泡電解質後條的重量變化與浸泡電解質之前條的重量的比值。

【0254】 黏結劑組合物的固體含量測量了乾燥前後黏結劑組合物的重量改變程度。將約1 g的黏結劑組合物放在稱量瓶中稱重並在真空乾燥器中在110 ± 5°C、-0.09 MPa下乾燥大於5小時。將黏結劑組合物在乾燥器中冷卻15分鐘，然後以重量進行測量。測定乾燥前後黏結劑組合物

的重量差，並根據下式計算黏結劑組合物的固體含量（%）：

$$\text{【0255】 固體含量 (\%) = } \frac{\text{乾燥後黏結劑組合物的重量}}{\text{乾燥前黏結劑組合物的重量}} \times 100\% \text{。}$$

《實施例 1》

A) 預乳化溶液的製備

【0256】 將0.17g陰離子反應型乳化劑（SR-10；購自日本Adeka株式會社）添加到含有25g蒸餾水的500mL圓底燒瓶中。將混合物以200 rpm攪拌30分鐘以獲得第一乳液。

【0257】 將0.40 g氫氧化鋰溶解在20 g去離子水中。此後，將20.4 g氫氧化鋰溶液添加到第一乳液中。以200 rpm進一步攪拌混合物30分鐘以獲得第二乳液。

【0258】 然後，將2.58 g甲基丙烯酸（MAA）和3.22 g丙烯酸2-羥乙基酯（HEA）添加到第二乳液中。以1000 rpm進一步攪拌混合物15分鐘以獲得第三乳液。將10.30 g丙烯醯胺（AM）和16.10 g丙烯腈（AN）添加到第三乳液中。最後，以1200 rpm攪拌40分鐘獲得預乳化溶液。

B) 黏結劑組合物的製備

【0259】 將100g蒸餾水加入到500mL圓底燒瓶中，加熱至40℃。將2.33 g預乳化溶液添加到蒸餾水中。以200 rpm攪拌混合物30分鐘獲得種子乳液。進一步加熱種子乳液至72℃。

【0260】 將0.11 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；55%固體含量；購自中國阿拉丁工業公司）溶解於5 g去離子水中形成APS溶液，並將0.04 g還原劑（亞硫酸氫鈉；55%固體含量；購自中國天津達茂化學試劑廠）溶解於5 g去離子水中以形成亞硫酸氫鈉溶液。將1.01 g亞硫酸氫鈉溶液添加到種子乳液中，並將混合物攪拌10分鐘。然後在5分鐘內將1.02 g APS溶液滴加至混合物中以形成第一懸浮液。

【0261】 在添加剩餘的預乳化溶液、APS溶液和亞硫酸氫鈉溶液之前，將第一懸浮液進一步攪拌30分鐘。將4.03 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第一懸浮液中並攪拌15分鐘。然後滴加75.44 g剩餘預乳化溶液和4.09 g

APS溶液以形成第二懸浮液。同時將預乳化溶液用4小時添加和將APS溶液用4.5小時添加。第二懸浮液在80°C下以200 rpm進一步攪拌20 h。

【0262】 完全反應後，將0.80 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）添加到第二懸浮液中以將pH調節至7.49。使用200目濾紙進行過濾獲得黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量為15.41 wt.%。實施例1的黏結劑組合物的組分及其各自的比例在下表1所說明。實施例1的黏結劑組合物的pH值、固體含量、黏度、黏附強度和電解質溶脹經測量並在下表2中說明。

C) 陰極的製備

【0263】 通過將0.9 g導電劑（SuperP；來自Timcal Ltd，Bodio，瑞士）和6 g黏結劑組合物（15.41 wt.%固體含量）分散在7.4 g去離子水中，同時用頂置式攪拌器（R20，IKA）攪拌，以製備第一混合物。添加後，在25 °C下將第一混合物以1,200 rpm的速度進一步攪拌約30分鐘。

【0264】 然後，在25 °C下，將28.2 g NMC622（來自中國山東天驕新能源有限公司）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10kPa的壓力下脫氣1小時。然後，在25 °C下將第二混合物以1,200 rpm的速度進一步攪拌約60分鐘，以形成均質化的漿料。

【0265】 使用刮刀式塗佈機將均質化的漿料塗佈至作為集流體的厚度為14 μm的鋁箔的一側上。通過熱風乾燥器（DHG 10H，Huyue Equipment Co., Ltd.，中國）在約85 °C下乾燥鋁箔上的塗佈漿料膜120分鐘以形成陰極電極層。然後將電極壓制以將陰極電極層的厚度減至27 μm，面密度為5.2 mg/cm²。

D) 陽極的製備

【0266】 通過在去離子水中混合90 wt.%的硬碳（貝特瑞新能源材料有限公司，深圳，廣東，中國）、作為黏結劑的1.5 wt.%的羧甲基纖維素（CMC，BSH-12，DKS Co. Ltd.，日本）和3.5 wt.%的SBR（AL-2001，NIPPON A&L INC.，日本）以及作為導電劑的5 wt.%的炭黑，來製備陽

極漿料。陽極漿料的固體含量為50 wt.%。使用刮刀式塗佈機將漿料塗佈至厚度為8 μm 的銅箔的一側上。通過熱風乾燥器在約85 °C下乾燥銅箔上的塗膜120分鐘以獲得陽極。然後將電極壓制以將塗層厚度減至18 μm 。

E) 鈕扣電池的裝配

【0267】 在充滿氬氣的手套箱中裝配CR2032鈕扣型Li電池。塗覆的陰極片和陽極片被切成圓盤型陰極和陽極，通過交替地堆疊陰極和陽極電極片，然後裝在不銹鋼製成的CR2032型殼體中來組裝電極元件。陰極和陽極片通過隔膜保持分開。隔膜是由不織布（MPM，日本）製成的陶瓷塗覆的微孔膜，厚度為約25 μm 。然後將電極元件在箱式電阻爐中（DZF-6020，來自中國深圳科晶星光技術有限公司）在真空、105 °C下乾燥約16小時。

【0268】 在濕度和氧含量分別小於3 ppm的高純度氬氣環境下，將電解質注入至容納包裝電極的殼體中。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。在電解質注入之後，鈕扣電池被真空密封然後使用具有標準圓形的沖壓工具機械按壓。

F) 電化學測量

【0269】 使用多通道電池測試儀（BTS-4008-5V10mA，來自中國新威電子有限公司）以恆定電流模式分析鈕扣電池。在C/20完成1個循環後，以C/2的倍率充電和放電。在25 °C下，通過在3.0 V和4.3 V之間以C/2的電流密度進行電池的充電/放電循環測試以獲得放電容量。實施例1的鈕扣電池的電化學性能經測試，並在下表2中說明。

《實施例 2》

【0270】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加3.24 g MAA和3.06 g HEA，以及在製備預乳化溶液時添加11.33 g AM和14.57 g AN。

《實施例 3》

【0271】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加1.62 g MAA和3.06 g HEA，在製備預乳化溶液時添加8.10 g AM和19.42 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.20 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《實施例 4》

【0272】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加4.85 g MAA和3.06 g HEA，在製備預乳化溶液時添加8.10 g AM和16.19 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.85 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《實施例5》

【0273】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加1.62 g MAA和1.63 g HEA，在製備預乳化溶液時添加12.94 g AM和16.01 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.20 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《實施例 6》

【0274】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加3.24 g MAA和4.85 g HEA，以及在製備預乳化溶液時添加9.54 g AM和14.57 g AN。

《實施例 7》

【0275】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時添加0.34 g SR-10。

《實施例 8》

【0276】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時添加0.51 g SR-10。

《實施例 9》

【0277】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時添加1.50 g SR-10。

《實施例 10》

【0278】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時，用1.29 g 乙烯基磺酸鈉SVS（25 wt.%固體含量）代替0.17 g SR-10。

《實施例 11》

【0279】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時，用3.86 g SVS（25 wt.%固體含量）代替0.17 g SR-10。

《實施例 12》

【0280】 製備黏結劑組合物的方式與實施例 1 相同，不同之處在於，在製備第一乳液時，用 5.92 g SVS（25 wt.%固體含量）代替 0.17 g SR-10。

《實施例 13》

【0281】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時，用0.79 g COPs-1（41 wt.%固體含量）替換0.17 g SR-10。

《實施例 14》

【0282】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時，用2.36 g COPs-1（41 wt.%固體含量）替換0.17 g SR-10。

《實施例 15》

【0283】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三懸浮液時添加0.86 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中），以將pH值調節至8.26。

《實施例 16》

【0284】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三懸浮液時添加0.98 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中），

以將pH值調節至8.85。

《實施例17-19黏結劑組合物的製備》

【0285】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同。

《比較例 1》

【0286】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在第一乳液製備過程中沒有添加陰離子反應型乳化劑。

《比較例 2》

【0287】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第一乳液時添加0.02 g SR-10。

《比較例 3》

【0288】 製備黏結劑組合物的方式與實施例 1 相同，不同之處在於，在製備第一乳液時添加 2.50 g SR-10。

《比較例 4》

【0289】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加4.85 g MAA和3.07 g HEA，在製備預乳化溶液時添加11.33 g AM和12.95 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.94 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 5》

【0290】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加1.94 g MAA和1.77 g HEA，在製備預乳化溶液時添加8.10 g AM和20.39 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.25 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 6》

【0291】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第二乳液時添加0.10 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中），在製備第三乳液時添加0.65 g MAA和4.68 g HEA，在製備預乳化溶液時

添加10.68 g AM和16.19 g AN，以及在製備第三懸浮液時0.10 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 7》

【0292】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加5.83 g MAA和3.06 g HEA，在製備預乳化溶液時添加8.42 g AM和14.89 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加1.06 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 8》

【0293】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加4.69 g MAA和3.24 g HEA，在製備預乳化溶液時添加6.47 g AM和17.80 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.84 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 9》

【0294】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加1.94 g MAA和1.77 g HEA，在製備預乳化溶液時添加13.92 g AM和14.57 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.26 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 10》

【0295】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加1.62 g MAA和6.48 g HEA，在製備預乳化溶液時添加9.53 g AM和14.57 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.18 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 11》

【0296】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加8.09 g MAA和0.65 g HEA，在製備預乳化溶液時添加8.89 g AM和14.57 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加1.87 g氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 12》

【0297】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加6.47 g MAA和0.65 g HEA，在製備預乳化溶液時添加12.13 g AM和12.95 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加1.34 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 13》

【0298】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第二乳液時添加0.10 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中），在製備第三乳液時添加0.65 g MAA和6.47 g HEA，在製備預乳化溶液時添加2.59 g AM和22.49 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.10 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例 14》

【0299】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加3.24 g MAA、3.05 g HEA和1.62 g 丙烯酸甲酯（MA），以及在製備預乳化溶液時添加8.10 g AM和16.19 g AN。

《比較例 15》

【0300】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在製備第三乳液時添加1.62 g MAA、1.62 g HEA和4.86 g MA，在製備預乳化溶液時添加8.10 g AM和16.00 g AN，以及在製備第三懸浮液時添加0.15 g 氫氧化鋰（溶解於20 g去離子水中）。

《比較例16-18的黏結劑組合物的製備》

【0301】 比較例16-18的黏結劑組合物的製備方式與實施例1相同，不同之處在於，在第一乳液製備過程中沒有添加陰離子反應型乳化劑。

《實施例2-16和比較例1-15的陰極的製備》

【0302】 製備實施例2-16和比較例1-15的陰極的方式與實施例1相同。

《實施例17和比較例16的陰極的製備》

【0303】 製備實施例17和比較例16的陰極的方式與實施例1相同，不同之處在於，用相同重量的NMC532（購自中國天津巴莫科技有限公司）代替28.2 g NMC622。

《實施例18和比較例17的陰極的製備》

【0304】 製備實施例18和比較例17的陰極的方式與實施例1相同，不同之處在於，用相同重量的LiCoO₂（購自中國天津巴莫科技有限公司）代替28.2 g NMC622。

《實施例19和比較例18的陰極的製備》

【0305】 製備實施例19和比較例18的陰極的方式與實施例1相同，不同之處在於，用相同重量的LiFePO₄（購自中國天津巴莫科技有限公司）代替28.2 g NMC622。

《實施例2-19和比較例1-18的陽極的製備》

【0306】 製備實施例2-19和比較例1-18的陽極的方式與實施例1相同。

《實施例2-19和比較例1-18的鈕扣電池的裝配》

【0307】 裝配實施例2-19和比較例1-18的鈕扣電池的方式與實施例1相同。

《實施例2-19和比較例1-18的電化學測量》

【0308】 通過與實施例1相同的方式來測量實施例2-19和比較例1-18的鈕扣電池的電化學性能，測試結果在下表2中說明。

表 1

	共聚物					陰離子乳化劑	
	共聚物中單體比例 (wt%)					種類	共聚物中比例 (wt%)
	AN*	MAA*	AM*	HEA*	MA*		
實施例 1	49.73	7.97	31.82	9.95	0.00	SR-10	0.53
實施例 2	45.01	10.01	35.00	9.45	0.00	SR-10	0.53
實施例 3	60.00	5.00	25.02	9.45	0.00	SR-10	0.53
實施例 4	50.02	14.98	25.02	9.45	0.00	SR-10	0.53
實施例 5	49.45	5.00	39.98	5.04	0.00	SR-10	0.53
實施例 6	45.01	10.01	29.47	14.98	0.00	SR-10	0.53
實施例 7	49.48	7.93	31.65	9.90	0.00	SR-10	1.04
實施例 8	49.22	7.89	31.49	9.84	0.00	SR-10	1.56
實施例 9	47.77	7.66	30.56	9.55	0.00	SR-10	4.45
實施例 10	49.50	7.94	31.67	9.90	0.00	SVS	0.99
實施例 11	48.55	7.78	31.06	9.70	0.00	SVS	2.91
實施例 12	47.80	7.67	30.58	9.56	0.00	SVS	4.39
實施例 13	49.50	7.93	31.67	9.90	0.00	COPs-1	1.00
實施例 14	48.54	7.78	31.05	9.71	0.00	COPs-1	2.92
實施例 15	49.73	7.97	31.82	9.95	0.00	SR-10	0.53
實施例 16	49.73	7.97	31.82	9.95	0.00	SR-10	0.53
實施例 17	49.73	7.97	31.82	9.95	0.00	SR-10	0.53
實施例 18	49.73	7.97	31.82	9.95	0.00	SR-10	0.53
實施例 19	49.73	7.97	31.82	9.95	0.00	SR-10	0.53
比較例 1	50.00	8.01	31.99	10.00	0.00	-	-
比較例 2	49.97	8.01	31.97	9.99	0.00	SR-10	0.06
比較例 3	46.40	7.44	29.68	9.28	0.00	SR-10	7.20
比較例 4	40.01	14.98	35.00	9.48	0.00	SR-10	0.53
比較例 5	62.99	5.99	25.02	5.47	0.00	SR-10	0.53
比較例 6	50.01	2.01	32.99	14.46	0.00	SR-10	0.53
比較例 7	46.00	18.01	26.01	9.45	0.00	SR-10	0.53
比較例 8	54.99	14.49	19.98	10.01	0.00	SR-10	0.53
比較例 9	45.01	5.99	43.00	5.47	0.00	SR-10	0.53
比較例 10	45.01	5.00	29.44	20.02	0.00	SR-10	0.53
比較例 11	45.01	24.99	27.46	2.01	0.00	SR-10	0.53
比較例 12	40.00	19.99	37.47	2.01	0.00	SR-10	0.53
比較例 13	69.48	2.00	8.00	19.99	0.00	SR-10	0.53
比較例 14	50.02	10.01	25.02	9.42	5.00	SR-10	0.53
比較例 15	49.44	5.00	25.02	5.00	15.01	SR-10	0.53
比較例 16	50.00	8.01	31.99	10.00	0.00	-	-
比較例 17	50.00	8.01	31.99	10.00	0.00	-	-
比較例 18	50.00	8.01	31.99	10.00	0.00	-	-

* AN 是指丙烯腈，MAA 是指甲基丙烯酸，AM 是指丙烯醯胺，HEA 是指丙烯酸 2-羥乙基酯，MA 是指丙烯酸甲酯

表 2

	黏結劑組合物的物理性質				電解質溶脹率 (%)	黏附強度(N/cm)	0.5C 初始放電容量 (mAh/g)	50 次循環後的容量 保持率 (%)	100 次循環後的容 量保持率 (%)
	pH	固體含量 (%)	黏度 (mPas)	結度					
實施例 1	7.49	15.41	21,110		7.28	5.23	135	96.05	90.15
實施例 2	7.78	17.65	16,910		5.61	4.78	140	94.91	90.95
實施例 3	7.84	12.24	17,260		6.11	5.07	133	95.62	91.28
實施例 4	7.17	16.42	19,460		6.26	5.08	139	96.97	89.37
實施例 5	7.62	16.80	12,710		6.17	5.09	140	95.69	90.64
實施例 6	7.34	12.49	33,200		5.64	4.54	133	96.53	91.37
實施例 7	7.29	16.50	20,680		6.49	4.37	132	94.72	91.48
實施例 8	7.42	17.79	19,530		6.24	5.19	131	96.75	88.96
實施例 9	7.23	16.55	18,460		6.18	5.12	130	96.69	88.43
實施例 10	7.55	17.08	20,760		7.30	5.22	144	96.74	92.89
實施例 11	7.44	17.74	18,330		5.49	5.46	134	94.88	90.06
實施例 12	7.51	13.68	17,170		5.75	4.64	132	96.07	88.96
實施例 13	7.64	14.42	20,430		6.49	4.60	148	95.79	91.71
實施例 14	7.24	13.17	18,700		5.81	5.86	147	95.29	88.44
實施例 15	8.26	15.65	22,050		6.21	5.03	147	95.97	88.14
實施例 16	8.85	15.25	23,520		5.34	5.67	145	96.77	92.82
實施例 17	7.04	14.76	23,570		5.97	5.53	128	95.10	89.95
實施例 18	7.28	16.59	22,910		5.41	4.62	165	95.48	90.42
實施例 19	7.55	16.23	23,450		6.67	5.80	153	94.78	89.76
比較例 1	7.60	14.02	23,240		5.75	2.32	104	86.47	73.37
比較例 2	7.10	13.21	22,630		5.14	2.46	107	86.60	75.69
比較例 3	7.59	17.77	16,340		6.62	2.41	118	87.09	75.43
比較例 4	7.32	12.30	19,990		7.21	1.03	116	88.93	76.18
比較例 5	7.76	15.25	11,590		6.37	4.25	108	89.71	75.72
比較例 6	7.71	14.70	34,400		5.22	2.92	110	89.55	77.58
比較例 7	7.12	14.64	20,190		7.78	2.25	109	86.38	75.69
比較例 8	7.31	14.96	19,790		9.30	3.01	105	86.36	76.81
比較例 9	7.62	17.37	13,680		4.11	1.85	116	87.88	75.61
比較例 10	7.60	14.65	46,670		8.49	1.52	113	86.41	72.62
比較例 11	7.81	13.21	8,260		5.74	2.41	118	86.54	71.90
比較例 12	7.37	17.97	7,100		6.62	1.33	105	89.41	72.98
比較例 13	7.72	14.83	43,700		10.50	3.67	113	86.34	72.63
比較例 14	7.06	12.09	17,400		6.46	3.94	102	85.72	73.51
比較例 15	7.24	17.68	33,960		6.15	4.11	104	85.20	72.19
比較例 16	7.59	13.95	22,760		5.94	2.23	106	85.42	72.33
比較例 17	7.55	14.10	23,010		6.07	2.40	132	86.28	73.05
比較例 18	7.64	14.04	23,500		6.53	2.17	121	85.49	72.41

【0309】 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】

【0310】

100:製備黏結劑組合物的方法

101~108:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種用於二次電池電極的黏結劑組合物，包括：
一共聚物；以及
一分散介質，

其中所述共聚物包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)、衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)、衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)、衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)、以及至少一種陰離子反應型乳化劑。

【請求項 2】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中所述含有羧酸基團的單體選自丙烯酸、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、甲基丙烯醯氯、甲基丙烯醯氟、甲基丙烯醯溴及其組合構成的群組。

【請求項 3】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中基於所述黏結劑組合物中之所述共聚物中的單體單元的總莫耳數，在所述共聚物中衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)占的比例是按莫耳計約 2%至約 13%。

【請求項 4】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中所述含有醯胺基團的單體選自甲基丙烯醯胺、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、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、甲基丙烯醯基嗎啉及其組合構成的群組。

【請求項 5】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中基於所述黏結劑組合物中之所述共聚物中的單體單元的總莫耳數，在所述共聚物中衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)占的比例是按莫耳計約 20%至約 37%。

【請求項 6】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中所述含有腈基基團的單體選自丙烯腈、 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 7】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中基於所述黏結劑組合物中之所述共聚物中的單體單元的總莫耳數，在所述共聚物中衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)占的比例是按莫耳計約 52%至約 70%。

【請求項 8】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中含有羥基基團的單體選自丙烯酸 2-羥乙基乙酯、甲基丙烯酸 2-羥乙基乙酯、丙烯酸 2-羥丙基酯、丙烯酸 3-羥丙基酯、甲基丙烯酸 2-羥丙基酯、甲基丙烯酸 3-羥丙基酯、丙烯酸 2-羥基丁酯、丙烯酸 4-羥基丁酯、甲基丙烯酸 2-羥基丁酯、甲基丙烯酸 4-羥基丁酯，丙烯酸 5-羥基戊酯、甲基丙烯酸 5-羥基戊酯、丙烯酸 6-羥基己酯、甲基丙烯酸 6-羥基己酯、1,4-環己烷二甲醇單丙烯酸酯、丙烯酸 3-氯-2-羥丙酯、甲基丙烯酸 3-氯-2-羥丙酯、丙烯酸二乙二醇單甲酯、丙烯酸二乙二醇單丙烯酸酯或其組合構成的群組。

【請求項 9】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中基於所述黏結劑組合物中之所述共聚物中的單體單元的總莫耳數，在所述共聚物中衍生自含有羥基基團的單體的結構單元(d)占的比例是按莫耳計約 2%至約 10%。

【請求項 10】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中所述分散介質是水。

【請求項 11】 如請求項 10 所述的黏結劑組合物，其中所述分散介質進一步包含選自乙醇、異丙醇、正丙醇、叔丁醇、正丁醇、二甲基乙醯胺 (DMAc)、二甲基甲醯胺 (DMF)、N-甲基吡咯烷酮 (NMP)、甲基乙基酮 (MEK)、乙酸乙酯 (EA)、乙酸丁酯 (BA) 及其組合構成的群組的親水性溶劑。

【請求項 12】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中陰離子反應型乳化劑可選自 2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙烷磺酸鈉 (AMPS-Na)、羥基丙烷磺酸鈉、十二烷基烯丙基磺基琥珀酸鈉、1-烯丙基氧基-2-羥丙基磺酸鈉 (COPs-1)、乙烯基磺酸鈉 (SVS)、乙烯基烷基磺酸鈉、苯乙烯磺酸鈉、烯丙氧基脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸銨、烯丙氧基烷基苯酚聚氧乙烯醚硫酸銨、聚氧乙烯烯丙氧基壬基苯氧基丙醚硫酸銨、烷基烯丙基磺基琥珀酸酯、甲基丙烯酸聚氧乙烯醚硫酸酯鹽、乙二醇甲基丙烯酸酯硫酸酯鹽，聚氧乙烯烷基丙基苯醚硫酸銨鹽、 α -磺基- ω -(1-(壬基苯氧基)甲基-2-(2-丙烯氧基)乙氧基)-聚(氧基-1,2-乙二基))銨鹽、聚氧乙烯基-1-(烯

丙基氧基甲基)烷基醚硫酸銨鹽、聚氧乙烷基烯基醚硫酸銨及其組合、烯丙基氧基羥丙基磺酸鈉、甲基烯丙基磺酸鈉、丙烯酸磺基丙酯、乙烯基磺酸鹽、乙烯基磷酸鹽、馬來酸單十二烷基單乙基磺酸鈉、琥珀酸烯丙基磺酸酯衍生物及其組合構成的群組。

【請求項 13】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中基於所述黏結劑組合物之述共聚物中的單體單元的總莫耳數，在所述共聚物中陰離子反應型乳化劑占的比例是按莫耳計約 0.02%至約 3%。

【請求項 14】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中在所述共聚物中陰離子反應型乳化劑與結構單元(c)的莫耳比是約 0.01%至約 4%，以及其中共聚物中結構單元(a)、結構單元(b)和結構單元(d)之和與結構單元(c)的莫耳比是約 0.1 到約 1。

【請求項 15】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中所述黏結劑組合物的 pH 是約 7 至約 9，以及其中所述黏結劑組合物的黏度是約 10,000 mPa·s 至約 35,000 mPa·s。

【請求項 16】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中所述黏結劑組合物的電解質溶脹率是約 5%至約 8%。

【請求項 17】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中基於所述黏結劑組合物的總重量，所述黏結劑組合物的固體含量是按重量計約 12%至約 18%。

【請求項 18】 一種用於二次電池的電極，包括：

一集流體；以及

一電極層，塗覆在所述集流體上，

其中，所述電極層包含：

一電極活性材料；

一導電劑；以及

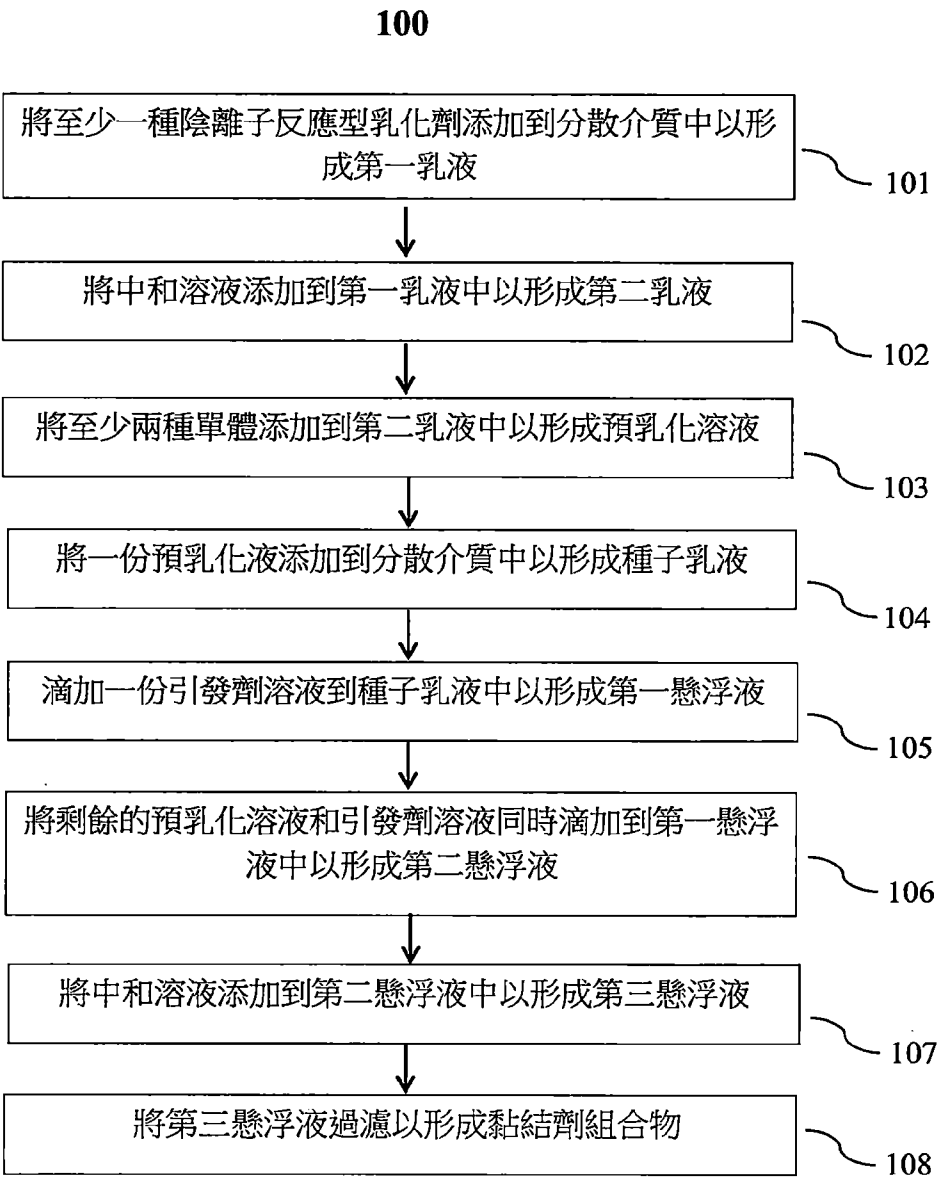
如請求項 1 所述的黏結劑組合物。

【請求項 19】 如請求項 18 所述的電極，其中所述黏結劑組合物與

所述集流體之間的黏附強度是約 4 N/cm 至約 6 N/cm。

【請求項 20】如請求項 18 所述的電極，其中所述集流體與所述電極層之間的剝離強度在約 1.0 N/cm 至約 8.0 N/cm 的範圍內。

【發明圖式】



【圖 1】