(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 201220582 A1
(43)公開日： 中華民國 101 (2012) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：100135657 (22)申請日： 中華民國 100 (2011) 年 09 月 30 日
(51)Int. Cl.： *H01M4/485 (2010.01)* *H01M10/056 (2010.01)*
(30)優先權：2010/09/30 美國 61/388,117
(71)申請人：巴地斯顏料化工廠 (德國) BASF SE (DE)
德國
錫安能量公司 (美國) SION POWER CORPORATION (US)
美國
(72)發明人：史奇米 魯迪格 SCHMIDT, RUDIGER (DE)；拜因 戴爾 麥克 BADINE, DAHER MICHAEL (GB)；莫華德 海穆特 MOHWALD, HELMUT (DE)；科瓦廖夫 伊戈爾 KOVALEV, IGOR (RU)；米克海力克 尤利Ⅴ MIKHAYLIK, YURIY V. (UA)
(74)代理人：陳長文
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：9 共 50 頁

(54)名稱

具離子液體聚合物膠體之鋰基陽極

LI-BASED ANODE WITH IONIC LIQUID POLYMER GEL

(57)摘要

本發明係關於一種在產生電流之電池中使用的鋰基陽極，其包含至少一種陽極活性含鋰化合物，及(A)位於該至少一種含鋰化合物與在產生電流之電池中使用之陰極電解質(c)之間的組合物，其含有(B1)至少一種離子液體，(B2)至少一種與該至少一種離子液體(B1)相容的聚合物，及(B3)視情況存在之至少一種鋰鹽。

(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 201220582 A1
(43)公開日： 中華民國 101 (2012) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：100135657 (22)申請日： 中華民國 100 (2011) 年 09 月 30 日
(51)Int. Cl.： *H01M4/485 (2010.01)* *H01M10/056 (2010.01)*
(30)優先權：2010/09/30 美國 61/388,117
(71)申請人：巴地斯顏料化工廠 (德國) BASF SE (DE)
德國
錫安能量公司 (美國) SION POWER CORPORATION (US)
美國
(72)發明人：史奇米 魯迪格 SCHMIDT, RUDIGER (DE)；拜因 戴爾 麥克 BADINE, DAHER MICHAEL (GB)；莫華德 海穆特 MOHWALD, HELMUT (DE)；科瓦廖夫 伊戈爾 KOVALEV, IGOR (RU)；米克海力克 尤利Ⅴ MIKHAYLIK, YURIY V. (UA)
(74)代理人：陳長文
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：9 共 50 頁

(54)名稱

具離子液體聚合物膠體之鋰基陽極

LI-BASED ANODE WITH IONIC LIQUID POLYMER GEL

(57)摘要

本發明係關於一種在產生電流之電池中使用的鋰基陽極，其包含至少一種陽極活性含鋰化合物，及(A)位於該至少一種含鋰化合物與在產生電流之電池中使用之陰極電解質(c)之間的組合物，其含有(B1)至少一種離子液體，(B2)至少一種與該至少一種離子液體(B1)相容的聚合物，及(B3)視情況存在之至少一種鋰鹽。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於在具有更長壽命及大容量的產生電流之電池中使用的鋰基陽極。鋰基陽極包含至少一種陽極活性含鋰化合物及包含至少一種聚合物、至少一種離子液體及視情況存在之至少一種鋰鹽的組合物。該組合物位於至少一種含鋰化合物與在產生電流之電池中使用的陰極電解質之間。該至少一種聚合物與該陰極電解質不相容。此導致陽極之鋰活性材料與陰極電解質相分離。此外，本發明係關於製備鋰基陽極之方法及包含鋰基陽極之產生電流之電池。

本發明主張2010年9月30日提出申請且在申請中之美國臨時專利申請案第61/388,117號的權利，該案以全文引用的方式併入本文中。

【先前技術】

迫切需要具有高能密度之耐久的可再充電的產生電流之電池。該等產生電流之電池可用於如筆記型電腦或數位攝影機之便攜式設備且將在未來儲存由可再生能源產生之電能中發揮重要作用。鋰具有所有化學元素之最高負標準電位之一。因此具鋰基陽極的產生電流之電池具有極高電池電壓及極高理論電容。出於此等原因，鋰極適合在產生電流之電池中使用。隨著在產生電流之電池中使用鋰而出現的一個問題為鋰的高反應性，例如對水及某些溶劑。歸因於其高反應性，鋰與常用液體電解質之接觸可導致鋰與電

解質之間的反應，由此鋰被不可逆地消耗。因此，產生電流之電池的長時間穩定性受到不利影響。

視產生電流之電池的陰極所用之材料而定，可發生鋰之其他非吾人所樂見的反應。

舉例而言，Li/S電池組的一個問題為在陰極形成之聚硫化物在電解質中溶解度高。聚硫化物可自陰極區擴散至陽極區中。在那裏，聚硫化物還原為固體沈澱物(Li_2S_2及/或Li_2S)，導致陰極處之活性材料流失且因此降低Li/S電池組的電容。硫使用率通常為陰極中使用之硫的約60%。

以上提及之鋰硫(Li/S)電池組為具有有希望特徵的可再充電電池組。在Li/S電池組中，陽極活性材料為鋰金屬且陰極活性材料為硫。在放電模式下，Li^0解離成電子及溶解於電解質中之Li^+離子。此過程稱為鋰剝離。在陰極處，硫起初還原為聚硫化物，如Li_2S_8、Li_2S_6、Li_2S_4及Li_2S_3。此等聚硫化物可溶於電解質。一旦進一步還原後，即形成沈澱的Li_2S_2及Li_2S。

在Li/S電池組之充電模式下，Li^+離子在陽極還原為Li^0。Li^+離子自電解質中移除且由此沈澱於陽極上。此過程稱為鋰電鍍。Li_2S_2及Li_2S在陰極氧化為聚硫化物(如Li_2S_4、Li_2S_6及Li_2S_8)及硫(S_8)。

Li/S電池組的理論比能量為鋰離子電池組的四倍，尤其其重量能量密度(Wh/kg)高於鋰離子電池組。此對於其用作汽車之可再充電能量來源的可能用途為重要特徵。此外，在Li/S電池組之陰極中用作主要材料之硫比在鋰離子

電池組中使用的嵌鋰離子化合物便宜得多。

在WO 2008/070059 A2中，鋰電池組描述為包含鋰陽極、陰極及在陽極與陰極之間的非均質電解質，該非均質電解質包含第一電解質溶劑及第二電解質溶劑，其中在使用時，第一電解質溶劑不成比例地存在於陽極處且第二電解質溶劑不成比例地存在於陰極處，其中第二電解質溶劑包括至少一種不利地與陽極反應的物質。兩種電解質之分離可藉由塗覆對第一電解質具有更高親和力的聚合層與陽極接觸及/或對第二電解質具有更高親和力的另一聚合層與陰極接觸來實現。第一電解質可為二氧雜環戊烷，第二電解質溶劑可為1,2-二-甲氧乙烷。

US 2008/0193835 A1揭示用於鋰/硫電化學電池之電解質，其包含一或多種N-O化合物及非水性電解質。非水性電解質可選自非環狀及環狀醚及聚醚及碸，且可進一步包含離子電解質鋰鹽以提高離子電導率。N-O化合物可選自例如無機硝酸鹽、有機硝酸鹽、無機亞硝酸鹽、有機亞硝酸鹽。添加N-O化合物增強Li/S電化學電池之效能。

【發明內容】

儘管在如Li/S電池組之鋰電池組領域已有長期且深入的研究，但仍需要進一步改良此類電池組以獲得能夠充電/放電若干次循環而不損失其太多電容的鋰電池組。

此目標已根據本發明由在產生電流之電池中使用的鋰基陽極解決，該鋰基陽極包含

(A) 至少一種陽極活性含鋰化合物，及

(B) 位於該至少一種含鋰化合物與在產生電流之電池中使用的陰極電解質(c)之間的組合物，其含有

(B1) 至少一種離子液體，

(B2) 至少一種與該至少一種離子液體(B1)相容的聚合物，及

(B3) 視情況存在之至少一種鋰鹽。

在一較佳實施例中，在產生電流之電池中使用的陰極電解質(c)含有溶劑或溶劑混合物(c1)，且該至少一種聚合物(B2)與該溶劑或溶劑混合物(c1)不可混溶。

本發明之鋰基陽極包含位於陽極活性含鋰化合物與在產生電流之電池中使用之陰極電解質之間的組合物。此組合物含有至少一種離子液體及至少一種與該至少一種離子液體相容且較佳與在陰極電解質使用之溶劑不可混溶的聚合物。組合物對電池之循環穩定性具有積極影響。其使陰極電解質溶劑遠離陽極活性含鋰化合物，但歸因於其離子結構，不會不利地影響陽極之離子電導率。若在陰極電解質中使用之溶劑(c1)與聚合物(B2)不可混溶，則溶劑(c1)不能滲透組合物且幾乎不與陽極活性含鋰化合物接觸。來自陰極區的陰極電解質或其中所含溶劑或聚硫化物與陽極活性化合物的不利反應減少。組合物中所含之離子液體允許鋰離子交換。若陰極電解質與組合物(B)直接接觸，則至少一種聚合物(B1)可在界面沈澱且形成可充當分離器之固體層，進一步加強陰極電解質(c)與陽極活性化合物(A)之分離。尤其有利的是使用包含NO_3^-作為陰離子之離子液體，

因為此N-O化合物對鋰基陽極之穩定性具有積極影響。NO_3^-可進一步在含鋰化合物(A)之表面上形成膜，該膜將進一步保護陽極活性含鋰化合物(A)免受陰極電解質溶劑(c1)影響。由於陰極電解質(c)與陽極活性含鋰化合物(A)被組合物(B)分離，因此陰極電解質溶劑(c1)之選擇的限制較少，尤其可使用高極性溶劑。另一方面，本發明提供改良鋰基產生電流之電池之效能的方法，其中可使用常用的非水性電解質溶劑。

【實施方式】

下文詳細描述本發明。

術語「產生電流之電池」如本文所用意欲包括電池組、一次及二次電化學電池及尤其可再充電電池組。

術語「陽極活性含鋰化合物」如本文所用意欲表示在產生電流之電池放電期間釋放Li^+離子的含鋰化合物，亦即陽極活性化合物中所含的鋰在陽極氧化。在產生電流之電池充電期間(若電池為可再充電電池)，Li^+離子在陽極還原且鋰併入陽極活性含鋰化合物中。陽極活性含鋰化合物已為吾人所知。陽極活性鋰化合物可選自由鋰金屬、鋰合金及嵌鋰化合物組成之群。所有此等材料均能夠可逆地嵌有鋰離子為Li^0或與鋰離子可逆地反應形成含鋰(Li^0)化合物。舉例而言，不同的碳材料及石墨能夠可逆地嵌有及去嵌鋰離子。此等材料包括結晶碳、非晶形碳或其混合物。鋰合金之實例為鋰錫合金、鋰鋁合金、鋰鎂合金及鋰矽合金。鋰金屬可呈已沈積於基板上之鋰金屬箔或薄鋰膜之形

式。嵌鋰化合物包括嵌鋰碳及嵌鋰石墨。鋰及/或鋰金屬合金可以一個膜之形式或以若干膜之形式含有，其視情況由陶瓷材料(H)分離。適合的陶瓷材料(H)在下文描述。

「離子液體」亦稱為液體或熔融鹽或鹽熔融劑。本文中所描述之離子液體通常指在包含離子液體之電化學電池或電化學電池之組分的正常操作條件期間呈液體形式之化合物，如熟習此項技術者所瞭解(例如在電化學電池或電化學電池之組分的製造、儲存及/或循環期間)。舉例而言，儘管氯化鈉(NaCl)可在801℃以上之溫度(例如NaCl之熔點)下為離子液體，但該等溫度將不適合操作本文中所描述之電化學電池，且因此NaCl將不構成出於本文中所描述之目的之離子液體。在某些實施例中，本文中所描述之離子液體之熔點可低於180℃。根據本發明，離子液體之熔點更佳在-50℃至150℃之範圍內，甚至更佳在-20℃至120℃且尤其較佳在0℃至100℃之範圍內。在某些實施例中，本文中所描述之離子液體之熔點可低於陽極活性材料(例如鋰金屬)之熔點。在其他實施例中，所用離子液體之熔點可低於25℃，亦即低於室溫，更佳低於0℃且甚至更佳低於-20℃。本文中所描述之離子液體通常為導電液體，具有高離子電導率、寬電化學穩定性窗，且為非揮發性的、熱穩定的且不易燃的。

「陰極電解質」表示在產生電流之電池之陰極區中的電解質。

「陽極電解質」意謂在產生電流之電池之陽極區中的電

解質。

在產生電流之電池中使用的本發明之鋰基陽極包含組合物(B)，組合物(B)含有至少一種離子液體(B1)及至少一種聚合物(B2)。組合物(B)因此可含有一種、兩種、三種或三種以上離子液體或兩種或兩種以上離子液體之混合物及一種、兩種、三種或三種以上聚合物。組合物(B)在產生電流之電池中充當陽極電解質。其位於至少一種陽極活性含鋰化合物(A)與在產生電流之電池中使用的陰極電解質(c)之間。組合物物理上分離陰極電解質與陽極活性含鋰化合物(A)，且其防止或減少陰極電解質(c)與陽極活性含鋰化合物(A)之非吾人所樂見的反應發生。因為組合物(B)含有至少一種能夠傳導Li^+離子之離子液體，所以產生電流之電池的充電/放電不受防礙。至少一種聚合物(B2)進一步用以稠化離子液體(B1)及用以改良離子液體(B1)對含鋰化合物或視情況位於陽極活性含鋰化合物與組合物之間的保護層之黏著/潤濕。離子液體(B1)與與(B1)相容之聚合物(B2)的組合產生由聚合物膠體形成的高效陽極電解質。

如本文中所描述，組合物(B)可包括液體部分及聚合物部分。在某些實施例中，至少10重量%、至少20重量%、至少30重量%、至少40重量%、至少50重量%、至少60重量%、至少70重量%、至少80重量%、至少90重量%、至少95重量%、至少99重量%及高達100重量%的組合物(B)之液體部分為離子液體。諸如本文中所描述之溶劑的其他溶劑，可與一或多種離子液體組合使用以形成組合物(B)之

液體部分。

根據本發明，當聚合物在溶劑中可溶合或可膨脹時，聚合物與溶劑為「相容的」。關於例如聚合物(B2)與離子液體(B1)之間的相容性，相容性意謂聚合物(B2)在至少一種離子液體(B1)中可溶合或可膨脹(例如在聚合物(B2)經交聯的情況下)。在某些實施例中(例如其中聚合物未經交聯)，若在過量聚合物(B2)在25℃下於離子液體(B1)中浸漬24小時之後，溶合之混合物含有至少2重量%、較佳至少5重量%且更佳至少10重量%之溶合聚合物(以混合物(包括溶合聚合物及離子液體，但不包括非溶合聚合物)之總重量計)，則聚合物(B2)與離子液體(B1)為相容的。

在某些實施例中(例如其中聚合物經交聯)，若在聚合物在25℃下於過量離子液體(B1)中浸漬24小時之後，膨脹聚合物含有至少2重量%、較佳至少5重量%且更佳至少10重量%之至少一種離子液體(B1)(以浸漬步驟之前的聚合物之重量計(膨脹聚合物包括聚合物之重量及經聚合物吸收之離子液體之重量，但不包括未經聚合物吸收之離子液體之重量))，則聚合物(B2)與離子液體(B1)為相容的。

組合物(B)通常係以薄膜形式塗覆於陽極活性含鋰化合物上。根據本發明，較佳將組合物(B)塗覆於至少一種陽極活性含鋰化合物的所有部分，否則該陽極活性含鋰化合物將與陰極電解質及/或其中所含之溶劑接觸，從而防止陰極電解質與陽極活性含鋰化合物之間接觸。在其他實施例中，組合物(B)係以薄膜形式塗覆於在陽極活性含鋰化

合物上形成之保護層上，如下文更詳細地描述。

至少一種聚合物(B2)較佳經選擇以與在產生電流之電池中使用之陰極電解質(c)中所含的溶劑或溶劑混合物(c1)不可混溶。特定言之，聚合物(B2)在所用陰極電解質溶劑(c1)中實質上不可溶解或不可膨脹。此抑制或至少防止陰極電解質與陽極活性含鋰化合物(A)直接接觸。「不可混溶」根據本發明意謂，在主要組分已在25℃下與過量次要組分混合24小時之後，混合物中次要組分之量以主要及次要組分之總重量計為混合物之至多10重量%，較佳至多5重量%且最佳至多2重量%。舉例而言，當由溶劑/溶劑混合物(c1)溶合之聚合物(B2)之量得到溶合聚合物(B2)之濃度為混合物之至多10重量%、較佳至多5重量%且最佳至多2重量%的混合物時，非交聯的聚合物(B2)與溶劑/溶劑混合物(c1)不可混溶，其中該濃度以溶合聚合物(B2)及溶劑/溶劑混合物(c1)之總重量計，藉由在25℃下將過量的至少一種聚合物(B2)浸漬於相應溶劑/溶劑混合物(c1)中24小時來量測。如另一實例，當溶劑/溶劑混合物(c1)添加至聚合物(B2)中且產生非膨脹的聚合物或僅以膨脹聚合物內之溶劑/溶劑混合物(c1)之量為至多10重量%、較佳至多5重量%且最佳至多2重量%之程度膨脹的聚合物時，交聯聚合物(B2)與溶劑/溶劑混合物(c1)不可混溶，其中該量以膨脹聚合物內之聚合物(B2)及溶劑/溶劑混合物(c1)之總重量計，藉由在25℃下將聚合物(B2)浸漬於過量溶劑/溶劑混合物(c1)中24小時來量測。

根據本發明之其他實施例，不可混溶意謂在25℃下將至少一種聚合物(B2)浸漬於過量的相應溶劑或溶劑混合物(c1)中24小時，得到由溶劑/溶劑混合物(c1)溶解之聚合物(B2)之濃度為至多10重量%、較佳至多5重量%且最佳至多2重量%至少一種聚合物(B2)的溶液，該濃度以溶解之聚合物(B2)及溶劑/溶劑混合物(c1)之總量計。溶液表示含有溶解之聚合物(B2)而非未溶解之聚合物部分的溶劑/溶劑混合物(c1)，通常為由浸漬程序所獲之上清液。

至少一種聚合物(B2)較佳選自由以下組成之群：纖維素、纖維素衍生物(如例如甲基纖維素之纖維素醚及例如羧甲基纖維素之纖維素酯)、聚丙烯酸酯、聚醚(如聚氧化乙烯及聚乙烯二醇單甲醚及二甲醚)、聚醚碸、含聚醚碸之共聚物及其混合物，但可使用其他聚合物。

聚合物(B2)之重量平均分子量可變化。在某些實施例中，聚合物(B2)之重量平均分子量為25,000至40,000 g/mol、30 000至35 000 g/mol、10 000至200 000 g/mol、15 000至150 000 g/mol、20 000至100 000 g/mol、40 000至1 500 000 g/mol、40 000至1 000 000 g/mol、60 000至800 000 g/mol，藉助於GPC測定。在某些情況下，聚合物之重量平均分子量小於1 500 000 g/mol、小於1 000 000 g/mol、小於750 000 g/mol、小於500 000 g/mol、小於250 000 g/mol、小於100 000 g/mol、小於75 000 g/mol、小於50 000 g/mol、小於25 000 g/mol或小於10 000 g/mol。在某些實施例中，聚合物之重量平均分子量大於10 000

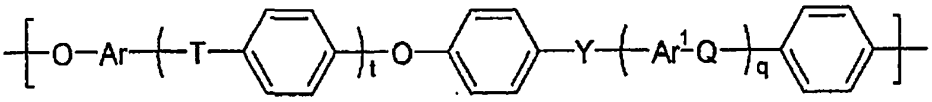
g/mol、大於25 000 g/mol或大於50 000 g/mol。超過所示範圍之組合亦為可能的。

纖維素為由約幾百至一萬個連接的β-D-1,4葡萄糖單元組成的線性有機聚合物且為綠色植物之初級細胞壁的主要組分。纖維素之常見來源為各種木漿、稻草、棉花等。尤其適合用作至少一種聚合物(B2)之纖維素的平均聚合度可為120至500，且重量平均分子量可為10 000至200 000 g/mol、較佳15 000至150 000 g/mol且更佳20 000至100 000 g/mol，兩者均藉助於GPC測定。結晶度較佳為50%至90%(例如60%至90%、60%至80%、50%至80%或70%至90%)。纖維素之分子量較佳經由在硫酸存在下以乙酸/乙酸酐之混合物酯化纖維素得到可溶於丙酮的乙酸纖維素來測定。所獲乙酸纖維素於丙酮中之溶液用於測定分子量，例如藉由GPC。

在本發明之另一實施例中，纖維素用作重量平均分子量為40 000至1 500 000 g/mol、較佳40 000至1 000 000 g/mol且更佳60 000至800 000 g/mol的至少一種聚合物(B2)。

本發明之聚醚碸為在其構成性重複單元中含有SO_2基團(磺醯基)及形成醚基之一部分的氧原子的聚合材料。聚醚碸可為脂族、環脂族、芳族聚醚碸，或可含有脂族、環脂族及/或芳族聚醚碸單元，較佳為芳族聚醚碸。

在本發明之一實施例中，至少一種聚合物(B2)係選自可由下式描述之聚醚碸：



(I)

整數可具有以下含義：

t、q：　獨立地為0、1、2或3，

Q、T、Y：各自獨立地為選自以下之化學鍵或基團：-O-、-S-、$-SO_2-$、S=O、C=O、-N=N-、$-R^IC=CR^{II}$、$-CR^{III}R^{IV}-$，其中R^I及R^{II}各自獨立地為氫原子或C_1-C_{12}烷基，且R^{III}與R^{IV}不同或相同且獨立地為氫原子或C_1-C_{12}烷基、C_1-C_{12}烷氧基或C_6-C_{18}芳基，其中R^{III}及R^{IV}烷基、烷氧基或芳基可獨立地經氟及/或氯取代或其中R^{III}及R^{IV}與連接其之碳原子結合形成視情況經一或多個C_1-C_6烷基取代之C_3-C_{12}環烷基，Q、T及Y中至少一者不為-O-且Q、T及Y中至少一者為$-SO_2-$，且

Ar、Ar^1：獨立地為視情況經C_1-C_{12}烷基、C_6-C_{18}芳基、C_1-C_{12}烷氧基或鹵素取代之C_6-C_{18}伸芳基。

因此Q、T及Y可各自獨立地為化學鍵或上述原子或基團中之一者，在該情況下，「化學鍵」應理解為意謂在此情況下，左側鄰接及右側鄰接基團經由化學鍵直接彼此連接。根據本發明，Q、T及Y中至少一者不為-O-且Q、T及Y中至少一者為$-SO_2-$。在一較佳實施例中，Q、T及Y各自獨立地為-O-或$-SO_2-$。

較佳C_1-C_{12}烷基包含具有1至12個碳原子的直鏈及分支鏈

飽和烷基。特定言之，可提及以下基團：C_1-C_6烷基(諸如甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、第二丁基、2-或3-甲基戊基)及較長鏈基團(諸如未分支的庚基、辛基、壬基、癸基、十一基、十二基)及其單分支鏈或多分支鏈類似物。

當Ar及/或Ar^1經C_1-C_{12}烷氧基取代時，尤其以上定義之具有1至12個碳原子之烷基適用作烷氧基中之烷基。適合的環烷基特定言之包含C_3-C_{12}環烷基，例如環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基、環辛基、環丙基甲基、環丙基乙基、環丙基丙基、環丁基甲基、環丁基乙基、環戊基乙基、環戊基丙基、環戊基丁基、環戊基戊基、環戊基己基、環己基甲基、環己基二甲基、環己基三甲基。

適用的C_6-C_{18}伸芳基Ar及Ar^1特定言之包括伸苯基(尤其1,2-、1,3-及1,4-伸苯基)、伸萘基(尤其1,6-、1,7-、2,6-及2,7-伸萘基)以及由蒽、菲及稠四苯(naphthacene)衍生得來之橋基。Ar^1較佳為未經取代之C_6-C_{12}伸芳基，亦即伸苯基(尤其1,2-、1,3-或1,4-伸苯基)或伸萘基。

聚醚碸中的羥基可為游離羥基、相應鹼金屬鹽或烷基醚(諸如相應甲基醚)。

聚醚碸較佳為線性聚醚碸。

在本發明之特殊實施例中，至少一種聚合物(B2)可選自分支的聚醚碸。

本發明之陽極可含有至少一種聚醚碸。在一實施例中，陽極可含有至少兩種前述聚醚碸之混合物或摻合物或聚醚

碸與另一(共)聚合物(F)之摻合物。

在本發明之一實施例中，聚合物(B2)可以聚醚碸與另一(共)聚合物(F)之摻合物形式塗覆。適合的(共)聚合物(F)可為任何與相應聚醚碸相容及/或與與聚合物(B2)一起使用之溶劑相容的(共)聚合物。

至少一種聚合物(B2)更佳係選自由以下組成之群：聚芳基醚碸，例如由4,4'-二羥基二苯基碸與4,4'-二氯二苯基碸製造或4-苯氧基苯基磺醯氯之聚縮合產物；聚碸，例如雙酚A之二鈉鹽與4,4'-二氯二苯基碸之烷基化、較佳甲基化聚縮合產物；聚苯碸(polyphenylsulfone)，例如4,4'-聯苯酚與4,4'-二氯二苯基碸之反應產物；含有聚芳基醚碸、聚碸及/或聚苯碸之共聚物，及其混合物。

在本發明之一實施例中，所用聚醚碸之重量平均分子量M_w為25,000至40,000 g/mol，較佳為28,500至35,000 g/mol且更佳為32,000至34,000 g/mol，由透膠層析法(GPC)測定。適合用於測定聚醚碸之分子量的溶劑為1,3-二氧雜環戊烷、1,4-二氧雜環戊烷及二乙二醇二甲醚。

根據本發明之一較佳實施例，至少一種聚合物(B2)為交聯的；然而，在其他實施例中，組合物中至少一種聚合物(B2)不為交聯的。

至少一種離子液體(B1)通常選自以下通式之鹽

$[A]^+_n[Y]^{n-}$

其中n=1、2、3或4；

$[A]^+$係選自由以下組成之群：銨陽離子、鋰陽離子、銃

陽離子及鏻陽離子；且

$[Y]^{n-}$為單價、二價、三價或四價陰離子；

及通式(IIa)至(IIc)之鹽

$[A^1]^+[A^2]^+[Y]^{n-}$ (IIa)，其中n=2，

$[A^1]^+[A^2]^+[A^3]^+[Y]^{n-}$ (IIb)，其中n=3，及

$[A^1]^+[A^2]^+[A^3]^+[A^4]^+[Y]^{n-}$ (IIc)，其中n=4，

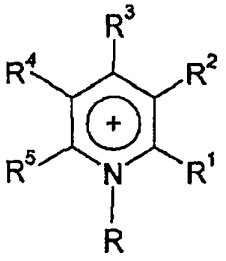
其中

$[A^1]^+$、$[A^2]^+$、$[A^3]^+$及$[A^4]^+$彼此獨立地選自關於$[A]^+$所定義之群；且

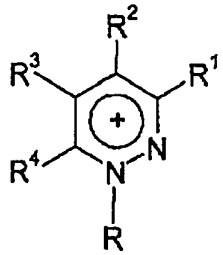
$[Y]^{n-}$係如以上所定義。

在某些實施例中，$[A]^+$可為碳環或雜環化合物(例如4、5、6或7員單環狀環系統，視情況包括一個、兩個或三個諸如氧、氮、硫或磷之雜原子)。在其他實施例中，$[A]^+$可為非環狀化合物。

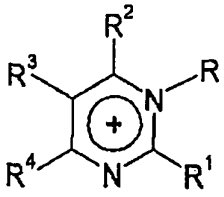
$[A]^+$可選自通式(IIIa)至(IIIy)之化合物：



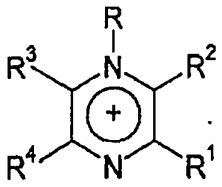
(IIIa)



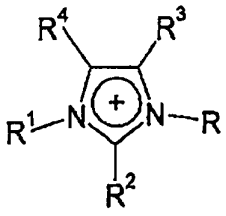
(IIIb)



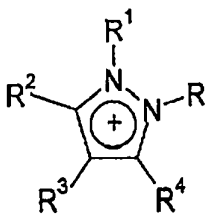
(IIIc)



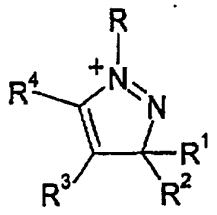
(IIId)



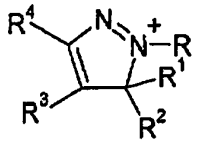
(IIIe)



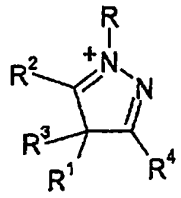
(IIIf)



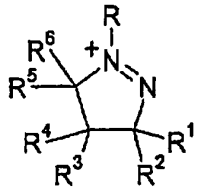
(IIIg)



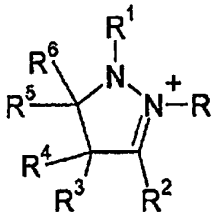
(IIIg')



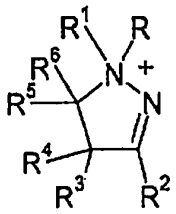
(IIIh)



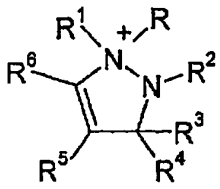
(IIIi)



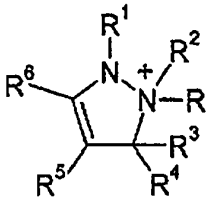
(IIIj)



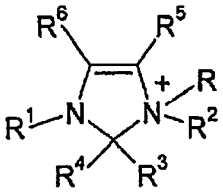
(IIIj')



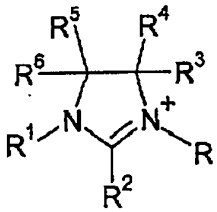
(IIIk)



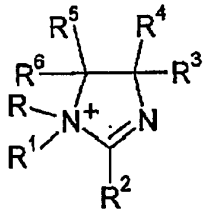
(IIIk')



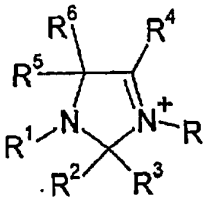
(IIIl)



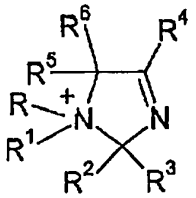
(IIIm)



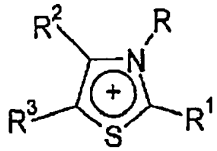
(IIIm')



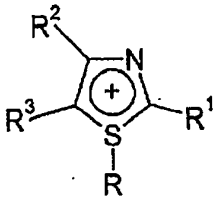
(IIIn)



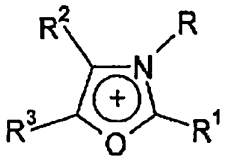
(IIIn')



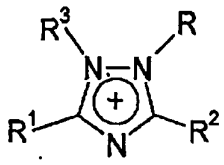
(IIIo)



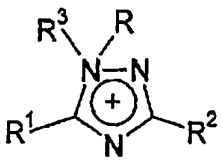
(IIIo')



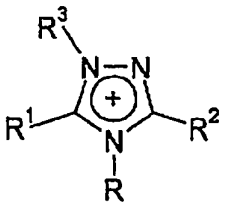
(IIIp)



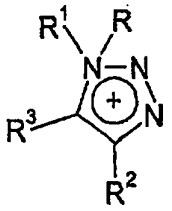
(IIIq)



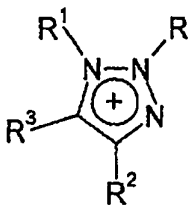
(IIIq')



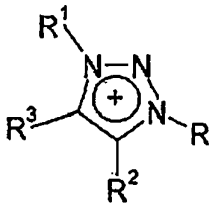
(IIIq")



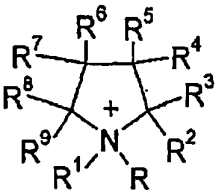
(IIIr)



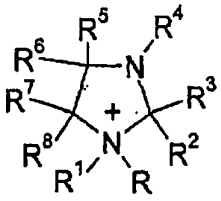
(IIIr')



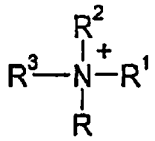
(IIIr")



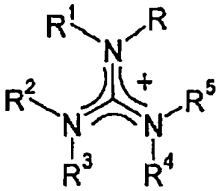
(IIIs)



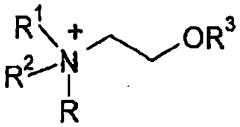
(IIIt)



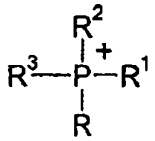
(IIIu)



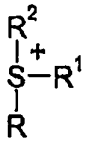
(IIIv)



(IIIw)



(IIIx)



(IIIy)

及包含此等結構之寡聚物；其中

- R係選自氫或具有1至20個碳原子且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代的含碳有機、飽和或不飽和、非環狀或環狀、脂族、芳族或芳脂族基團；且
- R^1至R^9係彼此獨立地選自氫、磺酸基或具有1至20個碳原子且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代的含碳有機、飽和或不飽和、非環狀或環狀、脂族、芳族或芳脂族基團，其中在前述式(IIIa)至(IIIy)中結合於碳原子的R^1至R^9可選自鹵素或官能基；及/或
- 基團R^1至R^9中之兩個鄰接基團可一起為具有1至30個碳原子且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代的二價含碳有機飽和或不飽和、非環狀或環狀、脂族、芳族或芳脂族基團；及/或
- 由R及R^1至R^9組成之群中之兩個鄰接基團可一起形成3至7員飽和、不飽和或芳族環且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代。

在基團R及R^1至R^9之定義中，可能的雜原子原則上為能夠形式上置換$-CH_2-$基團、-CH=基團、-C≡基團或=C=基團的所有雜原子。若含碳基團包含雜原子，則較佳為氧、氮、硫、磷及矽。特定言之，較佳基團為-O-、-S-、-SO-、$-SO_2-$、-NR'-、-N=、-PR'-、$-PR'_2$及$-SiR'_2-$，其中基團R'為含碳基團的剩餘部分。

適合的官能基原則上為可與碳原子或雜原子結合的所有官能基。適合的實例為-OH(羥基)、=O(特定言之如羰基)、$-NH_2$(胺基)、=NH(亞胺基)、-COOH(羧基)、$-CONH_2$

(甲醯胺)、-SO_3H(磺酸基)及-CN(氰基)。官能基及雜原子亦可直接鄰接，以使得複數個鄰接原子之組合，例如-O-(醚)、-S-(硫醚)、-COO-(酯)、-CONH-(二級醯胺)或-CONR'-(三級醯胺)，亦包含例如二-(C_1-C_4烷基)胺基、C_1-C_4烷氧基羰基或C_1-C_4烷氧基。

在某些情況下，離子液體包括鹵素或鹵化物。作為鹵素，可提及氟、氯、溴及碘。鹵化物包括氟化物、氯化物、溴化物及碘化物。

較佳的基團R及R^1至R^9彼此獨立地為

- 氫；
- 可未經取代或經一或多個羥基、鹵素、苯基、氰基及/或C_1-C_6烷氧羰基及/或磺酸取代且總共具有1至20個碳原子的未分支或分支鏈C_1-C_{18}烷基，例如甲基、乙基、1-丙基、2-丙基、1-丁基、2-丁基、2-甲基-1-丙基(異丁基)、2-甲基-2-丙基(第三丁基)、1-戊基、2-戊基、3-戊基、2-甲基-1-丁基、3-甲基-1-丁基、2-甲基-2-丁基、3-甲基-2-丁基、2,2-二二甲基-1-丙基、1-己基、2-己基、3-己基、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-甲基-3-戊基、3-甲基-3-戊基、2,2-二甲基-1-丁基、2,3-二甲基-1-丁基、3,3-二甲基-1-丁基、2-乙基-1-丁基、2,3-二甲基-2-丁基、3,3-二甲基-2-丁基、1-庚基、1-辛基、1-壬基、1-癸基、1-十一基、1-十二基、1-十四基、1-十六基、1-十八基、2-羥乙基、苄基、3-苯丙

基、2-氰基乙基、2-(甲氧羰基)乙基、2-(乙氧羰基)乙基、2-(正丁氧基-羰基)乙基、三氟甲基、二氟甲基、氟甲基、五氟乙基、七氟丙基、七氟異丙基、九氟丁基、九氟異丁基、十一氟戊基、十一氟異戊基、6-羥基己基及丙基磺酸；

- 乙二醇、丁二醇及其具有1至100個單元的寡聚物，其具有以氫或C_1-C_8烷基作為端基的所有上述基團，例如R^AO-$(CHR^B$-CH_2-$O)_nCHR^B$-CH_2-或R^AO-$(CH_2CH_2CH_2CH_2O)_n$$CH_2CH_2CH_2CH_2O$-，其中$R^A$及$R^B$各自較佳為氫、甲基或乙基且n較佳為0至3，特定言之3-氧雜丁基、3-氧雜戊基、3,6-二氧雜庚基、3,6-二氧雜辛基、3,6,9-三氧雜癸基、3,6,9-三氧雜十一基、3,6,9,12-四氧雜十三基及3,6,9,12-四氧雜十四基；
- 乙烯基；及
- N,N-二-C_1-C_6烷基胺基，諸如N,N-二甲基胺基及N,N-二乙基胺基。

若兩個鄰接基團一起形成不飽和、飽和或芳族環，可視情況經官能基：芳基、烷基、芳氧基、烷氧基、鹵素、雜原子及/或雜環取代且可視情況雜有一或多個氧及/或硫原子及/或一或多個經取代或未經取代之亞胺基，則其較佳形成1,3-伸丙基、1,4-伸丁基、1,5-伸戊基、2-氧雜-1,3-伸丙基、1-氧雜-1,3-伸丙基、2-氧雜-1,3-伸丙基、1-氧雜-1,3-伸丙烯基、3-氧雜-1,5-伸戊基、1-氮雜-1,3-伸丙烯基、1-C_1-C_4烷基-1-氮雜-1,3-伸丙烯基、1,4-丁-1,3-伸二烯

基、1-氮雜-1,4-丁-1,3-伸二烯基或2-氮雜-1,4-丁-1,3-伸二烯基。

尤其較佳的基團R、R^1至R^9彼此獨立地為氫或C_1-C_{18}烷基，諸如甲基、乙基、1-丁基、1-戊基、1-己基、1-庚基、1-辛基、苯基、2-羥乙基、2-氰基乙基、2-(甲氧羰基)乙基、2-(乙氧羰基)乙基、2-(正丁氧羰基)乙基、N,N-二甲基胺基、N,N-二乙基胺基或CH_3O-$(CH_2CH_2O)_n$-CH_2CH_2-及CH_3CH_2O-$(CH_2CH_2O)_n$-CH_2CH_2-，其中n為0至3。

基團R、R^1至R^9較佳全部不同，形成不太對稱(例如不對稱)的離子。不對稱可產生具有較低熔點及擴展之溫度操作範圍的離子液體(與類似但對稱的化合物相比)。

適用於形成離子液體之陽離子$[A]^+$的化合物例如自DE 102 02 838 A1中可知。因此，該等化合物可包含氧、磷、硫或特定言之氮原子，例如至少一個氮原子、較佳1至10個氮原子、尤其較佳1至5個氮原子、極尤其較佳1至3個氮原子且特定言之1或2個氮原子。適當時，亦可包含其他雜原子，諸如氧、硫或磷原子。氮原子為離子液體之陽離子中之正電荷的適合載劑，質子或烷基隨後可源自其中以與陰離子保持平衡，從而產生電中性分子。

若氮原子為離子液體之陽離子中之正電荷的載劑，則陽離子可在離子液體之合成中首先由例如胺或氮雜環的氮原子之四級銨化產生。四級銨化可由氮原子之烷基化實現。視所用烷基化試劑而定，可獲得具有不同陰離子的鹽。在四級銨化本身不可能形成所需陰離子的情況下，此舉可在

合成之另一步驟中實現。以例如鹵化銨為起始物，鹵化物可與路易斯酸(Lewis acid)反應，由鹵化物與路易斯酸形成錯陰離子。作為替代方案，可由所需陰離子置換鹵離子。此舉可藉由添加金屬鹽形成金屬鹵化物的沈澱、藉助於離子交換劑或藉由以強酸置換鹵化物(釋出鹵化氫)來達成。適合的方法在例如Angew. Chem. 2000, 112，第3926頁至第3945頁及其中引用的參考文獻中有所描述。

胺或氮雜環中之氮原子可藉助於實現例如季銨化之適合的烷基為C_1-C_{18}烷基，較佳為C_1-C_{10}烷基，尤其佳C_1-C_6烷基且極尤其較佳為甲基。烷基可未經取代或具有一或多個相同或不同取代基。

$[Y]^{n-}$可選自

- 具有以下化學式的鹵化物及含鹵素化合物之群：

  F^-、Cl^-、Br^-、I^-、BF_4^-、PF_6^-、$AlCl_4^-$、$Al_2Cl_7^-$、$Al_3Cl_{10}^-$、$AlBr_4^-$、$FeCl_4^-$、BCl_4^-、SbF_6^-、$AsF6^-$、$ZnCl_3^-$、$SnCl_3^-$、$CuCl_2^-$、$CF_3SO_3^-$、$(CF_3SO_3)_2N^-$、$CF_3CO_2^-$、$CCl_3CO_2^-$、CN^-、SCN^-、OCN^-

- 具有以下通式的硫酸鹽、亞硫酸鹽及磺酸鹽之群：

  SO_4^{2-}、HSO_4^-、SO_3^{2-}、HSO_3^-、$R^aOSO_3^-$、$R^aSO_3^-$

- 由具有以下通式的磷酸鹽組成之群：

  PO_4^{3-}、HPO_4^{2-}、$H_2PO_4^-$、$R^aPO_4^{2-}$、$HR^aPO_4^-$、$R^aR^bPO_4^-$

- 由具有以下通式的膦酸鹽及亞膦酸鹽(phosphinate)組成之群：

  $R^aHPO_3^-$、$R^aR^bPO_2^-$、$R^aR^bPO_3^-$

- 由具有以下通式的亞磷酸鹽組成之群：

  PO_3^{3-}、HPO_3^{2-}、$H_2PO_3^-$、$R^aPO_3^{2-}$、$R^aHPO_3^-$、$R^aR^bPO_3^-$

- 由具有以下通式的膦酸酯及亞膦酸酯(phosphinite)組成之群：

  $R^aR^bPO_2^-$、$R^aHPO_2^-$、$R^aR^bPO^-$、R^aHPO^-

- 由具有以下通式的羧酸組成之群：

  R^aCOO^-

- 具有以下通式的碳酸鹽及羧酸酯之群：

  HCO_3^-、CO_3^{2-}、$R^aCO_3^-$

- 具有以下通式的硼酸鹽之群：

  BO_3^{3-}、HBO_3^{2-}、$H_2BO_3^-$、$R^aR^bBO_3^-$、$R^aHBO_3^-$、$R^aBO_3^{2-}$、$B(OR^a)(OR^b)(OR^c)(OR^d)^-$、$B(HSO_4)^-$、$B(R^aSO_4)^-$

- 具有以下通式的硼酸鹽之群：

  $R^aBO_2^{2-}$、$R^aR^bBO^-$

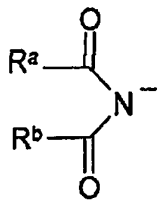
- 具有以下通式的矽酸鹽及矽酸酯之群：

  SiO_4^{4-}、$HSiO_4^{3-}$、$H_2SiO_4^{2-}$、$H_3SiO_4^-$、$R^aSiO_4^{3-}$、$R^aR^bSiO_4^{2-}$、$R^aR^bR^cSiO_4^-$、$HR^aSiO_4^{2-}$、$H_2R^aSiO_4^-$、$HR^aR^bSiO_4^-$

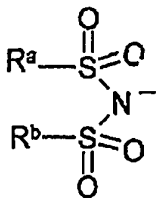
- 由具有以下通式的烷基矽烷及芳基矽烷之鹽組成之群：

  $R^aSiO_3^{3-}$、$R^aR^bSiO_2^{2-}$、$R^aR^bR^cSiO^-$、$R^aR^bR^cSiO_3^-$、$R^aR^bR^cSiO_2^-$、$R^aR^bSiO_3^{2-}$

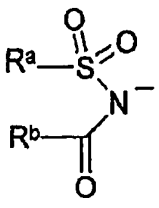
- 由具有以下通式的甲醯亞胺、雙(磺醯基)醯亞胺及磺醯基醯亞胺組成之群：



IV

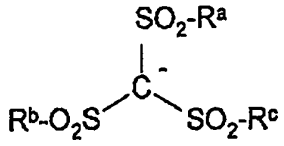


V



VI

- 由具有以下通式的甲基化物(methide)組成之群：



VII

- 具有以下通式的烷氧化物及芳氧化物(aryloxide)之群：

R^aO^-；

其中基團R^a、R^b、R^c及R^d彼此獨立地選自：氫、C_1-C_{30}烷基、C_2-C_{18}烷基(可視情況雜有一或多個非鄰接的氧及/或硫原子及/或一或多個經取代或未經取代之亞胺基)、C_6-C_{14}芳基、C_5-C_{12}環烷基或包含氧、氮及/或硫的5員或6員雜環，且其中R^a、R^b、R^c及R^d中之兩者可一起形成不飽和、飽和或芳族環(可視情況雜有一或多個氧及/或硫原子及/或一或多個未經取代或經取代之亞胺基)，其中提及之基團可各自另外經官能基：芳基、烷基、芳氧基、烷氧基、鹵素、雜原子及/或雜環取代。

基團R^a、R^b、R^c及R^d可選自關於R、R^1至R^9所描述之基團。

根據本發明，$[A]^+$較佳選自式IIIa、IIIc、IIId、IIIe、IIIf、IIIg、IIIg'、IIIh、IIIi、IIIj、IIIj'、IIIk、IIIk'、IIIl、IIIm、IIIm'、IIIn、IIIn'、IIIu及/或IIIv化合物且$[A]^+$

更佳選自式IIIa、IIIe及/或IIIf化合物。

根據本發明之另一實施例，$[A]^+$較佳為銨陽離子。銨陽離子較佳選自季銨化合物，例如選自雜環陽離子化合物，其中N可與兩個、三個或四個原子結合。雜環陽離子化合物之實例為吡啶鎓離子、嗒嗪鎓離子、嘧啶鎓、吡唑鎓離子、咪唑鎓離子、吡唑啉鎓離子、咪唑鎓離子、吡唑啉鎓離子、咪唑啉鎓離子、噻唑鎓離子、三唑鎓離子、吡咯啶鎓(pyrolidinium)離子、咪唑啶鎓離子、哌啶鎓離子、嗎啉鎓離子、胍鎓離子及膽鹼鎓(cholinium)離子，其可經取代或未經取代。

根據本發明，$[Y]^{n-}$較佳選自由以下組成之群：鹵化物、含鹵素化合物、羧酸、雙(磺醯基)醯亞胺、NO_3^-、SO_4^{2-}、SO_3^{2-}、$R^aOSO_3^-$、$R^aSO_3^-$、PO_4^{3-}及$R^aR^bPO_4^-$。

特定言之，選自由以下組成之群的離子液體較佳：選自吡咯啶鎓離子、咪唑啶鎓離子、哌啶鎓離子及胍鎓離子之單價陽離子與選自雙(磺醯基)醯亞胺、NO_3^-、$R^aOSO_3^-$及$R^aSO_3^-$之單價陰離子之組合的離子液體，亦即離子液體係選自化合物$[A]^+[Y]^-$，其中$[Y]^-$係選自雙(磺醯基)醯亞胺且$[A]^+$係選自吡咯啶鎓離子；$[Y]^-$為NO_3^-且$[A]^+$係選自吡咯啶鎓離子；$[Y]^-$為$R^aOSO_3^-$且$[A]^+$係選自吡咯啶鎓離子；$[Y]^-$為$R^aR^bPO_4^-$且$[A]^+$係選自吡咯啶鎓離子；$[Y]^-$係選自雙(磺醯基)醯亞胺且$[A]^+$係選自咪唑啶鎓離子；$[Y]^-$為NO_3^-且$[A]^+$係選自咪唑啶鎓離子；$[Y]^-$為$R^aOSO_3^-$且$[A]^+$係選自咪唑啶鎓離子；$[Y]^-$為$R^aR^bPO_4^-$且$[A]^+$係選自咪唑啶鎓離

子；$[Y]^-$係選自雙(磺醯基)醯亞胺且$[A]^+$係選自哌啶鎓離子；$[Y]^-$為NO_3^-且$[A]^+$係選自哌啶鎓離子；$[Y]^-$為$R^aOSO_3^-$且$[A]^+$係選自哌啶鎓離子；$[Y]^-$為$R^aR^bPO_4^-$且$[A]^+$係選自哌啶鎓離子；$[Y]^-$係選自雙(磺醯基)醯亞胺且$[A]^+$係選自胍鎓離子；$[Y]^-$為NO_3^-且$[A]^+$係選自胍鎓離子；$[Y]^-$為$R^aOSO_3^-$且$[A]^+$係選自胍鎓離子；$[Y]^-$為$R^aR^bPO_4^-$且$[A]^+$係選自胍鎓離子。若吡咯啶鎓離子、咪唑啶鎓離子、哌啶鎓離子及胍鎓離子經取代，則取代基較佳全部不同，形成不太對稱(例如不對稱)的離子。不對稱可產生具有較低熔點及擴展之溫度操作範圍(與類似但對稱的化合物相比)的離子液體。

在某些實施例中，組合物(B)視情況進一步含有至少一種鋰鹽(B3)。適合的鋰鹽之實例包括$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiB(C_6H_5)_4$、$LiSbF_6$、$LiAsF_6$、$LiClO_4$、$LiCF_3SO_3$、$LiC(SO_2CF_3)_3$、$Li(CF_3SO_2)_2N$、$LiC_4F_9SO_3$、$LiSbF_6$、$LiAlO_4$、$LiAlCl_4$、$LiN(C_xF_{2x+1}SO_2)(C_yF_{2y+1}SO_2)$(其中x及y為自然數)、雙(乙二酸根基)硼酸鋰(LiBOB)、LiSCN、LiCl、LiBr、LiI、$LiNO_3$、$LiNO_2$及其混合物。組合物(B)較佳含有至少一種選自由以下組成之群的鋰鹽(B3)：$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiNO_3$、$LiCF_3SO_3$、$LiC(SO_2CF_3)_3$、$LiN(CF_3SO_2)_2$、$LiC_4F_9SO_3$、LiI、LiBr、LiSCN、LiBOB及其混合物。若組合物(B)含有一或多種鋰鹽，則其存在量可為至少0.1重量%，較佳至少0.2重量%，更佳至少0.5重量%，甚至更佳至少1重量%，特定言之至少1.5重量%且通

常至多50重量%，較佳至多25重量%，更佳至多15重量%且特定言之至多5重量%，以組合物(B)之總重量計。

組合物(B)通常含有至少0.5重量%、較佳至少1重量%、更佳至少1.5重量%且最佳至少3重量%的至少一種聚合物(B2)，以組合物(B)之總重量計。根據另一實施例，組合物(B)可含有至少10重量%、較佳至少15重量%、更佳至少20重量%且甚至更佳至少25重量%的至少一種聚合物(B2)，以組合物B之總量計。組合物(B)通常含有不超過99重量%、較佳不超過95重量%、更佳不超過90重量%且且特定言之不超過85重量%的至少一種聚合物(B2)，以組合物B之總重量計。

組合物(B)中至少一種離子液體(B1)之含量通常為至少1重量%，較佳至少5重量%，更佳至少10重量%，甚至更佳至少20重量%，最佳30重量%且特定言之至少50重量%，以組合物(B)之總重量計。

組合物(B)通常含有

1至50重量%之至少一種離子液體(B1)，

50至99重量%之至少一種聚合物(B2)，及

0至30重量%之至少一種鋰鹽(B3)，

以組合物(B)之總重量計。

較佳的組合物(B)含有

5至50重量%之至少一種離子液體(B1)，

49.5至94.5重量%之至少一種聚合物(B2)，及

0.5至15重量%之至少一種鋰鹽(B3)，

以組合物(B)之總重量計。

組合物的鋰離子導電率通常可為至少1×10^{-6} S/cm、至少5×10^{-6} S/cm、至少1×10^{-5} S/cm、至少5×10^{-5} S/cm、至少1×10^{-4} S/cm或至少5×10^{-4} S/cm。鋰離子導電率可在例如1×10^{-6} S/cm至1×10^{-3} S/cm之間、1×10^{-5} S/cm至1×10^{-2} S/cm之間或1×10^{-4} S/cm至1×10^{-2} S/cm之間的範圍內。鋰離子導電率的其他值及範圍亦為可能的。

本發明之鋰基陽極可進一步包含至少一種位於至少一種陽極活性含鋰化合物與至少一種為在產生電流之電池中使用的一或多種電解質所容許的離子液體之間的保護層。保護層可為單離子導電層，亦即聚合物、陶瓷或金屬層，其允許Li^+離子穿過但防止或抑制可能會損害電極之其他組分穿過。適合用於保護層之材料因而可知。適合的陶瓷材料(H)可選自二氧化矽、氧化鋁或含鋰玻璃狀材料(諸如磷酸鋰、鋁酸鋰、矽酸鋰、氮氧化磷鋰、氧化鉭鋰、硫化鋁鋰(lithium aluminosulfide)、氧化鈦鋰、硫化矽鋰、硫化鍺鋰、硫化鋁鋰、硫化硼鋰及硫化磷鋰)及前述兩者或兩者以上之組合。亦可使用其他材料。在某些實施例中，可使用多層保護結構，諸如Affinito等人在2006年4月6日提出申請的美國專利7,771,870及Skotheim等人在2001年5月23日提出申請的美國專利7,247,408中所描述者，其出於所有目的各自以引用的方式併入本文中。

本發明進一步提供製備上述鋰基陽極的方法，其包含步驟

(i) 提供至少一種陽極活性含鋰化合物(A)，

(ii) 視情況在該至少一種陽極活性含鋰化合物(A)上塗覆保護層，及

(iii) 在該至少一種陽極活性含鋰化合物(A)上或在視情況存在之保護層上分別塗覆組合物(B)。

組合物(B)由熟習此項技術者所已知之方法分別塗覆於至少一種陽極活性含鋰化合物上或視情況存在之保護層上。步驟(iii)可為一個步驟或可包含兩個或兩個以上子步驟。組合物(B)可以一個步驟塗覆，例如以至少一種聚合物(B2)於至少一種離子液體(B1)中之溶液或懸浮液形式。溶液或懸浮液可經由噴霧、浸漬、塗佈(例如用刮刀(doctor's blade))或滾軋塗覆。至少一種聚合物(B2)於至少一種離子液體(B1)中之溶液或懸浮液可含有一或多種溶劑以促進塗覆均一厚度的膜。溶劑或溶劑之一部分可過後移除。

亦可能藉由沈積(B1)與相應單體之混合物及聚合該(該等)單體以形成至少一種聚合物(B2)來執行步驟(iii)。在此情況下，至少一種聚合物分別直接在陽極活性含鋰化合物(A)上或在視情況存在之保護層上產生。聚合可藉由輻射(例如紫外輻射)或加熱誘發。含有單體之混合物可進一步含有進行聚合所需之添加物，如引發劑等。

根據本發明之一較佳實施例，步驟(iii)包含沈積含有至少一種聚合物(B2)之溶液或沈積含有相應單體之混合物及聚合該(該等)單體以形成至少一種聚合物(B2)。

步驟(iii)亦可能包含至少兩個子步驟。在第一子步驟中，至少一種聚合物(B2)塗覆在含鋰化合物(A)或視情況存在之保護層上。此舉可藉由提供含有至少一種聚合物(B2)及/或相應單體及一或多種溶劑之混合物、塗覆混合物於含鋰化合物(A)或視情況存在之保護層上及聚合單體(若存在)來完成。聚合可藉由輻射(例如紫外輻射)或加熱誘發。含有單體之混合物可進一步含有進行聚合所需之添加物，如引發劑等。在另一子步驟中，溶劑或溶劑之一部分例如藉由蒸發移除，且聚合物層可浸漬於一或多種離子液體中，或以一或多種離子液體(B1)交換溶劑，藉以獲得膠體聚合物層。若使用一或多種單體塗覆聚合物層於含鋰化合物(A)或視情況存在之保護層上，則該一或多種單體亦可充當溶劑，且在聚合之後，剩餘單體如上文所述移除/以至少一種離子液體交換。

根據本發明之另一較佳實施例，使用一或多種可交聯的聚合物及/或單體形成之可交聯的聚合物提供塗覆於至少一種含鋰化合物/視情況存在之保護層上的混合物以製備組合物(B)。該等聚合物及/或單體在塗覆混合物於至少一種含鋰化合物或視情況存在之保護層上以形成交聯的聚合物之後分別為交聯的或聚合且交聯的。交聯可藉由輻射(例如紫外輻射)或加熱誘發。含有可交聯聚合物/單體之混合物可進一步含有進行聚合所需之添加物，如引發劑或交聯劑。交聯聚合物與至少一種離子液體一起形成聚合物膠體。至少一種離子液體可與聚合物/單體一起塗覆或可如

上所述隨後經由溶劑交換或在移除溶劑之後將聚合物層浸漬於離子液體中而引入。

本發明之另一目標為產生電流之電池，其包含

(a) 包含至少一種陰極活性材料(a1)之陰極，

(b) 如上所述之鋰基陽極，及

(c) 至少一種插在該陰極與該陽極之間的陰極電解質。

本發明之產生電流之電池包含至少一種插在陰極與陽極之間的陰極電解質。陰極電解質充當儲存及輸送離子的介質。陰極電解質可為固相或液相。可使用任何離子導電材料，只要該離子導電材料為電化學穩定的。

陰極電解質較佳包含一或多種選自由液體電解質、膠體聚合物電解質及固相聚合物電解質組成之群的材料。陰極電解質更佳包含

(c1) 一或多種選自由以下組成之群的電解質溶劑：N-及N,N-經取代乙醯胺(如N-甲基乙醯胺及N,N-二甲基乙醯胺)、環狀及非環狀縮醛、乙腈、碳酸鹽、環丁碸(sulfolane)、碸、N-經取代吡咯啶酮、非環狀醚、環狀醚、二甲苯、包括乙二醇二甲醚之聚醚、矽氧烷及接枝聚矽氧烷；

(c2) 一或多種離子電解質鹽；及視情況

(c3) 一或多種選自由以下組成之群的聚合物：聚醚(如聚氧化乙烯及聚氧化丙烯)、聚丙烯酸酯、聚醯亞胺、聚磷腈(polyphophazene)、聚丙烯腈、聚矽氧烷、接枝聚矽氧烷、其衍生物、其摻合物及其共聚

物。

一或多種離子電解質鹽(c2)較佳選自由以下組成之群：包括鋰陽離子之鋰鹽、包括有機陽離子之鹽或其混合物。

鋰鹽之實例包括$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiB(C_6H_5)_4$、$LiSbF_6$、$LiAsF_6$、$LiClO_4$、$LiCF_3SO_3$、$Li(CF_3SO_2)_2N$、$LiC_4F_9SO_3$、$LiSbF_6$、$LiAlO_4$、$LiAlCl_4$、$LiC(SO_2CF_3)_3$、$LiN(C_xF_{2x+1}SO_2)(C_yF_{2y+1}SO_2)$(其中x及y為自然數)、LiBOB、LiSCN、LiCl、LiBr、LiI及其混合物。

包括有機陽離子之鹽的實例為陽離子雜環化合物，如吡啶鎓、嗒嗪鎓、嘧啶鎓、吡嗪鎓、咪唑鎓、吡唑鎓、噻唑鎓、噁唑鎓、吡咯啶鎓及三唑鎓或其衍生物。咪唑鎓化合物之實例為1-乙基-3-甲基-咪唑鎓(EMI)、1,2-二甲基-3-丙基咪唑鎓(DMPI)及1-丁基-3-甲基咪唑鎓(BMI)。包括有機陽離子之鹽的陰離子可為雙(全氟乙基磺醯基)醯亞胺($N(C_2F_5SO_2)_2^-$)、雙(三氟甲基磺醯基)醯亞胺($N(CF_3SO_2)_2^-$)、參(三氟甲基磺醯基)甲基化物($C(CF_3SO_2)_2^-$)、三氟甲烷磺醯亞胺、三氟甲基磺醯亞胺、三氟甲基磺酸鹽、AsF_6^-、ClO_4^-、PF_6^-、BF_4^-、$B(C_6H_5)_4^-$、SbF_6^-、$CF_3SO_3^-$、$CF_3CH_3^-$、$C_4F_9SO_3^-$、AlO_4^-、$AlCl_4^-$、$N(C_xF_{2x+1}SO_2)(C_yF_{2y+1}SO_2)$(其中x及y為自然數)、$SCN^-$、$Cl^-$、$Br^-$及$I^-$。

此外，如WO 2005/069409第10頁中所述，電解質可含有離子N-O電解質添加物。根據本發明，電解質較佳含有$LiNO_3$、硝酸胍及/或硝酸吡啶鎓。

根據本發明，電解質鹽(c2)較佳選自由以下組成之群：

$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiNO_3$、$LiCF_3SO_3$、$LiN(CF_3SO_2)_2$、$LiC_4F_9SO_3$、LiI、$LiC(SO_2CF_3)_3$、LiBr、LiBOB、LiSCN及其混合物。

一或多種電解質溶劑(c1)較佳為非水性的。

在一組實施例中，一或多種電解質溶劑(c1)包含乙二醇二甲醚。乙二醇二甲醚包含二乙二醇二甲醚(diethylene glycol dimethylether/diglyme)、三乙二醇二甲醚(triethylenglycol dimethyl ether/triglyme)、四乙二醇二甲醚(tetraethylene glycol dimethylether/tetraglyme)及高乙二醇二甲醚。聚醚包含乙二醇二甲醚、乙二醇二乙烯基醚、二乙二醇二乙烯基醚、三乙二醇二乙烯基醚、二丙二醇二甲醚及丁二醇醚。

在一組實施例中，一或多種電解質溶劑(c1)包含非環狀醚。非環狀醚包括二甲醚、二丙醚、二丁醚、二甲氧基甲烷、三甲氧基甲烷、二甲氧基乙烷、二乙氧基甲烷、1,2-二甲氧基丙烷及1,3-二甲氧基丙烷。

環狀醚包含四氫呋喃、四氫哌喃、2-甲基四氫呋喃、1,4-二噁烷、三噁烷及二氧雜環戊烷。

一或多種電解質溶劑(c1)較佳選自由二氧雜環戊烷及乙二醇二甲醚組成之群。一或多種溶劑(c1)更佳選自乙醚、二甲氧基乙烷、二氧雜環戊烷及其混合物。

一或多種陰極電解質最佳包含

(c1) 一或多種選自由以下組成之群的電解質溶劑：N-甲基乙醯胺、乙腈、碳酸鹽、環丁碸、碸、N-經取代吡咯

啶酮、非環狀醚、環狀醚、二甲苯、包括乙二醇二甲醚之聚醚及矽氧烷；及

(c2) 一或多種離子電解質鹽。

陰極活性材料可選自由以下組成之群：硫(例如元素硫)、MnO_2、$SOCl_2$、SO_2Cl_2、SO_2、$(CF)_x$、I_2、Ag_2CrO_4、$Ag_2V_4O_{11}$、CuO、CuS、PbCuS、FeS、FeS_2、$BiPb_2O_5$、B_2O_3、V_2O_5、CoO_2、$CuCl_2$、如$LiCoO_2$及$LiNiO_2$之過渡金屬-鋰氧化物、如$LiFePO_4$之過渡金屬-鋰磷酸鹽及嵌鋰碳。

在一較佳實施例中，陰極活性材料為硫。因為硫為非導電的，因此其通常與至少一種導電劑一起使用。導電劑可選自由以下組成之群：碳黑、石墨、碳纖維、石墨薄膜(graphene)、膨脹石墨、奈米碳管、活性碳、由熱處理軟木(cork)或瀝青(pitch)製備之碳、金屬粉末、金屬碎片、金屬化合物或其混合物。碳黑可包括科琴碳黑(ketjen black)、超導電乙炔碳黑(denka black)、乙炔碳黑、熱碳黑及槽法碳黑(channel black)。金屬粉末及金屬碎片可選自Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Al等。此外，導電劑可為導電聚合物及導電金屬硫族化物(chalcogenide)。

本發明之產生電流之電池可進一步在電池的陽極區與陰極區之間含有分隔器。若陰極電解質為液相，則此尤其較佳。通常，分離器為多孔不導電或絕緣的材料，其將陽極區與陰極區彼此分離或絕緣，且其允許在電池的陽極區與

陰極區之間經由分離器輸送離子。分離器通常選自由以下組成之群：多孔玻璃、多孔塑膠、多孔陶瓷或多孔聚合物。

在另一實施例中，組合物(B)與陰極電解質(c)中所含之溶劑或溶劑混合物(c1)直接接觸且至少一種聚合物(B2)經選擇以與陰極電解質(c)中所含之溶劑或溶劑混合物(c1)不可混溶。在其界面處，至少一種聚合物(B2)之固體層可視情況存在，藉由與陰極電解質(c)中所含之溶劑或溶劑混合物(c1)接觸沈澱至少一種聚合物(B2)來形成。此固體層可充當分離器且改良陰極電解質與含鋰陽極活性化合物之分離。

201220582

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：100135657

※ 申請日：100.9.30　※IPC 分類：H01M 4/485 (2006.01)
10/056 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

具離子液體聚合物膠體之鋰基陽極

LI-BASED ANODE WITH IONIC LIQUID POLYMER GEL

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種在產生電流之電池中使用的鋰基陽極，其包含至少一種陽極活性含鋰化合物，及

(A) 位於該至少一種含鋰化合物與在產生電流之電池中使用之陰極電解質(c)之間的組合物，其含有

(B1) 至少一種離子液體，

(B2) 至少一種與該至少一種離子液體(B1)相容的聚合物，及

(B3) 視情況存在之至少一種鋰鹽。

三、英文發明摘要：

A Li-based anode for use in an electric current producing cell comprising at least one anode active Li-containing compound and

(A) a composition located between the at least one Li-containing compound and the catholyte (c) used in the electric current producing cell, containing
(B1) at least one ionic liquid,
(B2) at least one polymer compatible with the at least one ionic liquid (B1), and
(B3) optionally at least one lithium salt.

七、申請專利範圍：

1. 一種在產生電流之電池中使用的鋰基陽極，其包含

(A) 至少一種陽極活性含鋰化合物，及

(B) 位於該至少一種含鋰化合物與在該產生電流之電池中使用的陰極電解質(c)之間的組合物，其含有

(B1) 至少一種離子液體，

(B2) 至少一種與該至少一種離子液體(B1)相容的聚合物，及

(B3) 視情況存在之至少一種鋰鹽。

2. 如請求項1之鋰基陽極，其中在該產生電流之電池中使用的該陰極電解質(c)含有溶劑或溶劑混合物(c1)，且該至少一種聚合物(B2)與該溶劑或溶劑混合物(c1)不可混溶。

3. 如請求項1或2之鋰基陽極，其中該至少一種聚合物(B2)係選自由以下組成之群：纖維素、纖維素衍生物、聚丙烯酸酯、聚醚、聚醚碸、含有聚醚碸之共聚物及其混合物。

4. 如請求項1或2之鋰基陽極，其中該至少一種聚合物(B2)係選自由以下組成之群：聚芳基醚碸、聚碸、聚苯碸、含有聚芳基醚碸、聚碸及/或聚苯碸之共聚物，及其混合物。

5. 如請求項1或2之鋰基陽極，其中該至少一種聚合物(B2)為交聯的。

6. 如請求項1之鋰基陽極，其中該至少一種離子液體(B1)係

選自由通式(I)之鹽組成之群：

$[A]^{+}_{n}[Y]^{n-}$ (I)

其中n=1、2、3或4；

其中

$[A]^{+}$係選自由以下組成之群：銨陽離子、鋰陽離子、銃陽離子及鏻陽離子；且

$[Y]^{n-}$為單價、二價、三價或四價陰離子；

及通式(IIa)至(IIc)之鹽

$[A^1]^{+}[A^2]^{+}[Y]^{n-}$ (IIa)，其中n=2，

$[A^1]^{+}[A^2]^{+}[A^3]^{+}[Y]^{n-}$ (IIb)，其中n=3，及

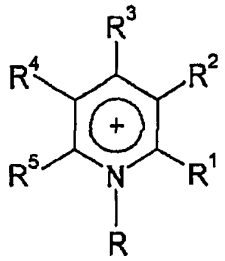
$[A^1]^{+}[A^2]^{+}[A^3]^{+}[A^4]^{+}[Y]^{n-}$ (IIc)，其中n=4，

其中

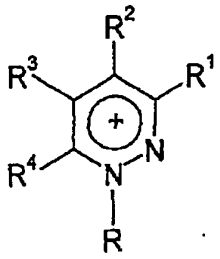
$[A^1]^{+}$、$[A^2]^{+}$、$[A^3]^{+}$及$[A^4]^{+}$彼此獨立地選自關於$[A]^{+}$所定義之群；且

$[Y]^{n-}$係如以上所定義。

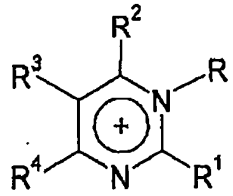
7. 如請求項6之鋰基陽極，其中$[A]^{+}$係選自式(IIIa)至(IIIy)之化合物：



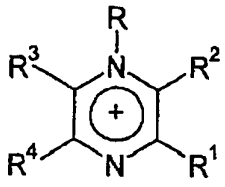
(IIIa)



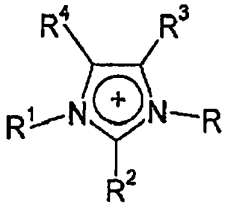
(IIIb)



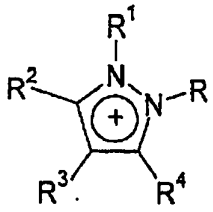
(IIIc)



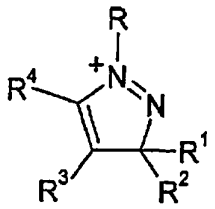
(IIId)



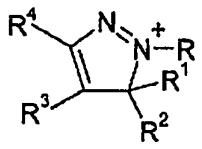
(IIIe)



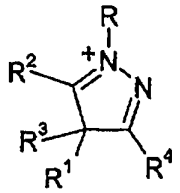
(IIIf)



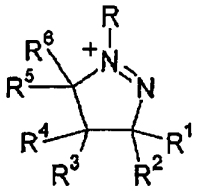
(IIIg)



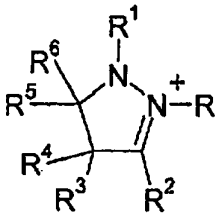
(IIIg')



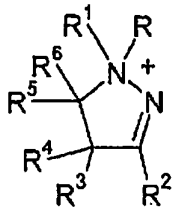
(IIIh)



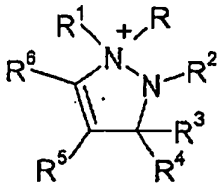
(IIIi)



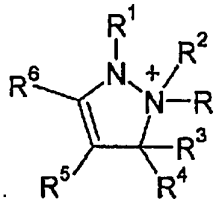
(IIIj)



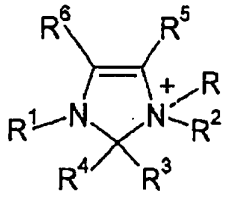
(IIIj')



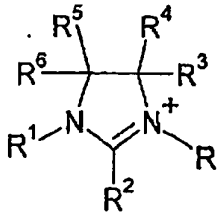
(IIIk)



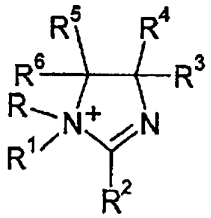
(IIIk')



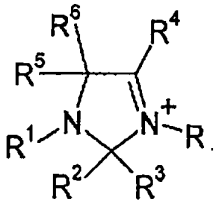
(IIII)



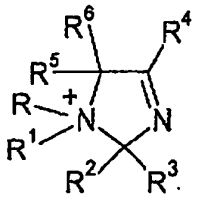
(IIIm)



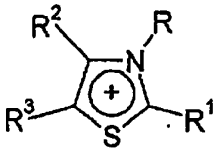
(IIIm')



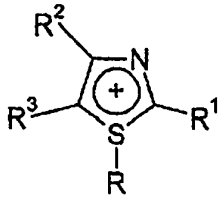
(IIIn)



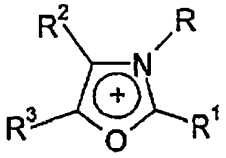
(IIIn')



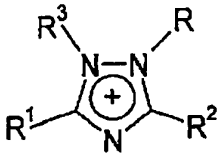
(IIIo)



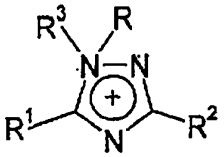
(IIIo')



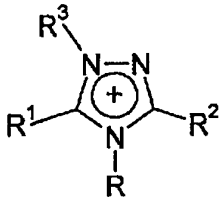
(IIIp)



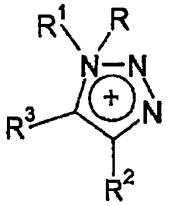
(IIIq)



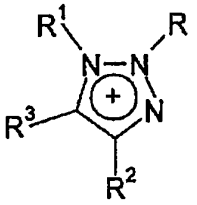
(IIIq')



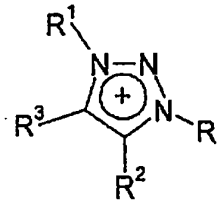
(IIIq")



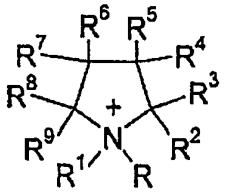
(IIIr)



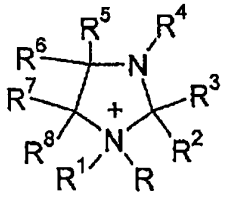
(IIIr')



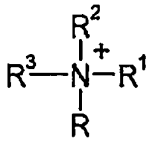
(IIIr")



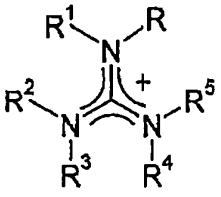
(IIIs)



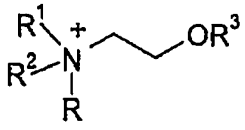
(IIIt)



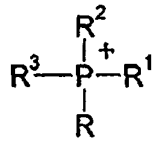
(IIIu)



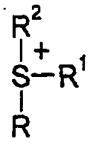
(IIIv)



(IIIw)



(IIIx)



(IIIy)

及包含此等結構之寡聚物；其中

R係選自氫或具有1至20個碳原子且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代的含碳有機、飽和或不飽和、非環狀或環狀、脂族、芳族或芳脂族基團；且

R^1至R^9彼此獨立地選自氫、磺酸基或具有1至20個碳原子且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代的含碳有機、飽和或不飽和、非環狀或環狀、脂族、芳族或芳脂族基團，其中在式(IIIa)至(IIIy)中結合於碳原子的R^1至R^9可選自鹵素或官能基；及/或

基團R^1至R^9中之兩個鄰接基團可一起為具有1至30個碳原子且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代的二價含碳有機飽和或不飽和、非環狀或環狀、脂族、芳族或芳脂族基團；及/或

來自由R及R^1至R^9組成之群的兩個鄰接基團可一起形成3至7員飽和、不飽和或芳族環且可未經取代或雜有或經1至5個雜原子或官能基取代。

8. 如請求項6之鋰基陽極，其中$[Y]^{n-}$係選自：

具有以下化學式的鹵化物及含鹵素化合物之群：

F^-、Cl^-、Br^-、I^-、BF_4^-、PF_6^-、$AlCl_4^-$、$Al_2Cl_7^-$、$Al_3Cl_{10}^-$、$AlBr_4^-$、$FeCl_4^-$、BCl_4^-、SbF_6^-、AsF_6^-、$ZnCl_3^-$、$SnCl_3^-$、$CuCl_2^-$、$CF_3SO_3^-$、$(CF_3SO_3)_2N^-$、$CF_3CO_2^-$、$CCl_3CO_2^-$、

CN^-、SCN^-、OCN^-

具有以下通式的硫酸鹽、亞硫酸鹽及磺酸鹽之群：

SO_4^{2-}、HSO_4^-、SO_3^{2-}、HSO_3^-、$R^aOSO_3^-$、$R^aSO_3^-$

由具有以下通式的磷酸鹽組成之群：

PO_4^{3-}、HPO_4^{2-}、$H_2PO_4^-$、$R^aPO_4^{2-}$、$HR^aPO_4^-$、$R^aR^bPO_4^-$

由具有以下通式的膦酸鹽及亞膦酸鹽(phosphinate)組成之群：

$R^aHPO_3^-$、$R^aR^bPO_2^-$、$R^aR^bPO_3^-$

由具有以下通式的亞磷酸鹽組成之群：

PO_3^{3-}、HPO_3^{2-}、$H_2PO_3^-$、$R^aPO_3^{2-}$、$R^aHPO_3^-$、$R^aR^bPO_3^-$

由具有以下通式的膦酸酯及亞膦酸酯(phosphinite)組成之群：

$R^aR^bPO_2^-$、$R^aHPO_2^-$、$R^aR^bPO^-$、R^aHPO^-

由具有以下通式的羧酸組成之群：

R^aCOO^-

具有以下通式的碳酸鹽及羧酸酯之群：

HCO_3^-、CO_3^{2-}、$R^aCO_3^-$

具有以下通式的硼酸鹽之群：

BO_3^{3-}、HBO_3^{2-}、$H_2BO_3^-$、$R^aR^bBO_3^-$、$R^aHBO_3^-$、$R^aBO_3^{2-}$、$B(OR^a)(OR^b)(OR^c)(OR^d)^-$、$B(HSO_4)^-$、$B(R^aSO_4)^-$

具有以下通式的醚酸鹽之群：

$R^aBO_2^{2-}$、$R^aR^bBO^-$

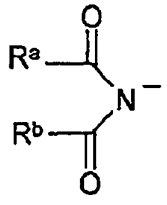
具有以下通式的矽酸鹽及矽酸酯之群：

SiO_4^{4-}、$HSiO_4^{3-}$、$H_2SiO_4^{2-}$、$H_3SiO_4^-$、$R^aSiO_4^{3-}$、$R^aR^bSiO_4^{2-}$、$R^aR^bR^cSiO_4^-$、$HR^aSiO_4^{2-}$、$H_2R^aSiO_4^-$、$HR^aR^bSiO_4^-$

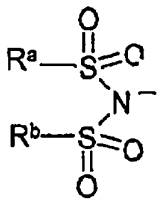
由具有以下通式的烷基矽烷及芳基矽烷之鹽組成之群：

$R^aSiO_3^{3-}$、$R^aR^bSiO_2^{2-}$、$R^aR^bR^cSiO^-$、$R^aR^bR^cSiO_3^-$、$R^aR^bR^cSiO_2^-$、$R^aR^bSiO_3^{2-}$

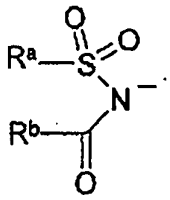
由具有以下通式的甲醯亞胺、雙(磺醯基)醯亞胺及磺醯基醯亞胺組成之群：



IV

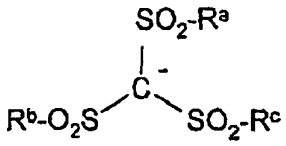


V



VI

由具有以下通式的甲基化物組成之群：



VII

具有以下通式的烷氧化物及芳氧化物之群：

R^aO^-；

其中R^a、R^b、R^c及R^d彼此獨立地選自：氫、C_1-C_{30}烷基、C_2-C_{18}烷基(其可視情況雜有一或多個非鄰接的氧及/或硫原子及/或一或多個經取代或未經取代之亞胺

基)、C_6-C_{14}芳基、C_5-C_{12}環烷基或包含氧、氮及/或硫的5員或6員雜環，且其中R^a、R^b、R^c及R^d中之兩者可一起形成不飽和、飽和或芳族環(其可視情況雜有一或多個氧及/或硫原子及/或一或多個未經取代或經取代之亞胺基)，其中該等提及之基團可各自另外經官能基、芳基、烷基、芳氧基、烷氧基、鹵素、雜原子及/或雜環取代。

9. 如請求項6之鋰基陽極，其中$[A]^+$係選自式IIIa、IIIc、IIId、IIIe、IIIf、IIIg、IIIg'、IIIh、IIIi、IIIj、IIIj'、IIIk、IIIk'、IIIl、IIIm、IIIm'、IIIn、IIIn'、IIIu及/或IIIv之化合物。

10. 如請求項6之鋰基陽極，其中$[A]^+$係選自式IIIa、IIIe及/或IIIf之化合物。

11. 如請求項6之鋰基陽極，其中$[Y]^{n-}$係選自由以下組成之群：鹵化物、含鹵素化合物、羧酸、雙(磺醯基)醯亞胺、NO_3^-、SO_4^{2-}、SO_3^{2-}、$R^aOSO_3^-$、$R^aSO_3^-$、PO_4^{3-}及$R^aR^bPO_4^-$。

12. 如請求項1或2之鋰基陽極，其中該至少一種鋰鹽(B3)係選自由以下組成之群：$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiNO_3$、$LiCF_3SO_3$、$LiN(CF_3SO_2)_2$、$LiC_4F_9SO_3$、LiI、$LiC(SO_2CF_3)_3$、LiBr、LiBOB、LiSCN及其混合物。

13. 如請求項1或2之鋰基陽極，其中該至少一種陽極活性含鋰化合物(A)係選自由鋰金屬、鋰合金及嵌鋰材料組成之群。

14. 如請求項1或2之鋰基陽極，其中該鋰基陽極進一步包含至少一個位於該至少一種陽極活性含鋰化合物(A)與組合物(B)之間的保護層。

15. 一種製備如請求項1之鋰基陽極的方法，其包含步驟

(i) 提供至少一種陽極活性含鋰化合物(A)，

(ii) 視情況在該至少一種陽極活性含鋰化合物(A)上塗覆保護層，及

(iii) 在該至少一種陽極活性含鋰化合物(A)上或在該視情況存在之保護層上分別塗覆組合物(B)。

16. 如請求項15之方法，其中在步驟(iii)中，該至少一種聚合物(B2)為可交聯的且該(等)聚合物(B2)在塗覆於該至少一種含鋰化合物(A)上或該視情況存在之保護層上之後為交聯的。

17. 一種產生電流之電池，其包含

(a) 包含至少一種陰極活性材料(a1)之陰極，

(b) 如請求項1之鋰基陽極，及

(c) 至少一種插在該陰極與該陽極之間的陰極電解質。

18. 如請求項17之產生電流之電池，其中該陰極電解質含有：

(c1) 一或多種選自由以下組成之群的電解質溶劑：N-及N,N-經取代乙醯胺、環狀及非環狀縮醛、乙腈、碳酸鹽、環丁碸、碸、N-經取代吡咯啶酮、非環狀醚、環狀醚、二甲苯、包括乙二醇二甲醚之聚醚、矽氧烷及接枝聚矽氧烷；

(c2) 一或多種離子電解質鹽；及視情況

(c3) 一或多種選自由以下組成之群的聚合物：聚醚、聚丙烯酸酯、聚醯亞胺、聚磷腈、聚丙烯腈、聚矽氧烷、接枝聚矽氧烷、其衍生物、其摻合物及其共聚物。

19. 如請求項17或18之產生電流之電池，其中該一或多種溶劑(c1)係選自乙醚、二甲氧基乙烷、二氧雜環戊烷或其混合物。

20. 如請求項17或18之產生電流之電池，其中該一或多種離子電解質鹽(c2)係選自由以下組成之群： $LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiNO_3$、$LiCF_3SO_3$、$LiN(CF_3SO_2)_2$、$LiC_4F_9SO_3$、LiI、$LiC(SO_2CF_3)_3$、LiBr、LiBOB、LiSCN及其混合物。

21. 如請求項17或18之產生電流之電池，其中該陰極活性材料(a1)係選自由以下組成之群：硫、MnO_2、$SOCl_2$、SO_2Cl_2、SO_2、$(CF)_x$、I_2、Ag_2CrO_4、$Ag_2V_4O_{11}$、CuO、CuS、PbCuS、FeS、FeS_2、$BiPb_2O_5$、B_2O_3、V_2O_5、CoO_2、$CuCl_2$、過渡金屬-鋰氧化物、過渡金屬-鋰磷酸鹽及嵌鋰碳。

22. 如請求項17或18之產生電流之電池，其中該電池進一步包含在該陽極側與該陰極側之間的分離器。

23. 如請求項17或18之產生電流之電池，其中該陰極電解質(c)與該組合物(B)直接接觸且該至少一種聚合物(B2)係經選擇以與陰極電解質(c)中所含之溶劑或溶劑混合物(c1)

不可混溶。

24. 如請求項17或18之產生電流之電池，其中該離子液體之熔點小於180℃。

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)