



- (21) 申請案號：110121754 (22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 15 日
- (51) Int. Cl. : *C08F220/06 (2006.01)* *C08F220/44 (2006.01)*
C08F220/56 (2006.01) *C08L33/00 (2006.01)*
H01M4/62 (2006.01) *H01M10/0525(2010.01)*
- (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/CN2020/117789
- (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)；龔濤 GONG, TAO
 (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：19 項 圖式數：1 共 65 頁

(54) 名稱

用於二次電池的黏結劑組合物

(57) 摘要

本發明提供了一種用於二次電池電極的水性黏結劑組合物，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)和衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)，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 and a structural unit (c) derived from a nitrile group-containing monomer, 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】

本發明提供了一種用於二次電池電極的水性黏結劑組合物，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)和衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)，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 and a structural unit (c) derived from a nitrile group-containing monomer, 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，通過將有機基底的漿料鑄壓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，並在電極製備過程中將電極活性材料固定在一起後將其黏附至集流體上。聚偏二氟乙烯（PVDF）是商用鋰離子電池行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較差的循環壽命。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在高電壓下會分解。因此，特別是在陰極內，它們的應用受到一定的限制。

【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了風險。

【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，並能在陰極漿料的製備中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的黏結劑組合物，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)、以及衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)，該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。

【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，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)、以及衍生自含有脞基基團的單體的結構單元(c)。

【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一個氫原子，其中n是整數，或1至20之間的整數，或1至8之間的整數。烷基基團的實例包括但不限於(C₁-C₈)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(C₃-C₇)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(C₃-C₇)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一個氫原子的有機基團。芳基基團的非限制性實例包括苯

基、萘基、苄基、二苯乙炔基 (tolanyl)、六亞苯基 (sexiphenylene)、菲基 (phenanthrenyl)、蒽基 (anthracenyl)、蒨基 (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；醯基；硫醯基；亞胺基；氰基；醯胺基；膦酸基 (phosphonato)；次膦酸基；羧基；硫代羰基 (thiocarbonyl)；磺醯基；磺醯胺；醯基；甲醯基；醯氧基；烷氧基羰基；羰基；鹵代烷基 (例如三氟甲基)；碳環環烷基，其可以是單環或稠合或非稠合多環 (例如環丙基、環丁基、環戊基或環己基)，或雜環烷基，其可以是單環或稠合或非稠合多環 (例如吡咯烷基、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、咪唑基、噻吩基 (thiophenyl)、咪唑基、噁唑基、異噁唑基、噻唑基、三唑基、四唑基、吡唑基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基、吡啶基、吡嗪基、噻嗪基、嘧啶基、苯并咪唑基、苯并噻吩基或苯并呋喃基)；胺基 (伯胺、仲胺或叔胺)；鄰低級烷基；鄰芳基、芳基；芳基-低級烷基； $-CO_2CH_3$ ； $-CONH_2$ ； $-OCH_2CONH_2$ ； $-NH_2$ ； $-SO_2NH_2$ ； $-OCHF_2$ ； $-CF_3$ ； $-OCF_3$ ； $-NH$ (烷基)；

-N (烷基)₂；-NH (芳基)；-N (烷基) (芳基)；-N (芳基)₂；-CHO；-CO (烷基)；-CO (芳基)；-CO₂(烷基)；和-CO₂(芳基)；並且這些基團也可任選地被稠環結構或橋結構(例如-OCH₂O-)取代。這些取代基可以任選地被選自這些基團的取代基進一步取代。除非另外指明，否則本文揭露的所有化學基團均可被取代。

【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「施加」是指將物質鋪放或鋪展在表面上的動作。

【0033】 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）。

【0034】 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。

【0035】 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+/-1 °C或+/-2 °C或+/-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。

【0036】 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，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。

【0037】 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。

【0038】 術語「固體含量」是指蒸發後剩餘的非揮發性物質的量。

【0039】 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。

【0040】 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。

【0041】 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。

【0042】 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。

【0043】 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。

【0044】 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。

【0045】 術語「電池循環壽命」是指在其額定容量降低至低於其初始的額定容量的80%之前電池可以執行的完全充電/放電循環的次數。

【0046】 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。

【0047】 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。

【0048】 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。

【0049】 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。

【0050】 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。

【0051】 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。

【0052】 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)和衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)。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。可見本文所述的黏結劑組合物表現出增強的黏結能力和柔韌性，並且同時具有改善由其形成的陰極的容量和電化學性能的出乎意料的效果。

【0053】 在一些實施方案中，本文所述的黏結劑組合物是通過聚合反應製備的，所述聚合反應涉及將單體、聚合物或單體-聚合物複合物 (complex) 分散在水相中，並用水溶性自由基引發劑產生自由基。

【0054】 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101中，在分散介質中添加中和溶液以形成第一懸浮液。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。

【0055】 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。

【0056】 分散介質用作自由基引發劑、中和劑和其它成分的溶劑。在一些實施方案中，本文揭露的黏結劑組合物用水作分散介質的水性製程方法來製備。

【0057】 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)。

【0058】 在一些實施方案中，通過在步驟102中將含有羧酸基團的單體添加到第一懸浮液中以形成第二懸浮液。

【0059】 在其它實施方案中，通過將含有羧酸基團的單體溶液添加到第一懸浮液中以形成第二懸浮液。含有羧酸基團的單體溶液是通過將含有羧酸基團的單體溶於水中製備而成。

【0060】 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、甲基丙烯醯、甲基丙烯醯氯、甲基丙烯醯氟、甲基丙烯醯溴或其組合。

【0061】 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40%至約70%、約40%至約68%、約40%至約66%、約40%至約65%、約40%至約64%、約40%至約63%、約40%至約62%、約40%至約61%、約40%至約60%、約40%至約59%、約40%至約58%、約40%至約57%、約40%至約56%、約40%至約55%、約41%至約55%、約42%至約55%、約43%至約55%、約44%至約55%、約45%至約55%、約43%至約58%、約47%至約53%、約47%至約57%、約45%至約58%或約45%至約60%。

【0062】 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%、少於53%、少於52%、少於51%、少於50%、少於49%、少於48%、少於47%、少於46%、少於45%、少於44%、少於43%或少於42%。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40%、多於41%、多於42%、多於43%、多於44%、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%、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%或多於68%。

【0063】 在一些實施方案中，將第一懸浮液和第二懸浮液的攪拌時間每一者獨立地為約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10分鐘至約35分鐘、約15分鐘至約35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，將第一懸浮液和第二懸浮液的攪拌時間每一者獨立地為少於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，將第一懸浮液和第二懸浮液的攪拌時間每一者獨立地為多於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、多於35分鐘或多於40分鐘。

【0064】 在一些實施方案中，將第一懸浮液和第二懸浮液的攪拌速度每一者獨立地是約10 rpm至約600 rpm、約10 rpm至約550 rpm、約10 rpm至約500 rpm、約10 rpm至約450 rpm、約10 rpm至約400 rpm、約10 rpm至約350 rpm、約10 rpm至約300 rpm、約10 rpm至約250 rpm、約10 rpm至約200 rpm、約10 rpm至約180 rpm、約10 rpm至約160 rpm、約10 rpm至約140 rpm、約10 rpm至約120 rpm、約10 rpm至約100 rpm、約20 rpm至約100 rpm、約30 rpm至約100 rpm或約40 rpm至100 rpm。在一些實施方案中，將第一懸浮液和第二懸浮液的攪拌速度每一者獨立地是小於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，將第一懸浮液和第二懸浮液的攪拌速度每一者獨立地是大於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。

【0065】 在一些實施方案中，第二懸浮液的溫度為約20 °C至約30 °C、約20 °C至約29 °C、約20 °C至約28 °C、約20 °C至約27 °C、約20 °C至約26 °C、約20 °C至約25 °C、約21 °C至約30 °C、約22 °C至約30 °C、約23 °C至約30 °C、約24 °C至約30 °C、約25 °C至約30 °C、約22 °C至約26 °C或約24 °C至約28 °C。在一些實施方案中，第二懸浮液的溫度為低於30

°C、低於29 °C、低於28 °C、低於27 °C、低於26 °C、低於25 °C、低於24 °C、低於23 °C、低於22 °C或低於21 °C。在一些實施方案中，第二懸浮液的溫度為高於20 °C、高於21 °C、高於22 °C、高於23 °C、高於24 °C、高於25 °C、高於26 °C、高於27 °C、高於28 °C或高於29 °C。

【0066】 在一些實施方案中，通過在步驟103中將含有醯胺基團的單體添加到第二懸浮液中來形成第三懸浮液。

【0067】 在一些其它實施方案中，通過將含有醯胺基團的單體溶液添加到第二懸浮液中來形成第三懸浮液。含有醯胺基團的單體溶液可通過將含醯胺基的單體溶解於水中製備。

【0068】 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-羥基甲基丙烯醯胺、N-(甲氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(乙氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(丙氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N-(丁氧基甲基)甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯醯胺、N-(3-(二甲胺基)丙基)甲基丙烯醯胺、N-(3-(二甲胺基)乙基)甲基丙烯醯胺、N,N-(二羥基甲基)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-羥基甲基丙烯醯胺或其組合。

【0069】 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，含有醯胺基團的單體占的比例是按重量計約15%至約35%、約15%至約34%、約15%至約33%、約15%至約32%、約15%至約31%、約15%至約30%、約16%至約30%、約17%至約30%、約17%至約29%、約17%至約28%、約17%至約27%、約18%至約27%、約19%至約27%、約20%至約27%、約20%至約25%或約15%至約25%。

【0070】 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，含有醯胺基團的單體占的比例是按重量計少於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%、少於21%、少於20%、少於19%、少於18%、少於17%或少於16%。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，含有醯胺基團的單體占的比例是按重量計多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、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%或多於29%。

【0071】 在一些實施方案中，將第三懸浮液攪拌的時間是約5分鐘至約60分鐘，約5分鐘至約55分鐘，約5分鐘至約50分鐘，約10分鐘至約50分鐘，約15分鐘至約50分鐘，約20分鐘至約50分鐘，約25分鐘至約50分鐘，約30分鐘至約50分鐘或約35分鐘至約50分鐘。在一些實施方案中，將第三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，少於15分鐘或少於10分鐘。在一些實施方案中，將第三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、多於40分鐘、多於45分鐘、多於50分鐘或多於55分鐘。

【0072】 在一些實施方案中，第三懸浮液的攪拌速度是約10 rpm至約600 rpm、約10 rpm至約550 rpm、約10 rpm至約500 rpm、約10 rpm至約450 rpm、約10 rpm至約400 rpm、約10 rpm至約350 rpm、約10 rpm至約300 rpm、約10 rpm至約250 rpm、約10 rpm至約200 rpm、約10 rpm至約180 rpm、約10 rpm至約160 rpm、約10 rpm至約140 rpm、約10 rpm至約120 rpm、約10 rpm至約100 rpm、約20 rpm至約100 rpm、約30 rpm至約100 rpm或約40 rpm至約100 rpm。在一些實施方案中，第三懸浮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，第三懸浮

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。

【0073】 在一些實施方案中，將第三懸浮液的溫度升高至約30 °C至約70 °C、約32 °C至約70 °C、約34 °C至約70 °C、約36 °C至約70 °C、約38 °C至約70 °C、約40 °C至約70 °C、約42 °C至約70 °C、約44 °C至約70 °C、約46 °C至約70 °C、約48 °C至約70 °C或約50 °C至約70 °C。

【0074】 在一些實施方案中，將第三懸浮液的溫度升高至低於70 °C、低於68 °C、低於66 °C、低於64 °C、低於62 °C、低於60 °C、低於58 °C、低於56 °C、低於54 °C、低於52 °C、低於50 °C、低於48 °C、低於46 °C、低於44 °C、低於42 °C、低於40 °C、低於38 °C、低於36 °C或低於34 °C。在一些實施方案中，將第三懸浮液的溫度升高至高於30 °C、高於32 °C、高於34 °C、高於36 °C、高於38 °C、高於40 °C、高於42 °C、高於44 °C、高於46 °C、高於48 °C、高於50 °C、高於52 °C、高於54 °C、高於56 °C、高於58 °C、高於60 °C、高於62 °C、高於64 °C或高於66 °C。

【0075】 在一些實施方案中，通過在步驟104中將含有腈基基團的單體添加到第三懸浮液中來形成第四懸浮液。

【0076】 在其它實施方案中，通過將含有腈基基團的單體溶液添加到第三懸浮液中來形成第四懸浮液。含有腈基基團的單體溶液可通過將腈基基團的單體溶解於水中製備。

【0077】 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。

【0078】 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10%至約24%、約10.5%至約24%、約11%至約24%、約11.5%至約24%、約12%至約24%、約12.2%至約24%、約12.4%至約24%、約12.6%至約24%、約12.8%至約24%、約13%至約24%、約13.2%至約24%、約13.4%至約24%、約13.6%至約24%、約13.8%至約24%、約14%至約24%、約14.2%至約24%、約14.4%至約24%、約14.6%至約24%、約14.8%至約24%、約15%至約24%、約15.2%至約24%、約15.4%至約24%、約15.6%至約24%、約15.8%至約24%、約16%至約24%、約16.2%至約24%、約16.4%至約24%、約16.6%至約24%、約16.8%至約24%、約17%至約24%、約17%至約23.8%、約17%至約23.6%、約17%至約23.4%、約17%至約23.2%、約17%至約23%、約16%至約23%、約16%至約22%或約15%至約22%。

【0079】 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10%、多於11%、多於12%、多於13%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、多於20%、多於21%、多於22%或多於23%。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24%、少於23%、少於22%、少於21%、少於20%、少於19%、少於18%、少於17%、少於16%、少於15%、少於14%、少於13%、少於12%或少於11%。

【0080】 在某些實施方案中，可以將含有羧酸基團的單體、含有腈基基團的單體和含有醯胺基團的單體的組合添加到第一懸浮液中以形成第二懸浮液，而無需形成第三懸浮液和第四懸浮液。在其它實施方案中，將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或其組合依次添加到第一懸浮液中以形成第二懸浮液、第三懸浮液或第四懸浮液。在添加之間可以使用攪拌或分散。這是有利的，因為它允許材料更好地分散。在依次添加單體的組合的情況下，可以省略形成第三懸浮液或第四懸浮液。

【0081】 在一些實施方案中，將第四懸浮液攪拌的時間是約5分鐘至約30分鐘、約5分鐘至約28分鐘、約5分鐘至約26分鐘、約5分鐘至約24分鐘、約5分鐘至約22分鐘、約5分鐘至約20分鐘、約5分鐘至約18分鐘或約5分鐘至約15分鐘。在一些實施方案中，將第四懸浮液攪拌的時間是少於30分鐘、少於28分鐘、少於26分鐘、少於24分鐘、少於22分鐘、少於20分鐘、少於18分鐘、少於16分鐘、少於14分鐘、少於12分鐘、少於10分鐘或少於8分鐘。在一些實施方案中，將第四懸浮液攪拌的時間是多於5分鐘、多於7分鐘、多於10分鐘、多於12分鐘、多於14分鐘、多於16分鐘、多於18分鐘、多於20分鐘、多於22分鐘、多於24分鐘、多於26分鐘或多於28分鐘。

【0082】 在一些實施方案中，第四懸浮液的攪拌速度是約10 rpm至約600 rpm、約10 rpm至約550 rpm、約10 rpm至約500 rpm、約10 rpm至約450 rpm、約10 rpm至約400 rpm、約10 rpm至約350 rpm、約10 rpm至約300 rpm、約10 rpm至約250 rpm、約10 rpm至約200 rpm、約10 rpm至約180 rpm、約10 rpm至約160 rpm、約10 rpm至約140 rpm、約10 rpm至約120 rpm、約10 rpm至約100 rpm、約20 rpm至約100 rpm、約30 rpm至約100 rpm或約40 rpm至約100 rpm。在一些實施方案中，第四懸浮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，第四懸浮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。

【0083】 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和含有醯胺基團的單體。在一些實施方案中，通過在步驟101中添加的中和劑中和含有羧酸基團的單體，從而形成含有羧酸鹽基團的單體。

【0084】 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。

【0085】 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。

【0086】 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0.8、約0至約0.78、約0至約0.76、約0至約0.74、約0至約0.72、約0至約0.7、約0至約0.68、約0至約0.66、約0至約0.64、約0至約0.62、約0至約0.6、約0至約0.58、約0至約0.56、約0至約0.54、約0至約0.52、約0至約0.5、約0至約0.48、約0至約

0.46、約0至約0.44、約0至約0.42、約0至約0.4、約0至約0.38、約0至約0.36、約0至約0.34、約0至約0.32、約0至約0.3、約0.02至約0.3、約0.04至約0.3、約0.06至約0.3、約0.08至約0.3、約0.1至約0.3、約0.05至約0.5或約0.05至約0.4。

【0087】 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0.35、小於0.3、小於0.25、小於0.2、小於0.15、小於0.1或小於0.05。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0.05、大於0.1、大於0.15、大於0.2、大於0.25、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。

【0088】 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30%、約0%至約29%、約0%至約28%、約0%至約27.5%、約0%至約27%、約0%至約26.5%、約0%至約26%、約0%至約25%、約0%至約24%、約0%至約23%、約0%至約22%、約0%至約21%、約0%至約20%、約0%至約19%、約0%至約18%、約0%至約17%、約0%至約16%、約0%至約15%、約1%至約15%、約2%至約15%、約3%至約15%、約4%至約15%、約5%至約15%、約6%至約15%、約6%至約14%、約6%至約13%、約5%至約20%或約5%至約25%。

【0089】 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%、少於21%、少於20%、少於19%、少於18%、少於17%、少於16%、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%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、多於20%、多於21%、多於22%、多於23%、多於24%、多於25%、多於26%、多於27%或多於28%。

【0090】 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25%至約45%、約25.5%至約45%、約26%至約45%、約26.5%至約45%、約27%至約45%、約27.5%至約45%、約28%至約45%、約28.5%至約45%、約29%至約45%、約29.5%至約45%、約30%至約45%、約30%至約44.5%、約30%至約44%、約30%至約43.5%、約30%至約43%、約30%至約42.5%、約30%至約42%、約30%至約41.5%、約30%至約41%、約30%至約40.5%、約30%至約40%、約25%至約35%或約35%至約40%。

【0091】 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45%、少於44%、少於43%、少於42%、少於41%、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%。

【0092】 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10%至約30%、約11%至約30%、約12%至約30%、約13%至約30%、約14%至約30%、約15%至約30%、約16%至約30%、約17%至約30%、約18%至約30%、約19%至約30%、約20%至約30%、約20%至約29%、約20%至約28%、約20%至約27%、約20%至約26%、約20%至約25%、約11%至約25%、約12%至約25%、約13%至約25%、約14%至約25%、約15%至約25%、約16%至約27%、約17%至約27%、約18%至約27%、約19%至約27%或約10%至約27%。

【0093】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有脞基基團的單體占的比例是按莫耳計少於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%、少於21%、少於20%、少於19%、少於18%、少於17%、少於16%、少於15%、少於14%、少於13%或少於12%。在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有脞基基團的單體占的比例是按莫耳計多於10%、多於11%、多於12%、多於13%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、多於20%、多於21%、多於22%、多於23%、多於24%、多於25%、多於26%、多於27%或多於28%。

【0094】 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10%至約35%、約10%至約34%、約10%至約33%、約10%至約32%、約10%至約31%、約10%至約30%、約11%至約30%、約12%至約30%、約13%至約30%、約14%至約30%、約15%至約30%、約16%至約30%、約17%至約30%、約18%至約30%、約19%至約30%、約20%至約30%、約20%至約29%、約20%至約28%、約15%至約35%或約20%至約35%。

【0095】 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%、少於21%、少於20%、少於18%、少於16%、少於14%或少於12%。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10%、多於11%、多於12%、多於13%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、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32%或多於34%。

【0096】 在一些實施方案中，引發劑溶液是通過將引發劑溶解在水中製備而成。在一些實施方案中，在步驟105中將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液。

【0097】 在其它實施方案中，將引發劑溶液分為多份並按順序添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液。在添加過程中可進行攪拌或分散。

【0098】 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。

【0099】 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由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-異基丙烷)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'-甲基丙醯基-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。

【0100】 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。

【0101】 在一些實施方案中，將還原劑溶解於水中以製備還原劑溶液。在一些實施方案中，還原劑可以選自由亞硫酸氫鈉、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。

【0102】 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。

【0103】 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。

【0104】 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。

【0105】 在一些實施方案中，聚合的反應溫度低於90 °C、低於88 °C、低於86 °C、低於84 °C、低於82 °C、低於80 °C、低於78 °C、低於76 °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、低於62 °C、低於60 °C、低於58 °C、低於56 °C或低於54 °C。在一些實施方案中，聚合的反應溫度高於50 °C、高於52 °C、高於54 °C、高於56 °C、高於58 °C、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、高於78 °C、高於80 °C、高於82 °C、高於84 °C或高於86 °C。

【0106】 在一些實施方案中，聚合的總反應時間為約20小時至約

28小時、約20小時至約27.5小時、約20小時至約27小時、約20小時至約26.5小時、約20小時至約26小時、約20.5小時至約26小時、約21小時至約26小時、約21.5小時至約26小時、約22小時至約26小時、約22小時至約25.5小時、約22小時至約25小時、約22.5小時至約25小時、約23小時至約25小時、約23.5小時至約25小時或約23.5小時至約24.5小時。

【0107】 在一些實施方案中，聚合的總反應時間少於28小時、少於27.5小時、少於27小時、少於26.5小時、少於26小時、少於25.5小時、少於25小時、少於24.5小時、少於24小時、少於23.5小時、少於23小時、少於22.5小時、少於22小時、少於21.5小時、少於21小時或少於20.5小時。在一些實施方案中，聚合的總反應時間為多於20小時、多於20.5小時、多於21小時、多於21.5小時、多於22小時、多於22.5小時、多於23小時、多於23.5小時、多於24小時、多於24.5小時、多於25小時、多於25.5小時、多於26小時、多於26.5小時、多於27小時或多於27.5小時。

【0108】 在一些實施方案中，將第五懸浮液攪拌的時間是約20小時至約28小時、約20.25小時至約28小時、約20.5小時至約28小時、約20.75小時至約28小時、約21小時至約28小時、約21小時至約27.75小時、約21小時至約27.5小時、約21小時至約27.25小時、約21小時至約27小時、約21.25小時至約27小時、約21.5小時至約27小時、約21.75小時至約27小時、約22小時至約27小時、約22小時至約26.75小時、約22小時至約26.5小時、約22小時至約26.25小時、約22小時至約26小時、約22.25小時至約26小時、約22.5小時至約26小時、約22.75小時至約26小時、約23小時至約26小時、約23小時至約25.75小時、約23小時至約25.5小時、約23小時至約25.25小時或約23小時至約25小時。

【0109】 在一些實施方案中，將第五懸浮液攪拌的時間是少於28小時、少於27.5小時、少於27小時、少於26.5小時、少於26小時、少於25.5小時、少於25小時、少於24.5小時、少於24小時、少於23.5小時、少於23小時、少於22.5小時、少於22小時、少於21.5小時、少於21小時或少於20.5小時。在一些實施方案中，將第五懸浮液攪拌的時間是多於20小時、多於20.5小時、多於21小時、多於21.5小時、多於22小時、多於22.5小時、

多於23小時、多於23.5小時、多於24小時、多於24.5小時、多於25小時、多於25.5小時、多於26小時、多於26.5小時、多於27小時或多於27.5小時。

【0110】 在一些實施方案中，第五懸浮液的攪拌速度是約20 rpm至約300 rpm、約20 rpm至約280 rpm、約20 rpm至約260 rpm、約20 rpm至約240 rpm、約20 rpm至約220 rpm、約20 rpm至約200 rpm、約20 rpm至約180 rpm、約20 rpm至約160 rpm、約40 rpm至約160 rpm、約60 rpm至約160 rpm、約60 rpm至約140 rpm、約80 rpm至約140 rpm、約80 rpm至約120 rpm、約50 rpm至約150 rpm或約50 rpm至約200 rpm。

【0111】 在一些實施方案中，第五懸浮液的攪拌速度是小於300 rpm、小於280 rpm、小於260 rpm、小於240 rpm、小於220 rpm、小於200 rpm、小於180 rpm、小於160 rpm、小於140 rpm、小於120 rpm、小於100 rpm、小於80 rpm、小於60 rpm或小於40 rpm。在一些實施方案中，第五懸浮液的攪拌速度是大於20 rpm、大於40 rpm、大於60 rpm、大於80 rpm、大於100 rpm、大於120 rpm、大於140 rpm、大於160 rpm、大於180 rpm、大於200 rpm、大於220 rpm、大於240 rpm、大於260 rpm或大於280 rpm。

【0112】 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，水溶性自由基引發劑的比例是按重量計約0.005%至約0.05%、約0.0075%至約0.05%、約0.01%至約0.05%、約0.01%至約0.048%、約0.01%至約0.046%、約0.01%至約0.044%、約0.01%至約0.042%、約0.01%至約0.04%、約0.01%至約0.038%、約0.01%至約0.036%、約0.01%至約0.034%、約0.01%至約0.032%、約0.01%至約0.03%、約0.012%至約0.03%、約0.014%至約0.03%、約0.016%至約0.03%、約0.016%至約0.028%、約0.016%至約0.026%、約0.018%至約0.026%或約0.02%至約0.026%。當水溶性引發劑占黏結劑組合物製備中添加的單體總重量的比例在上述範圍內時，可以獲得更高的單體轉化率，並且黏結劑組合物可以表現出更好的整體結合效能。

【0113】 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，水溶性自由基引發劑的比例是按重量計少於0.05%、少於0.048%、少於0.046%、少於0.044%、少於0.042%、少於0.04%、少於

0.038%、少於0.036%、少於0.034%、少於0.032%、少於0.03%、少於0.028%、少於0.026%、少於0.024%、少於0.022%、少於0.02%、少於0.018%、少於0.016%、少於0.014%、少於0.012%、少於0.01%、少於0.008%或少於0.006%。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，水溶性自由基引發劑的比例是按重量計多於0.005%、多於0.0075%、多於0.01%、多於0.012%、多於0.014%、多於0.016%、多於0.018%、多於0.02%、多於0.022%、多於0.024%、多於0.026%、多於0.028%、多於0.03%、多於0.032%、多於0.034%、多於0.036%、多於0.038%、多於0.04%、多於0.042%、多於0.044%、多於0.046%或多於0.048%。

【0114】 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，還原劑的比例是約0.001%至約0.03%、約0.0025%至約0.03%、約0.005%至約0.03%、約0.005%至約0.029%、約0.005%至約0.028%、約0.005%至約0.027%、約0.005%至約0.026%、約0.005%至約0.025%、約0.005%至約0.024%、約0.005%至約0.023%、約0.005%至約0.022%、約0.005%至約0.021%、約0.005%至約0.02%、約0.005%至約0.019%、約0.005%至約0.018%、約0.005%至約0.017%、約0.005%至約0.016%、約0.005%至約0.015%、約0.006%至約0.015%、約0.007%至約0.015%、約0.007%至約0.02%或約0.007%至約0.025%。

【0115】 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，還原劑的比例是少於0.03%、少於0.029%、少於0.028%、少於0.027%、少於0.026%、少於0.025%、少於0.024%、少於0.023%、少於0.022%、少於0.021%、少於0.02%、少於0.019%、少於0.018%、少於0.017%、少於0.016%、少於0.015%、少於0.014%、少於0.013%、少於0.012%、少於0.011%、少於0.01%、少於0.008%、少於0.006%或少於0.004%。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，還原劑的比例是多於0.001%、多於0.0025%、多於0.005%、多於0.006%、多於0.007%、多於0.008%、多於0.009%、多於0.01%、多於0.011%、多於0.012%、多於0.013%、多於0.014%、多於0.015%、多於

0.016%、多於0.017%、多於0.018%、多於0.019%、多於0.02%、多於0.021%、多於0.022%、多於0.023%、多於0.024%、多於0.025%、多於0.026%、多於0.027%或多於0.028%。

【0116】 在一些實施方案中，將中和劑溶解在水中以製備中和溶液。在一些實施方案中，在步驟106中，將中和溶液添加到第五懸浮液中以形成第六懸浮液。可以選擇前述步驟101中的中和劑。在一些實施方案中，在步驟101中使用的中和劑可以對應於步驟106中使用的中和劑。在一些實施方案中，步驟101和步驟106中使用的中和劑可能不同。

【0117】 在一些實施方案中，在加入中和溶液形成第六懸浮液之前，將第五懸浮液的溫度降低至約20 °C至約40 °C、約20 °C至約39 °C、約20 °C至約38 °C、約20 °C至約37 °C、約20 °C至約36 °C、約20 °C至約35 °C、約20 °C至約34 °C、約20 °C至約33 °C、約20 °C至約32 °C、約20 °C至約31 °C、約20 °C至約30 °C、約21 °C至約35 °C、約22 °C至約35 °C、約23 °C至約35 °C、約24 °C至約35 °C或約25 °C至約35 °C。在一些實施方案中，在加入中和溶液形成第六懸浮液之前，將第五懸浮液的溫度降低至低於40 °C、低於39 °C、低於38 °C、低於37 °C、低於36 °C、低於35 °C、低於34 °C、低於33 °C、低於32 °C、低於31 °C、低於30 °C、低於29 °C、低於28 °C、低於27 °C、低於26 °C、低於25 °C、低於24 °C、低於23 °C、低於22 °C或低於21 °C。在一些實施方案中，在加入中和溶液形成第六懸浮液之前，將第五懸浮液的溫度降低至高於20 °C、高於21 °C、高於22 °C、高於23 °C、高於24 °C、高於25 °C、高於26 °C、高於27 °C、高於28 °C、高於29 °C、高於30 °C、高於31 °C、高於32 °C、高於33 °C、高於34 °C、高於35 °C、高於36 °C、高於37 °C、高於38 °C或高於39 °C。

【0118】 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，中和劑的總比例是按莫耳計約35%至約68%、約35%至約66%、約35%至約64%、約35%至約62%、約35%至約60%、約35%至約59%、約35%至約58%、約35%至約57%、約35%至約56%、約35%至約55%、約35%至約54%、約35%至約53%、約35%至約52%、約35%至約51%、約35%至約50%、約36%至約50%、約37%至約50%、約38%

至約50%、約39%至約50%、約40%至約50%、約35%至約45%或約42%至約52%。

【0119】 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，中和劑的總比例是按莫耳計少於68%、少於66%、少於64%、少於62%、少於60%、少於58%、少於56%、少於54%、少於52%、少於50%、少於48%、少於46%、少於44%、少於42%、少於40%、少於38%或少於36%。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，中和劑的總比例是按莫耳計多於35%、多於37%、多於40%、多於42%、多於44%、多於46%、多於48%、多於50%、多於52%、多於54%、多於56%、多於58%、多於60%、多於62%、多於64%或多於66%。

【0120】 在一些實施方案中，將中和溶滴加至第五懸浮液中的時間是約15分鐘至約120分鐘、約20分鐘至約120分鐘、約30分鐘至約120分鐘、約30分鐘至約110分鐘、約30分鐘至約100分鐘、約30分鐘至約90分鐘、約40分鐘至約90分鐘、約40分鐘至約80分鐘、約45分鐘至約80分鐘、約45分鐘至約75分鐘、約50分鐘至約75分鐘、約50分鐘至約70分鐘、約55分鐘至約70分鐘或約55分鐘至約65分鐘。在一些實施方案中，將中和溶滴加至第五懸浮液中的時間是少於120分鐘、少於110分鐘、少於100分鐘、少於90分鐘、少於80分鐘、少於70分鐘、少於60分鐘、少於50分鐘、少於40分鐘、少於30分鐘或少於20分鐘。在一些實施方案中，將中和溶滴加至第五懸浮液中的時間是超過15分鐘、超過20分鐘、超過30分鐘、超過40分鐘、超過50分鐘、超過60分鐘、超過70分鐘或超過80分鐘。

【0121】 在一些實施方案中，在加入中和溶液以及中和發生的過程中，將第五懸浮液攪拌的時間是約1小時至約6小時、約1小時至約5.75小時、約1小時至約5.5小時、約1小時至約5.25小時、約1小時至約5小時、約1小時至約4.75小時、約1小時至約4.5小時、約1小時至約4.25小時、約1小時至約4小時、約1.25小時至約4小時、約1.5小時至約4小時、約1.75小時至約4小時、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2.5小時

至約4小時或約2小時至約3.5小時。

【0122】 在一些實施方案中，在加入中和溶液以及中和發生的過程中，將第五懸浮液攪拌的時間少於6小時、少於5.75小時、少於5.5小時、少於5.25小時、少於5小時、少於4.75小時、少於4.5小時、少於4.25小時、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、少於2.25小時、少於2小時、少於1.75小時或少於1.5小時。在一些實施方案中，在加入中和溶液以及中和發生的過程中，將第五懸浮液攪拌的時間多於1小時、多於1.25小時、多於1.5小時、多於1.75小時、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、多於3.75小時、多於4小時、多於4.25小時、多於4.5小時、多於4.75小時、多於5小時、多於5.25小時或多於5.5小時。

【0123】 在一些實施方案中，第五懸浮液的攪拌速度是約20 rpm至約300 rpm、約20 rpm至約280 rpm、約20 rpm至約260 rpm、約20 rpm至約240 rpm、約20 rpm至約220 rpm、約20 rpm至約200 rpm、約20 rpm至約180 rpm、約20 rpm至約160 rpm、約40 rpm至約160 rpm、約60 rpm至約160 rpm、約60 rpm至約140 rpm、約80 rpm至約140 rpm、約80 rpm至約120 rpm、約50 rpm至約150 rpm或約50 rpm至約200 rpm。

【0124】 在一些實施方案中，第五懸浮液的攪拌速度是小於300 rpm、小於280 rpm、小於260 rpm、小於240 rpm、小於220 rpm、小於200 rpm、小於180 rpm、小於160 rpm、小於140 rpm、小於120 rpm、小於100 rpm、小於80 rpm、小於60 rpm或小於40 rpm。在一些實施方案中，第五懸浮液的攪拌速度是大於20 rpm、大於40 rpm、大於60 rpm、大於80 rpm、大於100 rpm、大於120 rpm、大於140 rpm、大於160 rpm、大於180 rpm、大於200 rpm、大於220 rpm、大於240 rpm、大於260 rpm或大於280 rpm。

【0125】 在一些實施方案中，在步驟107中過濾第六懸浮液以形成黏結劑組合物。

【0126】 在步驟101和106中添加中和劑旨在中和在步驟102中添加的含有羧酸基團的單體，以便產生性質上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。

【0127】 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)包含羧酸鉍鹽基團。

【0128】 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0.09、約0至約0.08、約0至約0.07、約0至約0.06、約0至約0.05、約0.01至約0.1、約0.02至約0.12或約0.01至約0.15。

【0129】 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0.19、小於0.18、小於0.17、小於0.16、小於0.15、小於0.14、小於0.13、小於0.12、小於0.11、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0.11、大於0.12、大於0.13、大於0.14、大於0.15、大於0.16、大於0.17或大於0.18。

【0130】 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33%至約70%、約33%至約69%、約33%至約68%、約33%至約67%、約33%至約66%、約33%至約65%、約33%至約64%、約33%至約63%、約33%至約62%、約33%至約61%、約33%至約60%、約33%至約59%、約33%至約58%、約33%至約57%、約33%至約56%、約33%至約55%、約33%至約54%、約33%至約53%、約33%至約52%、約33%至約51%、約33%至約50%、約34%至約50%、約35%至約50%、約36%至約50%、約37%

至約50%、約38%至約50%、約39%至約50%、約40%至約50%、約35%至約60%或約40%至約55%。

【0131】 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70%、少於68%、少於66%、少於64%、少於62%、少於60%、少於58%、少於56%、少於54%、少於52%、少於50%、少於48%、少於46%、少於44%、少於42%、少於40%、少於38%、少於36%或少於34%。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33%、多於34%、多於36%、多於38%、多於40%、多於42%、多於44%、多於46%、多於48%、多於50%、多於52%、多於54%、多於56%、多於58%、多於60%、多於62%、多於64%或多於66%。

【0132】 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10%至約35%、約10%至約34%、約10%至約33%、約10%至約32%、約10%至約31%、約10%至約30%、約11%至約30%、約12%至約30%、約13%至約30%、約14%至約30%、約15%至約30%、約16%至約30%、約17%至約30%、約18%至約30%、約19%至約30%、約20%至約30%、約20%至約29%、約20%至約28%、約20%至約27%、約20%至約26%、約20%至約25%、約15%至約28%或約15%至約34%。

【0133】 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%、少於21%、少於20%、少於19%、少於18%、少於17%、少於16%、少於15%、少於14%、少於13%或少於12%。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10%、多於11%、多於12%、多於13%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、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%或多於33%。

【0134】 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10%至約30%、約11%至約30%、約12%至約30%、約13%至約30%、約14%至約30%、約15%至約30%、約16%至約30%、約17%至約30%、約18%至約30%、約19%至約30%、約20%至約30%、約20%至約29%、約20%至約28%、約20%至約27%、約20%至約26%、約20%至約25%、約11%至約25%、約12%至約25%、約13%至約25%、約14%至約25%、約15%至約25%、約16%至約27%、約17%至約27%、約18%至約27%、約19%至約27%或約10%至約27%。

【0135】 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%、少於21%、少於20%、少於19%、少於18%、少於17%、少於16%、少於15%、少於14%、少於13%或少於12%。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10%、多於11%、多於12%、多於13%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%、多於19%、多於20%、多於21%、多於22%、多於23%、多於24%、多於25%、多於26%、多於27%或多於28%。

【0136】 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(a)和結構單元(c)之和占的比例是按莫耳計約65%至約90%、約65%至約89%、約65%至約88%、約65%至約87%、約65%至約86%、約65%至約85%、約65%至約84%、約65%至約83%、約65%至約82%、約65%至約81%、約65%至約80%、約66%至約80%、約67%至約80%、約68%至約80%、約69%至約80%、約70%至約80%、約65%至約75%或約70%至約85%。

【0137】 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)和結構單元(c)之和占的比例是按莫耳計少於90%、少於88%、少於86%、少於84%、少於82%、少於80%、少於78%、少於76%、少於74%、少於72%、少於70%、少於68%或少於66%。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)和結構單元(c)之和占的比例是按莫耳計多於65%、多於67%、多於70%、多於72%、多於74%、多於76%、多於78%、多於80%、多於82%、多於84%、多於86%或多於88%。

【0138】 在一些實施方案中，在共聚物中結構單元(a)和結構單元(c)之和與結構單元(b)的莫耳比是約1至約7、約1至約6.8、約1至約6.6、約1至約6.4、約1至約6.2、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1.2至約3.8、約1.4至約3.8、約2至約6、約2至約4、約3至約5或約3至約7。

【0139】 在一些實施方案中，在共聚物中結構單元(a)和結構單元(c)之和與結構單元(b)的莫耳比小於7、小於6.8、小於6.6、小於6.4、小於6.2、小於6、小於5.8、小於5.6、小於5.4、小於5.2、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，在共聚物中結構單元(a)和結構單元(c)之和與結構單元(b)的莫耳比大於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5.2、大於5.4、大於5.6、大於5.8、大於6、大於6.2、大於6.4、大於6.6或大於6.8。

【0140】 在一些實施方案中，結構單元(a)和結構單元(b)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。

【0141】 在一些實施方案中，在共聚物中結構單元(a)和結構單元(b)之和與結構單元(c)的莫耳比約1至約7、約1至約6.8、約1至約6.6、約1至約6.4、約1至約6.2、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1.2至約3.4、約1.4至約3.4、約1.5至約6.7、約1.5至約5、約1.5至約4.8或約1.5至約4。

【0142】 在一些實施方案中，在共聚物中結構單元(a)和結構單元(b)之和與結構單元(c)的莫耳比小於7、小於6.8、小於6.6、小於6.4、小於6.2、小於6、小於5.8、小於5.6、小於5.4、小於5.2、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，在共聚物中結構單元(a)和結構單元(b)之和與結構單元(c)的莫耳比大於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5.2、大於5.4、大於5.6、大於5.8、大於6、大於6.2、大於6.4、大於6.6或大於6.8。

【0143】 發現在本文揭露的黏結劑組合物的製備中添加含有酯基基團的單體導致電化學性能的劣化。在一些實施方案中，黏結劑組合物不含衍生自含酯基基團的單體的結構單元。在一些實施方案中，含有酯基基團的單體是C₁至C₂₀烷基丙烯酸酯、C₁至C₂₀烷基(甲基)丙烯酸酯、環烷基丙烯酸酯或其組合。在一些實施方案中，含有酯基基團的單體是丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸正丙酯、丙烯酸異丙酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸仲丁酯、丙烯酸叔丁酯、丙烯酸戊酯、丙烯酸己酯、丙烯酸庚酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸3,3,5-三甲基己酯、丙烯酸2-乙基己酯、丙烯酸壬酯、丙烯酸癸酯、丙烯酸十二烷基酯、丙烯酸正十四烷基酯、丙烯酸十八烷基酯、丙烯酸環己酯、丙烯酸苯酯、丙烯酸甲氧基甲酯、丙烯酸甲氧基乙酯、丙烯酸乙氧基甲酯、丙烯酸乙氧基乙酯、丙烯酸全氟辛酯、丙烯酸硬脂酸酯(stearyl acrylate)或其組合。在一些實施方案中，含有酯基基團的單體是丙烯酸環己酯、甲基丙烯酸環己酯、丙烯酸異冰片酯、甲基丙烯酸異冰片酯、丙烯酸3,3,5-三甲基環己酯或其組合。在一些實施方案中，含有酯基基團的單體是甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基

丙烯酸正丙酯、甲基丙烯酸異丙酯、甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸仲丁酯、甲基丙烯酸叔丁酯、甲基丙烯酸異丁酯、甲基丙烯酸正戊酯、甲基丙烯酸異戊酯、甲基丙烯酸己酯、甲基丙烯酸庚酯、甲基丙烯酸辛酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸壬酯、甲基丙烯酸癸酯、甲基丙烯酸月桂酯、甲基丙烯酸正十四酯（n-tetradecyl methacrylate）、甲基丙烯酸硬脂酸酯、甲基丙烯酸2,2,2-三氟乙酯、甲基丙烯酸苯酯、甲基丙烯酸卞酯或其組合。

【0144】 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。

【0145】 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。

【0146】 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。

【0147】 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。

【0148】 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50,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約47,500 mPa·s、約10,000

mPa·s至約45,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約42,500 mPa·s、約10,000 mPa·s至約40,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約37,500 mPa·s、約10,000 mPa·s至約35,000 mPa·s、約10,000 mPa·s至約32,500 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15,000 mPa·s至約30,000 mPa·s、約15,000 mPa·s至約25,000 mPa·s、約15,000 mPa·s至約35,000 mPa·s。

【0149】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的黏度小於50,000 mPa·s、小於47,500 mPa·s、小於45,000 mPa·s、小於42,500 mPa·s、小於40,000 mPa·s、小於37,500 mPa·s、小於35,000 mPa·s、小於32,500 mPa·s、小於30,000 mPa·s、小於27,500 mPa·s、小於25,000 mPa·s、小於22,500 mPa·s、小於20,000 mPa·s、小於17,500 mPa·s、小於15,000 mPa·s或小於12,500 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12,500 mPa·s、大於15,000 mPa·s、大於17,500 mPa·s、大於20,000 mPa·s、大於22,500 mPa·s、大於25,000 mPa·s、大於27,500 mPa·s、大於30,000 mPa·s、大於32,500 mPa·s、大於35,000 mPa·s、大於37,500 mPa·s、大於40,000 mPa·s、大於42,500 mPa·s、大於45,000 mPa·s、大於47,500 mPa·s。

【0150】 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5%至約10%、約5%至約9.9%、約5%至約9.8%、約5%至約9.7%、約5%至約9.6%、約5%至約9.5%、約5%至約9.4%、約5%至約9.3%、約5%至約9.2%、約5%至約9.1%、約5%至約9%、約5.1%至約9%、約5.2%至約9%、約5.3%至約9%、約5.4%至約9%、約5.5%至約9%、約5.6%至約9%、約5.7%至約9%、約5.8%至約9%、約5.9%至約9%、約6%至約9%、約6%至約8.9%、約6%至約8.8%、約6%至約8.7%、約6%至約8.6%、約6%至約8.5%、約6%至約8.4%、約6%至約8.3%、約6%

至約8.2%、約6%至約8.1%、約6%至約8%、約6%至約9.8%、約6%至約9.6%、約6%至約9.4%或約6%至約9.2%。

【0151】 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10%、少於9.8%、少於9.6%、少於9.4%、少於9.2%、少於9%、少於8.8%、少於8.6%、少於8.4%、少於8.2%、少於8%、少於7.8%、少於7.6%、少於7.4%、少於7.2%、少於7%、少於6.8%、少於6.6%、少於6.4%、少於6.2%、少於6%、少於5.8%、少於5.6%、少於5.4%或少於5.2%。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5%、多於5.2%、多於5.4%、多於5.6%、多於5.8%、多於6%、多於6.2%、多於6.4%、多於6.6%、多於6.8%、多於7%、多於7.2%、多於7.4%、多於7.6%、多於7.8%、多於8%、多於8.2%、多於8.4%、多於8.6%、多於8.8%、多於9%、多於9.2%、多於9.4%、多於9.6%或多於9.8%。

【0152】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量是約50,000 g/mol至約200,000 g/mol、約55,000 g/mol至約200,000 g/mol、約60,000 g/mol至約200,000 g/mol、約65,000 g/mol至約200,000 g/mol、約70,000 g/mol至約200,000 g/mol、約75,000 g/mol至約200,000 g/mol、約80,000 g/mol至約200,000 g/mol、約85,000 g/mol至約200,000 g/mol、約90,000 g/mol至約200,000 g/mol、約90,000 g/mol至約190,000 g/mol、約90,000 g/mol至約180,000 g/mol、約90,000 g/mol至約170,000 g/mol、約90,000 g/mol至約160,000 g/mol、約95,000 g/mol至約160,000 g/mol、約100,000 g/mol至約160,000 g/mol、約100,000 g/mol至約155,000 g/mol、約100,000 g/mol至約15,000 g/mol、約100,000 g/mol至約145,000 g/mol或約100,000 g/mol至約140,000 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。

【0153】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量小於

200,000 g/mol、小於195,000 g/mol、小於190,000 g/mol、小於185,000 g/mol、小於180,000 g/mol、小於175,000 g/mol、小於170,000 g/mol、小於165,000 g/mol、小於160,000 g/mol、小於155,000 g/mol、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或小於60,000 g/mol。在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量大於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、大於145,000 g/mol、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或大於195,000 g/mol。

【0154】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的數均分子量是約10,000 g/mol至約100,000 g/mol、約15,000 g/mol至約100,000 g/mol、約20,000 g/mol至約100,000 g/mol、約25,000 g/mol至約100,000 g/mol、約30,000 g/mol至約100,000 g/mol、約35,000 g/mol至約100,000 g/mol、約40,000 g/mol至約100,000 g/mol、約45,000 g/mol至約100,000 g/mol、約50,000 g/mol至約100,000 g/mol、約50,000 g/mol至約95,000 g/mol、約50,000 g/mol至約90,000 g/mol、約50,000 g/mol至約85,000 g/mol、約50,000 g/mol至約80,000 g/mol、約55,000 g/mol至約80,000 g/mol、約60,000 g/mol至約80,000 g/mol、約65,000 g/mol至約75,000 g/mol或約60,000 g/mol至約90,000 g/mol。

【0155】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的數均分子量小於

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、小於25,000 g/mol、小於20,000 g/mol或小於15,000 g/mol。在一些實施方案中，黏結劑組合物的數均分子量大於10,000 g/mol、大於15,000 g/mol、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或大於95,000 g/mol。

【0156】 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。

【0157】 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。

【0158】 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2 N/cm至約4 N/cm、約2.1 N/cm至約4 N/cm、約2.2 N/cm至約4

N/cm、約2.3 N/cm至約4 N/cm、約2.4 N/cm至約4 N/cm、約2.5 N/cm至約4 N/cm、約2.6 N/cm至約4 N/cm、約2.7 N/cm至約4 N/cm、約2.8 N/cm至約4 N/cm、約2.9 N/cm至約4 N/cm、約3 N/cm至約4 N/cm、約2 N/cm至約3.9 N/cm、約2 N/cm至約3.8 N/cm、約2 N/cm至約3.7 N/cm、約2 N/cm至約3.6 N/cm、約2 N/cm至約3.5 N/cm、約2 N/cm至約3.4 N/cm、約2 N/cm至約3.3 N/cm、約2 N/cm至約3.2 N/cm、約2 N/cm至約3.1 N/cm、約2 N/cm至約3 N/cm、約2.5 N/cm至約3.5 N/cm、約2.3 N/cm至約3.7 N/cm、約2.5 N/cm至約3 N/cm或約3 N/cm至約3.5 N/cm。

【0159】 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4 N/cm、小於3.9 N/cm、小於3.8 N/cm、小於3.7 N/cm、小於3.6 N/cm、小於3.5 N/cm、小於3.4 N/cm、小於3.3 N/cm、小於3.2 N/cm、小於3.1 N/cm、小於3 N/cm、小於2.9 N/cm、小於2.8 N/cm、小於2.7 N/cm、小於2.6 N/cm、小於2.5 N/cm、小於2.4 N/cm、小於2.3 N/cm或小於2.2 N/cm。在一些實施方案中，黏結劑組合物和集流體之間的黏附強度大於2 N/cm、大於2.1 N/cm、大於2.2 N/cm、大於2.3 N/cm、大於2.4 N/cm、大於2.5 N/cm、大於2.6 N/cm、大於2.7 N/cm、大於2.8 N/cm、大於2.9 N/cm、大於3 N/cm、大於3.1 N/cm、大於3.2 N/cm、大於3.3 N/cm、大於3.4 N/cm、大於3.5 N/cm、大於3.6 N/cm、大於3.7 N/cm或大於3.8 N/cm。

【0160】 另一方面，本文提供了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。

【0161】 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 $0.2 \leq c \leq 0.5$ 。

【0162】 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。

【0163】 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。

【0164】 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 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。

【0165】 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。

【0166】 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。

【0167】 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 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ 、 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。

【0168】 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。

【0169】 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，集流體具有包括外層和內層的兩層結構，其中，外層包括導電材料，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，該三層結構包括外層，中間層和內層，其中外層和內層包括導電材料，並且中間層包括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，絕緣材料是選自由聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚丙烯腈、聚酯、聚醯胺、聚苯乙烯、聚氨酯、聚環氧樹脂、聚(丙烯酸丁二烯苯乙烯)、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，保護塗層包括含碳材料。在一些實施方案中，集流體沒有塗覆保護塗層。

【0170】 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。

【0171】 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。

【0172】 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。

【0173】 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。

【0174】 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。

【0175】 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。在一些實施方案中，集流體與電極層之間的剝離強度低於6.5 N/cm、低於6.0 N/cm、低於5.5 N/cm、低於5.0 N/cm、低於4.5 N/cm、低於4.0 N/cm、低於3.5 N/cm、低於3.0 N/cm、低於2.8 N/cm、低於2.5 N/cm、低於2.2 N/cm、低於2.0 N/cm、低於1.8 N/cm或低於1.5 N/cm。

【0176】 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。

【0177】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率是約7%至約10%、約7%至約9.9%、約7%至約9.8%、約7%至約9.7%、約7%至約9.6%、約7%至約9.5%、約7%至約9.4%、約7%至約9.3%、約7%至約9.2%、約7%至約9.1%、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10%、約7.2%至約10%、約7.3%至約10%、約7.4%至約10%、約7.5%至約10%、約7.6%至約10%、約7.7%至約10%、約7.8%至約10%、約7.9%至約10%、約8%至約10%、約7.5%至約9.5%、約7.5%至約9%、約8%至約9%或約8%至約9.5%。

【0178】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率小於10%、小於9.9%、小於9.8%、小於9.7%、小於9.6%、小於9.5%、小於9.4%、小於9.3%、小於9.2%、小於9.1%、小於8%、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%、小於7.2%或小於7.1%。在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率大於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%、大於8.8%、大於8.9%、大於9%、大於9.1%、大於9.2%、大於9.3%、大於9.4%、大於9.5%、大於9.6%、大於9.7%、大於9.8%或大於9.9%。

【0179】 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，從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而提高安全性。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。

【0180】 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》

【0181】 通過電極型pH計（ION 2700，Eutech Instruments）測量黏結劑組合物的pH值。

【0182】 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。

【0183】 通過拉伸測試儀（DZ-106A，來自Dongguan Zonhow Test Equipment Co. Ltd.，中國）來測量乾燥的黏結劑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。

【0184】 黏結劑組合物的電解質溶脹率測量了在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前後條的重量變化與浸泡電解質之前條的重量的比值。

【0185】 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 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 、-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，然後進行重量測量。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（%）：

$$\text{【0186】 固體含量 (\%)} = \frac{\text{乾燥後黏結劑組合物的重量}}{\text{乾燥前黏結劑組合物的重量}} \times 100\%。$$

【0187】 通過凝膠滲透色譜法（GPC）測量黏結劑組合物的重均分子量和數均分子量。首先在室溫下將黏結劑組合物溶解在二甲基甲醯胺中。一旦黏結劑組合物的溶解完成，將溶液通過0.45 μm的過濾器緩慢過濾以製備測試樣品。使用標準聚苯乙烯製備校準曲線，以將重均分子

量和數均分子量計算為標準物質等量值。黏結劑組合物中分子量的分佈由多分散性指數 (PDI) 描述，其是重均分子量與質均分子量之比。在以下條件下分析獲得的測試樣品：

【0188】 色譜柱：Agilent PLgel 5um MIXED-C色譜柱；

【0189】 洗脫液：二甲基甲醯胺；

【0190】 流速：1 ml/min；

【0191】 樣品重量：2 mg；

【0192】 檢測器：Waters 2414折射率 (RI) 檢測器；

【0193】 檢測溫度：35 °C；

【0194】 標準物質：聚苯乙烯。

《實施例 1》

A) 黏結劑組合物的製備

【0195】 將80 g中和劑 (氫氧化鈉, NaOH) 添加到含有1500 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0196】 將180 g丙烯酸 (AA) 溶解在200 g去離子水中形成AA溶液。此後，將380 g AA溶液添加到第一懸浮液中。在80 rpm下進一步攪拌混合物30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0197】 將94 g丙烯醯胺 (AM) 溶解在200 g去離子水中形成AM溶液。此後，向第二懸浮液中添加294 g AM溶液。將混合物進一步加熱至55 °C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0198】 將66 g丙烯腈 (AN) 溶解在50 g去離子水中形成溶液。此後，將116 g溶液添加到第三懸浮液中。在55 °C下以80 rpm進一步攪拌混合物10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0199】 然後，將0.075 g水溶性自由基引發劑 (過硫酸銨, APS；購自中國阿拉丁工業公司) 溶解於15 g去離子水中，並將0.0375 g還原劑 (亞硫酸氫鈉；購自中國天津達茂化學試劑廠) 溶解於7.5 g去離子水中。將15.075g APS溶液和7.5375g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中。將混合物在55 °C下以200 rpm攪拌24 h以獲得第五懸浮液。

【0200】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降至25 °C。將19.12 g NaOH溶解在3300 g去離子水中。此後，將3319.12 g氫氧化鈉溶液用1小時滴加到第五懸浮液中以將pH調節至7.59以形成第六懸浮液。使用200目濾紙進行過濾以獲得黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量為6.77 wt.%。黏結劑的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別為125,031g/mol、55,437g/mol和2.26。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說明。

B) 陰極的製備

【0201】 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 (6.77wt.%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。

【0202】 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。

【0203】 使用刮刀式塗佈塗佈機將均質化的漿料塗佈塗佈到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。

C) 陽極的製備

【0204】 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 。

D) 鈕扣電池的裝配

【0205】 在充滿氫氣的手套箱中裝配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。

【0206】 在濕度和氧含量分別小於3 ppm的高純度氫氣環境下，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。

E) 電化學測量

【0207】 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的黏結劑組合物的製備》

【0208】 將16 g NaOH添加到含有380 g蒸餾水的圓底燒瓶中。將混合物以80 rpm攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0209】 將35.80 g AA添加到第一懸浮液中。在80 rpm下進一步攪拌混合物30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0210】 將18.70 g AM溶解於10 g去離子水中以形成AM溶液。此後，向第二懸浮液中添加28.70 g AM溶液。將混合物進一步加熱至55 °C並以80 rpm攪拌45分鐘以獲得第三懸浮液。

【0211】 向第三懸浮液中添加13.50 g AN。在80 rpm下進一步攪拌混合物10分鐘以獲得第四懸浮液。

【0212】 此外，將0.015 g APS溶解於3 g去離子水中，並將0.0075 g 亞硫酸氫鈉溶解於1.5 g去離子水中。向第四懸浮液中添加3.015 g APS溶液和1.5075 g亞硫酸氫鈉溶液。將混合物在55 °C下以200 rpm攪拌24 h以獲得第五懸浮液。

【0213】 完全反應後，將第五懸浮液的溫度降至25 °C。將3.72 g NaOH溶解在400 g去離子水中。此後，將403.72 g氫氧化鈉溶液用1小時滴加到第五懸浮液中以將pH調節至7.31以形成第六懸浮液。使用200目濾紙過濾以獲得黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量為9.00 wt.%。

《實施例 3》

【0214】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加36.04 g AA，在製備第三懸浮液時添加17.0 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加14.96 g AN。

《實施例 4》

【0215】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加37.4 g AA，在製備第三懸浮液時添加17.0 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加13.6 g AN。

《實施例 5》

【0216】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加40.8 g AA，在製備第三懸浮液時添加17.0 g AM，在製備第四懸浮液時添加10.2 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加5.33 g NaOH。

《實施例 6》

【0217】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加44.2 g AA，在製備第三懸浮液時添加17.0 g AM，在製備第四懸浮液時添加6.8 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加6.23 g NaOH。

《實施例7》

【0218】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加47.6 g AA，在製備第三懸浮液時添加10.2 g AM，在製備第四懸浮液時添加10.2 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加8.18 g NaOH。

《實施例8》

【0219】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加28.56 g AA，在製備第三懸浮液時添加23.12 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加16.32 g AN。

《實施例9》

【0220】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加34.0 g AA，在製備第三懸浮液時添加23.8 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加10.2 g AN。

《實施例10》

【0221】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第六懸浮液時，向第五懸浮液中添加9.50 g NaOH以將pH調節至8.23。

《實施例11》

【0222】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第六懸浮液時，向第五懸浮液中添加10.93 g NaOH以將pH調節至8.51。

《實施例12-14的黏結劑組合物的製備》

【0223】 製備實施例12-14的黏結劑組合物的方式與實施例2相

同。

《實施例15》

【0224】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，將0.0204 g APS溶解於3 g去離子水中，並將0.0102 g亞硫酸氫鈉溶解於1.5 g去離子水中，從而在製備第五懸浮液時添加3.0204 g APS溶液和1.5102 g亞硫酸氫鈉溶液。黏結劑的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別為78,528g/mol、33,523g/mol和2.34。

《實施例16》

【0225】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，將0.0068 g APS溶解於3 g去離子水中，並將0.0034 g亞硫酸氫鈉溶解於1.5 g去離子水中，從而在製備第五懸浮液時添加3.0068 g APS溶液和1.5034 g亞硫酸氫鈉溶液。黏結劑組分的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別為175,432g/mol、82,640g/mol和2.12。

《比較例1》

【0226】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加30.6 g AA，在製備第三懸浮液時添加10.2 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加27.2 g AN。

《比較例2》

【0227】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加44.2 g AA，在製備第三懸浮液時添加20.4 g AM，在製備第四懸浮液時添加3.4 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加6.5 g NaOH。

《比較例3》

【0228】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加51.0 g AA，在製備第三懸浮液時添加10.2 g AM，在製備第四懸浮液時添加6.8 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加10.42 g NaOH。

《比較例4》

【0229】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加46.92 g AA，在製備第三懸浮液時添加5.44 g AM，在製備第四懸浮液時添加15.64 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加8.23 g NaOH。

《比較例5》

【0230】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加30.6 g AA，在製備第三懸浮液時添加30.6 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加6.8 g AN。

《比較例6》

【0231】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第一懸浮液時加入8g NaOH，在製備第二懸浮液時加入20.4g AA，在製備第三懸浮液時加入31.96g AM，在製備第四懸浮液時加入15.64g AN，以及在製備第六懸浮液時加入3.21g NaOH。

《比較例7》

【0232】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第一懸浮液時添加5 g NaOH，在製備第二懸浮液時添加13.6 g AA，在製備第三懸浮液時添加27.2 g AM，在製備第四懸浮液時添加27.2 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加2.1 g NaOH。

《比較例8》

【0233】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加57.8 g AA，在製備第三懸浮液時添加6.8 g AM，在製備第四懸浮液時添加3.4 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加13.5 g NaOH。

《比較例9》

【0234】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加34.0 g AA和6.8 g 丙烯酸甲酯（MA），在

製備第三懸浮液時添加13.6 g AM，在製備第四懸浮液時添加13.6 g AN，以及在製備第六懸浮液時添加3.72 g NaOH。

《比較例10》

【0235】 製備黏結劑組合物的方式與實施例2相同，不同之處在於，在製備第二懸浮液時添加34.0 g AA，在製備第三懸浮液時添加14.96 g AM，以及在製備第四懸浮液時添加19.04 g AN。

《實施例2-11、15-16和比較例1-10的陰極的製備》

【0236】 製備實施例2-11、15-16和比較例1-10的陰極的方式與實施例1相同。

《實施例12的陰極的製備》

【0237】 製備實施例12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（來自Tianjin Bamo Technology Co., Ltd.，中國）代替28.2 g NMC622。

《實施例13的陰極的製備》

【0238】 製備實施例13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（來自Tianjin Bamo Technology Co., Ltd.，中國）代替28.2 g NMC622。

《實施例14的陰極的製備》

【0239】 製備實施例14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（來自廈門錫業有限公司，中國）代替28.2 g NMC622。

《實施例2-16和比較例1-10的陽極的製備》

【0240】 製備實施例2-16和比較例1-10的陽極的方式與實施例1相同。

《實施例2-16和比較例1-10的鈕扣電池的裝配》

【0241】 裝配實施例2-16和比較例1-10的鈕扣電池的方式與實施

例1相同。

《實施例2-16和比較例1-10的電化學測量》

【0242】 通過與實施例1相同的方式來測量實施例2-16和比較例1-10的鈕扣電池的電化學性能，測試結果在下表2中說明。

表1

	在黏結劑組合物的製備中添加的單體			
	AN*	AA*	AM*	MA*
	單體比例 (wt%)			
實施例 1	19.41	52.94	27.65	0.00
實施例 2	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 3	22.00	53.00	25.00	0.00
實施例 4	20.00	55.00	25.00	0.00
實施例 5	15.00	60.00	25.00	0.00
實施例 6	10.00	65.00	25.00	0.00
實施例 7	15.00	70.00	15.00	0.00
實施例 8	24.00	42.00	34.00	0.00
實施例 9	15.00	50.00	35.00	0.00
實施例 10	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 11	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 12	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 13	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 14	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 15	19.85	52.65	27.50	0.00
實施例 16	19.85	52.65	27.50	0.00
比較例 1	40.00	45.00	15.00	0.00
比較例 2	5.00	65.00	30.00	0.00
比較例 3	10.00	75.00	15.00	0.00
比較例 4	23.00	69.00	8.00	0.00
比較例 5	10.00	45.00	45.00	0.00
比較例 6	23.00	30.00	47.00	0.00
比較例 7	40.00	20.00	40.00	0.00
比較例 8	5.00	85.00	10.00	0.00
比較例 9	20.00	50.00	20.00	10.00
比較例 10	28.00	50.00	22.00	0.00

* AN 是指丙烯腈，AA 是指丙烯酸，AM 是指丙烯醯胺，MAA 是指甲基丙烯酸，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 (mPa.s)					
實施例 1	7.59	6.77	40,700	7.61	2.62	156	87.95	76.92
實施例 2	7.31	9.00	40,920	7.62	3.27	168	87.10	74.04
實施例 3	7.86	8.07	39,029	9.58	2.73	173	88.82	75.90
實施例 4	7.05	7.50	25,920	7.39	3.37	158	86.27	73.91
實施例 5	7.71	5.73	17,910	8.41	3.19	167	88.10	74.64
實施例 6	7.33	7.09	34,960	8.51	3.25	158	83.90	71.54
實施例 7	7.57	6.34	11,220	8.99	2.11	169	82.87	70.12
實施例 8	7.94	6.10	45,980	7.03	3.67	142	87.73	74.92
實施例 9	7.47	8.34	35,370	9.15	3.72	148	86.27	74.53
實施例 10	8.23	8.81	41,080	7.72	3.74	167	87.50	74.39
實施例 11	8.51	9.14	39,220	7.72	3.52	155	87.24	74.12
實施例 12	7.54	8.61	41,830	7.54	3.85	158	88.60	75.04
實施例 13	7.44	8.94	38,750	7.23	3.49	168	82.30	70.48
實施例 14	7.46	8.54	40,200	7.29	3.14	147	92.50	84.20
實施例 15	7.39	9.20	38,580	7.72	3.22	166	88.98	77.85
實施例 16	7.23	9.14	41,070	7.45	3.29	154	88.28	76.89
比較例 1	7.90	6.43	21,390	8.67	1.24	132	78.61	57.83
比較例 2	7.87	6.25	38,460	8.22	1.40	129	78.78	58.42
比較例 3	7.23	5.58	55,450	9.88	1.11	131	80.58	61.21
比較例 4	7.34	5.82	37,380	11.45	1.52	127	79.17	55.84
比較例 5	7.79	9.48	30,880	4.91	1.46	134	78.23	55.49
比較例 6	7.03	7.66	21,080	3.57	1.45	129	80.96	58.82
比較例 7	7.78	7.53	18,130	5.01	1.39	132	78.99	57.32
比較例 8	7.07	7.38	64,880	11.41	0.70	125	81.11	63.92
比較例 9	7.74	7.11	32,500	8.09	2.19	127	78.81	55.26
比較例 10	7.26	6.93	41,010	8.30	2.41	122	79.03	55.97

【0243】 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】

【0244】

100:製備黏結劑組合物的方法

101~107: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)、以及衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)。

【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 33%至約 70%。

【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 10%至約 35%。

【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 10%至約 30%。

【請求項 8】 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 9】 如請求項 8 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 10】 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)與衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)之和的比例是按莫耳計約 65%至約 90%。

【請求項 11】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中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)和衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)的莫耳數之和與衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)的莫耳數的莫耳比是約 1 至約 7。

【請求項 12】 如請求項 1 所述的黏結劑組合物，其中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)和衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)的莫耳數之和與衍生自含有腈基基團的單體的結構單元(c)的莫耳數的莫耳比是約 1 至約 7。

【請求項 13】 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。

【請求項 14】 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黏度是約 10,000 mPa·s 至約 50,000 mPa·s。

【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電解質溶脹率是約 7%至約 10%。

【請求項 16】 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 5% 至約 10%。

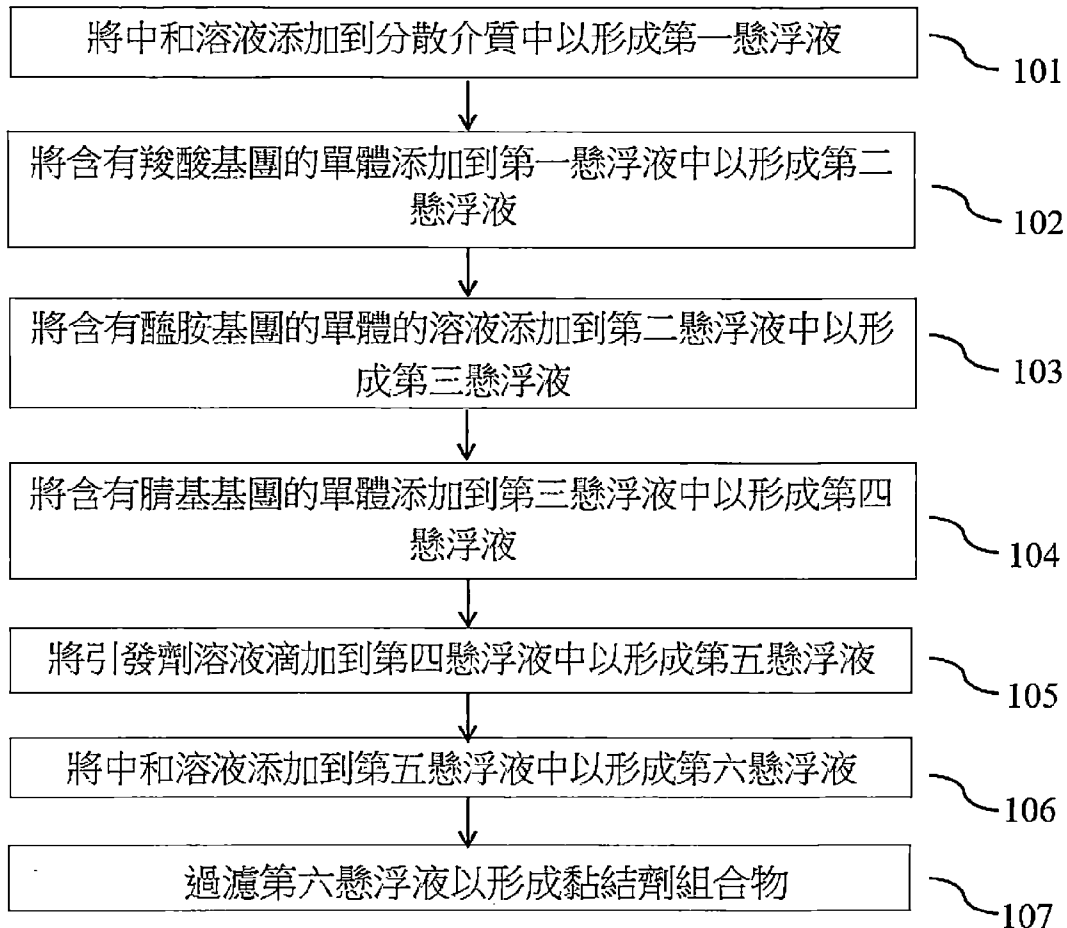
【請求項 17】 一種用於二次電池的電極，包括：
一集流體；以及
一電極層，塗覆在所述集流體上，
其中，所述電極層包含：
一電極活性材料；
一導電劑；以及
如請求項 1 所述的黏結劑組合物。

【請求項 18】 如請求項 17 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 2 N/cm 至約 4 N/cm。

【請求項 19】 如請求項 17 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】

100



【圖 1】