



(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 202201832 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21) 申請案號：110121749

(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/CN2020/117615

(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：19 項 圖式數：1 共 79 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)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，包含使用本發明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)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，包含使用本發明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到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含有的電極活性材料、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到集流體上。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差的循環壽命。特別地，SBR 在調節黏結劑黏度時需要增稠劑。進一步地，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 在內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，它們的應用受到一定的限制。

**【0007】** 歐洲專利公開第 EP 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，總是有用於鋰離子電池的水基黏結劑組合物的需要，其表現出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保持這種性質，從而有助於優異的電池電化學性能。

#### **【發明內容】**

**【0009】** 通過本發明所揭露的各個態樣和實施方案滿足了前述需求。本發明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) 和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，包含使用本發明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】 本發明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)和衍生自含有腈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且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】 本發明所使用的術語「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<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>)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<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>)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<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>)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氫、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、苺基、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」是指包含芳族經環的基團，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；經基；烷氧基；胺基；硝基；硫醇基；硫醚基；亞胺基；氰基；醯胺基；膦酸基 (phosphonato)；次膦酸基；羧基；硫代羰基 (thiocarbonyl)；磺醯基；磺醯胺；醯基；甲醯基；醯氧基；烷氧基羰基；羰基；鹵代烷基 (例如三氟甲基)；碳環環烷基，其可以是單環或稠合或非稠合多環 (例如環丙基、環丁基、環戊基或環己基)，或雜環烷基，其可以是單環或稠合或非稠合多環 (例如吡咯烷基、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、吡喃基、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、苯并噻吩基或苯并吡喃基)；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)<sub>2</sub>; -NH(芳基); -N(烷基)(芳基); -N(芳基)<sub>2</sub>; -CHO; -CO(烷基); -CO(芳基); -CO<sub>2</sub>(烷基); 和-CO<sub>2</sub>(芳基); 並且這些基團也可任選地被稠環結構或橋結構(例如-OCH<sub>2</sub>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, 否則本發明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，本發明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%到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，因此常常低估了黏結劑對電池性能的影響。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到一定的限制。

【0052】 因此，本發明提供了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)和衍生自含有脛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。發現本發明所述的黏結劑組合物表現出增強的黏結能力，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，本發明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來形成第一懸浮液。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，本發明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，將第一懸浮液攪拌約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分鐘的時間段。在一些實施方案中，將第一懸浮液攪拌少於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分鐘的時間段。在一些實施方案中，將第一懸浮液攪拌多於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分鐘的時間段。

**【0059】** 在一些實施方案中，將第一懸浮液以約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的速度攪拌。在一些實施方案中，將第一懸浮液以低於600 rpm、低於550 rpm、低於500 rpm、低於450 rpm、低於400 rpm、低於350 rpm、低於300 rpm、低於250 rpm、低於200 rpm、低於150 rpm、低於100 rpm或低於50 rpm的速度攪拌。在一些實施方案中，將第一懸浮液以高於10 rpm、高於50 rpm、高於100 rpm、高於150 rpm、高於200 rpm、高於250 rpm、高於300 rpm、高於350 rpm、高於400 rpm、高於450 rpm、高於500 rpm或高於550 rpm的速度攪拌。

**【0060】** 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來形成第二懸浮液。

【0061】 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、 $\alpha$ -乙醯氧基丙烯酸、 $\beta$ -反式-芳氧基丙烯酸、 $\alpha$ -氯- $\beta$ -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。

【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約10%至約30%、約10%至約25%、約10%至約20%、約10%至約15%、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15%至約25%、約15%至約20%、約15%至約29%、約15%至約28%、約15%至約27%、約15%至約26%、約15%至約25%、約16%至約25%、約17%至約25%、約18%至約25%、約19%至約25%、約20%至約30%、約20%至約25%、約17%至約23%、約15%至約20%或約17%至約26%。

【0063】 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%或多於29%。

【0064】 在一些實施方案中，可以在步驟102中將超過一種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。這可能是有利的，因為它允許更好的分散，並防止在本發明揭露的黏結劑組合物的處理中材料的沉降。發現向黏結劑組合物中添加超過一種含有羧酸基團的單體可提高單體轉化率，從而使原料的充分利用最大化，同時可帶來顯著的成本節約和環境效益。此外，在黏結劑組合物的製備中通過使用超過一種含有羧酸基團的單體，隨後觀察到稍微更好的電池電化學性能。

【0065】 在一些實施方案中，共聚物包含衍生自含有第一羧酸基團的單體的結構單元(a1)、衍生自含有第二羧酸基團的單體的結構單元(a2)、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)。在一些實施方案中，可以在步驟102中將含有第一羧酸基團的單體和含有第二羧酸基團的單體添加到第一懸浮液中來形成第二懸浮液。

【0066】 在一些實施方案中，共聚物由衍生自含有第一羧酸基團的單體的結構單元(a1)、衍生自含有第二羧酸基團的單體的結構單元(a2)、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)組成。

【0067】 在一些實施方案中，結構單元(a1)衍生自含有第一羧酸基團的單體。在一些實施方案中，含有第一羧酸基團的單體是丙烯酸。

【0068】 在一些實施方案中，結構單元(a2)衍生自含有第二羧酸基團的單體。在一些實施方案中，含有第二羧酸基團的單體是烷基取代的丙烯酸。在一些實施方案中，含有第二羧酸基團的單體是甲基丙烯酸、巴豆酸、2-丁基巴豆酸、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，含有第一羧酸基團的單體占的比例是按重量計約5%至約30%、約5.5%至約30%、約6%至約30%、約6.5%至約30%、約7%至約30%、約7.5%至約30%、約8%至約30%、約8.5%至約30%、約9%至約30%、約9.5%至約30%、約10%至約30%、約10%至約29.5%、約10%至約29%、約10%至約28.5%、約10%至約28%、約10%至約27.5%、約10%至約27%、約10%至約26.5%、約10%至約26%、約10%至約25.5%、約10%至約25%、約10%至約24.5%、約10%至約24%、約10%至約23.5%、

約10%至約23%、約10%至約22.5%、約10%至約22%、約10%至約21.5%、約10%至約21%、約10%至約20.5%或約10%至約20%。

【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，含有第一羧酸基團的單體占的比例是按重量計少於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%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，含有第一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%、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%或多於29%。

【0071】 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，含有第二羧酸基團的單體占的比例是按重量計約1%至約7%、約1.2%至約7%、約1.4%至約7%、約1.6%至約7%、約1.8%至約7%、約2%至約7%、約2.2%至約7%、約2.4%至約7%、約2.6%至約7%、約2.8%至約7%、約3%至約7%、約3%至約6.8%、約3%至約6.6%、約3%至約6.4%、約3.2%至約6.4%、約3.4%至約6.4%、約3.6%至約6.4%、約3.8%至約6.4%、約4%至約6.4%、約4%至約6.2%、約4%至約6%、約3.5%至約6%、約3%至約6%或約3%至約6.5%。

【0072】 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，含有第二羧酸基團的單體占的比例是按重量計少於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%、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，基於在黏結劑組

合物的製備中添加的單體的總重量，含有第二羧酸基團的單體占的比例是按重量計多於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%、多於5.8%、多於6%、多於6.2%、多於6.4%或多於6.6%。

【0073】 在一些實施方案中，黏結劑組合物製備中添加的含有第一羧酸基團的單體與含有第二羧酸基團的單體的重量比是約1至約15、約1至約14.5、約1至約14、約1至約13.5、約1至約13、約1至約12.5、約1至約12、約1至約11.5、約1至約11、約1至約10.5、約1至約10、約1至約9.5、約1至約9、約1至約8.5、約1至約8、約1.5至約10、約2至約10、約2.5至約10、約2.5至約10、約3至約10、約3.5至約10、約4至約10、約4.5至約10、約5至約10或約2至約8。

【0074】 在一些實施方案中，黏結劑組合物製備中添加的含有第一羧酸基團的單體與含有第二羧酸基團的單體的重量比小於15、小於14、小於13、小於12、小於11、小於10、小於9、小於8、小於7、小於6、小於5、小於4、小於3或小於2。在一些實施方案中，黏結劑組合物製備中添加的含有第一羧酸基團的單體與含有第二羧酸基團的單體的重量比大於1、大於2、大於3、大於4、大於5、大於6、大於7、大於8、大於9、大於10、大於11、大於12、大於13或大於14。

【0075】 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。

【0076】 在一些實施方案中，通過將含有醯胺基團的單體溶解在水中來製備含有醯胺基團的單體溶液。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溶液添加到第二懸浮液中來形成第三懸浮液。

【0077】 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-甲基甲基丙烯酸醯胺、N-乙基甲基丙烯酸醯胺、N-正丙基甲基丙烯酸醯胺、N-異丙基甲基丙烯酸醯胺、異丙基丙烯酸醯胺、N-正丁基甲基丙烯酸醯胺、N-異丁基甲基丙烯酸醯胺、N,N-二甲基丙烯酸醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯酸醯胺、N,N-二乙基丙烯酸醯胺、N,N-二乙基甲基丙烯酸醯胺、N-羥甲基甲基丙烯酸醯胺、N-(甲氧基甲基)甲基丙烯酸醯胺、N-(乙氧基甲基)甲基丙烯酸醯胺、N-(丙氧基甲基)甲基丙烯酸醯胺、N-(丁氧基甲基)甲基丙烯酸醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯酸醯胺、N-(3-(二甲胺基)丙基)甲基丙烯酸醯胺、N-(3-(二甲胺基)乙基)甲基丙烯酸醯胺、N,N-(二羥甲基)甲基丙烯酸醯胺、雙丙酮甲基丙烯酸醯胺、雙丙酮丙烯酸醯胺、甲基丙烯酸醯基嗎啉、N-羥基甲基丙烯酸醯胺、N-甲氧基甲基丙烯酸醯胺、N-甲氧基甲基甲基丙烯酸醯胺、N,N'-亞甲基雙丙烯酸醯胺 (MBA)、N-羥甲基丙烯酸醯胺或其組合。

**【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，含有醯胺基團的單體占的比例是按重量計約5%至約20%、約5%至約15%、約5%至約10%、約6%至約20%、約7%至約20%、約8%至約20%、約9%至約20%、約10%至約20%、約10%至約19%、約10%至約18%、約10%至約17%、約10%至約16%、約10%至約15%、約8%至約17%、約7%至約13%、約12%至約18%或約15%至約20%。

**【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，含有醯胺基團的單體占的比例是按重量計少於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%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，含有醯胺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%、多於14%、多於15%、多於16%、多於17%、多於18%或多於19%。

**【0080】** 在一些實施方案中，通過在步驟104中將含有脞基基團的單體添加到第三懸浮液中來形成第四懸浮液。

**【0081】** 結構單元(c)衍生自含有脞基基團的單體。具有至少一個脞基基團的任何單體可以用作含有脞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 $\alpha,\beta$ -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、 $\alpha$ -鹵代丙烯腈、 $\alpha$ -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 $\alpha$ -氯丙烯腈、 $\alpha$ -溴丙烯腈、 $\alpha$ -氟丙烯腈、甲基丙烯腈、 $\alpha$ -乙基丙烯腈、 $\alpha$ -異丙基丙烯腈、 $\alpha$ -正己基丙烯腈、 $\alpha$ -甲氧基丙烯腈、3-甲氧基丙烯腈、3-乙氧基丙烯腈、 $\alpha$ -乙醯氧基丙烯腈、 $\alpha$ -苯基丙烯腈、 $\alpha$ -甲苯基丙烯腈、 $\alpha$ -(甲氧基苯基)丙烯腈、 $\alpha$ -(氯苯基)丙烯腈、 $\alpha$ -(氰基苯基)丙烯腈、偏二氰乙炔 (vinylidene cyanide) 或其組合。

【0082】 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60%至約75%、約60%至約74.5%、約60%至約74%、約60%至約73.5%、約60%至約73%、約60%至約72.5%、約60%至約72%、約60%至約71.5%、約60%至約71%、約60%至約70.5%、約60%至約70%、約60%至約69.5%、約60%至約69%、約60%至約68.5%、約60%至約68%、約60%至約67.5%、約60%至約67%、約60%至約66.5%、約60%至約66%、約60%至約65.5%、約60%至約65%、約65%至約75%、約65%至約70%、約63%至約75%或約70%至約75%。

【0083】 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%、多於69%、多於70%、多於71%、多於72%、多於73%或多於74%。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75%、少於74%、少於73%、少於72%、少於71%、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%或少於61%。

【0084】 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。可以在添加之間使用攪拌或分散。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。

**【0085】** 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。

**【0086】** 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、 $\alpha$ -乙醯氧基丙烯酸鹽、 $\beta$ -反式-芳氧基丙烯酸鹽、 $\alpha$ -氯- $\beta$ -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。

【0087】 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。

【0088】 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1.5、約0至約1.45、約0至約1.4、約0至約1.35、約0至約1.3、約0至約1.25、約0至約1.2、約0至約1.15、約0至約1.1、約0至約1.05、約0至約1、約0至約0.95、約0至約0.9、約0至約0.85、約0至約0.8、約0至約0.75、約0至約0.7、約0至約0.65、約0至約0.6、約0至約0.55、約0至約0.5、約0至約0.45、約0至約0.4、約0.05至約0.5、約0.1至約0.7或約0.1至約1。

【0089】 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或大於1.3。

【0090】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸基團的單體占的比例是按莫耳計約0%至約15%、約0%至約14.5%、約0%至約14%、約0%至約13.5%、約0%至約13%、約0%至約12.5%、約0%至約12%、約0%至約11.5%、約0%至約11%、約0%至約10.5%、約0%至約10%、約0%至約9.5%、約0%至約9%、約0%至約8.5%、約0%至約8%、約0%至約7.5%、約0%至約7%、約0%至約6.5%、約0%至約6%、約0%至約5.5%、約0%至約5%、約0.5%至約10%、約1%至約10%或約1%至約8%。

【0091】 在一些實施方案中，基於組合物中單體的總莫耳數，含

有羧酸基團的單體占的比例是按莫耳計少於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，基於組合物中單體的總莫耳數，含有羧酸基團的單體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%或多於14%。

【0092】 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5%至約16%、約5.5%至約16%、約6%至約16%、約6.5%至約16%、約7%至約16%、約7.5%至約16%、約8%至約16%、約8.5%至約16%、約9%至約16%、約9.5%至約16%、約10%至約16%、約10%至約15.5%、約10%至約15%、約10.5%至約15%、約11%至約15%或約8%至約15%。

【0093】 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%或少於6%。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%或多於15%。

【0094】 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65%至約80%、約65.5%至約80%、約66%至約80%、約66.5%至約80%、約67%至約80%、約67.5%至約80%、約68%至約80%、約68.5%至約80%、約69%至約80%、約69.5%至約80%、約70%至約80%、約70.5%至約80%、約71%至約80%、約71.5%至約80%、約72%至約80%、約65%至約78%、約65%至約75%、約68%至約76%、約70%至約78%或約70%至約75%。

【0095】 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80%、少於79%、少於78%、

少於77%、少於76%、少於75%、少於74%、少於73%、少於72%、少於71%、少於70%、少於69%、少於68%或少於67%。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65%、多於66%、多於67%、多於68%、多於69%、多於70%、多於71%、多於72%、多於73%、多於74%、多於75%、多於76%、多於77%或多於78%。

【0096】 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5%至約20%、約5%至約15%、約5%至約10%、約6%至約20%、約7%至約20%、約8%至約20%、約9%至約20%、約10%至約20%、約10%至約19%、約10%至約18%、約10%至約17%、約10%至約16%、約10%至約15%、約8%至約17%、約7%至約13%、約12%至約18%或約15%至約20%。

【0097】 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%或少於6%。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%或多於19%。

【0098】 在一些實施方案中，將第二懸浮液、第三懸浮液和第四懸浮液的每一者獨立地以約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的速度攪拌。

【0099】 在一些實施方案中，將第二懸浮液、第三懸浮液和第四懸浮液的每一者獨立地以小於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的速度攪拌。在一些實施方案中，將第二懸浮液、第三懸浮液和第四懸浮液的每一者獨立地以大於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的速度攪拌。

【0100】 在一些實施方案中，將第二懸浮液、第三懸浮液和第四懸浮液的每一者獨立地攪拌約30分鐘至約120分鐘、約30分鐘至約105分鐘、約30分鐘至約90分鐘、約45分鐘至約90分鐘、約45分鐘至約75分鐘、約50分鐘至約70分鐘或約40分鐘至約80分鐘的時間段。在一些實施方案中，將第二懸浮液、第三懸浮液和第四懸浮液的每一者獨立地攪拌少於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分鐘或少於40分鐘的時間段。在一些實施方案中，將第二懸浮液、第三懸浮液和第四懸浮液的每一者獨立地攪拌多於30分鐘、多於40分鐘、多於50分鐘、多於60分鐘、多於70分鐘、多於80分鐘、多於90分鐘、多於100分鐘或多於110分鐘的時間段。

【0101】 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，通過在步驟105中將引發劑溶液滴加到第四懸浮液中來形成第五懸浮液。

【0102】 在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液的溫度提升到約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。

【0103】 在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液的溫度提升到低於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，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液的溫度提升至高於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。

**【0104】** 在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液以約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50 rpm至約280 rpm、約50 rpm至約260 rpm、約50 rpm至約240 rpm、約50 rpm至約220 rpm、約50 rpm至約200 rpm、約50 rpm至約180 rpm、約50 rpm至約160 rpm、約50 rpm至約140 rpm、約50 rpm至約120 rpm或約50 rpm至約100 rpm的速度攪拌。

**【0105】** 在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液以小於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的速度攪拌。在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液以大於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的速度攪拌。

**【0106】** 在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液攪拌約30分鐘至約120分鐘、約30分鐘至約105分鐘、約30分鐘至約90分鐘、約45分鐘至約90分鐘、約45分鐘至約75分鐘、約50分鐘至約70分鐘或約40分鐘至約80分鐘的時間段。在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液攪拌少於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分鐘或少於40分鐘的時間段。在一些實施方案中，在將引發劑溶液添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液之前，將第四懸浮液攪拌多於30分

鐘、多於40分鐘、多於50分鐘、多於60分鐘、多於70分鐘、多於80分鐘、多於90分鐘、多於100分鐘或多於110分鐘的時間段。

**【0107】** 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）。可以使用熱分解或氧化還原反應製備本發明使用的自由基。本發明揭露的自由基引發劑是水溶性的。

**【0108】** 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；基於含偶氮基的引發劑，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。

**【0109】** 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。

**【0110】** 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、二氧化硫脲、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。

**【0111】** 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0.4%、約0.07%至約0.4%、約0.1%至約0.4%、約0.1%至約0.39%、約0.1%至約0.38%、約0.1%至約0.37%、約0.1%至約0.36%、約0.1%至約0.35%、約0.1%至約0.34%、約0.1%至約0.33%、約0.1%至約0.32%、約0.1%至約0.31%、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%或約0.1%至約0.26%。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。

**【0112】** 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0.4%、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0.18%、少於0.16%、少於0.14%、少於0.12%、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0.14%、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0.32%、多於0.34%、多於0.36%或多於0.38%。

**【0113】** 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0.02%至約0.2%、約0.03%至約0.2%、約0.04%至約0.2%、約0.05%至約0.2%、約0.06%至約0.2%、約0.07%至約0.2%、約0.08%至約0.2%、約0.09%至約0.2%或約0.1%至約0.2%。

**【0114】** 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%。

**【0115】** 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。

**【0116】** 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。

**【0117】** 在一些實施方案中，通過將還原劑溶解在水中來製備還原劑溶液。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，在添加引發劑溶液之前將還原劑添加到第四懸浮液中以形成第五懸浮液。

**【0118】** 在一些實施方案中，在約2小時至約5小時、約2小時至約4.75小時、約2小時至約4.5小時、約2小時至約4.25小時、約2小時至約4小時、約2小時至約3.75小時、約2小時至約3.5小時、約2.25小時至約3.5小時或約2.5小時至約3.5小時的時間段內將引發劑溶液滴加到第四懸浮液中。在一些實施方案中，在少於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小時或少於2.5小時的時間段內將引發劑溶液滴加到第四懸浮液中。在一些實施方案中，在多於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小時或多於4.5小時的時間段內將引發劑溶液滴加到第四懸浮液中。

【0119】 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。

【0120】 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。

【0121】 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。

【0122】 在一些實施方案中，聚合的反應時間是約20小時至約24小時、約20.25小時至約24小時、約20.5小時至約24小時、約20.75小時至約24小時、約21小時至約24小時、約21.25小時至約24小時、約21.5小時至約24小時、約21.75小時至約24小時、約22小時至約24小時、約20小時至約23.75小時、約20小時至約23.5小時、約20小時至約23.25小時、約20小時至約23小時、約20小時至約22.75小時、約20小時至約22.5小時、約20小時至約22.25小時、約20小時至約22小時或約22小時至約23小時。

【0123】 在一些實施方案中，聚合的反應時間少於24小時、少於23.75小時、少於23.5小時、少於23.25小時、少於23小時、少於22.75小時、少於22.5小時、少於22.25小時、少於22小時、少於21.75小時、少於21.5小時、少於21.25小時、少於21小時、少於20.75小時、少於20.5小時或少於20.25小時。在一些實施方案中，聚合的反應時間多於20小時、多於20.25小時、多於20.5小時、多於20.75小時、多於21小時、多於21.25小時、多於21.5小時、多於21.75小時、多於22小時、多於22.25小時、多於22.5小時、多於22.75小時、多於23小時、多於23.25小時、多於23.5小時或多於23.75小時。

【0124】 在一些實施方案中，在引發劑溶液的添加過程中以及隨著聚合的發生，將第五懸浮液攪拌約22小時至約30小時、約22小時至約29.5小時、約22小時至約29小時、約22小時至約28.5小時、約22小時至約28小時、約22.5小時至約28小時、約23小時至約28小時、約23.5小時至約28小時、約24小時至約28小時、約24小時至約27.5小時、約24小時至約27小時、約24.5小時至約27小時、約25小時至約27小時、約24小時至約26小時或約26小時至約28小時的時間段。

【0125】 在一些實施方案中，在引發劑溶液的添加過程中以及隨

著聚合的發生，將第五懸浮液攪拌少於30小時、少於29.5小時、少於29小時、少於28.5小時、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小時或少於22.5小時的時間段。在一些實施方案中，在引發劑溶液的添加過程中以及隨著聚合的發生，將第五懸浮液攪拌多於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、多於27.5小時、多於28小時、多於28.5小時、多於29小時或多於29.5小時的時間段。

**【0126】** 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，通過在步驟106中將中和溶液添加到第五懸浮液中來形成第六懸浮液。可以選擇步驟101中的上述中和劑。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106中使用的中和劑可能不同。

**【0127】** 在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第六懸浮液之前，將第五懸浮液的溫度降低至約40 °C至約50 °C、約40 °C至約49 °C、約40 °C至約48 °C、約40 °C至約47 °C、約40 °C至約46 °C、約40 °C至約45 °C、約41 °C至約50 °C、約42 °C至約50 °C、約43 °C至約50 °C、約44 °C至約50 °C、約45 °C至約50 °C或約42 °C至約48 °C。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第六懸浮液之前，將第五懸浮液的溫度降低至低於50 °C、低於49 °C、低於48 °C、低於47 °C、低於46 °C、低於45 °C、低於44 °C、低於43 °C、低於42 °C或低於41 °C。在一些實施方案中，在添加中和劑溶液以形成第六懸浮液之前，將第五懸浮液的溫度降低至高於40 °C、高於41 °C、高於42 °C、高於43 °C、高於44 °C、高於45 °C、高於46 °C、高於47 °C、高於48 °C或高於49 °C。

**【0128】** 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10%至約40%、約10%至約38%、約10%至約36%、約10%至約34%、約10%至約32%、約10%至約30%、約10%至約28%、約10%至約26%、約10%至約25.5%、約10%

至約25%、約10%至約24.5%、約10%至約24%、約10%至約23.5%、約10%至約23%、約10%至約22.5%、約10%至約22%、約10%至約21.5%、約10%至約21%、約10%至約20.5%、約10%至約20%、約10%至約19.5%、約10%至約19%、約10%至約18.5%、約10%至約18%、約10%至約17.5%、約10%至約17%、約10%至約16.5%、約10%至約16%、約10%至約15.5%、約10%至約15%、約10.5%至約19%、約11%至約19%或約11%至約15%。

【0129】 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40%、少於38%、少於36%、少於34%、少於32%、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%或少於11%。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28%、多於30%、多於32%、多於34%、多於36%或多於38%。

【0130】 在一些實施方案中，將第六懸浮液攪拌約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2.75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小時的時間段。在一些實施方案中，將第六懸浮液攪拌少於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、少於1.5小時或少於1.25小時的時間段。在一些實施方案中，將第六懸浮液攪拌多於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小時或多於3.75小時的時間段。

【0131】 在一些實施方案中，將第六懸浮液的溫度降低至約20 °C至約35 °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、約25 °C至約35 °C、約26 °C至約35 °C、約27 °C至約35 °C、約28 °C至約35 °C、約29 °C至約35 °C、約30 °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20 °C至約29 °C、約20 °C至約28 °C、約20 °C至約27 °C或約25 °C至約30 °C。在一些實施方案中，將第六懸浮液的溫度降低至低於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，將第六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或高於34 °C。

【0132】 在一些實施方案中，通過在步驟107中過濾第六懸浮液來形成黏結劑組合物。

【0133】 過濾旨在去除存在於懸浮液中的沉澱物或未轉化的單體，以獲得均勻分散的黏結劑組合物。觀察到製備包括分別衍生自含有第一羧酸基團的單體和含有第二羧酸基團的單體的結構單元(a1)和(a2)的黏結劑組合物中的聚合步驟能夠實現 $\geq 95\%$ 的產率（實施例4至23），在過濾過程中保留了可忽略不計的滯留物。另一方面，在聚合步驟中僅使用一種含有羧酸基團的單體（實施例1至3、24和25）的情況下，得到了60-80%的單體轉化率。這表示無論是否採用了回收和重用未轉化單體的措施，大量單體未被轉化且可能產生大量支出。然而，儘管僅使用一種含有羧酸基團的單體產生了較低的單體轉化率，但構成結構單元的比例仍在本發明公開的範圍內。此外，在僅包含衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)的黏結劑組合物的製備中觀察到不想要的副產物沉澱，這可能是由於相對不穩定的共聚物體系的形成而引起的。

【0134】 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。

**【0135】** 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。

**【0136】** 在一些實施方案中，衍生自含有第一羧酸基團的單體的結構單元(a1)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，衍生自含有第一羧酸基團的單體的結構單元(a1)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(a1)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(a1)包含羧酸銨鹽基團。

**【0137】** 在一些實施方案中，衍生自含有第二羧酸基團的單體的結構單元(a2)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，衍生自含有第二羧酸基團的單體的結構單元(a2)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(a2)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(a2)包含羧酸銨鹽基團。

**【0138】** 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a)時，在共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比是約0至約0.25、約0至約0.24、約0至約0.23、約0至約0.22、約0至約0.21、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或約0至約0.05。

**【0139】** 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a)時，在共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比小於0.25、小於0.24、小於0.23、小於0.22、小於0.21、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、小於0.06、小於0.04或小於0.02。在一些實施方案中，在共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比大於0、大於0.02、大於0.04、大於0.06、大於0.08、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或大於0.24。

【0140】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，在共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比是約0至約0.25、約0至約0.24、約0至約0.23、約0至約0.22、約0至約0.21、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或約0至約0.05。

【0141】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，在共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比小於0.25、小於0.24、小於0.23、小於0.22、小於0.21、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、小於0.06、小於0.04或小於0.02。在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，在共聚物中羧酸基團與羧酸鹽基團的莫耳比大於0、大於0.02、大於0.04、大於0.06、大於0.08、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或大於0.24。

【0142】 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7%至約25%、約8%至約25%、約9%至約25%、約10%至約25%、約10%至約24%、約10%至約23%、約10%至約22%、約10%至約21%、約10%至約20%、約10%至約19%、約10%至約18%、約10%至約17%、約10%至約16%、約10%至約15%、約12%至約25%、約12%至約20%或約12%至約18%。

【0143】 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%或少於8%。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%或多於24%。

【0144】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，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(a1)占的比例是按莫耳計約4%至約25%、約5%至約25%、約6%至約25%、約7%至約25%、約8%至約25%、約9%至約25%、約10%至約25%、約10%至約24%、約10%至約23%、約10%至約22%、約10%至約21%、約10%至約20%、約10%至約19%、約10%至約18%、約10%至約17%、約10%至約16%、約10%至約15%、約8%至約25%、約8%至約20%、約8%至約18%或約8%至約15%。

【0145】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，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(a1)占的比例是按莫耳計少於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%或少於5%。在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，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(a1)占的比例是按莫耳計多於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%或多於24%。

【0146】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，基於黏結劑組合物中之共聚物中單體單元的總莫耳數，共

聚合物中結構單元(a2)占的比例是按莫耳計約1%至約4.5%、約1%至約4.4%、約1%至約4.3%、約1%至約4.2%、約1%至約4.1%、約1%至約4%、約1.1%至約4%、約1.2%至約4%、約1.3%至約4%、約1.4%至約4%、約1.5%至約4%、約1.6%至約4%、約1.7%至約4%、約1.8%至約4%、約1.9%至約4%、約2%至約4%、約1.5%至約4.5%、約1.5%至約4%或約2%至約4.5%。

【0147】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，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(a2)占的比例是按莫耳計少於4.5%、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，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，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(a2)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%或多於4.4%。

【0148】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，共聚物中結構單元(a1)與結構單元(a2)的莫耳比是約1至約12、約1至約11.5、約1至約11、約1至約10.5、約1至約10、約1至約9.5、約1至約9、約1至約8.5、約1至約8、約1至約7.5、約1至約7、約1至約6.5、約1至約6、約1.5至約6、約2至約6、約2至約10、約2至約8、約2.5至約10、約2.5至約8、約3至約10或約3至約8。

【0149】 在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，共聚物中結構單元(a1)與結構單元(a2)的莫耳比小於12、小於11.5、小於11、小於10.5、小於10、小於9.5、小於9、小於8.5、小於8、小於7.5、小於7、小於6.5、小於6、小於5.5、小於5、小於4.5、小於4、小於3.5、小於3、小於2.5或小於2。在一些實施方案中，當共聚物包含結構單元(a1)和結構單元(a2)時，共聚物中結構單元(a1)與結構單元(a2)

的莫耳比大於1、大於1.5、大於2、大於2.5、大於3、大於3.5、大於4、大於4.5、大於5、大於5.5、大於6、大於6.5、大於7、大於7.5、大於8、大於8.5、大於9、大於9.5、大於10、大於10.5或大於11。

【0150】 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4%至約17%、約4%至約15%、約4%至約10%、約5%至約17%、約6%至約17%、約7%至約17%、約8%至約17%、約9%至約17%、約10%至約17%、約10%至約16%、約10%至約15%、約8%至約13%、約7%至約13%、約12%至約17%或約13%至約17%。

【0151】 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%或少於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(b)占的比例是按莫耳計多於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%或多於16%。

【0152】 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約65%至約80%、約65.5%至約80%、約66%至約80%、約66.5%至約80%、約67%至約80%、約67.5%至約80%、約68%至約80%、約68.5%至約80%、約69%至約80%、約69.5%至約80%、約70%至約80%、約70%至約79.5%、約70%至約79%、約70%至約78.5%、約70%至約78%、約70%至約77.5%、約70%至約77%、約70%至約76.5%、約70%至約76%、約70.5%至約76%、約71%至約76%、約71.5%至約76%、約72%至約76%、約67%至約77%或約68%至約75%。

【0153】 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65%、多於66%、多於67%、多於68%、多於69%、多於70%、多於71%、

多於72%、多於73%、多於74%、多於75%、多於76%、多於77%、多於78%或多於79%。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80%、少於79%、少於78%、少於77%、少於76%、少於75%、少於74%、少於73%、少於72%、少於71%、少於70%、少於69%、少於68%、少於67%或少於66%。

**【0154】** 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(a1)、結構單元(a2)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。

**【0155】** 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(b)之和占的比例是按莫耳計約18%至約35%、約18.5%至約35%、約19%至約35%、約19.5%至約35%、約20%至約35%、約20%至約34.5%、約20%至約34%、約20%至約33.5%、約20%至約33%、約20%至約32.5%、約20%至約32%、約20%至約31.5%、約20%至約31%、約20%至約30.5%、約20%至約30%、約20.5%至約30%、約21%至約30%、約21.5%至約30%、約22%至約30%、約22%至約32%、約25%至約35%或約25%至約30%。

**【0156】** 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(b)之和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%或少於19%。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(b)之和占的比例是按莫耳計多於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%、多於33%或多於34%。

**【0157】** 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(a1)、結構單元(a2)和結構單元(b)之和占的比例是按莫耳計約18%至約35%、約18.5%至約35%、約19%至約35%、約19.5%至約35%、約20%至約35%、約20%至約34.5%、約20%至約34%、約20%至約33.5%、約20%至約33%、約20%至約32.5%、約20%至約32%、約20%至約31.5%、約20%至約31%、約20%至約30.5%、約20%至約30%、約20.5%至約30%、約21%至約30%、約21.5%至約30%、約22%至約30%、約22%至約32%、約25%至約35%或約25%至約30%。

【0158】 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(a1)、結構單元(a2)和結構單元(b)之和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%或少於19%。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(a1)、結構單元(a2)和結構單元(b)之和占的比例是按莫耳計多於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%、多於33%或多於34%。

【0159】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)與結構單元(a)和結構單元(b)之和的莫耳比是約1.5至約4、約1.6至約4、約1.7至約4、約1.8至約4、約1.9至約4、約2至約4、約2至約3.9、約2至約3.8、約2至約3.7、約2至約3.6、約2至約3.5、約2至約3.4、約2至約3.3、約2至約3.2、約2至約3.1、約2至約3、約2.2至約3.5或約2.4至約3.8。

【0160】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)與結構單元(a)和結構單元(b)之和的莫耳比小於4、小於3.9、小於3.8、小於3.7、小於3.6、小於3.5、小於3.4、小於3.3、小於3.2、小於3.1、小於3、小於2.9、小於2.8、小於2.7、小於2.6、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或小於1.6。在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)與結構單元(a)和結構單元(b)之和的莫耳比大於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、大於2.4、大於2.5、大於2.6、大於2.7、大於2.8、大於2.9、大於3、大於3.1、大於3.2、大於3.3、大於3.4、大於3.5、大於3.6、大於3.7、大於3.8或大於3.9。

【0161】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)與結構單元(a1)、結構單元(a2)和結構單元(b)之和的莫耳比是約1.5至約4、約1.6至約4、約1.7至約4、約1.8至約4、約1.9至約4、約2至約4、約2至約3.9、約2至約3.8、約2至約3.7、約2至約3.6、約2至約3.5、約2至約3.4、約2至約3.3、約2至約3.2、約2至約3.1、約2至約3、約2.2至約3.5或約2.4至約3.8。

【0162】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)與結構單元(a1)、結構單元(a2)結構單元(b)和的莫耳比小於4、小於3.9、小於3.8、小於3.7、小於3.6、小於3.5、小於3.4、小於3.3、小於3.2、小於3.1、小於3、小於2.9、小於2.8、小於2.7、小於2.6、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或小於1.6。在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)與結構單元(a1)、結構單元(a2)和結構單元(b)之和的莫耳比大於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、大於2.4、大於2.5、大於2.6、大於2.7、大於2.8、大於2.9、大於3、大於3.1、大於3.2、大於3.3、大於3.4、大於3.5、大於3.6、大於3.7、大於3.8或大於3.9。

【0163】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)和結構單元(a)之和與結構單元(b)的莫耳比是約5至約15、約5至約14.75、約5至約14.5、約5至約14.25、約5至約14、約5至約13.75、約5至約13.5、約5至約13、約5至約12.75、約5至約12.5、約5至約12.25、約5至約12、約5至約11.75、約5至約11.5、約5至約11.25、約5至約11、約5至約10.75、約5至約10.5、約5至約10.25、約5至約10、約5.5至約15、約6至約15、約6.5至約15或約7至約15。

【0164】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)和結構單元(a)之和與結構單元(b)的莫耳比小於15、小於14.5、小於14、小於13.5、小於13、小於12.5、小於12、小於11.5、小於11、小於10.5、小於10、小於

9.5、小於9、小於8.5、小於8、小於7.5、小於7、小於6.5、小於6或小於5.5。在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)和結構單元(a)之和與結構單元(b)的莫耳比大於5、大於5.5、大於6、大於6.5、大於7、大於7.5、大於8、大於8.5、大於9、大於9.5、大於10、大於10.5、大於11、大於11.5、大於12、大於12.5、大於13、大於13.5、大於14或大於14.5。

【0165】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)、結構單元(a1)和結構單元(a2)之和與結構單元(b)莫耳比是約5至約15、約5至約14.75、約5至約14.5、約5至約14.25、約5至約14、約5至約13.75、約5至約13.5、約5至約13、約5至約12.75、約5至約12.5、約5至約12.25、約5至約12、約5至約11.75、約5至約11.5、約5至約11.25、約5至約11、約5至約10.75、約5至約10.5、約5至約10.25、約5至約10、約5.5至約15、約6至約15、約6.5至約15或約7至約15。

【0166】 在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)、結構單元(a1)和結構單元(a2)之和與結構單元(b)的莫耳比小於15、小於14.5、小於14、小於13.5、小於13、小於12.5、小於12、小於11.5、小於11、小於10.5、小於10、小於9.5、小於9、小於8.5、小於8、小於7.5、小於7、小於6.5、小於6或小於5.5。在一些實施方案中，共聚物中結構單元(c)、結構單元(a1)和結構單元(a2)之和與結構單元(b)的莫耳比大於5、大於5.5、大於6、大於6.5、大於7、大於7.5、大於8、大於8.5、大於9、大於9.5、大於10、大於10.5、大於11、大於11.5、大於12、大於12.5、大於13、大於13.5、大於14或大於14.5。

【0167】 發現在本發明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。

**【0168】** 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。

**【0169】** 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、 $\alpha$ -甲基苯乙烯、乙烯基甲苯和二乙烯基苯。

**【0170】** 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。

**【0171】** 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。

【0172】 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或約15,000 mPa·s至約35,000 mPa·s。

【0173】 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或大於47,500 mPa·s。

【0174】 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%至約16.1%或約14%至約16%。

【0175】 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%。

【0176】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的重均分子量是約100,000 g/mol至約200,000 g/mol、約105,000 g/mol至約200,000 g/mol、約110,000 g/mol至約200,000 g/mol、約115,000 g/mol至約200,000 g/mol、約120,000 g/mol至約200,000 g/mol、約125,000 g/mol至約200,000 g/mol、約130,000 g/mol至約200,000 g/mol、約130,000 g/mol至約195,000 g/mol、約130,000 g/mol至約190,000 g/mol、約130,000 g/mol至約185,000 g/mol、約130,000 g/mol至約180,000 g/mol、約130,000 g/mol至約175,000

g/mol、約130,000 g/mol至約170,000 g/mol、約135,000 g/mol至約170,000 g/mol、約140,000 g/mol至約170,000 g/mol、約145,000 g/mol至約170,000 g/mol、約150,000 g/mol至約170,000 g/mol、約150,000 g/mol至約165,000 g/mol或約155,000 g/mol至約165,000 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，從而可以得到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。

【0177】 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或小於105,000 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。

【0178】 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。

【0179】 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。

【0180】 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。

【0181】 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。

【0182】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的平均粒徑是約10  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約12  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約14  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約16  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約18  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約48  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約46  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約44  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約42  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約40  $\mu\text{m}$ 、約22  $\mu\text{m}$ 至約40  $\mu\text{m}$ 、約22  $\mu\text{m}$ 至約38  $\mu\text{m}$ 、約24  $\mu\text{m}$ 至約38  $\mu\text{m}$ 、約24  $\mu\text{m}$ 至約36  $\mu\text{m}$ 、約26  $\mu\text{m}$ 至約34  $\mu\text{m}$ 、約28  $\mu\text{m}$ 至約34  $\mu\text{m}$ 或約28  $\mu\text{m}$ 至約32  $\mu\text{m}$ 。

【0183】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的平均粒徑小於50  $\mu\text{m}$ 、小於48  $\mu\text{m}$ 、小於46  $\mu\text{m}$ 、小於44  $\mu\text{m}$ 、小於42  $\mu\text{m}$ 、小於40  $\mu\text{m}$ 、小於38  $\mu\text{m}$ 、小於36  $\mu\text{m}$ 、小於34  $\mu\text{m}$ 、小於32  $\mu\text{m}$ 、小於30  $\mu\text{m}$ 、小於28  $\mu\text{m}$ 、小於26  $\mu\text{m}$ 、小於24  $\mu\text{m}$ 、小於22  $\mu\text{m}$ 、小於20  $\mu\text{m}$ 、小於18  $\mu\text{m}$ 、小於16  $\mu\text{m}$ 、小於14  $\mu\text{m}$ 或小於12  $\mu\text{m}$ 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的平均粒徑大於10  $\mu\text{m}$ 、大於12  $\mu\text{m}$ 、大於14  $\mu\text{m}$ 、大於16  $\mu\text{m}$ 、大於18  $\mu\text{m}$ 、大於20  $\mu\text{m}$ 、大於22  $\mu\text{m}$ 、大於24  $\mu\text{m}$ 、大於26  $\mu\text{m}$ 、大於28  $\mu\text{m}$ 、大於30  $\mu\text{m}$ 、大於32  $\mu\text{m}$ 、大於34  $\mu\text{m}$ 、大於36  $\mu\text{m}$ 、大於38  $\mu\text{m}$ 、大於40  $\mu\text{m}$ 、大於42  $\mu\text{m}$ 、大於44  $\mu\text{m}$ 、大於46  $\mu\text{m}$ 或大於48  $\mu\text{m}$ 。

【0184】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D50是約1  $\mu\text{m}$ 至約100  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約98  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約96  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約94  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約92  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約90  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約88  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約86  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約84  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約82  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約80  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約75  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約70  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約65  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約60  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約55  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約50  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約45  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約40  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約35  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約30  $\mu\text{m}$ 、約1  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 、約2  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 、約3  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 、約4  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 或約5  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 。

【0185】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D50小於100  $\mu\text{m}$ 、小於95  $\mu\text{m}$ 、小於90  $\mu\text{m}$ 、小於85  $\mu\text{m}$ 、小於80  $\mu\text{m}$ 、小於75  $\mu\text{m}$ 、小於70  $\mu\text{m}$ 、小於65  $\mu\text{m}$ 、小於60  $\mu\text{m}$ 、小於55  $\mu\text{m}$ 、小於50  $\mu\text{m}$ 、小於45  $\mu\text{m}$ 、

小於40  $\mu\text{m}$ 、小於35  $\mu\text{m}$ 、小於30  $\mu\text{m}$ 、小於25  $\mu\text{m}$ 、小於20  $\mu\text{m}$ 、小於15  $\mu\text{m}$ 、小於10  $\mu\text{m}$ 或小於5  $\mu\text{m}$ 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的D50大於1  $\mu\text{m}$ 、大於5  $\mu\text{m}$ 、大於10  $\mu\text{m}$ 、大於15  $\mu\text{m}$ 、大於20  $\mu\text{m}$ 、大於25  $\mu\text{m}$ 、大於30  $\mu\text{m}$ 、大於35  $\mu\text{m}$ 、大於40  $\mu\text{m}$ 、大於45  $\mu\text{m}$ 、大於50  $\mu\text{m}$ 、大於55  $\mu\text{m}$ 、大於60  $\mu\text{m}$ 、大於65  $\mu\text{m}$ 、大於70  $\mu\text{m}$ 、大於75  $\mu\text{m}$ 、大於80  $\mu\text{m}$ 、大於85  $\mu\text{m}$ 、大於90  $\mu\text{m}$ 或大於95  $\mu\text{m}$ 。

【0186】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D10是約0.1  $\mu\text{m}$ 至約20  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約19.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約19  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約18.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約18  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約17.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約17  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約16.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約16  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約15.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約15  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約14.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約14  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約13.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約13  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約12.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約12  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約11.5  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約11  $\mu\text{m}$ 、約0.1  $\mu\text{m}$ 至約10.5  $\mu\text{m}$ 或約0.1  $\mu\text{m}$ 至約10  $\mu\text{m}$ 。

【0187】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D10小於20  $\mu\text{m}$ 、小於19  $\mu\text{m}$ 、小於18  $\mu\text{m}$ 、小於17  $\mu\text{m}$ 、小於16  $\mu\text{m}$ 、小於15  $\mu\text{m}$ 、小於14  $\mu\text{m}$ 、小於13  $\mu\text{m}$ 、小於12  $\mu\text{m}$ 、小於11  $\mu\text{m}$ 、小於10  $\mu\text{m}$ 、小於9  $\mu\text{m}$ 、小於8  $\mu\text{m}$ 、小於7  $\mu\text{m}$ 、小於6  $\mu\text{m}$ 、小於5  $\mu\text{m}$ 、小於4  $\mu\text{m}$ 、小於3  $\mu\text{m}$ 、小於2  $\mu\text{m}$ 、小於1  $\mu\text{m}$ 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  $\mu\text{m}$ 。

【0188】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D90是約10  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約15  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約20  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約25  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約30  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約35  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約40  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約45  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約50  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約60  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約70  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約80  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約90  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約100  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約120  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約140  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約160  $\mu\text{m}$

至約300  $\mu\text{m}$ 、約180  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約200  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 、約220  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 或約240  $\mu\text{m}$ 至約300  $\mu\text{m}$ 。

【0189】 在一些實施方案中，黏結劑組合物的D90小於300  $\mu\text{m}$ 、小於295  $\mu\text{m}$ 、小於290  $\mu\text{m}$ 、小於285  $\mu\text{m}$ 、小於280  $\mu\text{m}$ 、小於275  $\mu\text{m}$ 、小於270  $\mu\text{m}$ 、小於265  $\mu\text{m}$ 、小於260  $\mu\text{m}$ 、小於255  $\mu\text{m}$ 、小於250  $\mu\text{m}$ 、小於225  $\mu\text{m}$ 、小於200  $\mu\text{m}$ 、小於175  $\mu\text{m}$ 、小於150  $\mu\text{m}$ 、小於125  $\mu\text{m}$ 、小於100  $\mu\text{m}$ 、小於75  $\mu\text{m}$ 、小於50  $\mu\text{m}$ 、小於25  $\mu\text{m}$ 或小於15  $\mu\text{m}$ 。在一些實施方案中，黏結劑組合物的D90大於10  $\mu\text{m}$ 、大於15  $\mu\text{m}$ 、大於20  $\mu\text{m}$ 、大於25  $\mu\text{m}$ 、大於30  $\mu\text{m}$ 、大於35  $\mu\text{m}$ 、大於40  $\mu\text{m}$ 、大於45  $\mu\text{m}$ 、大於50  $\mu\text{m}$ 、大於75  $\mu\text{m}$ 、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  $\mu\text{m}$ 或大於275  $\mu\text{m}$ 。

【0190】 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。

【0191】 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。

【0192】 另一方面，本發明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。

【0193】 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  $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 、 $\text{LiV}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LiTiS}_2$ 、 $\text{LiMoS}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiCrO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ 、 $\text{LiFeO}_2$ 、 $\text{LiFePO}_4$ 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  $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_{1-x-y}\text{O}_2$  (NMC)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 、 $\text{LiV}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LiTiS}_2$ 、 $\text{LiMoS}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiCrO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{LiFeO}_2$ 、 $\text{LiFePO}_4$ 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  $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiV}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LiTiS}_2$ 、 $\text{LiMoS}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiCrO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{LiFeO}_2$ 或 $\text{LiFePO}_4$ 。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 $0.2 \leq c \leq 0.5$ 。

【0194】 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。

【0195】 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)、 $\text{LiNiO}_2$  (LNO)及其組合。

【0196】 在其它實施方案中，陰極活性材料不是 $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 或 $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ 。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 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。

【0197】 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 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ 、 $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ 、 $\text{LiCrO}_2$ 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 、 $\text{LiV}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LiTiS}_2$ 、 $\text{LiMoS}_2$ 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。

【0198】 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。

**【0199】** 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 $\text{Li}_{1+x}\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c\text{Al}_{(1-a-b-c)}\text{O}_2$ 、 $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiMnO}_2$ 、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ 、 $\text{LiCrO}_2$ 、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 、 $\text{LiV}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LiTiS}_2$ 、 $\text{LiMoS}_2$ 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 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{RuO}_2$ 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。

**【0200】** 在一些實施方案中，核的直徑是約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $15 \mu\text{m}$ 、約 $3 \mu\text{m}$ 至約 $15 \mu\text{m}$ 、約 $3 \mu\text{m}$ 至約 $10 \mu\text{m}$ 、約 $5 \mu\text{m}$ 至約 $10 \mu\text{m}$ 、約 $5 \mu\text{m}$ 至約 $45 \mu\text{m}$ 、約 $5 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ 、約 $5 \mu\text{m}$ 至約 $25 \mu\text{m}$ 、約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $45 \mu\text{m}$ 、約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $40 \mu\text{m}$ 、約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ 、約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $25 \mu\text{m}$ 、約 $15 \mu\text{m}$ 至約 $45 \mu\text{m}$ 、約 $15 \mu\text{m}$ 至約 $30 \mu\text{m}$ 、約 $15 \mu\text{m}$ 至約 $25 \mu\text{m}$ 、約 $20 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ 或約 $20 \mu\text{m}$ 至約 $30 \mu\text{m}$ 。在某些實施方案中，殼的厚度是約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $45 \mu\text{m}$ 、約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ 、約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $25 \mu\text{m}$ 、約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $15 \mu\text{m}$ 、約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $10 \mu\text{m}$ 、約 $1 \mu\text{m}$ 至約 $5 \mu\text{m}$ 、約 $3 \mu\text{m}$ 至約 $15 \mu\text{m}$ 、約 $3 \mu\text{m}$ 至約 $10 \mu\text{m}$ 、約 $5 \mu\text{m}$ 至約 $10 \mu\text{m}$ 、約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ 、約 $10 \mu\text{m}$ 至約 $20 \mu\text{m}$ 、約 $15 \mu\text{m}$ 至約 $30 \mu\text{m}$ 、約 $15 \mu\text{m}$ 至約 $25 \mu\text{m}$ 或約 $20 \mu\text{m}$ 至約 $35 \mu\text{m}$ 。在某些實施方案中，核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。

**【0201】** 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，而內層包括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。

**【0202】** 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  $\mu\text{m}$ 至約30  $\mu\text{m}$ 的厚度。在某些實施方案中，集流體具有約5  $\mu\text{m}$ 至約20  $\mu\text{m}$ 、約5  $\mu\text{m}$ 至約15  $\mu\text{m}$ 、約10  $\mu\text{m}$ 至約30  $\mu\text{m}$ 、約10  $\mu\text{m}$ 至約25  $\mu\text{m}$ 或約10  $\mu\text{m}$ 至約20  $\mu\text{m}$ 的厚度。

**【0203】** 在一些實施方案中，集流體具有小於30  $\mu\text{m}$ 、小於28  $\mu\text{m}$ 、小於26  $\mu\text{m}$ 、小於24  $\mu\text{m}$ 、小於22  $\mu\text{m}$ 、小於20  $\mu\text{m}$ 、小於18  $\mu\text{m}$ 、小於16  $\mu\text{m}$ 、小於14  $\mu\text{m}$ 、小於12  $\mu\text{m}$ 、小於10  $\mu\text{m}$ 、小於8  $\mu\text{m}$ 或小於6  $\mu\text{m}$ 的厚度。在一些實施方案中，集流體具有大於5  $\mu\text{m}$ 、大於7  $\mu\text{m}$ 、大於10  $\mu\text{m}$ 、大於12  $\mu\text{m}$ 、大於14  $\mu\text{m}$ 、大於16  $\mu\text{m}$ 、大於18  $\mu\text{m}$ 、大於20  $\mu\text{m}$ 、大於22  $\mu\text{m}$ 、大於24  $\mu\text{m}$ 、大於26  $\mu\text{m}$ 或大於28  $\mu\text{m}$ 的厚度。

**【0204】** 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。

**【0205】** 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。

**【0206】** 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。

**【0207】** 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低於8.0 N/cm、低於7.5 N/cm、低於7.0 N/cm、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。

**【0208】** 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為黏結劑組合物的結晶度和黏結劑組合物如何與電解質相互作用的見解。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，在該區域中，大量電解質可以滲透到黏結劑組合物中以確保良好的離子傳輸。本發明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。

**【0209】** 在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率是約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3.1%至約4%、約3.2%至約4%、約3.3%至約4%、約3.4%至約4%、約3.5%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%、約3%至約3.5%、約2.5%至約3.5%、約2.5%至約3.4%、約2.5%至約3.3%、約2.5%至約3.2%、約2.5%至約3.1%、約2.5%至約3%、約2%至約3%、約2%至約2.9%、約2%至約2.8%、約2%至約2.7%、約2%至約2.6%、約2%至約2.5%、約2.2%至約3.7%或約2.7%至約3.3%。

**【0210】** 在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率小於4%、小於3.9%、小於3.8%、小於3.7%、小於3.6%、小於3.5%、小於3.4%、小於3.3%、小於3.2%、小於3.1%、小於3%、小於2.9%、小於2.8%、小於2.7%、小於2.6%、小於2.5%、小於2.4%、小於2.3%、小於2.2%或小於2.1%。在一些實施方案中，黏結劑組合物的電解質溶脹率大於2%、大於2.1%、大於2.2%、大於2.3%、大於2.4%、大於2.5%、大於2.6%、大於2.7%、大於2.8%、大於2.9%、大於3%、大於3.1%、大於3.2%、大於3.3%、大於3.4%、大於3.5%、大於3.6%、大於3.7%、大於3.8%或大於3.9%。

【0211】 本發明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。

【0212】 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到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》

【0213】 通過電極型pH計（ION 2700，Eutech儀器公司（Eutech Instruments））測量黏結劑組合物的pH值。

【0214】 在25 °C時使用旋轉黏度計（NDJ-5S，中國上海JT電子科技股份有限公司（Shanghai JT Electronic Technology Co. Ltd））測量黏結劑組合物的黏度。

【0215】 通過拉伸測試儀（DZ-106A，來自中國東莞中皓試驗設備股份有限公司（Dongguan Zonhow Test Equipment Co. Ltd.））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）黏附到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。

【0216】 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前後條的重量變化與浸泡電解質之前條的重量的比值。

【0217】 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 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 、 $-0.09\text{ MPa}$ 下乾燥超過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(%)：

$$\text{【0218】 固體含量 (\%)} = \frac{\text{乾燥後黏結劑組合物的重量}}{\text{乾燥前黏結劑組合物的重量}} \times 100\% \text{。}$$

【0219】 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 $0.45\ \mu\text{m}$ 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：

【0220】 色譜柱：Agilent PLgel 5um MIXED-C色譜柱；

【0221】 洗脫液：二甲基甲醯胺；

【0222】 流速：1 ml/min；

【0223】 樣品重量：2 mg；

【0224】 檢測器：Waters 2414折射率(RI)檢測器；

【0225】 檢測溫度：35 °C；

【0226】 標準物質：聚苯乙烯。

《實施例1》

## A) 黏結劑組合物的製備

【0227】 將5.13 g氫氧化鋰溶解在3.85 g去離子水中。然後，將8.98 g氫氧化鋰溶液添加到含有289.17 g蒸餾水的500 mL圓底燒瓶中。將混合物以200 rpm的速度攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0228】 進一步地，將19.15 g丙烯酸 (AA) 添加到第一懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0229】 將15.98 g丙烯醯胺 (AM) 溶解在51.67 g去離子水中。然後，將67.65 g AM溶液添加到第二懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第三懸浮液。

【0230】 然後將77.53 g丙烯腈 (AN) 添加到第三懸浮液中。將混合物在200 rpm的速度下攪拌40分鐘以獲得第四懸浮液。

【0231】 將第四懸浮液加熱到60 °C並以60 rpm的速度攪拌45分鐘。將0.23 g水溶性自由基引發劑 (過硫酸銨, APS; 來自中國阿拉丁工業公司) 溶解在82.68 g去離子水中，並將0.04 g還原劑 (亞硫酸氫鈉; 來自中國天津大茂化學試劑廠) 溶解在17.22 g去離子水中。將17.26 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中並將混合物攪拌10分鐘。將82.91 g APS溶液在3小時內滴加到混合物中形成第五懸浮液。在65 °C下，將第五懸浮液以200 rpm的速度進一步攪拌20小時。

【0232】 在反應完成後，將第五懸浮液降溫至40 °C並將0.69 g氫氧化鋰 (溶解在116.64 g去離子水中) 添加到第五懸浮液中調節pH至7.42以形成第六懸浮液。將第六懸浮液的溫度降低至30 °C，並通過使用200目的濾紙過濾得到黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量是14.85 wt.%。黏結劑組合物的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別是163,282 g/mol、71,877 g/mol和2.27。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中說明。測試實施例1的黏結劑組合物的pH、固體含量、黏度、黏附強度和電解質溶脹率並在下表2中說明。

## B) 正極的製備

【0233】 通過將0.9 g導電劑 (SuperP; 來自頂卡有限公司 (Timcal

Ltd)，博迪奧（Bodio），瑞士）和6 g黏結劑組合物（14.85 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，來製備第一混合物。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。

【0234】 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。

【0235】 使用刮刀式塗佈機將均質化的漿料塗佈到作為集流體的厚度為14  $\mu\text{m}$ 的鋁箔的一側上。通過熱風乾燥器（DHG 10H，中國虎躍設備股份有限公司（Huyue Equipment Co., Ltd.））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  $\mu\text{m}$ ，面密度為5.2 mg/cm<sup>2</sup>。

#### C) 負極的製備

【0236】 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股份有限公司（DKS Co. Ltd.），日本）和3.5 wt.%的SBR（AL-2001，日本A&L株式會社（NIPPON A&L INC.），日本）以及作為導電劑的5 wt.%的炭黑，來製備負極漿料。負極漿料的固體含量為50 wt.%。使用刮刀式塗佈機將漿料塗佈到厚度為8  $\mu\text{m}$ 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分鐘以獲得負極。然後將電極壓制以將塗層厚度減至18  $\mu\text{m}$ 。

#### D) 鈕扣電池的裝配

【0237】 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正極和負極，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  $\mu\text{m}$ 。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  $^{\circ}\text{C}$  下乾燥約16小時。

【0238】 在濕度和氧含量分別小於3 ppm的高純度氫氣環境下，將電解質注入到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 $\text{LiPF}_6(1\text{M})$ 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

【0239】 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）以恒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  $^{\circ}\text{C}$ 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。測試實施例1的鈕扣電池的電化學性能，並在下表2中說明。

#### 《實施例 2》

【0240】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加11.27 g AA，在第三懸浮液的製備中添加20.27 g AM，以及在第四懸浮液的製備中添加81.12 g AN。

#### 《實施例 3》

【0241】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加31.54 g AA，在第三懸浮液的製備中添加13.52 g AM，在第四懸浮液的製備中添加67.60 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加5.62 g 氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

#### 《實施例 4》

【0242】 製備黏結劑組合物的方式與實施例1相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加14.74 g AA和4.41 g 甲基丙烯酸（MAA）。黏結劑組合物的重均分子量、數均分子量和多分散性指數

分別是159,836 g/mol、70,980 g/mol和2.25。

#### 《實施例5的黏結劑組合物的製備》

【0243】 將4.99 g氫氧化鋰溶解在3.75 g去離子水中。然後，將8.74 g氫氧化鋰溶液添加到含有281.29 g蒸餾水的500 mL圓底燒瓶中。將混合物以200 rpm的速度攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0244】 進一步地，將15.62 g AA和4.67 g MAA添加到第一懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0245】 將15.55 g AM溶解在50.27 g去離子水中。然後，將65.82 g AM溶液添加到第二懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第三懸浮液。

【0246】 然後將73.77 g AN添加到第三懸浮液中。將混合物在200 rpm的速度下攪拌40分鐘以獲得第四懸浮液。

【0247】 將第四懸浮液加熱到60 °C並以60 rpm的速度攪拌45分鐘。將0.29 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；來自中國阿拉丁工業公司）溶解在80.43 g去離子水中，並將0.05 g還原劑（亞硫酸氫鈉；來自中國天津大茂化學試劑廠）溶解在16.76 g去離子水中。將16.81 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中並將混合物攪拌10分鐘。將80.72 g APS溶液在3小時內滴加到混合物中形成第五懸浮液。在65 °C下，將第五懸浮液以200 rpm的速度進一步攪拌20小時。

【0248】 在反應完成後，將第五懸浮液降溫至40 °C並將1.15 g氫氧化鋰（溶解在101.39 g去離子水中）添加到第五懸浮液中調節pH至7.90以形成第六懸浮液。將第六懸浮液的溫度降低至30 °C，並通過使用200目的濾紙過濾得到黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量是16.54 wt.%。

#### 《實施例6的黏結劑組合物的製備》

【0249】 將6.37 g氫氧化鋰溶解在4.79 g去離子水中。然後，將11.16 g氫氧化鋰溶液添加到含有271.80 g蒸餾水的500 mL圓底燒瓶中。將混合物以200 rpm的速度攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0250】 進一步地，將20.45 g AA和6.10 g MAA添加到第一懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0251】 將10.93 g AM溶解在48.57 g去離子水中。然後，將59.50 g AM溶液添加到第二懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第三懸浮液。

【0252】 然後將68.41 g AN添加到第三懸浮液中。將混合物在200 rpm的速度下攪拌40分鐘以獲得第四懸浮液。

【0253】 將第四懸浮液加熱到60 °C並以60 rpm的速度攪拌45分鐘。將0.28 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；來自中國阿拉丁工業公司）溶解在77.71 g去離子水中，並將0.05 g還原劑（亞硫酸氫鈉；來自中國天津大茂化學試劑廠）溶解在16.19 g去離子水中。將16.24 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中並將混合物攪拌10分鐘。將77.99 g APS溶液在3小時內滴加到混合物中形成第五懸浮液。在65 °C下，將第五懸浮液以200 rpm的速度進一步攪拌20小時。

【0254】 在反應完成後，將第五懸浮液降溫至40 °C並將1.57 g氫氧化鋰（溶解在74.14 g去離子水中）添加到第五懸浮液中調節pH至7.80以形成第六懸浮液。將第六懸浮液的溫度降低至30 °C，並通過使用200目的濾紙過濾得到黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量是17.47 wt.%。

#### 《實施例7》

【0255】 製備黏結劑組合物的方式與實施例6相同，不同之處在於，在第三懸浮液的製備中添加15.80 g AM，在第四懸浮液的製備中添加63.53 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加0.46 g氫氧化鋰（溶解在198 g去離子水中）。

#### 《實施例8》

【0256】 製備黏結劑組合物的方式與實施例6相同，不同之處在於，在第三懸浮液的製備中添加14.21 g AM，在第四懸浮液的製備中添加65.12 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加0.91 g氫氧化鋰（溶解在

197.60 g去離子水中)。

#### 《實施例9的黏結劑組合物的製備》

【0257】 將6.37 g氫氧化鋰溶解在4.79 g去離子水中。然後，將11.16 g氫氧化鋰溶液添加到含有181.80 g蒸餾水的500 mL圓底燒瓶中。將混合物以200 rpm的速度攪拌30分鐘以獲得第一懸浮液。

【0258】 進一步地，將20.45 g AA和6.10 g MAA添加到第一懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第二懸浮液。

【0259】 將12.62 g AM溶解在48.57 g去離子水中。然後，將61.19 g AM溶液添加到第二懸浮液中。將混合物以200 rpm的速度進一步攪拌30分鐘以獲得第三懸浮液。

【0260】 然後將66.71 g AN添加到第三懸浮液中。將混合物在200 rpm的速度下攪拌40分鐘以獲得第四懸浮液。

【0261】 將第四懸浮液加熱到60 °C並以60 rpm的速度攪拌45分鐘。將0.11 g水溶性自由基引發劑（過硫酸銨，APS；來自中國阿拉丁工業公司）溶解在10.00 g去離子水中，並將0.02 g還原劑（硫酸氫鈉；來自中國天津大茂化學試劑廠）溶解在16.19 g去離子水中。將16.21 g亞硫酸氫鈉溶液添加到第四懸浮液中並將混合物攪拌10分鐘。將10.11 g APS溶液在3小時內滴加到混合物中形成第五懸浮液。在65 °C下，將第五懸浮液以200 rpm的速度進一步攪拌20小時。

【0262】 在反應完成後，將第五懸浮液降溫至40 °C並將1.66 g氫氧化鋰（溶解在314.66 g去離子水中）添加到第五懸浮液中調節pH至7.24以形成第六懸浮液。將第六懸浮液的溫度降低至30 °C，並通過使用200目的濾紙過濾得到黏結劑組合物。黏結劑組合物的固體含量是14.76 wt.%。

#### 《實施例10》

【0263】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加7.89 g AA 和5.63 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加16.90 g AM，以及在第四懸浮液的製備中添加82.24 g

AN。

《實施例11》

【0264】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加14.65 g AA和6.76 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加9.01 g AM，以及在第四懸浮液的製備中添加82.24 g AN。

《實施例12》

【0265】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加30.42 g AA和3.38 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加11.27 g AM，在第四懸浮液的製備中添加67.60 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加6.12 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

《實施例13》

【0266】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加5.63 g AA和5.63 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加22.53 g AM，以及在第四懸浮液的製備中添加78.87 g AN。

《實施例14》

【0267】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加27.04 g AA和5.63 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加9.01 g AM，在第四懸浮液的製備中添加70.98 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加6.24 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

《實施例15》

【0268】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中用相同重量的2-乙基丙烯酸取代4.41 g MAA。

《實施例16》

【0269】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中用相同重量的巴豆酸取代4.41 g MAA。

《實施例17》

【0270】 製備黏結劑組合物的方式與實施例5相同，不同之處在於，在第六懸浮液的製備中添加7.93 g氫氧化鋰(溶解在101.39 g去離子水中)。

《實施例18》

【0271】 製備黏結劑組合物的方式與實施例6相同，不同之處在於，在第六懸浮液的製備中添加10.60 g氫氧化鋰(溶解在74.14 g去離子水中)。

《實施例19-21的黏結劑組合物的製備》

【0272】 製備實施例19-21的黏結劑組合物的方式與實施例4相同。

《實施例22》

【0273】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，將0.29 g APS溶解在82.68 g去離子水中且將0.05 g亞硫酸氫鈉溶解在17.22 g去離子水中，以及在第五懸浮液的製備中添加82.97 g APS溶液和17.27 g亞硫酸氫鈉溶液。黏結劑組合物的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別是105,780 g/mol、29,845 g/mol和3.54。

《實施例23》

【0274】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，將0.11 g APS溶解在82.68 g去離子水中且將0.02 g亞硫酸氫鈉溶解在17.22 g去離子水中，以在第五懸浮液的製備中添加82.79 g APS溶液和17.24 g亞硫酸氫鈉溶液。黏結劑組合物的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別是193,226 g/mol、89,641 g/mol和2.16。

《實施例24》

【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，將0.29 g APS溶解在82.68 g去離子水中且將0.05 g亞硫酸氫鈉溶解在17.22 g去離子水中，以在第五懸浮液的製備中添加82.97 g APS溶液和17.27 g亞硫酸氫鈉溶液。黏結劑組合物的重均分子量、數均分子量和多分散性指數分別是118,528 g/mol、30,523 g/mol和3.88。

#### 《實施例25》

【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，將0.11 g APS溶解在82.68 g去離子水中且將0.02 g亞硫酸氫鈉溶解在17.22 g去離子水中，以在第五懸浮液的製備中添加82.79 g APS溶液和17.24 g亞硫酸氫鈉溶液。黏結劑組合物的重均分子量、數均分子量和多分散指數分別是186,744 g/mol、92,140 g/mol和2.03。

#### 《比較例1》

【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，在第一懸浮液的製備中添加1.10 g氫氧化鋰（溶解在3.85 g去離子水中），在第二懸浮液的製備中添加7.21 g AA，在第三懸浮液的製備中添加22.75 g AM，在第四懸浮液的製備中添加83.83 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加1.5 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

#### 《比較例2》

【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，在第二懸浮液的製備中添加37.47 g AA，在第三懸浮液的製備中添加7.11 g AM，在第四懸浮液的製備中添加73.22 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加7.34 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

#### 《比較例3》

【0279】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加24.50 g AA和6.88 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加22.75 g AM，在第四懸浮液的製備中添加66.86 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加4.95 g氫氧化鋰(溶解在116.64 g去離子水中)。

## 《比較例4》

【0280】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加10.09 g AA和5.16 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加7.11 g AM，在第四懸浮液的製備中添加90.20 g AN。

## 《比較例5》

【0281】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第一懸浮液的製備中添加0.8 g氫氧化鋰（溶解在3.85 g去離子水中），在第二懸浮液的製備中添加4.32 g AA和0.86 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加12.79 g AM，在第四懸浮液的製備中添加92.86 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加1.40 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

## 《比較例6》

【0282】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加28.10 g AA和10.33 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加7.11 g AM，在第四懸浮液的製備中添加73.75 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加7.38 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

## 《比較例7》

【0283】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加21.62 g AA和6.88 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加4.26 g AM，在第四懸浮液的製備中添加82.77 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加6.50 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

## 《比較例8》

【0284】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加5.95 g AA和5.96 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加33.99 g AM，以及在第四懸浮液的製備中添加72.69 g AN。

## 《比較例9》

【0285】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加36.03 g AA和17.21 g MAA，在第三懸浮液的製備中添加17.06 g AM，在第四懸浮液的製備中添加56.24 g AN，以及在第六懸浮液的製備中添加9.69 g氫氧化鋰（溶解在116.64 g去離子水中）。

## 《比較例10》

【0286】 製備黏結劑組合物的方式與實施例4相同，不同之處在於，在第二懸浮液的製備中添加17.29 g AA、5.16 g MAA和8.51 g丙烯酸甲酯(MA)，在第三懸浮液的製備中添加14.22 g AM，以及在第四懸浮液的製備中添加74.28 g AN。

## 《實施例2-18、22-25和比較例1-10的正極的製備》

【0287】 製備實施例2-18、22-25和比較例1-10的正極的方式與實施例1相同。

## 《實施例19的正極的製備》

【0288】 製備實施例19的正極的方式與實施例1相同，不同之處在於，用相同重量的NMC532（來自天津巴莫科技股份有限公司（Tianjin Bamo Technology Co., Ltd.），中國）取代28.2 g NMC622。

## 《實施例20的正極的製備》

【0289】 製備實施例20的正極的方式與實施例1相同，不同之處在於，用相同重量的LiCoO<sub>2</sub>（來自天津巴莫科技股份有限公司（Tianjin Bamo Technology Co., Ltd.），中國）取代28.2 g NMC622。

## 《實施例21的正極的製備》

【0290】 製備實施例21的正極的方式與實施例1相同，不同之處在於，用相同重量的LiFePO<sub>4</sub>（來自廈門鎢業有限公司，中國）取代28.2 g NMC622。

## 《實施例2-25和比較例1-10的負極的製備》

【0291】 製備實施例2-25和比較例1-10的負極的方式與實施例1相同。

《實施例2-25和比較例1-10的鈕扣電池的裝配》

【0292】 裝配實施例2-25和比較例1-10的鈕扣電池的方式與實施例1相同。

《實施例2-25和比較例1-10的電化學測量》

【0293】 通過與實施例1相同的方式來測量實施例2-25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。僅測量了實施例1-11、13、15-16、19-21和比較例1-10的鈕扣電池在100次循環後的容量保持率，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*	單體比例 (wt%)		MA*
				單體比例 (wt%)	種類	
實施例 1	68.82	17.00	14.18	-	0.00	0.00
實施例 2	72.00	10.00	18.00	-	0.00	0.00
實施例 3	60.00	28.00	12.00	-	0.00	0.00
實施例 4	68.82	13.08	14.18	MAA*	3.92	0.00
實施例 5	67.30	14.25	14.19	MAA	4.26	0.00
實施例 6	64.60	19.32	10.32	MAA	5.76	0.00
實施例 7	60.00	19.32	14.92	MAA	5.76	0.00
實施例 8	61.50	19.32	13.42	MAA	5.76	0.00
實施例 9	63.01	19.31	11.92	MAA	5.76	0.00
實施例 10	73.00	7.00	15.00	MAA	5.00	0.00
實施例 11	73.00	13.00	8.00	MAA	6.00	0.00
實施例 12	60.00	27.00	10.00	MAA	3.00	0.00
實施例 13	70.00	5.00	20.00	MAA	5.00	0.00
實施例 14	63.00	24.00	8.00	MAA	5.00	0.00
實施例 15	68.82	13.08	14.18	2-乙基丙烯酸	3.92	0.00
實施例 16	68.82	13.08	14.18	巴豆酸	3.92	0.00
實施例 17	67.30	14.25	14.19	MAA	4.26	0.00
實施例 18	64.60	19.32	10.32	MAA	5.76	0.00
實施例 19	68.82	13.08	14.18	MAA	3.92	0.00
實施例 20	68.82	13.08	14.18	MAA	3.92	0.00
實施例 21	68.82	13.08	14.18	MAA	3.92	0.00
實施例 22	68.82	13.08	14.18	MAA	3.92	0.00

實施例 23	68.82	13.08	14.18	MAA	3.92	0.00
實施例 24	68.82	17.00	14.18	-	0.00	0.00
實施例 25	68.82	17.00	14.18	-	0.00	0.00
比較例 1	73.68	6.33	19.99	-	0.00	0.00
比較例 2	62.16	31.81	6.03	-	0.00	0.00
比較例 3	55.26	20.25	18.80	MAA	5.69	0.00
比較例 4	80.14	8.96	6.31	MAA	4.59	0.00
比較例 5	83.78	3.90	11.54	MAA	0.78	0.00
比較例 6	61.83	23.56	5.96	MAA	8.66	0.00
比較例 7	71.64	18.71	3.69	MAA	5.96	0.00
比較例 8	61.30	5.02	28.66	MAA	5.02	0.00
比較例 9	44.45	28.47	13.48	MAA	13.60	0.00
比較例 10	62.18	14.48	11.90	MAA	4.32	7.12

\* 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				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)	電解質溶脹率 (%)			
實施例 1	7.42	14.85	17,380	3.40	128	92.58	88.13
實施例 2	7.61	15.62	12,920	3.28	129	92.88	88.24
實施例 3	7.44	14.88	36,410	3.23	131	93.42	87.96
實施例 4	7.56	15.47	16,570	3.21	132	94.01	90.54
實施例 5	7.90	16.54	18,250	3.44	133	93.94	89.92
實施例 6	7.80	17.47	26,000	2.49	130	94.61	91.02

實施例 7	7.65	14.58	43,000	3.72	2.93	136	95.02	90.67
實施例 8	7.77	14.71	35,000	2.96	3.02	128	93.99	89.44
實施例 9	7.24	14.76	19,420	2.40	3.39	135	93.57	88.79
實施例 10	7.06	13.74	14,030	2.89	3.74	141	94.77	84.20
實施例 11	7.31	15.64	19,280	3.52	3.88	129	95.92	86.57
實施例 12	7.51	17.93	37,400	2.80	3.63	130	93.72	-
實施例 13	7.48	13.62	11,360	3.30	3.49	134	95.23	84.83
實施例 14	7.71	15.02	36,950	3.01	3.20	139	93.75	-
實施例 15	7.38	15.52	15,830	2.97	3.31	136	93.94	90.01
實施例 16	7.41	14.85	18,400	3.46	3.26	134	94.33	90.48
實施例 17	8.43	16.33	17,970	3.38	3.79	133	94.02	-
實施例 18	8.51	17.54	25,800	2.53	3.60	131	94.53	-
實施例 19	7.55	16.78	21,530	3.24	3.90	128	93.60	88.65
實施例 20	7.64	17.22	16,480	3.21	3.83	164	93.42	89.86
實施例 21	7.57	13.25	17,540	3.27	3.72	152	93.37	89.45
實施例 22	7.30	14.56	16,560	3.55	3.62	134	94.04	-
實施例 23	7.42	15.77	18,420	3.27	2.85	130	93.95	-
實施例 24	7.17	13.98	14,840	3.50	3.41	133	93.88	-
實施例 25	7.63	16.82	19,600	3.24	3.68	133	93.93	-
比較例 1	7.45	14.93	8,100	2.38	1.22	104	84.20	75.79
比較例 2	7.36	16.41	52,300	6.36	1.62	111	83.84	75.88
比較例 3	7.62	12.70	40,270	2.62	1.57	109	86.73	78.23
比較例 4	7.41	16.84	13,830	5.50	2.33	112	85.77	78.46
比較例 5	7.11	13.02	6,210	2.82	2.56	106	85.31	77.05
比較例 6	7.47	15.12	62,770	5.39	1.12	109	85.94	78.14
比較例 7	7.98	15.87	35,660	6.13	1.21	110	88.35	80.41
比較例 8	7.65	12.09	14,060	1.12	1.35	110	89.25	80.04
比較例 9	7.53	17.61	74,530	2.55	1.22	106	85.04	77.62
比較例 10	7.62	17.89	22,790	2.62	3.34	105	84.32	74.95

**【0294】** 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發明沒有提及的步驟。在其它實施方案中，所述方法不包括或者基本上不含有本發明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】**

**【0295】**

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)和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、 $\alpha$ -乙醯氧基丙烯酸、 $\beta$ -反式-芳氧基丙烯酸、 $\alpha$ -氯- $\beta$ -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、馬來酸氫王基酯、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 7%至約 25%。

【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 4%至約 17%。

【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、 $\alpha$ -鹵代丙烯腈、 $\alpha$ -烷基丙烯腈、 $\alpha$ -氯丙烯腈、 $\alpha$ -溴丙烯腈、 $\alpha$ -氟丙烯腈、甲基丙烯腈、 $\alpha$ -乙基丙烯腈、 $\alpha$ -異丙基丙烯腈、 $\alpha$ -正己基丙烯腈、 $\alpha$ -甲氧基丙烯腈、3-甲氧基丙烯腈、3-乙氧基丙烯腈、 $\alpha$ -乙醯氧基丙烯腈、 $\alpha$ -苯基丙烯腈、 $\alpha$ -甲苯基丙烯腈、 $\alpha$ -(甲氧基苯基)丙烯腈、 $\alpha$ -(氯苯基)丙烯腈、 $\alpha$ -(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 65%至約 80%。

【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)之和占的比例是按莫耳計約 18%至約 35%。

【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腈基基團的單體的結構單元(c)的莫耳數與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)的莫耳數之和的莫耳比是約 1.5 至約 4。

【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腈基基團的單體的結構單元(c)和衍生自含有羧酸基團的單體的結構單元(a)之和與衍生自含有醯胺基團的單體的結構單元(b)的莫耳比是約 5 至約 15。

【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 2% 至約 4%。

【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 12% 至約 18%。

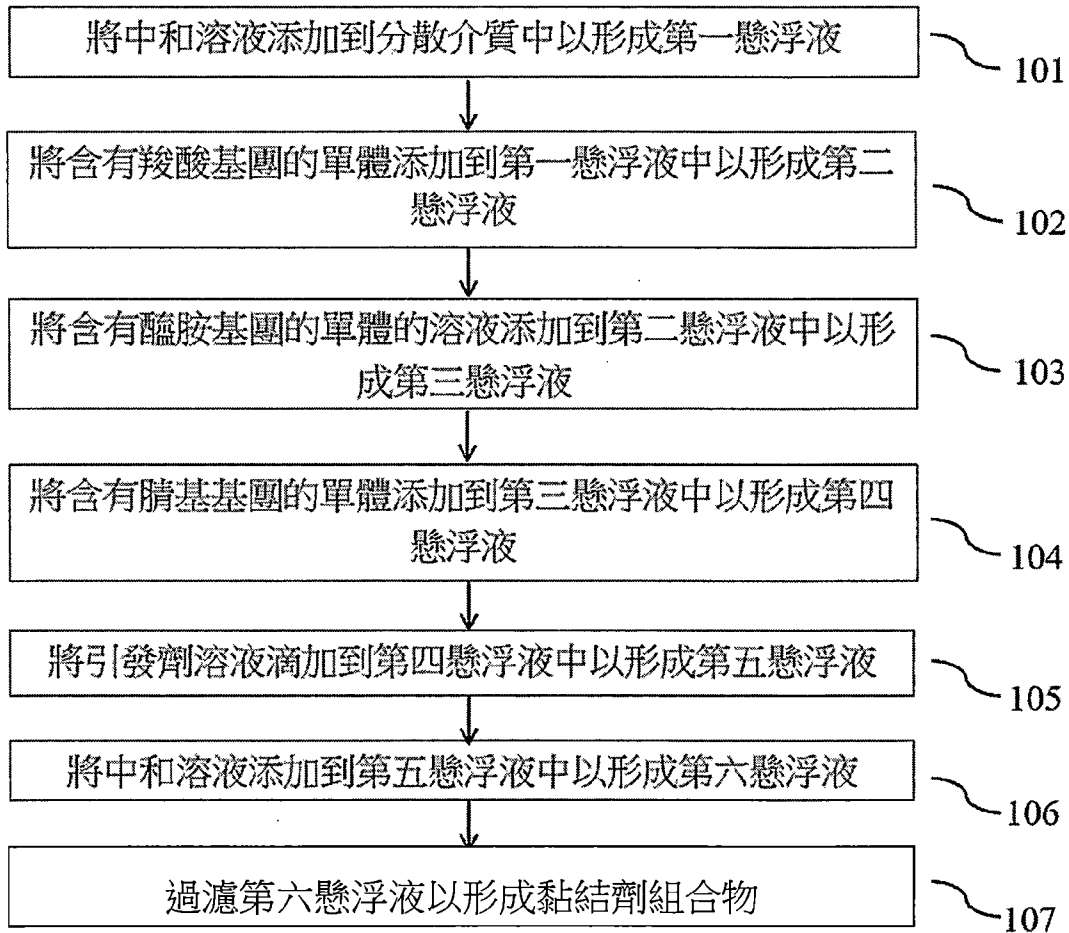
【請求項 17】一種用於二次電池的電極，包括：  
一集流體；以及  
一電極層，塗覆在所述集流體上，  
其中，所述電極層包含：  
一電極活性材料；  
一導電劑；以及  
如請求項 1 所述的黏結劑組合物。

【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】