

1.技術名稱

創作人：黃炳照、王復民、李佳徽

耐高壓添加劑

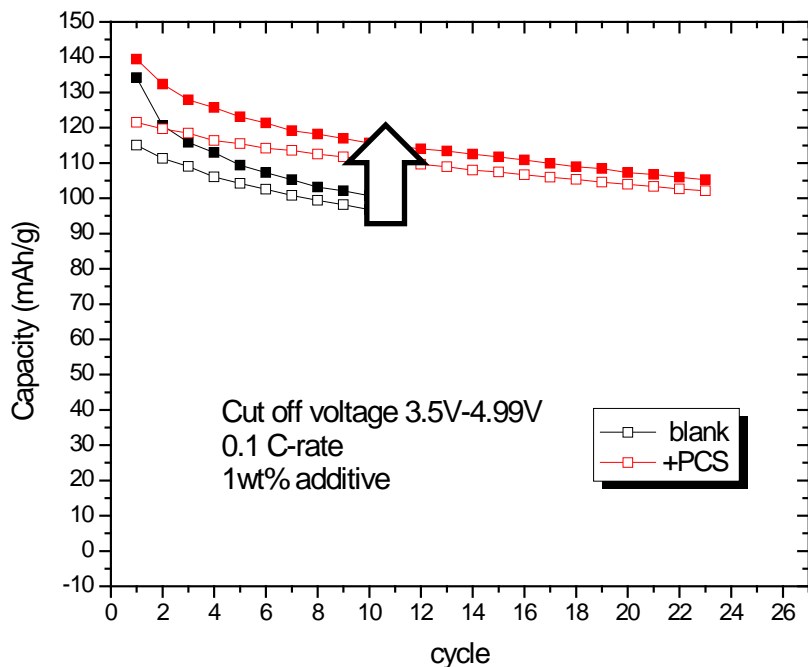
2.技術內容

市面上鋰離子電池的操作電壓一般來說皆大約為4.3V，當電池操作電壓大於4.3伏特時即會造成鋰電池內部之電解質分解生成氧氣與氫氣，造成電池膨脹與性能衰退，並使其使用危險性上升。本技術之創新點在於鋰電池電解質中可添加磺酸基(sulfonyl)相關結構之分子作為添加劑，使鋰電池之操作電壓可在大於4.3-5伏特的範圍進行充放電，實驗結果顯示利用磺酸基(sulfonyl)相關結構之分子作為添加劑可以有效提升鋰電池電容量5~10%與循環壽命。有效提升電池性能，使鋰電池具有更高能之充放電壓，增加研究用應範圍。

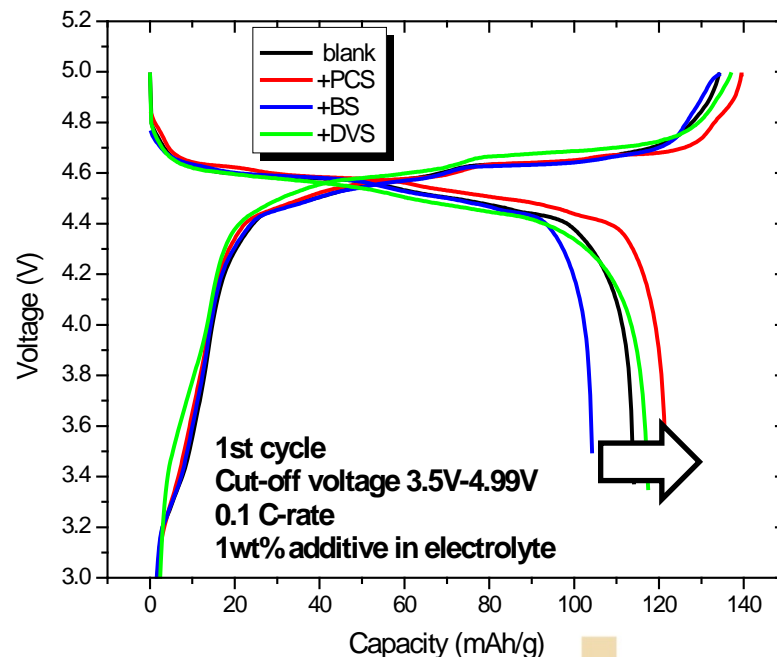


3.代表圖式

鋰電池芯一般操作電壓為4.3V左右，本添加劑技術可使鋰電池之操作電壓範圍增加至5V，有效提升電池性能，使鋰電池具有更高能之充放電壓，增加研究用應範圍。



圖一 鋰離子電池循環壽命測試圖



圖二 鋰離子電池充放電曲線圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

一、發明名稱：

鋰離子電池及其製造方法

LITHIUM-ION BATTERY AND METHOD FOR
FABRICATING THE SAME

二、中文發明摘要：

一種鋰離子電池及其製造方法，鋰離子電池包括陽極、陰極、隔離膜以及電解質溶液。陰極係相對陽極而配置，且隔離膜係配置於陽極與陰極之間，其中陽極、陰極與隔離膜會共同定義一容置區域，而電解質溶液係配置於容置區域內。電解質溶液包括有機溶劑、鋰鹽以及添加劑，添加劑係佔電解質溶液總量的 0.1 wt% 至 5 wt%，且添加劑係包括含磺醯基等物種，而鋰離子電池的全電池電位為 4.5 V 以上。本發明之鋰離子電池及其製造方法係利用含磺醯基物種作為添加劑，因而能夠在高電壓充放電條件下操作。

三、英文發明摘要：

A lithium-ion battery and a method for fabricating the same are provided. The lithium-ion battery includes an anode, a cathode, a separator, and an electrolyte solution. The

cathode is disposed opposite to the anode. The separator is disposed between the anode and the cathode, wherein a containing region is defined by the anode, the cathode and the separator jointly. The electrolyte solution disposed within the containing region includes an organic solvent, a lithium salt and an additive. The additive includes sulfonyl-containing species, and the content thereof ranges between 0.1 wt% and 5 wt%. The whole-cell potential of the lithium-ion battery is 4.5 V or above. In the lithium-ion battery and the method for fabricating the same of the invention, the sulfonyl-containing species serves as the additive, thereby capable of operating the battery in a condition of high-voltage charge and discharge.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：鋰離子電池

102：陽極

102a：陽極金屬箔

102b：陽極活性物質

104：陰極

104a：陰極金屬箔

104b：陰極活性物質

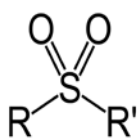
106：隔離膜

108：電解質溶液

110：容置區域

112：封裝結構

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



式(1)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種鋰離子電池，且特別是有關於一種耐高電壓之鋰離子電池。

【先前技術】

由於一次電池不符環保需求，因此近年來可充電式的二次電池系統逐漸受到重視。現今可攜式電子產品如數位相機、手機、筆電皆需要輕量化的電池，且隨著可攜式電子產品之快速發展和普遍化，這種可重複充電放電的鋰離子電池因兼具重量輕、高電壓值與高能量密度等特點，因而使得其之市場需求量與日遽增。此外，相較於傳統的鉛蓄電池、鎳氫電池、鎳鋅電池、鎳鎘電池，鋰離子電池具有工作電壓高、能量密度大、重量輕、壽命長及環保性佳等優點，也是未來應用在可撓式電池的最佳選擇。因此，目前對於鋰離子電池之諸如輕質耐用、高電壓、高能量密度與高安全性等等性能的要求也越來越高，其尤其在輕型電動車、電動車、大型儲電產業上的應用及拓展潛力極高。

目前，市面上的商用鋰離子電池之電壓操作範圍 (electrochemical potential window) 一般皆落在 3~4.2 V 的範圍內，也因此限制了鋰離子電池的應用範圍。當鋰離子電池的操作電壓大於 4.5 V 時，即會造成鋰離子電池內部的電解質分解生成氧氣與氫氣，而造成電池膨脹與性能衰退，並增高其使用危險性。鑑於電動車等高電位及高功率

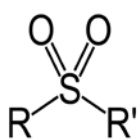
用途的市場發展，能夠高單位電壓輸出/輸入之鋰離子電池的需求也會快速成長。

有鑑於此，本發明提供一種鋰離子電池及其製造方法，其所製作出的鋰離子電池可以具有更高的操作電壓。

【發明內容】

本發明提出一種鋰離子電池，其包括陽極、陰極、隔離膜以及電解質溶液。陰極係相對陽極而配置，且隔離膜則配置於陽極與陰極之間，其中陽極、陰極與隔離膜係共同定義一容置區域。電解質溶液係配置於容置區域內，而電解質溶液包括有機溶劑、鋰鹽以及添加劑，其中添加劑佔電解質溶液總量的 0.1 wt% 至 5 wt%，且添加劑包括含磺醯基(sulfonyl)物種。鋰離子電池的全電池電位為 4.5 V 以上。

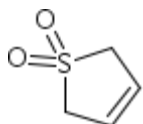
依照本發明實施例所述之鋰離子電池，上述之含磺醯基物種係為下式(1)所示結構中之至少一者：



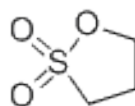
式(1)

其中，R 及 R' 分別獨立地表示相同或異構之 C1~C5 烷基支鏈、C1~C5 烯基支鏈或 C1~C5 醚基，或者 R 與 R' 可形成脂環族分子結構。

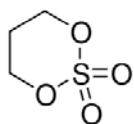
依照本發明實施例所述之鋰離子電池，上述由式(1)所表示之含磺醯基物種係選自於由下式(1-1)、式(1-2)、式(1-3)以及式(1-4)所組成之群組：



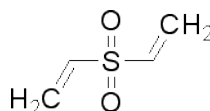
式(1-1)



式(1-2)



式(1-3)



式(1-4)

。

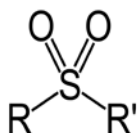
依照本發明實施例所述之鋰離子電池，上述之陽極的半電池鋰離子遷入電位(還原電位)為 0.2 V 以下。在一實施例中，陽極包括選自由碳化物、矽化物、錫化物與矽-錫合金化合物所組成之群組的材料。

依照本發明實施例所述之鋰離子電池，上述之陰極的半電池鋰離子遷出電位(氧化電位)為 4.5 V 以上。在一實施例中，陰極包括選自由 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ 、 LiMnPO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 及聚合陰離子團 (polyanion group) 為主所組成之群組的材料，其中 $0 < x < 2$ 。

依照本發明實施例所述之鋰離子電池，其更包括包圍在陽極、陰極以及隔離膜的外側之封裝結構。

本發明另外提出一種鋰離子電池的製造方法，其包括下列步驟。分別製備陽極以及陰極；以隔離膜將陽極與陰極隔開，而使陽極、陰極與隔離膜共同定義一容置區域；以及於容置區域內加入電解質溶液，其中電解質溶液包括有機溶劑、鋰鹽以及添加劑，且添加劑佔電解質溶液總量的 0.1 wt% 至 5 wt%，且添加劑包括一含磺醯基物種。上述之鋰離子電池的全電池電位係為 4.5 V 以上。

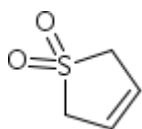
依照本發明實施例所述之鋰離子電池的製造方法，上述之含磺醯基物種係為下式(1)所示結構中之至少一者：



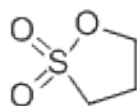
式(1)

其中，R 及 R' 分別獨立地表示相同或異構之 C1~C5 烷基支鏈、C1~C5 烯基支鏈或 C1~C5 醚基，或者 R 與 R' 可形成脂環族分子結構。

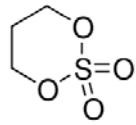
依照本發明實施例所述之鋰離子電池的製造方法，上述由式(1)表示之含磺醯基物種係選自於由下式(1-1)、式(1-2)、式(1-3)以及式(1-4)所組成之群組：



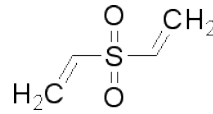
式(1-1)



式(1-2)



式(1-3)



式(1-4)

依照本發明實施例所述之鋰離子電池的製造方法，更包括以封裝結構包覆在陽極、陰極以及隔離膜的外側。

基於上述說明，本發明之鋰離子電池及其製造方法，係藉由在電解質溶液中加入含磺醯基物種作為添加劑，並搭配高電壓正極材料來製造，因此能夠有效提升鋰離子電池的操作電壓及效能，進而增加鋰離子電池的應用範圍。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 是依照本發明之一實施例之鋰離子電池的剖面示意圖。請參照圖 1，鋰離子電池 100 包括有陽極 102、陰極 104、隔離膜 106 以及電解質溶液 108。陰極 104 係相對陽極 102 而配置，且隔離膜 106 係配置於陽極 102 與陰極 104 之間，以使得陽極 102、陰極 104 與隔離膜 106 共同定義出一容置區域 110。電解質溶液 108 則配置於容置區域 110 內。在一實施例中，鋰離子電池 100 的全電池電位約為 4.5 V 以上。在另一實施例中，鋰離子電池 100 的全電池電位約為 4.9 V 以上。

陽極 102 的半電池鋰離子遷入電位(還原電位)係例如為 0.2 V 以下。在一實施例中，陽極 102 包括陽極金屬箔 102a 及陽極活性物質 102b。陽極活性物質 102b 可藉由塗佈或是濺鍍於陽極金屬箔 102a 上，而構成陽極電極芯。陽極金屬箔 102a 可以例如是銅箔、鋁箔、鎳箔或不鏽鋼箔。陽極活性物質 102b 可以包括選自於由碳化物、矽化物、錫化物與矽-錫合金化合物所組成之群組的材料。上述作為陽極活性物質 102b 的碳化物可以例如是人工石墨、天然石墨、碳粉體、碳纖維、奈米碳管、石墨烯或上述之混合物搭配組合。在一實施例中，當陽極活性物質 102b 為碳粉體時，其之粒徑約介於 5 μm 至 30 μm 之間。上述作為陽極活性物質 102b 的矽化物可以例如是 Si 微米顆粒或 Si 奈米顆粒。

陰極 104 的半電池鋰離子遷出電位(氧化電位)可以例如為 4.5 V 以上。在一實施例中，陰極 104 包括陰極金屬箔 104a 及陰極活性物質 104b。陰極活性物質 104b 可藉由塗佈或是濺鍍於陰極金屬箔 104a 上，而構成陰極電極芯。陰極金屬箔 104a 可以例如是銅箔、鋁箔、鎳箔或不鏽鋼箔。陰極活性物質 104b 的材料可以例如是鋰與過渡金屬混合氧化物(lithium mixed transition metal oxide)，其包括可選自於由 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ 、 LiMnPO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 及聚合陰離子團(polyanion group)為主所組成之群組的材料，其中 $0 < x < 2$ 。上述聚合陰離子團為具有巨大分子體積或是分子量極大之陰離子的總稱，如 $(\text{PO}_4)^-$ 、 $(\text{SiO}_4)^-$ 、 $(\text{PO}_4\text{F})^-$ 、 $(\text{CO}_3)^-$ 、 $(\text{BO}_3)^-$ 等。

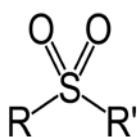
在一實施例中，上述之陽極 102 及陰極 104 係分別更包括高分子黏著劑(polymer binder)(未繪示)，以將陽極活性物質 102b 黏著於陽極金屬箔 102a 上，並將陰極活性物質 104b 黏著於陰極金屬箔 104a 上，以增加陽極、陰極電極芯之機械性質。合適之高分子黏著劑可以為聚二氟乙烯(polyvinylidene fluoride, PVDF)、苯乙烯丁二烯橡膠(styrene-butadiene rubber, SBR)、聚醯胺(polyamide)、三聚氰胺樹脂(melamine resin)或上述之組合物。

位於陽極 102 與陰極 104 之間的隔離膜 106 可以包括絕緣材料，其可以例如是聚乙烯(polyethylene, PE)、聚丙烯(polypropylene, PP)或上述材料的多層複合結構如 PE/PP/PE。

電解質溶液 108 之主要成份為有機溶劑、鋰鹽以及添加劑，其中有機溶劑的添加量係占電解質溶液 108 總量的約 15~35 wt%，鋰鹽的添加量係占電解質溶液 108 總量的約 5~20wt%，添加劑的添加量則占電解質溶液 108 總量的約 0.1~5 wt%。有機溶劑可以例如是 γ -丁基內酯(γ -butyrolactone, GBL)、碳酸乙烯酯(ethylene carbonate, EC)、碳酸丙烯酯(propylene carbonate, PC)、碳酸二乙酯(diethyl carbonate, DEC)、乙酸丙酯(propyl acetate, PA)、碳酸二甲酯(dimethyl carbonate, DMC)、碳酸甲乙酯(ethylmethyl carbonate, EMC)或上述之組合。鋰鹽則可以例如是 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiSbF_6 、 LiClO_4 、 LiAlCl_4 、 LiGaCl_4 、 LiNO_3 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 LiSCN 、

LiO₃SCF₂CF₃、LiC₆F₅SO₃、LiO₂CCF₃、LiSO₃F、LiB(C₆H₅)₄、LiCF₃SO₃或上述之組合。

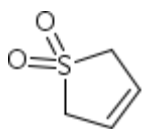
值得一提的是，為了獲得可高電壓充放電的鋰離子電池 100，在電解質溶液 108 中所選用的添加劑可以包括含磺醯基(sulfonyl)物種。在一實施例中，含磺醯基物種的結構可為下式(1)所示結構中之至少一者。



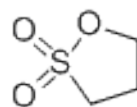
式(1)

其中，R 及 R'分別獨立地表示相同或異構之 C1~C5 烷基支鏈、C1~C5 烯基支鏈或 C1~C5 醚基，或者 R 與 R'可形成脂環族分子結構。

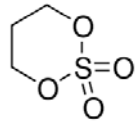
具體而言，由式(1)來表示之該含磺醯基物種可以例如是選自於由丁二烯磺(butadiene sulfone)、1,3-丙烷磺內酯(1,3-propanesulfone)、硫酸亞丙酯(1,3-propanediol cyclic sulfate)以及二乙烯磺(divinyl sulfone)所組成之群組，其分別可以由下式(1-1)、式(1-2)、式(1-3)以及式(1-4)來表示：



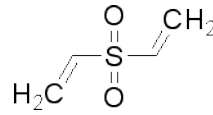
式(1-1)



式(1-2)



式(1-3)



式(1-4)

在一實施例中，含磺醯基物種在電解質溶液 108 中的比例約為 0.1~5 wt%。在另一實施例中，含磺醯基物種在電解質溶液 108 中的比例約為 0.1~1 wt%。承上述，若電解質溶液 108 中的含磺醯基物種含量過低(例如不足 0.1 wt%)時，則電解液在電池電壓超過 4.5 V 的時候，將會造成電解液裂解並使電池容量減損；若電解質溶液 108 中的含磺醯基物種含量過高(例如超過 5 wt%)時，則電極表面會因為添加劑含量太高而使得鈍性膜(如固態電解質介面(SEI))生長過厚，進而可能產生其他會影響電池性能之副反應。

此外，鋰離子電池 100 更可以包括封裝結構 112。此封裝結構 112 可以為一般的鋁箔封裝袋，以包覆在陽極 102、陰極 104 以及隔離膜 106 的外側。

要特別說明的是，一般鋰離子電池之操作電壓係取決於電極材料的選擇，以及電解質的電壓操作範圍(electrochemical potential window)。本發明實施例係使用全電池電位差約為 4.5 V 以上之陽極材料及陰極材料，並搭配具磺酸基(sulfonyl)結構之分子，以作為電解質溶液中的添加劑而應用於鋰離子電池，藉此提升電池效能及操作電壓。相較於一般商用鋰離子電池的充放電範圍皆在 3~4.2 V

以內，本發明所提出之電解質溶液的添加劑能夠使鋰離子電池的操作電壓，大於一般鋰離子電池之最大截止電壓 4.2 V，並且在大於 4.5 V 之充放電條件下仍具有高循環壽命，因此本發明所提出之技術可有助於提升鋰離子電池之效能，並增加其在高電位及高功率等用途中的應用範圍。

接下來將以圖 1 所繪示之鋰離子電池 100 為例，來說明本發明之鋰離子電池的製造方法。須注意的是，以下所述之流程順序主要是為了使熟習此項技術者能夠據以實施，而並非用以限定本發明之範圍。至於鋰離子電池中之各構件的材料、配方等等已詳述於先前的實施例，故於此將不再贅述。圖 2 是依照本發明的一實施例之鋰離子電池的製造步驟流程圖。

請參照圖 2，進行步驟 S202 以分別製備陽極及陰極。陽極的製備方法可以例如是在陽極金屬箔上，藉由塗佈或濺鍍等方式來形成陽極活性物質，而陰極的製備方法則可以例如是在陰極金屬箔上，藉由塗佈或濺鍍等方式來形成陰極活性物質。之後，再分別經過適當處理(如乾燥、壓縮並剪裁)而形成陽極電極芯及陰極電極芯。要特別說明的是，適當地選擇陽極與陰極的材料，而使得陽極材料的半電池鋰離子遷入電位(還原電位)，與陰極材料的半電池鋰離子遷出電位(氧化電位)之間的電位差約為 4.5 V 以上。

進行步驟 S204，以隔離膜將陽極與陰極隔開，其中陽極、陰極與隔離膜會共同定義出一容置區域。在一實施例中，隔離膜可以例如是以捲繞的方式，將陽極及陰極隔開後製作成電池芯。

進行步驟 S206，於容置區域內加入電解質溶液，電解質溶液可以包括含磺醯基物種以作為添加劑。具體而言，電解質溶液的製備方式主要是包括將有機溶劑、鋰鹽以及添加劑相混合，且含磺醯基物種在電解質溶液中的比例約為 0.1~5 wt%。使用含磺醯基物種作為添加劑，能夠使電解質溶液成為耐高電壓電解質溶液，並在搭配高電壓正極材料後，而能夠獲得操作電壓約 4.5 V 以上的鋰離子電池。

進行步驟 S208，以封裝結構包覆在陽極、陰極以及隔離膜的外側，進而完成鋰離子電池結構的製作。

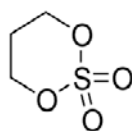
為證實用於本發明實施例之鋰離子電池及其製造方法，可以確實改善鋰離子電池使其具有較高的操作電壓，以及在在此充放電條件下仍具有循環壽命，接下來將以實驗例來說明其特性。以下實驗例之數據結果僅是用來說明本發明實施例所製作出的鋰離子電池，在經過多次充電放電循環測試後的電性量測結果，而並非用以限定本發明之範圍。

實驗例 1

將 85 重量份之 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 、5 重量份之聚偏二氟乙烯(polyvinylidene difluoride, PVDF)及 10 重量份之乙炔黑(導電粉)，分散於 N-甲基吡咯酮(N-methyl-2-pyrrolidinone, NMP)中，並將此漿體塗佈於鋁箔後加以乾燥、壓縮並剪裁，以形成陰極電極芯。

將 95 重量份之石墨(maso carbon micro board, MCMB) 及 5 重量份之 PVDF 分散於 NMP 中，並將此漿體塗佈於銅箔後加以乾燥、壓縮並剪裁，以形成陽極電極芯。

另外，混合 1 體積份之碳酸乙烯酯(ethylene carbonate, EC) 及 1 體積份之碳酸二乙酯(diethyl carbonate, DEC)以作為電解質溶液之有機溶劑。在此有機溶劑中添加濃度為 1M之LiPF₆作為電解質溶液之鋰鹽，接著加入硫酸亞丙酯(1,3-propanediol cyclic sulfate)以作為電解質溶液之添加劑。硫酸亞丙酯之結構係如下式(1-3)所示，且其添加量係占電解質溶液總量的 1.0 wt%。



式(1-3)

接著，使用 PP 作為隔離膜並經由捲繞方式將陽極及陰極隔開後並定義一容置區域，進而製作成電池芯。於陽極及陰極之間的容置區域內加入上述之電解質溶液。最後以封裝結構封住上述結構，進而完成鋰離子電池的製造，並進行以下的電性量測 1。

比較實驗例 1

除了在電解質溶液的製備過程中不添加添加劑之外，其餘電池之製作以及電解質溶液之溶劑、鋰鹽種類和比例均與

實驗例 1 相同，進而完成比較實驗例 1 之鋰離子電池的製作，並進行以下的電性量測 1。

電性量測 1

A. 電池容量：

分別將實驗例 1 及比較實驗例 1 之鋰離子電池，以固定電流/電壓進行充電放電。首先，以 0.2 mA/cm^2 之固定電流將電池充電至 4.99 V ，直到電流小於或等於 0.02 mA 。接著，再以固定電流 0.2 mA/cm^2 將電池放電至截止電壓 2.75 V 。所量測到的實驗例 1 及比較實驗例 1 放電時之電池容量(milliamp hours per gram, mAh/g)，在經過計算後可進行作圖如圖 3 所示。

B. 充電放電循環測試：

分別將實驗例 1 及比較實驗例 1 之鋰離子電池，以固定電流/電壓進行充電放電。首先，以 0.25 mA 之固定電流將電池充電至 4.99 V ，直到電流小於或等於 0.0025 mA 。接著，再以固定電流 0.25 mA 將電池放電至截止電壓 2.75 V ，並重複上述過程 10-30 次。每次循環所量測到的實驗例 1 及比較實驗例 1 於放電時之電池容量(mAh/g)，在經過計算後可進行作圖如圖 3 所示。

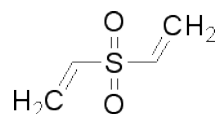
實驗例 2

將 85 重量份之 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 、5 重量份之 PVDF 及 10 重量份之乙炔黑(導電粉)分散於 N-甲基吡咯酮(NMP)中，

並將此漿體塗佈於鋁箔後加以乾燥、壓縮並剪裁以形成陰極電極芯。

將 95 重量份之石墨(MCMB)及 5 重量份之 PVDF 分散於 NMP 中，並將此漿體塗佈於銅箔後加以乾燥、壓縮並剪裁以形成陽極電極芯。

另外，混合 1 體積份之 EC 及 1 體積份之 DEC 以作為電解質溶液之有機溶劑。在此有機溶劑中添加濃度為 1M 之 LiPF_6 ，以作為電解質溶液之鋰鹽，接著加入二乙烯砜 (divinyl sulfone) 以作為電解質溶液之添加劑。二乙烯砜之結構係如下式(1-4)所示，且其添加量係占電解質溶液總量的 1.0 wt%。



式(1-4)

之後，以 PP 作為隔離膜並在經過捲繞方式，將陽極及陰極隔開後並定義一容置區域，而製作成電池芯。於陽極及陰極之間的容置區域內加入上述之電解質溶液。最後以封裝結構封住上述結構，進而完成鋰離子電池的製造，並進行以下的電性量測 2。

比較實驗例 2

除了在電解質溶液的製備過程中不添加添加劑之外，其餘電池之製作以及電解質溶液之溶劑、鋰鹽種類和

比例均與實驗例 2 相同，進而完成比較實驗例 2 之鋰離子電池的製作，並進行以下的電性量測 2。

電性量測 2

A. 電池容量：

分別將實驗例 2 及比較實驗例 2 之鋰離子電池，以固定電流/電壓進行充電放電。首先，以 0.2 mA/cm^2 之固定電流將電池充電至 4.99 V ，直到電流小於或等於 0.1 mA 。接著，再以固定電流 0.2 mA/cm^2 將電池放電至截止電壓 2.75 V 。所量測到的實驗例 2 及比較實驗例 2 放電時之電池容量(mAh/g)經計算後可進行作圖如圖 4 所示。

B. 充電放電循環測試：

分別將實驗例 2 及比較實驗例 2 之鋰離子電池以固定電流/電壓進行充電放電。首先，以 0.25 mA 之固定電流將電池充電至 4.99 V ，直到電流小於或等於 0.0025 mA 。接著，再以固定電流 0.25 mA 將電池放電至截止電壓 2.75 V ，並重複上述過程 10 次。每次循環所量測到的實驗例 2 及比較實驗例 2 放電時之電池容量(mAh/g)，在經過計算後可進行作圖如圖 4 所示。

由圖 3 及圖 4 的實驗結果可知，在鋰離子電池第 1 次放電時，相較於電解質溶液中未添加添加劑之比較實驗例 1、2，使用含磺醯基物種作為添加劑之實驗例 1、2 的電池容量係明顯較高。隨著鋰離子電池經過多次充放電循環之後，實驗例 1、2 的電池容量仍高於比較實驗例 1、2 的電

池容量。由此可知，本發明之鋰離子電池在利用含磺醯基的相關結構作為添加劑下，可以提升鋰離子電池容量約5~10%，因而可以有效提升電池性能，而使得鋰離子電池具有更高能之充放電壓。

綜上所述，本發明之鋰離子電池及其製造方法，在電解質溶液中利用含磺醯基物種作為添加劑，並搭配半電池電位差約4.5 V以上之陽極材料及陰極材料，因此鋰離子電池的操作電壓係比一般商用鋰離子電池來得大，且在高電壓充放電條件下仍有高循環壽命。如此一來，藉由本發明所提出的電解質溶液配方在搭配特定的電極材料後，將能夠獲得效能提升且應用範圍廣泛之鋰離子電池。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖1是依照本發明之一實施例之鋰離子電池的剖面示意圖。

圖2是依照本發明之一實施例之鋰離子電池的製造步驟流程圖。

圖3繪示實驗例1及比較實驗例1之鋰離子電池的充電放電循環次數及放電時電池容量的關係曲線圖。

圖4繪示實驗例2及比較實驗例2之鋰離子電池的充電放電循環次數及放電時電池容量的關係曲線圖。

【主要元件符號說明】

100：鋰離子電池

102：陽極

102a：陽極金屬箔

102b：陽極活性物質

104：陰極

104a：陰極金屬箔

104b：陰極活性物質

106：隔離膜

108：電解質溶液

110：容置區域

112：封裝結構

S202、S204、S206、S208：步驟

七、申請專利範圍：

1. 一種鋰離子電池，包括：

一陽極；

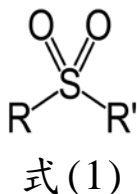
一陰極，其係相對於該陽極而設置；

一隔離膜，其係配置於該陽極與該陰極之間，其中該陽極、該陰極與該隔離膜係共同定義一容置區域；以及

一電解質溶液，其係配置於該容置區域內，其中該電解質溶液包括一有機溶劑、一鋰鹽以及一添加劑，該添加劑係佔該電解質溶液總量的 0.1 wt% 至 5 wt%，且該添加劑係包括一含磺醯基(sulfonyl)物種，

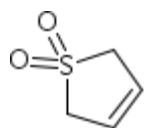
其中該鋰離子電池的全電池電位為 4.5 V 以上。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰離子電池，其中該含磺醯基物種係為下式(1)所示之至少一者：

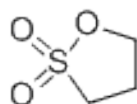


其中，R 及 R' 係分別獨立地表示相同或異構之 C1~C5 烷基支鏈、C1~C5 烯基支鏈或 C1~C5 醚基，或者 R 與 R' 可形成脂環族分子結構。

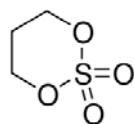
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之鋰離子電池，其中由式(1)表示之該含磺醯基物種係為選於自由下式(1-1)、式(1-2)、式(1-3)以及式(1-4)所組成之群組：



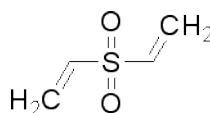
式(1-1)



式(1-2)



式(1-3)



式(1-4)

。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰離子電池，其中該陽極的半電池鋰離子遷入電位為 0.2 V 以下。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之鋰離子電池，其中該陽極包括選自於由碳化物、矽化物、錫化物與矽-錫合金化合物所組成之群組的材料。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰離子電池，其中該陰極的半電池鋰離子遷出電位為 4.5 V 以上。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之鋰離子電池，其中該陰極包括選自於由 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 及聚合陰離子團 (polyanion group) 為主所組成之群組的材料，其中 $0 < x < 2$ 。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰離子電池，更包括一封裝結構，其係包覆在該陽極、該陰極以及該隔離膜的外側。

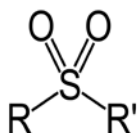
9. 一種鋰離子電池的製造方法，包括：
分別製備一陽極以及一陰極；

以一隔離膜將該陽極與該陰極隔開，而使該陽極、該陰極與該隔離膜得以共同定義一容置區域；以及

於該容置區域內加入一電解質溶液，其中該電解質溶液包括一有機溶劑、一鋰鹽以及一添加劑，該添加劑佔該電解質溶液總量的 0.1 wt% 至 5 wt%，且該添加劑包括一含磺醯基物種，

其中該鋰離子電池的全電池電位為 4.5 V 以上。

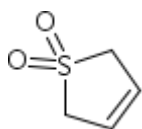
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之鋰離子電池的製造方法，其中該含磺醯基物種為下式(1)所示之至少一者：



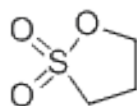
式(1)

其中，R 及 R' 分別獨立表示相同或異構之 C1~C5 烷基支鏈、C1~C5 烯基支鏈或 C1~C5 醚基，或者 R 與 R' 可形成脂環族分子結構。

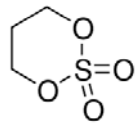
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之鋰離子電池的製造方法，其中由式(1)表示之該含磺醯基物種為選自由下式(1-1)、式(1-2)、式(1-3)以及式(1-4)所組成之群組：



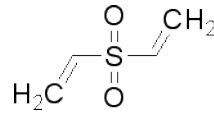
式(1-1)



式(1-2)



式(1-3)



式(1-4)

。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述之鋰離子電池的製造方法，其更包括將一封裝結構包覆在該陽極、該陰極以及該隔離膜的外側。

八、圖式：

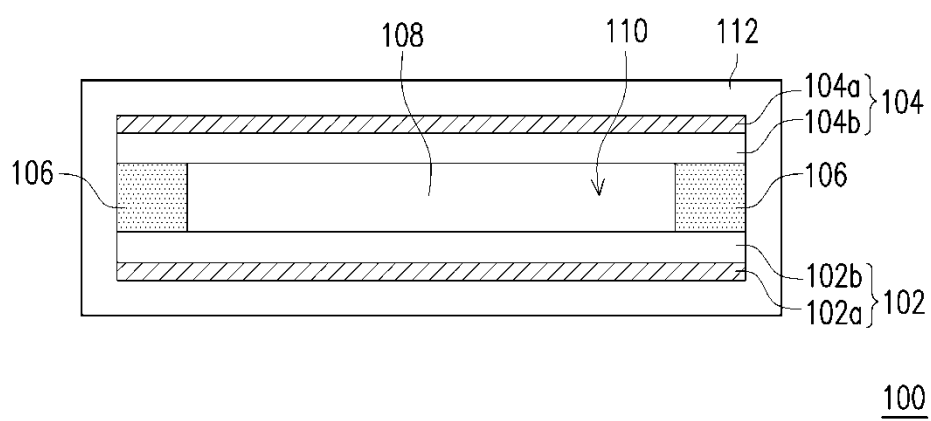


圖 1

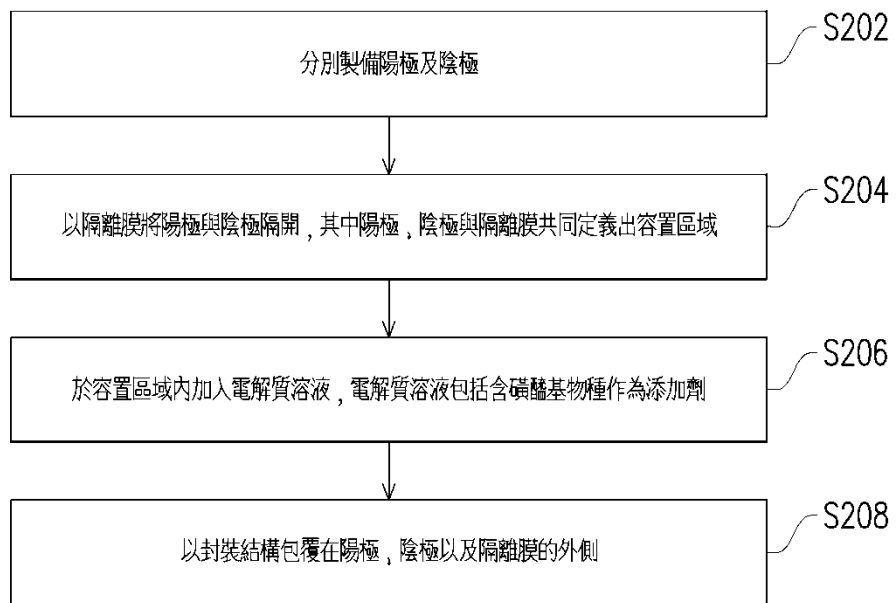


圖 2

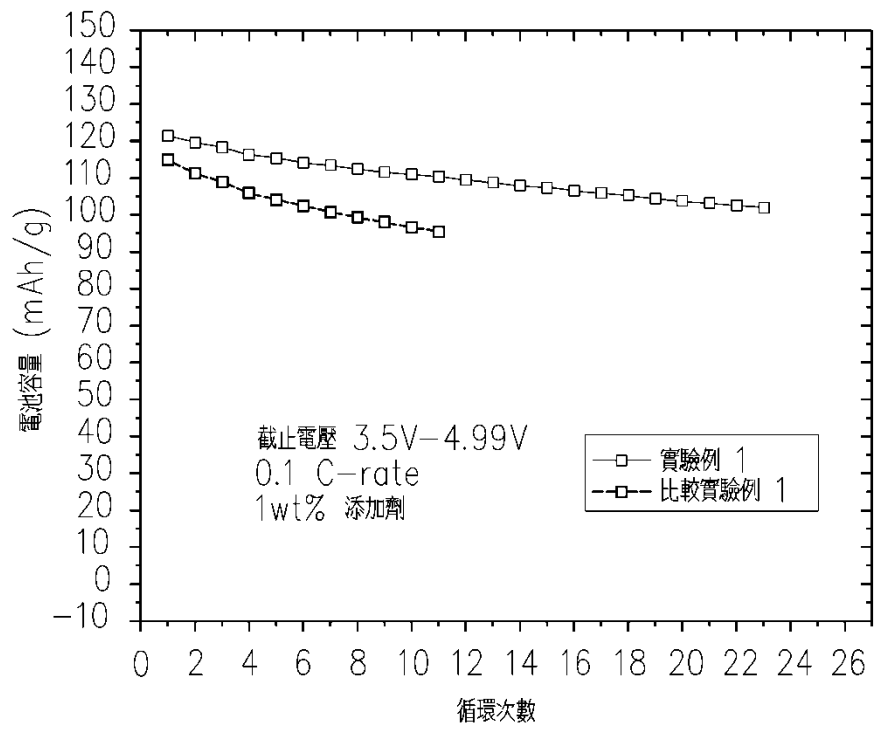


圖 3

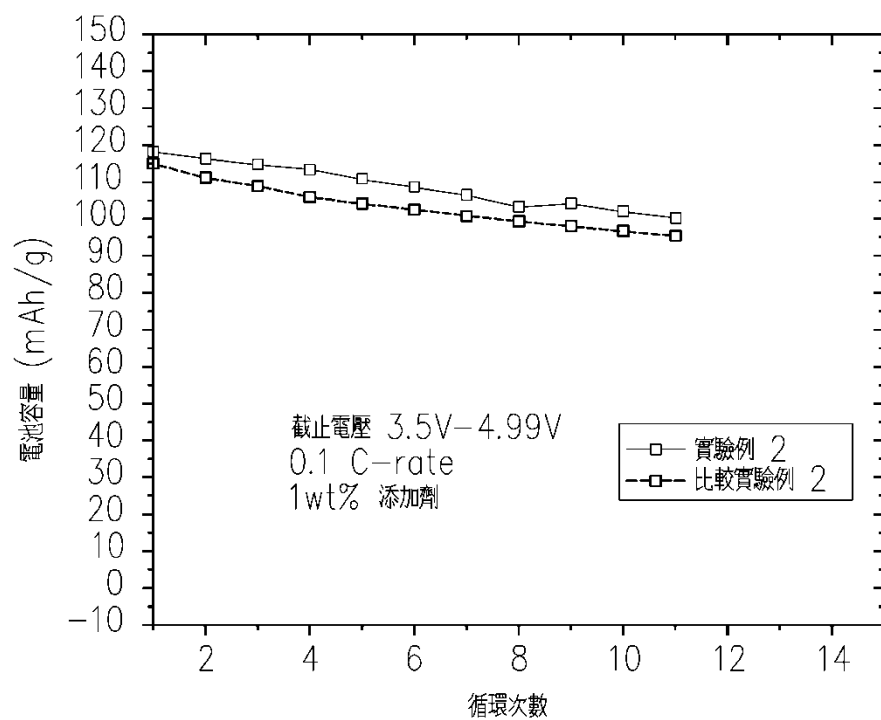


圖 4