

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：P6138387

※ 申請日期：P6.10.15

※IPC 分類：C08L 23/22 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

丁基橡膠離子聚合物奈米複合材料

BUTYL RUBBER IONOMER NANOCOMPOSITES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

朗盛公司

LANXESS INC.

代表人：(中文/英文)

沈珍妮/ SENG, JENNIFER R.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

加拿大安大略省沙尼亞南維達街 1265 號

1265 Vidal Street South, Sarnia, Ontario N7T 7M2, CANADA

國 籍：(中文/英文)

加拿大/ CANADA

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 雷路伊/ RESENDES, RUI

2. 安黛納/ ADKINSON, DANA

國 籍：(中文/英文)

1.-2.皆為加拿大/ CANADA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；西元 2006 年 12 月 22 日；60/876,662

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種奈米複合材料及一種用以製造奈米複合材料之方法，此材料包括丁基橡膠離子聚合物，其具有重複單元，衍生自一種多烯烴單體，如：異戊二烯。更明確地，本發明係有關於丁基橡膠離子聚合物奈米複合材料，其包含高長徑比之填料。於本發明之一較佳層面中，奈米複合材料包含離子聚合物，其為在生成奈米複合材料期間於原處產生。

【先前技術】

聚(異丁烯-共-異戊二烯)，或 IIR，為一種合成彈性體，一般習知為丁基橡膠，其自 1940 年代即已由異丁烯與少量的異戊二烯(1-2 莫耳%)經無規的陽離子共聚合反應製得，基於其分子結構，IIR 具有卓越的空氣不滲透性、高損耗模數、氧化穩定性、及持久的抗疲勞性。

丁基橡膠被明瞭為一種共聚物，其包括一種異烯烴與一種或多種，較佳地為共軛者，多烯烴作為共聚單體。市售之丁基包括一異烯烴之主要部份及少量，不多於 2.5 莫耳%，之共軛多烯烴。丁基橡膠或丁基聚合物通常以一種漿料法製造，使用氯甲烷作為媒劑及一種弗瑞迪-克來福特(Friedel-Crafts)催化劑作為聚合反應引發劑之部份。此方法進一步敘述於美國專利 2,356,128 及 Ullmann 之工業化學百科全書，第 A23 冊，1993 年，第 288 至 295

頁中。

CA 2,418,884 與 2,458,741 敘述製備以丁基為基質之過氧化物-可固化的化合物，其具有高的多烯烴含量，更明確地，CA 2,418,884 敘述連續地製備具有異戊二烯數量於 3 至 8 莫耳%範圍之 IIR。此種高多烯烴的丁基橡膠之鹵化作用於彈性體內產生一種反應性烯丙鹵化物官能性，使用這些高異戊二烯含量之商品，原則上可產生 BIIR 類同物，其包含烯丙溴化物官能性於 3 至 8 莫耳%之範圍。習知的丁基橡膠鹵化法被敘述於如:Ullmann 之工業化學百科全書(第 5 版，完全重新修訂版，第 A231 冊，Elvers 等人編輯)、及/或"橡膠技術"(第三版)，Maurice Morton 著，第 10 章(Van Nostrand Reinhold 公司©1987 年)，特別是第 297 至 300 頁。

烯丙鹵化物官能性之存在使親核性烷化反應成為可能，近期已被顯示:將於固態下之溴化丁基橡膠(BIIR)與以氮及/或磷為基質之親核劑加以處理，導致產生以 IIR 為基質的離子聚合物，其具有令人注目的物理與化學性能(參見:Parent, J.S.; Liskova, A.; Whitney, R.A.; Resendes, R., 聚合物科學期刊, A 篇:聚合物化學, 第 43 期, 第 5671 至 5679 頁, 2005 年; Parent, J.S.; Liskova, A.; Resendes, R., 聚合物, 第 45 期, 第 8091 至 8096 頁, 2004 年; Parent, J.S.; Penciu, A.; Guillen-Castellanos, S.A.; Liskova, A.; Whitney, R.A., 大分子, 第 37 期, 第 7477 至 7483 頁, 2004 年)。離子聚合物官能性係產生自 BIIR 中之烯丙鹵

化物部位，當丁基橡膠中有較多數量的多烯烴單體用於製造 BIIR 時，潛在地於溴化反應時導致較多的烯丙鹵化物部位，因此於親核性取代後得到較多數量的離子聚合物官能性。產生自 BIIR 具有較高的多烯烴含量之離子聚合物，相較於其非-離子聚合物及/或低多烯烴之對應物，其物理性能遠為優異。

聚合物奈米複合材料為一迅速擴展並與多方面知識相關的領域，其代表對於傳統-充填的聚合物或聚合物摻合物之一種游離基替代者。聚合物奈米複合材料係藉添加奈米尺寸之無機填料至一種聚合物母體中予以生成。使用純的及/或有機地修飾之高長徑比板片狀填料予以強化的混成材料，代表最廣泛被研究的奈米複合材料類別。分散層與聚合物母體間之強的介面互動導致比傳統的複合材料具有增進的機械與屏障性能。於許多聚合物奈米複合材料的研究領域中，輪胎工業已變得對於高長徑比填料特別地有興趣。近期的研究已顯示：於輪胎內襯配方中添加高長徑比填料，其不滲透性之增加至高為 40%(參見如：US 7,019,063 B2)。

使高長徑比填料達到其最大的潛能需要有正確的形態，故對於聚合物及填料二者之選擇十分關鍵，聚合物插入片狀體長廊、片狀體之層離與剝落、及片狀體於橡膠母體中各向異性之隊列必須予以達成。為了至少能完成插入及層離，於聚合物母體與填料表面之間建立一種化學結合較為有利。

雖然能夠推測離子聚合物之帶電性能可用於建立所欲之化學結合，但不清楚此對奈米複合材料物件的物理性能會造成何種程度之改善。雖然於前述之先前技藝中已使用低多烯烴 BIIR 以產生離子聚合物，其當時已被加入奈米複合材料內，但這些奈米複合材料為未硫化，而且未受惠自高程度的離子聚合物官能性，其係由 BIIR 起始物料中所具有的高多烯烴含量所提供。需要藉實驗探討以測定硫化反應及離子聚合物含量對於已固化奈米複合材料物件的抗拉強度、固化反應性、及/或不滲透性之影響。

【發明內容】

發明概述

依照本發明之一層面，提供一種已固化的聚合物奈米複合材料，其包括：一種丁基橡膠離子聚合物，其包含重複單元，衍生自至少一種異烯烴單體，至少有 3.5 莫耳 % 的重複單元衍生自至少一種多烯烴單體與至少一種以氮或磷為基質之親核劑；及一種高長徑比的填料插入丁基橡膠離子聚合物。

依照本發明之另一層面，提供一種用以製造一種聚合物奈米複合材料之方法，此材料包含一種於原處產生之丁基橡膠離子聚合物，此方法包括：提供一種溴化的丁基橡膠聚合物，其包括：衍生自至少一種異烯烴單體之重複單元，衍生自至少一種多烯烴單體之重複單元，及烯丙溴化物含量為至少 0.5 莫耳 %；添加一種修飾劑，其包含一種

以氮或磷為基質之親核劑，至溴化的丁基橡膠聚合物；添加一種高長徑比的填料；混合溴化的丁基橡膠聚合物、修飾劑、及填料，使生成一種未固化的奈米複合材料，其包括一種插入填料的丁基橡膠離子聚合物；及固化此奈米複合材料。

依照本發明之另一層面，提供一種用以製備一種聚合物奈米複合材料，其包含一種丁基橡膠離子聚合物，之方法，此方法包括：提供一種丁基橡膠離子聚合物，其包括：衍生自至少一種異烯烴單體之重複單元，至少有 3.5 莫耳%的重複單元衍生自至少一種多烯烴單體及至少一種以氮或磷為基質之親核劑；添加一種高長徑比的填料；混合丁基橡膠離子聚合物及填料，使生成一種未固化的奈米複合材料；及固化此奈米複合材料。

本發明有利地提供聚合物奈米複合材料，相較於先前技藝之奈米複合材料，其具有改良的抗拉強度、固化反應性、及/或氣體不滲透性。依本發明之奈米複合材料可特別地用於如：輪胎內襯之應用。

本發明之其他特性將參照下列的詳述及實驗範例予以敘述。

發明詳述

丁基橡膠離子聚合物係製自一種鹵化的丁基橡膠聚合物，丁基橡膠聚合物通常衍生自：至少一種異烯烴單體、至少一種多烯烴單體、及選擇地其他的可共聚單體。

丁基橡膠聚合物非限制於一種特殊的異烯烴，然而

異烯烴於自 4 至 16 個碳原子之範圍內，以 4 至 7 個碳原子為較佳，如：以異丁烯、2-甲基-1-丁烯、3-甲基-1-丁烯、2-甲基-2-丁烯、4-甲基-1-戊烯、及其混合物為較佳，以異丁烯為更佳。

5 丁基橡膠聚合物非限制於一種特殊的多烯烴，可使用精於此方面技藝者所習知可與異烯烴共聚合之每一種多烯烴，然而可使用於範圍自 4 至 14 個碳原子之多烯烴，如：異戊二烯、丁二烯、2-甲基丁二烯、2,4-二甲基丁二烯、戊間二烯、3-甲基-1,3-戊二烯、2,4-己二烯、2-新戊基丁二烯、2-甲基-1,5-己二烯、2,5-二甲基-2,4-己二烯、2-甲基-1,4-戊二烯、2-甲基-1,6-庚二烯、環戊二烯、甲基環戊二烯、環己二烯、1-乙烯基-環己二烯、及其混合物，以共軛二烯為較佳，以使用異戊二烯為更佳。

10

作為選擇地單體，可使用精於此方面技藝者所熟知任何可與異烯烴及/或二烯共聚合之單體，較佳地可使用： α -甲基苯乙烯、對-甲基苯乙烯、氯苯乙烯、環戊二烯、及甲基環戊二烯，亦可使用茛及其他的苯乙烯衍生物， β -蒎烯亦可被用作一種異烯烴之共聚單體。

15

於一實例中，丁基橡膠離子聚合物為於原處製自一種丁基橡膠聚合物，其具有自 1.5 至 2.2 莫耳%之多烯烴單體。於其他實例中，離子聚合物為於原處製得或製自一種先前製得之丁基橡膠聚合物，其具有一較高的多烯烴含量，例如：大於 2.5 莫耳%，以大於 3.5 莫耳%為較佳，以大於 4.0 莫耳%為更佳。一種適合的高多烯烴丁基橡膠聚

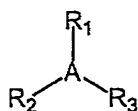
20

合物之製備被敘述於共-懸而未決的申請案 CA 2,418,884 中，將其內容併入本文供參考。

丁基橡膠聚合物隨後可使用鹵化法藉以製造一種鹵化丁基聚合物，溴化或氯化可依照精於此方面技藝者所習知的方法進行，例如敘述於下者中之程序：橡膠技術，第 3 版，Maurice Morton 編輯，Kluwer 學術出版社，第 297 至 300 頁，及其中所引述之其他文件。

於鹵化反應期間，丁基聚合物之一些或所有的多烯烴含量被轉化至烯丙鹵化物，鹵化丁基聚合物中之烯丙鹵化物因此為重複單元，衍生自原始存在於丁基聚合物中之多烯烴單體。鹵化丁基聚合物之總烯丙鹵化物含量不能超過母體丁基聚合物之起始多烯烴。

鹵化丁基聚合物之烯丙鹵化物部位隨後可與至少一種依照下式之包含氮或磷之親核劑反應，



其中：

A 為氮或磷；及

R_1 ， R_2 與 R_3 為選自群組包括：線性或分支之 C_1 - C_{18} -烷基取代基、一種芳基取代基，其為單環或包括稠合的 C_4 - C_8 環，及/或一種雜原子，選自如：硼、氮、氧、矽、磷、與硫。

適當的親核劑通常包含至少一個中性的氮或磷中

心，其具有一未共享電子對，其可同時電子地及立體位置地參與親核性取代反應。適合的親核劑包括：三甲胺、三乙胺、三異丙胺、三正丁胺、三甲基膦、三乙基膦、三異丙基膦、三正丁基膦、及三苯基膦。

5 與丁基橡膠反應之親核劑數量可為於範圍自 0.3 至 5 莫耳當量，以 0.5 至 4 莫耳當量為更佳，及以 1 至 3 莫耳當量為甚至更佳，其係以鹵化丁基聚合物中存在之烯丙鹵化物總莫耳數為基準。

10 鹵化丁基聚合物與親核劑可反應約 0.5 至 90 分鐘，當奈米複合材料於原處，在高長徑比填料之存在下，藉烯丙鹵化物與以氮或磷為基質之親核劑反應製得時，反應時間令人驚訝地及有利地縮短至例如：於 0.5 至 5 分鐘之範圍內，以 1 至 3 分鐘為較佳。於其他案例中，反應時間遠為較長，例如：自 15 至 90 分鐘，以自 20 至 60 分鐘為較佳。
15 當奈米複合材料於原處產生時，反應溫度亦遠較於其他案例中者為低，例如：溫度於範圍自 25 至 80°C 即足以於原處促使奈米複合材料之生成，而他者則需溫度自 80 至 200°C。

20 由於親核劑係與鹵化丁基聚合物之烯丙鹵化物官能性反應，故獲得之離子聚合物部份為一衍生自烯丙鹵化物之重複單元，丁基離子聚合物中離子聚合部份之總含量因此不能超過鹵化丁基聚合物中烯丙鹵化物之起始數量；但可存在殘餘的烯丙鹵化物及/或殘餘的多烯烴。所獲得以鹵化丁基為基質之離子聚合物較佳地具有至少 0.5 莫耳

5 %，以至少 0.75 莫耳%為較佳，以至少 1.0 莫耳%為更佳，以至少 1.5 莫耳%為甚至更佳，之離子聚合物部份。殘餘烯丙鹵化物可存在一數量，自 0.1 莫耳%高至一數量，其不超過用以製造丁基離子聚合物之鹵化丁基聚合物中起始烯丙鹵化物之含量。殘餘多烯烴可存在一數量，自 0.1 莫耳%高至一數量，其不超過用以製造鹵化丁基聚合物之丁基聚合物中起始多烯烴之含量。典型地，離子聚合物中之殘餘多烯烴含量為至少 0.4 莫耳%，以至少 0.6 莫耳%為較佳，以至少 1.0 莫耳%為更佳，以至少 2.0 莫耳%為益加更佳，以至少 3.0 莫耳%為甚至更佳，以至少 4.0 莫耳%為甚至最佳。

10 高長徑比之填料包括：具有高長徑比為至少 1:3 之黏土、滑石、雲母等，填料可包括具有一板片狀或針狀結構之非圓形或非異構的物料。高長徑比被定義為：與板片表面相同面積之圓形的平均直徑與板片平均厚度之比率，針狀與纖維形狀填料之高長徑比為長度對於直徑之比率。較佳的高長徑比填料具有一長徑比為至少 1:5，以至少 1:7 為更佳，以 1:7 至 1:200 為甚至更佳。依本發明之填料具有一平均顆粒尺寸於範圍自 0.001 至 100 微米，以介於 0.005 與 50 微米之間為較佳，以介於 0.01 與 10 微米之間為更佳。適合的填料具有一 BET 表面積，依照 DIN(德國工業規範)66131 測量，為每公克介於 5 至 200 平方公尺之間。一些較佳填料之實例及其性能顯示於表 1 中，相較於具有長徑比少於 1:3 之典型的先前技藝填料。

表 1.

填料	平均顆粒尺寸 (微米)	長徑比	表面積 (平方公尺/公克)
Hi-Sil 233™	0.019	1:1	135
碳黑 N660™	0.067	1:1	36
Polyfil 80™	2.3	1:7	8
Mistron Vapor™	2.2	1:5	13
Mistron CB™	3.7	1:5	13

高長徑比填料之一較佳實例包括一種奈米黏土，以有機地修飾的奈米黏土為較佳。本發明非限制於一種特殊的奈米黏土，然而天然的粉末綠土黏土，如：鈉或鈣蒙脫土，或合成的黏土，如：水滑石(hydrotalcite)與層柱黏土(laponite)，為較佳的起始物料，以有機地修飾的蒙脫土奈米黏土為特佳，這些黏土藉以鎘離子取代過渡金屬予以較佳地修飾，如於此技藝中所習知，以提供黏土界面活性劑的官能性，其可於一般疏水性聚合物的環境中輔助黏土分散。較佳的鎘離子係以磷為基質(例如：磷(phosphonium)離子)與以氮為基質(例如：銨離子)，及包含具有 2 至 20 個碳原子之官能性基團(例如： NR_4^+ -MMT)。

較佳者為提供黏土於奈米等級之顆粒尺寸，以容積少於 25 微米為較佳，以自 1 至 50 微米為更佳，以自 1 至 30 微米為甚至更佳，以自 2 至 20 微米為甚至最佳。

除二氧化矽外，較佳的奈米黏土亦可包含一些比率之氧化鋁，奈米黏土可包含 0.1 至 10 重量%之氧化鋁，以 0.5 至 5 重量%為較佳，以 1 至 3 重量%之氧化鋁為更佳。

5 適合用作依本發明高長徑比填料之有機地修飾的奈米黏土，其較佳的商品實例為：Cloisite[®]黏土 10A，20A，6A，15A，30B，或 25A，高長徑比填料之其他實例包括：Polyfil 80[™]、Mistron Vapor[™]、及 Mistron CB[™]。

10 高長徑比填料被加至奈米複合材料於數量自 20 至 80 phr，以自 30 至 70 phr 為更佳，以自 40 至 60 phr 為甚至更佳。奈米複合材料之生成可藉於反應生成離子聚合物前將填料加至 BIIR，因此產生一種於原處的離子聚合物奈米複合材料，或者可使用習知的混料技術，藉添加填料至一種預-生成的離子聚合物予以生成。

15 將奈米複合材料之諸成份混合在一起可使用例如：內部混合器，如：Banbury 混合器、微型內部混合器，如：Haake 或 Brabender 混合器、或二輥研磨混合器，擠塑機亦可提供良好的混合，並容許較短的混合時間。混合可於二個或多個階段進行，而且混合可於不同的設備中完成，例如：
20 一階段於內部混合器中及一階段於擠塑機中，然而於混合階段期間應謹慎勿使不欲的預-交聯(亦習知為燒焦，一種凝膠生成之前驅物)發生。有關混料技術之其他資訊，可參見聚合物科學與工程百科全書，第 4 冊，第 66 頁起(混料)。

可將奈米複合材料製成一成形物件，而後予以固化，較佳的固化系統為以硫為基質者，典型的以硫為基質之固化系統包括：(i)一種金屬氧化物，(ii)元素硫，及(iii)至少一種以硫為基質之促進劑。於固化系統中使用金屬氧化物作為組份於此技藝中為習知，一種適合的金屬氧化物為氧化鋅，其典型的用量為：於奈米複合材料中，每 100 重量份之丁基聚合物使用自約 1 至約 10 重量份，以自約 2 至約 5 重量份為較佳。元素硫，較佳固化系統中所包括之組份(ii)，之典型的用量為：於組成物中，每 100 重量份之丁基聚合物使用自約 0.2 至約 10 重量份。適合的以硫為基質之促進劑(較佳固化系統中之組份(iii))，其典型的用量為：於組成物中，每 100 重量份之丁基聚合物使用自約 0.5 至約 3 重量份。可使用之以硫為基質的促進劑，其非限制性實例可選自：秋蘭母硫化物，如：四甲基秋蘭母二硫化物(TMTD)、硫代胺基甲酸酯，如：二甲基二硫代胺基甲酸鋅(ZDC)、及噻嗪基及苯並噻嗪基化合物，如：巰基苯並噻嗪基二硫化物(MBTS)，較佳地，以硫為基質的促進劑為巰基苯並噻嗪基二硫化物。

固化物件可包含其他用於橡膠的助劑，如：反應促進劑、硫化促進劑、硫化促進助劑、抗氧化劑、發泡劑、抗老化劑、熱穩定劑、光穩定劑、臭氧穩定劑、加工助劑、塑化劑、增黏劑、起泡劑、染料、顏料、蠟、增量劑、有機酸、抑制劑、金屬氧化物、及活化劑，如：三乙醇胺、聚乙二醇、己三醇等，其於橡膠工業為習知。橡膠助劑可

使用習知的數量，其特別是依照意欲之用途而定。固化物件亦可包含無機物及/或非無機之填料，習用量為自 0.1 至 50 重量%，其係以橡膠為基準。

其他有關硫化法的資訊可得自：聚合物科學與工程百科全書，第 17 冊，第 666 頁起(硫化)。

將使用下列實例解說依本發明之特殊範例。

【實施方式】

設備。硬度及應力應變性能之測定係使用一種 A-2 類型的硬度計，遵循 ASTM D-2240 之規定，應力應變數據係於 23°C 下依照 ASTM D-412 方法 A 之規定產生，使用切割自 2 毫米厚拉伸板片(其生成係於一壓機中，在 166°C 及 15,000 psi 下共歷時 30 分鐘)之啞鈴形塑膜 C。除非另外指明，離子聚合物為於一 BR-82 Banbury 中(容量 1602 公克)，在 30°C 及速度為 77 轉/分鐘下，於原處製得。使用 Bruker DRX500 光譜儀(500.13 MHz)於 CDCl₃ 中記錄 ¹H NMR 光譜，化學移差參照四甲基矽烷。滲透性之結果係依照 ASTM D-1434 測定，使用一台型號 1000 的內部滲透性測試器，於 50/60 Hz 及操作於 240 伏特(單相)，使用約 0.5 毫米之板片(於一壓機中，在 166°C 及 15,000 psi 下歷時 30 分鐘生成)，於 65.5°C 及 50 psig。

材料。除非另外指明，所有使用的試劑皆得自 Sigma-Aldrich 公司(Oakville，安大略)，下者皆依接收自其個別供應商之予以使用：BIIR(LANXESS BB2030，

LANXESS 公司)、Sunpar 2280(R.E. Carroll 公司)、Pentalyn A(Hercules 公司)、Vulkacit Mercapto MG/C(LANXESS 公司)、Vulkacit DM/C(LANXESS 公司)、Vulkacit ZBEC/C(LANXESS 公司)、Irganox 1010(汽巴特用化學品公司)、Irganox 1076(汽巴特用化學品公司)、碳黑 N660(Sid Richardson 碳與氣體公司)、Mistorn Vapor(Luzenac 公司)、Mistron CB(Luzenac 公司)、Cloisite 15A(南方黏土產品公司)、Hi-Sil 233(PPG 工業公司)、及 Polyfil 80(J.M. Huber 公司)。

實例 1，包含 7.5 莫耳%異戊二烯之丁基橡膠之製備。下列實例說明本發明有能力經由一種連續程序製造一種新穎等級之 IIR，其具有異戊二烯含量至高 8.0 莫耳%，及 Mooney 黏度(ML 1+8@125°C)介於 35 與 40 MU 之間。

單體餵料之組成包括:4.40 重量%異戊二烯(IP 或 IC5)及 25.7 重量%異丁烯(IB 或 IC4)，將此混合的餵料以 5900 公斤/小時之速率加入連續的聚合反應器中，此外，將 DVB 以 5.4 至 6 公斤/小時之速率加入反應器中。經由以 204 至 227 公斤/小時之速率加入一種氯化鋁(AlCl_3)/氯甲烷(MeCl)溶液(0.23 重量%之氯化鋁於氯甲烷中)引發聚合反應，藉使用一種蒸發冷卻的方法將連續反應之內部溫度維持於-95 與-100°C 之間。於反應器內經過充分的滯留後，使用一水閃蒸槽將新生成的聚合物碎屑自氯甲烷稀釋劑分離。此時將約 1 重量%之硬脂酸加入聚合物碎屑中，於乾燥前將 0.1 重量%之 Irganox[®] 1010 加至聚合物，所獲得

材料之乾燥係使用一輸送帶烘箱予以完成，表 2 詳述最終材料之特性。

實例 2，高異戊二烯 BIIR 之製備。於快速攪拌下，將 110 毫升元素溴加至於一 95 公升反應器中之溶液，其包括：7 公斤 IIR，含有 7.5 莫耳% 1,4 異戊二烯(參見 POS 1138)於 31.8 公斤己烷中，及 2.31 公斤之水。5 分鐘後，經由添加一種包含 76 公克氫氧化鈉於 1 公升水中之苛性鹼溶液，終止反應。再予攪拌 10 分鐘後，將一種穩定劑溶液，其包括 21.0 公克環氧化的豆油及 0.25 公克 Irganox 1076 於 500 毫升的己烷中、及一種穩定劑溶液，其包括 47.0 公克環氧化的豆油及 105 公克硬脂酸鈣於 500 毫升的己烷中，加至反應混合物。再予攪拌 1 小時後，藉蒸汽凝集分離出高異戊二烯 BIIR，使用二輥之 10 英寸 x 20 英寸磨機，操作於 100°C，將最終的物料乾燥至一固定的重量，所獲得材料之微結構顯示於表 3 中。

表 2

異戊二烯含量(莫耳%)	7.0-8.0
DVB 含量(莫耳%)	0.07-0.11
Mooney 黏度 (MU, ML 1+8@125°C)	35-40
凝膠含量(重量%)	<5.0
Mw(公斤/莫耳)	700-900
Mn(公斤/莫耳)	100-105

Mz(公斤/莫耳)	3200-5500
轉化率(%)	77-84

表 3

不飽和物之總量(莫耳%)	5.34
1,4-異戊二烯(莫耳%)	4.19
分支的異戊二烯(莫耳%)	0.32
烯丙溴化物(莫耳%)	0.71
共軛二烯(莫耳%)	0.04
橋溴(莫耳%)	0.07

實例 3，高異戊二烯 IIR 離子聚合物之製備。將 226 公克實例 2 樣品與 7.6 公克(1.2 莫耳當量，其係以實例 2 樣品中之烯丙溴化物含量為基準)之三苯基磷(TPP)在室溫下，於一 6 英寸 x 12 英寸的磨機上予以預混合 3 分鐘，隨後將此混合物通過一雙螺桿擠塑機，操作於 160°C 及速度為 20 轉/分鐘。最終產物之 ^1H NMR 分析確認實例 2 樣品中之所有烯丙溴化物皆已完全轉化至對應的離子聚合物樣品，獲得之材料亦發現具有 4.20 莫耳%之 1,4-異戊二烯。

實例 4-8。下列實例說明一種離子聚合物網絡(以磷及鉍為基質，並於原處生成)對於硫-固化、碳黑-充填之系統的影響，相較於包含相同填料的典型內襯配方之物性。實例 4 之製備係於一 Banbury 混合器中，在 30°C 及

轉子速度為 77 轉/分鐘下，將 BB2030 與填料混合 1 分鐘，接著添加油及促進劑，再混合 4 分鐘，而後予以傾倒。隨後在室溫下，於二輥之 10 英寸 x 20 英寸磨機上添加固化劑(硫、硬脂酸、及氧化鋅)。實例 5 至 8 之製備係於一 Banbury 混合器中，在 30°C 及轉子速度為 77 轉/分鐘下，將橡膠(BB2030 或實例 2 樣品)、半數的修飾劑(TPP 或 N,N-二甲基乙醇胺(DMEA)/六甲基二矽氮烷(hexamethyldisilazane)(HMDZ))、與半數的填料混合 2 分鐘。TPP 修飾劑之數量為 0.3 當量，其係以 BB2030 中之烯丙溴化物為基準，及 0.45 當量，其係以高異戊二烯 BIIR(實例 2)中之烯丙溴化物為基準。DMEA 修飾劑之數量為 2.9 當量，其係以 BB2030 中之烯丙溴化物為基準，及 4.1 當量，其係以高異戊二烯 BIIR(實例 2)中之烯丙溴化物為基準。加入剩餘的修飾劑及填料，並再混合 3 分鐘，而後予以傾倒。隨後在室溫下，於二輥之 10 英寸 x 20 英寸磨機上併合此化合物與固化劑。將獲得之配方予以固化，並依前述測定其抗拉性能，結果表列於表 4 中。

表 4 為說明:相較於標準的內襯配方(實例 4)，磷(實例 5 與 6)及銨離子聚合物(實例 7 與 8)皆顯示:除了由 M200/M50 數值所顯示強化之增加外，抗拉強度有高至 33%之改進，實例 4 之滲透性於後作為比較用。

表 4

實例	4	5	6	7	8
BB2030 (PHR)	100	100	-	100	-
實例 2 (PHR)	-	-	100	-	100
TPP (PHR)	-	1.2	1.2	-	-
DMEA (PHR)	-	-	-	3.2	3.2
HMDZ (PHR)	-	-	-	2.9	2.9
碳黑 N660 (PHR)	60	60	60	60	60
Pentalyn A (PHR)	4	-	-	-	-
Sunpar (PHR)	7	-	-	-	-
Vulkacit DM/C (PHR)	1.3	-	-	-	-
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蕭式 A2 硬度(pts.)	51	51	55	53	57
極限抗拉(MPa)	9.5	14.2	9.5	13.9	11.4
極限伸長率(%)	761	436	291	255	220
M200/M50	2.0	3.4	3.4	4.6	4.5
滲透性(平方公分/氣 壓•秒)	3.1x10 ⁻⁸	-	-	-	-

實例 9-13。下列實例說明一種離子聚合物網絡(以磷及銨為基質，並於原處生成)對於硫-固化、二氧化矽-充填之系統的影響，相較於包含相同填料的典型內襯之物

性。實例 9 與實例 10 至 13 之製備分別如前述之實例 4 與實例 5 至 8 般進行，將獲得之配方予以固化，抗拉性能如前述般測定，其結果表列於表 5 中。

表 5 顯示：相較於標準的內襯配方(實例 9)，磷(實例 10 與 11)及銨離子聚合物(實例 12 與 13)皆顯示：除了強化之增加高至 70%外，抗拉強度有高至 68%之改進。

表 5

實例	9	10	11	12	13
BB2030 (PHR)	100	100	-	100	-
實例 2 (PHR)	-	-	100	-	100
TPP (PHR)	-	1.2	1.2	-	-
DMEA (PHR)	-	-	-	3.2	3.2
HMDZ (PHR)	-	-	-	2.9	2.9
Hi Sil 233 (PHR)	60	60	60	60	60
Pentalyn A (PHR)	4	-	-	-	-
Sunpar (PHR)	7	-	-	-	-
Vulkacit DM/C (PHR)	1.3	-	-	-	-
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蕭式 A2 硬度(pts.)	67	75	51	51	64
極限抗拉(MPa)	6.0	10.7	14.2	19.0	14.6
極限伸長率(%)	887	507	436	705	416

M200/M50	1.0	2.3	1.9	2.5	3.3
----------	-----	-----	-----	-----	-----

實例 14-18。下列實例說明一種離子聚合物網絡(以
 磷及銨為基質，並於原處生成)對於硫-固化、Mistron CB-
 充填之系統的影響，相較於包含相同填料的典型內襯之物
 性。實例 14 與實例 15 至 18 之製備分別如前述之實例 4
 與實例 5 至 8 般進行，將獲得之配方予以固化，抗拉性能
 如前述般測定，其結果表列於表 6 中。

表 6 顯示:相較於標準的內襯配方(實例 14)，磷(實例
 15 與 16)及銨離子聚合物(實例 17)皆顯示:由 M200/M50
 之數值增加為 29 至 39%，證實強化之改進，這些實例之
 滲透性如前述般測定。相較於標準樣品之滲透性，碳黑-
 充填之內襯配方(實例 4)，其滲透性測得為 3.1×10^{-8} 平方
 公分/氣壓·秒，發現有 29 至 55%之改進，展示使用高長
 徑比填料之影響。此外，離子聚合物(實例 15 至 19)相較
 於其非離子聚合物之對應者(實例 14)，顯示不滲透性有高
 至 41%之增加，展示離子聚合物填料相互作用之影響。

實例 19-23。下列實例說明一種離子聚合物網絡(以
 磷及銨為基質，並於原處生成)對於硫-固化、Mistron
 Vapor-充填之系統的影響，相較於包含相同填料的典型內
 襯之物性。實例 19 與實例 20 至 23 之製備分別如前述之
 實例 4 與實例 5 至 8 般進行，將獲得之配方予以固化，抗
 拉性能如前述般測定，其結果表列於表 7 中。

表 7 顯示:相較於標準的內襯配方(實例 19)，磷(實例

20 與 21)及銨離子聚合物(實例 22 與 23)皆顯示:抗拉強度有高至 30%之改進, 及強化有高至 39%之增加。除了抗拉性能外, 這些實例之滲透性如前述般測定, 相較於標準樣品之滲透性, 碳黑-充填之內襯配方(實例 4), 其滲透性測得為 3.1×10^{-8} 平方公分/氣壓·秒, 發現有 29 至 65%之改進, 展示使用高長徑比填料之影響。此外, 離子聚合物(實例 20 至 23)相較於其非離子聚合物之對應者(實例 19), 顯示不滲透性有高至 41%之增加, 展示離子聚合物填料相互作用之影響。

表 6

實例	14	15	16	17	18
BB2030 (PHR)	100	100	-	100	-
實例 2 (PHR)	-	-	100	-	100
TPP (PHR)	-	1.2	1.2	-	-
DMEA (PHR)	-	-	-	3.2	3.2
HMDZ (PHR)	-	-	-	2.9	2.9
Mistron CB (PHR)	60	60	60	60	60
Pentalyn A (PHR)	4	-	-	-	-
Sunpar (PHR)	7	-	-	-	-
Vulkacit DM/C (PHR)	1.3	-	-	-	-
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1	1

硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蕭式 A2 硬度(pts.)	35	42	46	48	51
極限抗拉(MPa)	6.2	6.1	5.1	7.4	5.9
極限伸長率(%)	860	469	261	426	153
M200/M50	1.7	2.4	2.8	2.4	-
滲透性(平方公分/氣壓•秒)	2.2×10^{-8}	1.5×10^{-8}	1.4×10^{-8}	1.7×10^{-8}	2.0×10^{-8}

表 7

實例	19	20	21	22	23
BB2030 (PHR)	100	100	-	100	-
實例 2 (PHR)	-	-	100	-	100
TPP (PHR)	-	1.2	1.2	-	-
DMEA (PHR)	-	-	-	3.2	3.2
HMDZ (PHR)	-	-	-	2.9	2.9
Mistron Vapor (PHR)	60	60	60	60	60
Pentalyn A (PHR)	4	-	-	-	-
Sunpar (PHR)	7	-	-	-	-
Vulkacit DM/C (PHR)	1.3	-	-	-	-
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

蕭式 A2 硬度(pts.)	35	36	42	44	52
極限抗拉(MPa)	5.1	5.9	4.2	7.3	5.9
極限伸長率(%)	932	823	540	614	224
M200/M50	1.4	1.4	1.8	1.6	2.3
滲透性(平方公分/氣壓·秒)	2.2×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.1×10^{-8}	1.5×10^{-8}	2.1×10^{-8}

實例 24-28。下列實例說明一種離子聚合物網絡(以磷及鉍為基質，並於原處生成)對於硫-固化、Polyfil 80-充填之系統的影響，相較於包含相同填料的典型內襯之物性。實例 24 與實例 25 至 28 之製備分別如前述之實例 4 與實例 5 至 8 般進行，將獲得之配方予以固化，抗拉性能如前述般測定，其結果表列於表 8 中。

表 8 顯示：相較於標準的內襯配方(實例 24)，磷(實例 25 與 27)及鉍離子聚合物(實例 26 與 28)皆顯示：抗拉強度及強化有高至 46%之改進。除了抗拉性能外，這些實例之滲透性如前述般測定，相較於標準樣品之滲透性，碳黑-充填之內襯配方(實例 4)，其滲透性測得為 3.1×10^{-8} 平方公分/氣壓·秒，發現有 20 至 58%之改進，再次展示使用高長徑比填料之影響。

實例 29-30。下列實例說明預-生成的離子聚合物，相較於如前述實例 5 至 8 般於原處生成，對於硫-固化、Mistron CB-充填之系統之物性之影響。實例 29 之製備同實例 4 所述，惟使用高異戊二烯 IIR 離子聚合物(實例 3)

取代 BB2030。實例 30 之進行同前述之實例 5，惟使用高異戊二烯 BIIR(實例 2)取代 BB2030，及使用 1.2 當量，相對於 TPP 中之烯丙溴化物。將獲得之配方予以固化，抗拉性能如前述般測定，其結果表列於表 9 中。

5 表 9 顯示：預-生成的離子聚合物具有一抗拉強度，其較於原處生成之離子聚合物者高出 31%，此外，增長率增加 27%，展示預-生成離子聚合物之優點，因可確保：在固化前，離子聚合物之反應已經完成。

10 於前所述者為於一種易達成的固態製造中，製得新穎的以丁基為基質之鏽及銨離子聚合物，使用習知的聚合物加工設備，起始自 BIIR 與高異戊二烯 BIIR 二者。此離子聚合物使得產品具有增進的強化，相較於其非-離子聚合的對應者。合併使用離子聚合物與高長徑比填料，如：有機地修飾的蒙脫土奈米黏土、Mistron[®] CB、Mistron[®]
15 Vapor、及 Polyfil[®] 80，導致增加的不滲透性及增加的機械性能，相較於傳統的填料，如：二氧化矽與碳黑。此外，預-生成離子聚合物使得產物具有較優異的性能，相較於原處生成的離子聚合物。具有這些優點，於此所述之以丁基為基質的離子聚合物，對於製造用於輪胎內襯配方的彈性體奈米複合材料十分有用。
20

表 8

實例	24	25	26	27	28
BB2030 (PHR)	100	100	-	100	-
實例 2 (PHR)	-	-	100	-	100
TPP (PHR)	-	1.2	1.2	-	-
DMEA (PHR)	-	-	-	3.2	3.2
HMDZ (PHR)	-	-	-	2.9	2.9
Polyfil 80 (PHR)	60	60	60	60	60
Pentalyn A (PHR)	4	-	-	-	-
Sunpar (PHR)	7	-	-	-	-
Vulkacit DM/C (PHR)	1.3	-	-	-	-
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蕭式 A2 硬度(pts.)	33	34	36	39	45
極限抗拉(MPa)	5.1	5.3	4.6	9.4	5.7
極限伸長率(%)	884	859	593	697	315
M200/M50	1.3	1.3	1.9	1.7	2.4
滲透性(平方公分/氣壓•秒)	2.3×10^{-8}	1.8×10^{-8}	1.3×10^{-8}	2.3×10^{-8}	2.1×10^{-8}

表 9

實例	29	30
實例 3 (PHR)	100	
實例 2 (PHR)		100
TPP (PHR)		3.4
Mistron CB (PHR)	60	60
Pentalyn A (PHR)	4	
Sunpar (PHR)	7	
Vulkacit ZBEC/C (PHR)	1	
Vulkacit Mercapto MG/C (PHR)	2	
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5
蕭式 A2 硬度(pts.)	47	38
極限抗拉(MPa)	4.9	3.44
極限伸長率(%)	366	269
M200/M50	2.4	2.7

實例 31-33。下列實例說明一種包括碳黑與滑石之共-填料系統對於硫-固化、預-製備離子聚合物系統之物性之影響，相較於一種硫-固化、滑石-充填之類同物之物性。實例 31 至 33 之製備同實例 4 所述，惟使用高異戊二烯 IIR 離子聚合物(實例 3)取代 BB2030。將獲得之配方予以固化，抗拉性能如前述般測定，其結果表列於表 10 中。

表 10

實 例	29	31	32	33
實例 3 (PHR)	100	100	100	100
碳黑 N660 (PHR)		10	20	30
Mistron CB (PHR)	60	50	40	30
Pentalyn A (PHR)	4	4	4	4
Sunpar (PHR)	7	7	7	7
Vulkacit ZBEC/C (PHR)	1	1	1	1
Vulkacit Mercapto MG/C (PHR)	2	2	2	2
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5
蕭式 A2 硬度(pts.)	47	39	43	45
極限抗拉(MPa)	4.9	3.0	3.3	3.5
極限伸長率(%)	366	262	318	340
M200/M50	2.4	1.9	1.9	1.8

表 10 說明添加碳黑不會增進複合材料之抗拉性能。

實例 34-36。下列實例說明一種包括碳黑與滑石之共
 5 -填充系統，以及包括實例 2(高異戊二烯 BIIR)與實例 3(高
 異戊二烯 IIR 離子聚合物)之共-聚合物系統對於硫-固化
 系統之物性之影響，相較於一種硫-固化、滑石-充填之類

同物之物性。實例 34 至 36 之製備係於一微型內部混合器中，在 60°C 及轉子速度為 60 轉/分鐘下，將實例 2 與實例 3 與填料混合 1 分鐘，其後加入填料歷時 1 分鐘，接著添加油及促進劑，再予混合 4 分鐘，而後予以傾倒。隨後在室溫下，於二輥之 10 英寸 x 20 英寸磨機上添加固化劑(硫、硬脂酸、及氧化鋅)。將獲得之配方予以固化，抗拉性能如前述般測定，其結果表列於表 11 中。

表 11

實例	29	34	35	36	33
實例 2 (PHR)		50	50	50	100
實例 3 (PHR)	100	50	50	50	
Mistron CB (PHR)	60	50	40	30	30
碳黑 N660 (PHR)	-	10	20	30	30
Pentalyn A (PHR)	4	4	4	4	4
Sunpar (PHR)	7	7	7	7	7
Vulkacit ZBEC/C (PHR)	1	1	1	1	1
Vulkacit	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Mercapto MG/C (PHR)					
氧化鋅 (PHR)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硬脂酸 (PHR)	1	1	1	1	1
硫(PHR)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

蕭式 A2 硬度(pts.)	47	48	50	51	45
極限抗拉(MPa)	4.9	6.0	6.5	6.7	3.5
極限伸長率(%)	366	478	510	478	340
M200/M50	2.4	2.4	2.5	2.6	1.8
滲透性(平方公分/氣壓•秒)	1.9×10^{-8}	2.1×10^{-8}	2.0×10^{-8}	2.5×10^{-8}	

表 11 說明一種共-填料系統以及一種共-聚合物系統，其中聚合物為一種預-生成之離子聚合物(實例 34 至 36)，之優點，相較於一種以下者充填之化合物:滑石(實例 29)或一種滑石與碳黑之併合物(實例 33)，及一種聚合物離子聚合物。實例 34 至 36 顯示:觀察到極限拉伸及極限伸長率有顯著的改進，同時仍維持滲透性數值於 $\leq 2.5 \times 10^{-8}$ 平方公分/氣壓•秒)。

【圖式簡單說明】

無

【主要元件符號說明】

無

五、中文發明摘要：

本發明係有關於一種奈米複合材料及一種用以製造奈米複合材料之方法，此材料包括丁基橡膠離子聚合物，其具有至少 3.5 莫耳%重複單元，衍生自一種多烯烴單體，如：異戊二烯。更明確地，本發明係有關於丁基橡膠離子聚合物奈米複合材料，其包含高長徑比之填料。於本發明之一較佳層面中，奈米複合材料包含離子聚合物，其為在生成奈米複合材料期間於原處產生，導致離子聚合物插入奈米複合材料中。相較於先前技藝使用傳統的溴化丁基橡膠製得之奈米複合材料，依本發明之奈米複合材料具有改良的不滲透性及抗拉性能。

六、英文發明摘要：

The invention relates to nanocomposites and processes for making nanocomposites comprising butyl rubber ionomers having at least 3.5 mol% of repeating units derived from a multiolefin monomer, such as isoprene. More particularly, the invention relates to butyl rubber ionomer nanocomposites comprising high aspect ratio fillers. In one preferred aspect of the invention, the nanocomposites comprise ionomers that are generated in situ during formation of the nanocomposite, leading to intercalation of the ionomer with the nanocomposite. Nanocomposites according to the present invention exhibit improved impermeability and tensile properties as compared with prior art nanocomposites made using conventional brominated butyl rubber.

十、申請專利範圍：

1. 一種固化的聚合物奈米複合材料，其包括：
 - a. 一種丁基橡膠離子聚合物，其包括重複單元，衍生自至少一種異烯烴單體，至少有 3.5 莫耳%的重複單元衍生自至少一種多烯烴單體與至少一種以氮或磷為基質之親核劑；及
 - b. 一種高長徑比的填料插入丁基橡膠離子聚合物內。
2. 根據申請專利範圍第 1 項之奈米複合材料，其中異烯烴包括異丁烯及多烯烴包括異戊二烯。
3. 根據申請專利範圍第 1 項之奈米複合材料，其中以氮為基質之親核劑包括 N,N-二甲基乙醇胺(DMEA)，及其中以磷為基質之親核劑包括三苯基磷(TPP)。
4. 根據申請專利範圍第 1 項之奈米複合材料，其中填料包括一種有機地修飾之蒙脫土奈米黏土。
5. 根據申請專利範圍第 1 項之奈米複合材料，其中填料具有一長徑比為至少 1:3。
6. 根據申請專利範圍第 1 項之奈米複合材料，其中填料之存在量為自 20 至 80 phr。
7. 根據申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之奈米複合材料，其中奈米複合材料具有一滲透性為少於或等於 2.5×10^{-8} 平方公分/氣壓·秒。
8. 一種用於製造一種包含一種於原處產生之丁基橡膠離子聚合物之聚合物奈米複合材料之方法，此方法包括：

- a. 提供一種經溴化之丁基橡膠聚合物，其包括：衍生自至少一種異烯烴單體之重複單元，衍生自至少一種多烯烴單體之重複單元，及烯丙溴化物含量為至少 3.5 莫耳%；
- 5 b. 添加一種修飾劑，其包含一種以氮或磷為基質之親核劑，至經溴化之丁基橡膠聚合物；
- c. 添加一種高長徑比之填料；
- d. 混合經溴化之丁基橡膠聚合物、修飾劑、及填料，使生成一種未固化的奈米複合材料，其包括一種插入填料的丁基橡膠離子聚合物；及
- 10 e. 固化此奈米複合材料。
9. 根據申請專利範圍第 8 項之方法，其中修飾劑為一種以氮為基質之親核劑，其包括 N,N-二甲基乙醇胺 (DMEA)。
- 15 10. 根據申請專利範圍第 9 項之方法，其中修飾劑另外包括六甲基二矽氮烷(HMDZ)。
11. 根據申請專利範圍第 9 或 10 項之方法，其中修飾劑之存在量為自 0.3 至 5 莫耳當量，其係相對於烯丙溴化物之數量。
- 20 12. 根據申請專利範圍第 8 項之方法，其中修飾劑為一種以磷為基質之親核劑，其包括三苯基膦(TPP)。
13. 根據申請專利範圍第 12 項之方法，其中修飾劑之存在量為自 0.3 至 1.2 莫耳當量，其係相對於烯丙溴化物之數量。

14. 一種用於製造一種包含一種丁基橡膠離子聚合物之
聚合物奈米複合材料之方法，此方法包括：

- a. 提供一種丁基橡膠離子聚合物，其包括重複單元，
衍生自至少一種異烯烴單體，至少有 3.5 莫耳%的重
5 複單元衍生自至少一種多烯烴單體與至少一種以氮
或磷為基質之親核劑；
- b. 添加一種高長徑比之填料；
- c. 混合丁基橡膠離子聚合物及填料，使生成一種未固
化的奈米複合材料；及
- 10 d. 固化此奈米複合材料。

15. 根據申請專利範圍第 14 項之方法，其中未固化的奈米
複合材料包括插入填料的丁基橡膠離子聚合物。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(無)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無