

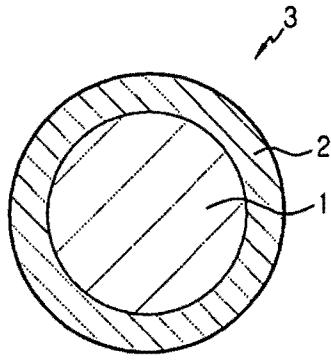
符號簡單說明：

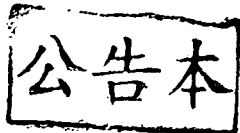
1 . . . 無機粒子及其
代替物

2 . . . 黏合劑聚合物

3 . . . 單元粒子

圖 1





發明摘要

※申請案號：103138021

C08L101/12(2006.01)
 C08K3/00(2006.01)
 C08K7/00(2006.01)
 C08J5/18(2006.01)
 C08J9/00(2006.01)
 H01M2/14(2006.01)

※申請日：103年10月31日

※IPC分類：

【發明名稱】(中文/英文)

有機/無機複合多孔膜以及含有該膜之隔離體與電極結構

Organic/inorganic composite porous membrane, and separator and electrode structure comprising the same

【中文】

本發明提供一種有機/無機複合多孔膜，其包含：選自無機粒子和有機粒子的一或多種粒子；以及黏合劑聚合物，其中該選自無機粒子和有機粒子的一或多種粒子係藉由包圍該等粒子表面的該黏合劑聚合物互相黏合，且該一或多種粒子係以 60 至 70% 之比率填充在該膜中。

【英文】

The present disclosure provides an organic/inorganic composite porous membrane, comprising: one or more particles selected from inorganic particles and organic particles; and a binder polymer, wherein said one or more particles selected from inorganic particles and organic particles are bonded with each other by the binder polymer surrounding the surface of the particles, and said one or more particles are filled at a rate of 60 to 70% in the membrane.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：無機粒子和其代替物

2：黏合劑聚合物

3：單元粒子

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

有機/無機複合多孔膜以及含有該膜之隔離體與電極結構

Organic/inorganic composite porous membrane, and separator and electrode structure comprising the same

【技術領域】

本發明係關於一種用於電化學裝置諸如鋰二次電池中的有機/無機複合多孔膜，更特別地關於一種其中均勻混合無機粒子和黏合劑之有機/無機複合多孔膜，以及包含彼之隔離體及電極結構。

本申請案對在 2013 年 10 月 31 日於韓國提出之韓國專利申請案 10-2013-0131527 要求優先權，其藉由引用合併於本文中。

並且，本申請案對在 2014 年 10 月 31 日於韓國提出之韓國專利申請案 10-2014-0150289 要求優先權，其藉由引用合併於本文中。

【先前技術】

近來，已逐漸對能量貯存技術感興趣。隨著將能量貯存技術擴展至諸如行動電話、攝影機及筆記型電腦之裝置及進一步擴展至電動車，作為此類裝置之能量供應來源的

電池的高能量密度的需求正在提高。因此，正積極地進行最符合該需求之鋰二次電池的研究和發展。

在現在可得之二次電池之間，在 1990 年代早期發展之鋰二次電池已因其比慣用之水性電解質系電池(例如 Ni-MH、Ni-Cd 及 H_2SO_4 -Pb 電池)高的操作電壓及高得多的能量密度的優點而特別受注意。然而，當此種鋰離子電池使用有機電解質之使用且不利地製造複雜時，其困於安全性問題，諸如火及爆炸。在意圖克服鋰離子電池之缺點時，已發展鋰離子聚合物電池作為下一代電池。仍熱切需要更多研究，以相對鋰離子電池改良鋰離子聚合物電池之相對低的電容及不足的低溫放電電容。

為要解決以上與安全性相關之該電化學裝置的問題，曾建議一種隔離體，其具有藉由以無機粒子及黏合劑聚合物之混合物塗覆具有多個孔之多孔基材的至少一表面而形成之有機/無機多孔塗層(韓國專利申請案公告 10-2007-231)。在該隔離體中，在該多孔基材上所形成之多孔活性層中的無機粒子作為某種保持該多孔活性層之形狀的間隔件，以致當該電化學裝置被過熱時，該無機粒子遏止該聚烯烴多孔基材之熱收縮。

同時，該有機/無機多孔塗層係由無機粒子和黏合劑聚合物的混合物獲得，其中重要的是要維持該等無機粒子和該黏合劑聚合物在有機/無機多孔塗層的均勻分布以供製備高效能的隔離體。然而，因為多種因素可影響該等無機粒子和該黏合劑聚合物在有機/無機多孔塗層中的均勻

分布，故難以獲得維持該等成份之均勻分布的有機/無機多孔塗層。因此，需要發展一種製備有機/無機多孔塗層的方法，其中無機粒子和黏合劑聚合物被均勻地分布。

【發明內容】

技術問題

本發明經設計以解決上述問題，且因此本發明之目的是要提供一種其中均勻分布無機粒子和黏合劑的有機/無機複合多孔膜，以及其製備方法。

本發明之另一目的是要提供一種包含該有機/無機複合多孔膜的隔離體。

本發明之又一目的是要提供一種包含該有機/無機複合多孔膜的電極結構。

技術解決方法

為要完成以上目的，根據本發明之一方面，提供一種有機/無機複合多孔膜，其包含：選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子；以及黏合劑聚合物，其中該選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子係藉由包圍該等粒子表面的該黏合劑聚合物互相黏合，且該一或多種粒子係以 60 至 70% 之比率填充在該膜中。

根據本發明之較佳具體例，該黏合劑聚合物含量以 100 重量份選自該等無機粒子和該等有機粒子之一或多種粒子計係 1 至 30 重量份。

根據本發明之較佳具體例，該等無機粒子係選自由具有 5 或更高之介電常數的無機粒子、具有輸送鋰離子之能力的無機粒子及其混合物所組成之群組。

根據本發明之較佳具體例，該等有機粒子係選自由聚乙烯 (PE)、聚苯乙烯 (PS)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚縮醛 (聚甲醛，POM)、聚醯胺 (PA)、聚碳酸酯 (PC)、經改質之聚苯醚 (m-PPE)、聚對苯二甲酸丁二酯 (PBT)、及其混合物所組成之群組。

根據本發明之較佳具體例，該黏合劑聚合物係選自由下列所組成之群組：聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯、聚偏二氟乙烯-共-三氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚乙烯基吡咯啉酮、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯-共-乙酸乙烯酯、聚氧化乙烯 (polyethylene oxide)、乙酸纖維素、乙酸丁酸纖維素、乙酸丙酸纖維素、氰基乙基聚三葡萄糖、氰基乙基聚乙烯醇、氰基乙基纖維素、氰基乙基蔗糖、聚三葡萄糖、羧甲基纖維素、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚醯亞胺、聚苯乙烯、聚乙烯及其混合物。

在根據本發明之較佳具體例之有機/無機複合多孔膜中，選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子被填充且藉由該黏合劑聚合物互相黏合，間隙體積係由該黏合劑聚合物形成在該等粒子之間，且在該等粒子之間間隙體積變成空的空間而形成孔洞。

根據本發明之較佳具體例，該有機/無機複合多孔膜具有 0.5 至 50 微米之厚度。

根據本發明之另一方面，提供一種製備用於電化學裝置之有機/無機複合多孔膜的方法，其包含提供單元粒子，其中選自無機粒子及有機粒子之一或多種粒子或該等粒子之黏聚體係被黏合劑聚合物所包圍；及將熱施加於該等單元粒子以使單元粒子互相黏合。

根據本發明之較佳具體例，該等單元粒子可具有 0.01 至 20 微米之平均直徑。

根據本發明之較佳具體例，在該單元粒子中該黏合劑聚合物含量，以 100 重量份選自該等無機粒子和該等有機粒子之一或多種粒子計係 1 至 30 重量份。

根據本發明之較佳具體例中，將熱施加至該單元粒子的步驟係在比該黏合劑聚合物之熔點高 5 至 100°C 之溫度下進行，以供黏合該等單元粒子。

根據本發明之較佳具體例，該等無機粒子係選自由具有 5 或更高之介電常數的無機粒子、具有輸送鋰離子之能力的無機粒子及其混合物所組成之群組。

根據本發明之較佳具體例，該等有機粒子係選自由聚乙烯 (PE)、聚苯乙烯 (PS)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚縮醛 (聚甲醛，POM)、聚醯胺 (PA)、聚碳酸酯 (PC)、經改質之聚苯醚 (m-PPE)、聚對苯二甲酸丁二酯 (PBT)、及其混合物所組成之群組。

根據本發明之較佳具體例，該黏合劑聚合物係選自由下列所組成之群組：聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯、聚偏二氟乙烯-共-三氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚

乙烯基吡咯啉酮、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯-共-乙酸乙烯酯、聚氧化乙烯(polyethylene oxide)、乙酸纖維素、乙酸丁酸纖維素、乙酸丙酸纖維素、氰基乙基聚三葡萄糖、氰基乙基聚乙烯醇、氰基乙基纖維素、氰基乙基蔗糖、聚三葡萄糖、羧甲基纖維素、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚醯亞胺、聚苯乙烯、聚乙烯及其混合物。

在根據本發明之較佳具體例所製備的有機/無機複合多孔膜中，選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子被填充且藉由該黏合劑聚合物互相黏合，間隙體積係由該黏合劑聚合物形成在該等粒子之間，且在該等粒子之間間隙體積變成空的空間以形成孔洞。

根據本發明之較佳具體例，該有機/無機複合多孔膜具有 0.5 至 50 微米之厚度。

根據本發明之又一方面，提供一種電化學裝置，其包含陰極、陽極及插置在該陰極與該陽極之間的隔離體，其中該隔離體是根據本發明之有機/無機複合多孔膜。

根據本發明之又一方面，提供一種電化學裝置，其包含陰極、陽極及插置在該陰極與該陽極之間的隔離體，其中該隔離體包含具有多個孔洞之多孔基材，及在該多孔基材之至少一表面上所形成之根據本發明的有機/無機複合多孔膜。

根據本發明之又一方面，提供一種電極結構，其包含電極電流收集器；在該電極電流收集器之至少一表面上所形成之電極活性材料層；及在該電極電流收集器之另一表

面上所形成之根據本發明的有機/無機複合多孔膜。

根據本發明之又一方面，提供一種電化學裝置，其包含陰極、陽極及電解質溶液，其中該陰極和該陽極之至少一者是根據本發明之電極結構。

有利效果

本發明之有機/無機複合多孔膜包含無機粒子和均勻分布於其中之黏合劑聚合物，藉此與慣用有機/無機複合多孔膜相比，顯出該等無機粒子和該黏合劑聚合物的改良填充率。

更特別地，本發明提供一種藉由施加熱於單元粒子所製備之有機/無機複合多孔膜，其中選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子或該等粒子之黏聚體係被黏合劑聚合物所包圍，以致該等單元粒子互相黏合。

根據本發明，因為該有機/無機複合多孔膜係由該等單元粒子製備，彼與那些根據慣用方法(其包含乾燥懸浮液，該懸浮液係藉由同時分散選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子和黏合劑聚合物於溶劑中而得)所製備者相比，可維持該等無機粒子和該黏合劑聚合物之更均勻的分布。

在電化學裝置之該隔離體或電極結構中可以使用該有機/無機複合多孔膜。

【圖式簡單說明】

附圖說明本發明之較佳具體例，且在伴同先前揭示下，用以進一步理解本揭示之技術精神。然而，並不將本發明解釋成限制於該等圖。

圖 1 概略顯示根據本發明之具體例的單元粒子。

圖 2 概略顯示根據本發明之具體例的隔離體。

圖 3 概略顯示根據本發明之具體例的電極結構。

【實施方式】

在下文中將詳細描述本發明。在該描述之前，應了解：不應將在說明書和所附之申請專利範圍中使用之術語理解成一般及字典之意義，但基於與本發明之各方面對應之意義和觀念，在允許發明人合適地定義術語以有最佳說明之原則的基礎上被解釋。因此，在圖和本文之具體例中所說明之配置正是僅供說明目的之較佳實例，非意圖限制本揭示之範圍，故應了解：在不偏離本發明之精神和範圍下，可製作彼之其他等效型和改良型。

本發明提供一種有機/無機複合多孔膜，其包含：選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子；以及黏合劑聚合物，其中該選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子係藉由包圍該等粒子表面的該黏合劑聚合物互相黏合，且該一或多種粒子係以 60 至 70% 之比率填充在該膜中。

在本發明中，在有機/無機複合多孔膜中之粒子填充比率是指在該有機/無機複合多孔膜中以該等粒子填充之體積分率，且彼被計算成被真實填充之粒子的體積相對於

與以粒子填充之平行六面體對應之單元室的體積的比率。

用於隔離體之慣用有機/無機複合多孔膜已藉由以下步驟製備：溶解黏合劑聚合物於溶劑以獲得黏合劑聚合物溶液，將無機粒子添加且分散於溶液以獲得漿液，且將該漿液塗在多孔基材上，接著乾燥。此一慣用方法難以控制無機粒子和黏合劑聚合物在該漿液中之均勻分布，及在該漿液之塗覆及乾燥期間之其均勻分布。因此，該慣用有機/無機複合多孔膜所具有之問題是：該無機粒子和該黏合劑聚合物並未均勻分布。

為要解決此問題，本發明人已研究發展一種將該等無機粒子和該黏合劑聚合物均勻分布在有機/無機複合多孔膜中的方法。

通常，當將球形粒子最大地填充在面心立方(fcc)結構中，其填充比率變為 74%。

根據本發明之具體例之有機/無機複合多孔膜係由在粒子表面上經黏合劑聚合物包圍之單元粒子所組成，且該等單元粒子藉由通過濾器而控制以具有均勻尺寸，藉此具有 60 至 70%之填充比率，其接近最大填充比率 - 74%之 fcc 結構。

相反地，因為常見的有機/無機複合多孔膜係藉由將無機粒子、黏合劑聚合物和溶劑之漿液塗在基材上，接著乾燥而製備，其填充密度本身並不均勻，且該黏合劑在其一些部分中變為黏聚，而具有在 50%或更小範圍內之該無機粒子的填充比率，而在其他部分中有約 60%之該無機粒

子的填充比率且也使孔洞密閉。因此，該常見的有機/無機複合多孔膜的填充比率有大的變化。

本發明人已努力維持無機粒子和黏合劑聚合物之均勻分布，以供與常見方法相比，改良該無機粒子之填充比率，且發現：此一問題可藉由先製造單元粒子而達成，其中該無機粒子藉由該黏合劑聚合物互相黏合，然後藉由熱引發該單元粒子黏合以允許該無機粒子和黏合劑聚合物固定在該藉由熱互相黏合的單元粒子中。

亦即，在根據本發明之有機/無機複合多孔膜的情況中，因為首先使用選自無機粒子和有機粒子而以黏合劑聚合物塗覆之一或多種粒子，黏合劑聚合物被均勻地分布，藉此允許該等粒子以 60 至 70%(較佳是 65 至 70%)的比率被均勻地填充。然而，在常見之有機/無機複合多孔膜的情況中，基本上難以控制該黏合劑聚合物以被均勻地分布，使該黏合劑聚合物含量局部地變化，故一部分具有約 50%之低的填充比率，一部分具有約 60%之相對高的填充比率。

更特別地，根據本發明之具體例，該黏合劑聚合物存在於選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子的整體或一部分中，且該等粒子藉由該黏合劑聚合物互相黏合。

在下文中，用於根據本發明之具體例的電化學裝置的有機/無機複合多孔膜，其特徵在於選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子的均勻分布，將藉由其製備方法以進一步描述，但本發明不限於該方法。

該有機/無機複合多孔膜可藉由包含下列步驟之方法來製備：提供單元粒子，其中選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子或該等粒子之黏聚體係被黏合劑聚合物包圍；且加熱該等單元粒子以使該等單元粒子互相黏合。

該等有機粒子是指那些輕的、具有優越強度及良好耐熱性，且可作為無機粒子之替代物者。在本發明中可用之該有機物的特定實例可包括聚乙烯(PE)、聚苯乙烯(PS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚縮醛(聚甲醛，POM)、聚醯胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、經改質之聚苯醚(m-PPE)、聚對苯二甲酸丁二酯(PBT)、及其混合物，但不限於此。亦即，該等有機粒子是能取代在常見之有機/無機複合多孔膜中所用之無機粒子的物質。如本文中所述的，選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子也稱為"無機粒子或其替代物"。

在根據本發明之單元粒子中，無機粒子或其替代物可被黏合劑粒子包圍，或該等粒子或該替代物之黏聚體可被黏合劑粒子包圍。

圖 1 概略顯示根據本發明之具體例的單元粒子，但該等單元粒子之形式不限於此。引用圖 1，無機粒子 1 或其替代物係被黏合劑聚合物 2 包圍以獲得單元粒子 3。該等單元粒子之形式不受限制。

較佳是：該等單元粒子具有均一形式和尺寸，以提供具有該等粒子之均勻分布的有機/無機複合多孔膜。根據本發明之具體例，為使該等單元粒子有均一形式和尺寸，

該等單元粒子可經由均一孔洞分離之連續方法而非產生不均勻粒子的應變破裂來形成。

該等單元粒子可具有 0.01 至 20 微米，較佳是 0.05 至 10 微米的平均直徑。當該粒子直徑滿足此範圍，該直徑允許形成具有均一厚度之隔離體。

在本發明之有機/無機複合多孔膜中，在該多孔膜形成中所用之無機粒子並未特別限制，若彼是電化學穩定的。亦即，在本發明中可用之無機粒子並未特別限制，除非在所應用之電化學裝置的操作電壓範圍(例如基於 Li/Li^+ 為 0 至 5V)中發生氧化-還原反應。特別地，可以使用具有高介電常數之無機粒子以提高電解質鹽(例如鋰鹽)在液態電解質中的解離速率，藉此改良該電解質之離子傳導性。

因前述理由，在本發明中所用之無機粒子較佳包括具有 5 或更高(較佳是 10 或更高)之介電常數的無機粒子。該具有 5 或更高之介電常數的無機粒子的非限制性實例包括 BaTiO_3 、 $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ (PZT)、 $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$ (PLZT, $0 < x < 1, 0 < y < 1$)、 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{PbTiO}_3$ (PMN-PT)、氧化鈦(HfO_2)、 SrTiO_3 、 SnO_2 、 CeO_2 、 MgO 、 NiO 、 CaO 、 ZnO 、 ZrO_2 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiC 、 TiO_2 無機粒子及其混合物。

並且，可以使用具有輸送鋰離子能力之無機粒子(亦即可傳遞鋰離子而不保留鋰離子之含有鋰的無機粒子)作為該無機粒子。具有輸送鋰離子能力的無機粒子的非限制性實例包括磷酸鋰(Li_3PO_4)、磷酸鋰鈦($\text{Li}_x\text{Ti}_y(\text{PO}_4)_3$ ，

$0 < x < 2, 0 < y < 3$ ）、磷酸鋰鋁鈦 ($\text{Li}_x\text{Al}_y\text{Ti}_z(\text{PO}_4)_3, 0 < x < 2, 0 < y < 1, 0 < z < 3$)、
 $(\text{LiAlTiP})_x\text{O}_y$ ，類型之玻璃 ($0 < x < 4, 0 < y < 13$) 諸如 $14\text{Li}_2\text{O}-$
 $9\text{Al}_2\text{O}_3-38\text{TiO}_2-39\text{P}_2\text{O}_5$ 、鈦酸鋰鑰 ($\text{Li}_x\text{La}_y\text{TiO}_3, 0 < x < 2, 0 < y < 3$)、
 硫代磷酸鋰鍺 ($\text{Li}_x\text{Ge}_y\text{P}_z\text{S}_w, 0 < x < 4, 0 < y < 1, 0 < z < 1, 0 < w < 5$) 諸如
 $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$ 、氮化鋰 ($\text{Li}_x\text{N}_y, 0 < x < 4, 0 < y < 2$) 諸如 Li_3N 、
 SiS_2 類型之玻璃 ($\text{Li}_x\text{Si}_y\text{S}_z, 0 < x < 3, 0 < y < 2, 0 < z < 4$) 諸如 Li_3PO_4-
 $\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2$ 、 P_2S_5 類型之玻璃 ($\text{Li}_x\text{P}_y\text{S}_z, 0 < x < 3, 0 < y < 3, 0 < z < 7$) 諸
 如 $\text{LiI}-\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ 、及其混合物。

同時，該有機粒子係選自由聚乙炔 (PE)、聚苯乙烯 (PS)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚縮醛 (聚甲醛，POM)、聚醯胺 (PA)、聚碳酸酯 (PC)、經改質之聚苯醚 (m-PPE)、聚對苯二甲酸丁二酯 (PBT)、及其混合物所組成之群組，但不限於此。

在本發明之有機/無機複合多孔膜中，該無機粒子或其替代物不限於此尺寸，但可具有 0.001 至 10 微米之尺寸，以形成均勻厚度之膜且獲得適合孔隙度。若該尺寸小於 0.001 微米，則分散性可被降低，而難以控制性質。若該尺寸大於 10 微米，該有機/無機複合多孔膜之厚度可增加以使機械性惡化，且由於電池被充電和放電時之過大的孔洞尺寸，可引起短路。

在本發明之有機/無機複合多孔膜中，在該膜形成時所用之黏合劑聚合物不特別受限，若彼已在此技藝中常被使用。可用之黏合劑聚合物之非限制性實例可包括聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯、聚偏二氟乙烯-共-三氯乙烯、聚甲

基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚乙烯基吡咯啉酮、聚乙酸乙烯酯、聚乙炔-共-乙酸乙烯酯、聚氧化乙烯 (polyethylene oxide)、乙酸纖維素、乙酸丁酸纖維素、乙酸丙酸纖維素、氰基乙基聚三葡萄糖、氰基乙基聚乙醇、氰基乙基纖維素、氰基乙基蔗糖、聚三葡萄糖、羧甲基纖維素、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚醯亞胺、聚苯乙烯、聚乙炔及其混合物。除了以上實例之外，可以單獨地或以混合物形式使用任何具有上述性質者。較佳地，鑒於容易在粒子之間提供黏合性，可以使用任何選自由聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯、氰基乙基聚乙醇、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚乙炔所組成之群組。

在該等單元粒子中黏合劑聚合物之含量以 100 重量份選自該無機粒子或其替代物之一或多種粒子計是 1 至 30 重量份，較佳是 2 至 20 重量份。若該黏合劑聚合物之量少於 1 重量份，則該等無機粒子可被釋出。若該黏合劑聚合物之量多於 30 重量份，則黏合劑聚合物使孔洞密閉以提高電阻，藉此降低該有機/無機複合多孔膜之孔隙度。

當加熱所得之單元粒子時，將在該單元粒子中之黏合劑聚合物熔化以使該等單元粒子互相黏合。較佳地，在比該黏合劑聚合物之熔點高 5 至 100°C 之溫度下進行該單元粒子之加熱的步驟，以獲得該等單元粒子的黏合性。在此情況中，在該等單元粒子之最外部中所存在之黏合劑聚合物藉由在其熔點附近稍微熔化而結合。亦即，在該有機/無機複合多孔膜中，該黏合劑聚合物以塗層形式存在於該

等無機粒子或其替代物之整個或部份表面上，且該等無機粒子或其替代物，在該等無機粒子被填充以互相接觸的狀態中，該無機粒子或其替代物係藉由該塗層被固定且互相連接，而間隙體積係由該塗層形成在該等無機粒子之間。在該等無機粒子或其替代物之間間隙體積變為空的空間而形成孔洞。亦即，該黏合劑聚合物允許該等無機粒子或其替代物互相貼合，以致該等無機粒子或其替代物可維持其黏合狀態。例如，該黏合劑聚合物固定該等無機粒子或其替代物且使彼等互相連結。並且，該有機/無機複合多孔膜之孔洞由於在該等無機粒子或其替代物之間間隙體積變為空的空間而被形成，且該孔洞是在該無機粒子或其替代物之密閉堆積或緊密堆積結構中藉由確實經表面塗覆之無機粒子所侷限之空間。該有機/無機複合多孔膜之此種孔洞可提供電池操作所需之鋰離子的傳遞路徑。

除了上述無機粒子及該黏合劑聚合物之外，該有機/無機複合多孔膜可另包含另外添加劑。

更特別地，本發明之有機/無機複合多孔膜可藉由獲得含有單元粒子之懸浮液而製備，其中選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子或該等粒子之黏聚體係被黏合劑聚合物包圍；塗覆該懸浮物；且加熱該經塗覆之懸浮物以使該等單元粒子互相黏合。

根據本發明之較佳具體例，該等單元粒子可通過一均勻膜之孔洞而均勻地獲得。例如，在將黏合劑聚合物和無機粒子或其替代物在溶劑中混合以獲得溶液後，該溶液通

過具有均勻孔洞之濾膜且落入含有表面活性劑之水溶液中。使該水溶液維持其溫度在該溶劑之沸點以上，且該溶液液滴在通過該濾膜之後立即固化，藉此形成該等單元粒子。將所形成之單元粒子懸浮在溶劑中以獲得用於製備本發明之有機/無機複合多孔膜。在上述無機粒子和該黏合劑聚合物之外該懸浮液可另包含另外添加劑。較佳是：待用於熔化該黏合劑聚合物的溶劑具有與該黏合劑聚合物類似之溶解度。可用之溶劑的非限制性實例可包括丙酮、甲醇、乙醇、異丙醇、四氫呋喃、二氯甲烷、氯仿、二甲基甲醯胺、N-甲基-2-吡咯啉酮(NMP)、環己烷、及其混合物。

根據本發明之有機/無機複合多孔膜可單獨作為隔離體。亦即，該有機/無機複合多孔膜可單獨有效地作為插置在陰極與陽極之間的隔離體。根據本發明之另一方面，提供一種電化學裝置，其包含陰極、陽極、及插置在該陰極與該陽極之間的隔離體，其中該隔離體是根據本發明之有機/無機複合多孔膜。

並且，可將根據本發明之有機/無機複合多孔膜形成在具有多個孔洞之多孔基材上，藉此作為隔離體。亦即，形成在多孔基材之至少一表面上的有機/無機複合多孔膜可被插置以作為在陰極與陽極之間的隔離體。根據本發明之又一方面，提供一種電化學裝置，其包含陰極、陽極、及插置在該陰極與該陽極之間的隔離體，其中該隔離體包含具有多個孔的多孔基材，及形成在該多孔基材之至少一

表面上的有機/無機複合多孔膜。

引用概略顯示根據本發明之具體例的隔離體的圖 2，本發明之隔離體包含多孔基材 10 和有機/無機複合多孔膜 11，該膜 11 係形成在多孔基材之至少一表面上且包含無機粒子或其替代物 1，該等無機粒子或其替代物係藉由包圍該等粒子整體或部分之黏合劑聚合物 2 互相黏合。

該多孔基材可以是多孔聚合物膜基材或多孔聚合物之非織物基材。該多孔聚合物膜基材可以是由聚烯烴諸如聚乙烯及聚丙烯製成，如在此技藝中習知的。此一以聚烯烴為底質之多孔聚合物膜基材例如在 80 至 130°C 之溫度下具有例如停工功能。並且，除了該聚烯烴之外，該多孔聚合物膜可以是由聚合物諸如聚酯類製成。

並且，該多孔聚合物非織物可以是由聚酯類諸如聚對苯二甲酸伸乙二酯(PET)製成。

可用之具有孔洞的多孔基材的實例可以是由選自下列之至少一者所製成的多孔基材：聚烯烴、聚對苯二甲酸伸乙二酯、聚對苯二甲酸伸丁二酯、聚縮醛、聚醯胺、聚碳酸酯、聚醯亞胺、聚醚醚酮、聚醚砜、聚苯醚、聚苯硫醚、聚 2,6-萘酸伸乙二酯及其混合物。該多孔基材不受限制，若彼一般已在此技藝中用來作為隔離體。該多孔基材可以是膜或非織物形式。該多孔基材厚度不特別受限制，但較佳在 5 至 50 微米之範圍內。並且，在該多孔基材中之孔洞尺寸及其孔隙度不特別受限制，但較佳分別是在 0.01 至 50 微米及 10 至 95% 之範圍內。

電化學裝置可以是任何在其中可發生電化學反應的裝置，且該電化學裝置之特定實例包括所有種類之二次電池、燃料電池、太陽能電池或電容器諸如超電容器。特別地，在該等二次電池之間，包括鋰金屬二次電池、鋰離子二次電池、鋰聚合物二次電池或鋰離子聚合物二次電池之鋰二次電池是較佳的。

該電化學裝置可藉由在此技藝中已知之常見方法，例如藉由將前述隔離體插置在陰極與陽極之間且導入電解質溶液而製造。

本發明之隔離體可與任何未特別受限制之電極一同被使用，且該電極可根據在此技藝中已知的常見方法，藉由黏合電極活性材料與電極電流收集器而製造。陰極活性材料可以是任何在常見電化學裝置之陰極中普遍被使用者。該陰極活性材料之非限制實例包括鋰錳氧化物、鋰鈷氧化物、鋰鎳氧化物、鋰鐵氧化物、及其鋰複合氧化物。陽極活性材料可以是任何在常見電化學裝置之陽極中普遍被使用者。該陽極活性材料之非限制實例包括鋰、鋰合金、及鋰插入材料諸如碳、石油焦、活性碳、石墨及其他含碳材料。陰極電流收集器之非限制實例包括鋁箔、鎳箔及其組合。陽極電流收集器之非限制實例包括銅箔、金箔、鎳箔、銅合金箔及其組合。

在本發明之具體例中，可以使用由鹽和能溶解或解離該鹽之有機溶劑所組成之電解質。該鹽具有以 A^+B^- 所示之結構，其中 A^+ 是鹼金屬陽離子諸如 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 及其

組合且 B^- 是陰離子諸如 PF_6^- 、 BF_4^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 ClO_4^- 、 AsF_6^- 、 $CH_3CO_2^-$ 、 $CF_3SO_3^-$ 、 $N(CF_3SO_2)_2^-$ 、 $C(CF_2SO_2)_3^-$ 及其組合。適合溶解或解離該鹽之有機溶劑的實例包括但不限於碳酸伸丙二酯(PC)、碳酸伸乙二酯(EC)、碳酸二乙酯(DEC)、碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二丙酯(DPC)、二甲基亞砷、乙氰、二甲氧基乙烷、二乙氧基乙烷、四氫呋喃、N-甲基-2-吡咯啉酮(NMP)、碳酸乙酯甲酯(EMC)、 γ -丁內酯及其混合物。

該電解質可依照成品之製造方法和所要之物理性質，在製造電池期間的任何適合步驟中被導入。特別地，該電解質可在電池組合前或在電池組合之最後步驟中被導入。

並且，根據本發明之又一方面，提供一種電極結構，其包含電極電流收集器；在該電極電流收集器之至少一表面上所形成之電極活性材料層；及根據本發明之在該電極電流收集器之另一表面上所形成之有機/無機複合多孔膜。

引用概略顯示根據本發明之具體例的電極結構的圖3，本發明之電極結構包含電極電流收集器 20、在該電極電流收集器之至少一表面上所形成且包含電極活性材料 5 之電極活性材料層 22；及有機/無機複合多孔膜 21，其係形成在該電極電流收集器之另一表面上且包含無機粒子或其替代物 1，彼等係藉由包圍該等粒子之全部或部分的黏合劑聚合物 2 互相結合。

在該電極結構中之有機/無機複合多孔膜是與上述者

相同的。在下文中，將在以下詳細描述一種具有電極電流收集器和在包含電極活性材料之電極上所形成之有機/無機複合多孔膜的電極結構的製備方法。

本發明之電極結構的製備方法包含獲得一含有單元粒子之懸浮液，其中選自無機粒子和有機粒子之一或多種粒子或該等粒子之黏聚體係以黏合劑聚合物包圍；將該懸浮液塗覆在電極活性材料層(其係形成在電極電流收集器之至少一表面上)之另一表面上；且加熱經塗覆在該電極活性材料層上之該懸浮液以使該等單元粒子互相結合或使該等單元粒子與該電極活性材料層結合。

在該電極結構之製備方法中，將該懸浮液塗覆在該電極上，亦即塗覆在電極中在電極活性材料之另一不具有電極電流收集器之表面上，該電極活性材料層係形成在電極電流收集器之至少一表面上。

當加熱經塗覆在該電極活性材料層上之該懸浮液時，將在該等單元粒子中之黏合劑聚合物熔化以使該等單元粒子互相黏合或使該等單元粒子與該電極活性材料層黏合。在此情況中，在該等單元粒子之最外層中所存在之黏合劑聚合物藉由在其熔點附近稍微熔化而黏結。

該電極活性材料層可具有 0.5 至 200 微米之厚度。當滿足此厚度範圍時，該電極活性材料層可使其功能適合使用者。

並且，形成在該電極活性材料層上之有機/無機複合多孔膜可具有 0.5 至 50 微米之厚度。當該有機/無機複合

多孔膜滿足此種厚度範圍時，彼可均勻地形成在該電極活性材料層上，藉此作為絕緣層。

在包括於該電極結構中之有機/無機複合多孔膜中，該黏合劑聚合物含量以 100 重量份之無機粒子或其代替物計，為 1 至 30 重量份，較佳是 2 至 20 重量份。若該黏合劑聚合物之量少於 1 重量份，則該有機/無機複合多孔膜由於極小量之該黏合劑聚合物而可具有差的抗剝離性。若該黏合劑聚合物之量多於 30 重量份，則作為絕緣層之膜由於過量之黏合劑聚合物而發生孔洞尺寸和孔隙度之減低。

因為本發明之有機/無機複合多孔膜係作為在該電極上之絕緣層，故可提供具有絕緣層之電極結構。

所製備之電極結構可用在電化學裝置中。更特別地，本發明提供電化學裝置，其包含陰極、陽極、及電解質溶液，其中該陰極、陽極或此二者是根據本發明之電極結構。該電化學裝置具有可作為絕緣層之有機/無機複合多孔膜，藉此代替常見之隔離體。

該電極電流收集器可以是任何一般已用在此技藝中者。當使用該電極作為陰極時，陰極電流收集器可以是鋁箔、鎳箔或其組合。當使用該電極作為陽極時，陽極電流收集器可以是銅箔、金箔、鎳箔、銅合金箔或其組合，但本發明不限於此等種類。

用於製備該電極活性材料層之漿液可包含電極活性材料、黏合劑及溶劑，及視需要之傳導材料及其他添加劑。

該電極活性材料可以是任何一般已用在此技藝中者。當使用該電極作為陰極時，陰極活性材料可以是鋰錳氧化物、鋰鈷氧化物、鋰鎳氧化物、鋰鐵氧化物、或其鋰複合氧化物。當使用該電極作為陽極時，該陽極活性材料可以是鋰、鋰合金、及鋰插入材料諸如碳、石油焦、活性碳、石墨及其他含碳材料、或非含碳材料諸如金屬、金屬合金，但本發明不限於此。

電化學裝置包括任何內部可發生電化學反應之裝置，且該電化學裝置之特定實例包括所有種類之一次電池、二次電池、燃料電池、太陽能電池或電容器。

例如，該電化學裝置可藉由以下方式製備：使用上述具有該有機/無機複合多孔膜之電極且不使用常見之具有微孔的多孔聚烯烴隔離體，利用纏繞或堆疊以進行組合，接著導入電解質溶液於其中。

在本發明中，該電解質溶液之導入可在電池製造期間之任何適合步驟中，依照成品之製造方法和物理性質而進行。特別地，該電解質可在電池組合前或在電池組合之最後步驟中被導入。並且，因為本發明之電極是隔離體和電極之整合型式，基本上可能不需常見的隔離體，但具有本發明之有機/無機複合多孔膜的電極可與具有微孔之多孔聚烯烴隔離體組合。

藉由上述方法製備之電化學裝置較佳是鋰二次電池，其包括金屬鋰二次電池、鋰離子二次電池、鋰聚合物二次電池及鋰離子聚合物二次電池。

實例 1

<以有機/無機複合多孔膜製備隔離體>

在 50°C 下將 10 重量%之聚苯乙烯添加且溶解在二氯甲烷中約 12 小時，以獲得黏合劑聚合物溶液。將氧化鋁粉末添加於此溶液以作為無機粒子，以致該等無機粒子與黏合劑聚合物之重量比率是 10:1。所得之混合物通過具有 1 微米或更小之孔尺寸的濾器且滴入含有 Tween 20 之水溶液。藉由將該水溶液維持在 25°C，該混合物在被滴入該水溶液之後立即固化，以獲得單元粒子，其中該無機粒子表面被該黏合劑聚合物包圍。然後，將作為增稠劑之 CMC 添加於該水溶液以獲得漿液。所得之漿液藉由浸漬塗覆而塗覆在 12 微米厚之多孔聚乙烯膜(孔隙度 45%)的二表面上，對其加熱 80°C，藉此允許黏合劑聚合物最外部因稍微熔化而黏合。所得之有機/無機複合多孔膜透過其 SEM 照片來觀察。結果，該等無機粒子之填充比率計算為 70%。

<鋰二次電池之製備>

陽極之製備

將 96 重量%之作為陽極活性材料的碳粉、3 重量%之作為黏合劑的聚偏二氟乙烯(PVdF)、及 1 重量%之作為傳導材料之碳黑添加於作為溶劑之 N-甲基-2-吡咯啉酮(NMP)中，以獲得陽極材料之漿液。將該漿液塗覆在作為陽極電流收集器之 10 微米厚的銅(Cu)薄膜上，接著乾燥

以製備陽極。該陽極受到滾壓。

陰極之製備

將 92 重量%之作為陰極活性材料的 Li-Co 複合氧化物、4 重量%之作為傳導材料之碳黑、4 重量%之作為黏合劑的 PVdF 添加於作為溶劑的 N-甲基-2-吡咯啉酮，以獲得陰極材料之漿液。將該漿液塗在作為陰極電流收集器之 20 微米厚的鋁(Al)薄膜上，接著乾燥以製備陽極。該陽極受到滾壓。

電池之製備

以上所製備之隔離體和電極藉由堆疊而組合。將 1M LiPF₆ 於碳酸伸乙二酯:碳酸乙酯甲酯(EC/EMC=1:2)的混合物中所成之電解質溶液導入所得之組套件，以製備鋰二次電池。

實例 2

用於有機/無機複合多孔膜之漿液的製備

在 50°C 下，將 10 重量%之聚苯乙烯添加且溶解於二氯甲烷中約 12 小時以獲得黏合劑聚合物溶液。添加氧化鋁粉以作為無機粒子，以致該等無機粒子與該黏合劑聚合物之重量比率是 10:1。所得之混合物通過具有 1 微米或更小之孔尺寸的濾器且滴入含有 Tween 20 之水溶液。藉由將該水溶液維持在 25°C，該混合物在被滴入該水溶液之

後立即固化，以獲得單元粒子，其中該等無機粒子表面係被該黏合劑聚合物包圍。然後，將作為增稠劑之 CMC 添加於該水溶液以獲得漿液。

用於陽極活性材料層之漿液的製備

將 96 重量%之作為陽極活性材料的碳粉、3 重量%之作為黏合劑的 CMC-SBR、及 1 重量%之作為傳導材料的碳黑添加於蒸餾水(H₂O)中，以獲得用於陽極活性材料層的漿液。

用於陰極活性材料層之漿液的製備

將 92 重量%之作為陰極活性材料的 Li-Co 複合氧化物(LiCoO₂)、4 重量%之作為傳導材料之碳黑、4 重量%之作為黏合劑的 CMC-SBR 添加於作為溶劑的 N-甲基-2-吡咯啉酮，以獲得用於陰極活性材料層之漿液。

包含絕緣層之電池的製備

將用於陽極活性材料層之漿液塗在 15 微米厚之銅的電流收集器，接著乾燥且加壓，且將用於有機/無機複合多孔膜的漿液塗在其上。將彼加熱 80℃，藉此允許黏合劑聚合物最外部藉由稍微融化而結合，以獲得包含絕緣層之陽極結構。所得之有機/無機複合多孔膜透過其 SEM 照片來觀察。結果，該等無機粒子之填充比率計算為 70%。

同樣地，將用於陰極活性材料之漿液塗在 15 微米厚

之鋁的電流收集器，以獲得陰極結構。

以上所得之經塗覆的陽極和經塗覆的陰極係在沒有常見之聚烯烴隔離體下，藉由堆疊組合而獲得。將 1 M LiPF_6 於碳酸伸乙二酯、碳酸伸丙二酯和碳酸二乙酯 (EC/PC/DEC=30/20/50 重量%)之混合物中所成之電解質溶液導入所得之組合件中，以製備鋰二次電池。

比較用實例 1

在 50°C 下將 5 重量%之聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯 (PVdF-HFP) 添加且溶解於丙酮中約 12 小時，以獲得黏合劑聚合物溶液。將 Al_2O_3 添加於此溶液以作為無機粒子，以致該黏合劑聚合物與 Al_2O_3 之重量比率為 10:90，且利用球研磨 12 小時來粉碎且分散而獲得漿液。所得之漿液利用浸漬塗覆以塗覆在 12 微米厚之多孔聚乙烯膜(孔隙度 45%)之二表面上，接著乾燥以獲得有機/無機塗層。藉此，製備具有有機/無機塗層之隔離體。

比較用實例 2

將 100 重量份之作為無機粒子的 Al_2O_3 粉、2 重量份之羧甲基纖維素鈉(CMC)、及 4 重量份之苯乙烯-丁二烯橡膠(SBR)添加且溶解於蒸餾水(H_2O)中約 12 小時，以獲得聚合物溶液。該聚合物溶液受到球研磨以供粉碎且分散 Al_2O_3 粉，以獲得用於絕緣溶液之漿液。在將用於陽極活性材料之漿液塗在 15 微米厚之銅的電流收集器上，接著

乾燥且加壓後，且將用於絕緣溶液之漿液塗在其上，接著乾燥且加壓。藉此，製備具有絕緣層之電極結構。

<實驗實例>

無機粒子和黏合劑聚合物在有機/無機複合多孔膜中的分布評估

分析該多孔膜的剖面。結果確認：無機粒子全部以均勻孔尺寸方式被分布且顯現出 70%之填充比率(及 30%之孔隙度)。

【符號說明】

- 1：無機粒子和其代替物
- 2：黏合劑聚合物
- 3：單元粒子
- 5：電極活性材料
- 10：多孔基材
- 20：電極電流收集器
- 11,21：有機/無機複合多孔膜
- 22：電極活性材料層

申請專利範圍

1. 一種有機/無機複合多孔膜，其包含：無機粒子、有機粒子、以及黏合劑聚合物，

其中該等無機粒子和該等有機粒子係藉由包圍該等粒子表面的該黏合劑聚合物互相黏合，且該等無機粒子及該等有機粒子係以 60 至 70% 之比率填充在該膜中，且

其中該等有機粒子係選自由聚苯乙烯(PS)、聚縮醛(聚甲醛，POM)、聚醯胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、經改質之聚苯醚(m-PPE)、聚對苯二甲酸丁二酯(PBT)、及其混合物所組成之群組。

2. 如申請專利範圍第 1 項之有機/無機複合多孔膜，其中該黏合劑聚合物含量以 100 重量份之該等無機粒子和該等有機粒子計係 1 至 30 重量份。

3. 如申請專利範圍第 1 項之有機/無機複合多孔膜，其中該等無機粒子係選自由具有 5 或更高之介電常數的無機粒子、具有輸送鋰離子之能力的無機粒子及其混合物所組成之群組。

4. 如申請專利範圍第 1 項之有機/無機複合多孔膜，其中該黏合劑聚合物係選自由下列所組成之群組：聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯、聚偏二氟乙烯-共-三氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚乙烯基吡咯啉酮、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯-共-乙酸乙烯酯、聚氧化乙烯(polyethylene oxide)、乙酸纖維素、乙酸丁酸纖維素、乙酸丙酸纖維素、氰基乙基聚三葡萄糖、氰基乙基聚乙醇、氰基乙基

纖維素、氰基乙基蔗糖、聚三葡萄糖、羧甲基纖維素、丙烯酸腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚醯亞胺、聚苯乙烯、聚乙烯及其混合物。

5. 如申請專利範圍第 1 項之有機/無機複合多孔膜，其中在該有機/無機複合多孔膜中，該等無機粒子和該等有機粒子被填充且藉由該黏合劑聚合物互相黏合，間隙體積係由該黏合劑聚合物形成在該等粒子之間，且在該等粒子之間間隙體積變成空的空間以形成孔洞。

6. 如申請專利範圍第 1 項之有機/無機複合多孔膜，其中該有機/無機複合多孔膜具有 0.5 至 50 微米之厚度。

7. 一種製備用於電化學裝置之有機/無機複合多孔膜的方法，其包含提供單元粒子，其中無機粒子及有機粒子或該等粒子之黏聚體係被黏合劑聚合物所包圍；及將熱施加於該等單元粒子以使單元粒子互相黏合。

8. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該等單元粒子具有 0.01 至 20 微米之平均直徑。

9. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該黏合劑聚合物在該等單元粒子中的含量以 100 重量份之該等無機粒子及該等有機粒子計係 1 至 30 重量份。

10. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該將熱施加於該等單元粒子之步驟係在比該黏合劑聚合物之熔點高 5 至 100°C 之溫度下進行以供黏合該等單元粒子。

11. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該等無機粒子係選自由具有 5 或更高之介電常數的無機粒子、具有輸

送鋰離子之能力的無機粒子及其混合物所組成之群組。

12. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該等有機粒子係選自由聚乙烯(PE)、聚苯乙烯(PS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚縮醛(聚甲醛，POM)、聚醯胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、經改質之聚苯醚(m-PPE)、聚對苯二甲酸丁二酯(PBT)、及其混合物所組成之群組。

13. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該黏合劑聚合物係選自由下列所組成之群組：聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯、聚偏二氟乙烯-共-三氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯腈、聚乙烯基吡咯啉酮、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯-共-乙酸乙烯酯、聚氧化乙烯(polyethylene oxide)、乙酸纖維素、乙酸丁酸纖維素、乙酸丙酸纖維素、氰基乙基聚三葡萄糖、氰基乙基聚乙烯醇、氰基乙基纖維素、氰基乙基蔗糖、聚三葡萄糖、羧甲基纖維素、丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物、聚醯亞胺、聚苯乙烯、聚乙烯及其混合物。

14. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中在該有機/無機複合多孔膜中，該等無機粒子和該等有機粒子被填充且藉由該黏合劑聚合物互相黏合，間隙體積係由該黏合劑聚合物形成在該等粒子之間，且在該等粒子之間間隙體積變成空的空間而形成孔洞。

15. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中該有機/無機複合多孔膜具有 0.5 至 50 微米之厚度。

16. 一種電化學裝置，其包含陰極、陽極及插置在該陰極與該陽極之間的隔離體，

其中該隔離體是如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之有機/無機複合多孔膜。

17. 一種電化學裝置，其包含陰極、陽極及插置在該陰極與該陽極之間的隔離體，

其中該隔離體包含具有多個孔洞之多孔基材，及在該多孔基材之至少一表面上所形成之如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項的有機/無機複合多孔膜。

18. 一種電極結構，其包含電極電流收集器；在該電極電流收集器之至少一表面上所形成之電極活性材料層；及在該電極電流收集器之另一表面上所形成之如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項的有機/無機複合多孔膜。

19. 一種電化學裝置，其包含陰極、陽極及電解質溶液，其中該陰極和該陽極之至少一者是申請專利範圍第 18 項之電極結構。

圖式

圖 1

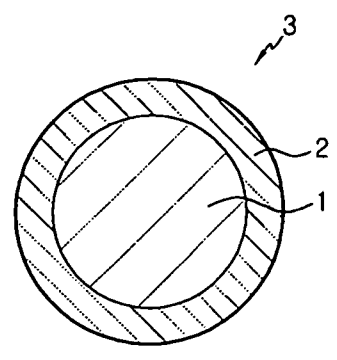


圖 2

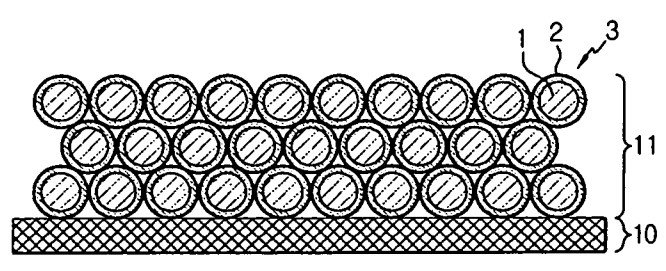


圖 3

