

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-236809

(P2012-236809A)

(43) 公開日 平成24年12月6日(2012.12.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C07C 257/14 (2006.01)	C07C 257/14 CSP	4H006
H01M 10/0568 (2010.01)	H01M 10/00 113	5E078
C07C 311/48 (2006.01)	C07C 311/48	5H029
H01G 9/038 (2006.01)	H01G 9/00 301D	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-108578 (P2011-108578)	(71) 出願人	504136568 国立大学法人広島大学 広島県東広島市鏡山1丁目3番2号
(22) 出願日	平成23年5月13日 (2011.5.13)	(71) 出願人	000003137 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
		(74) 代理人	110001427 特許業務法人前田特許事務所
		(74) 代理人	100077931 弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100110939 弁理士 竹内 宏
		(74) 代理人	100110940 弁理士 嶋田 高久

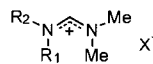
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン液体、イオン液体の製造方法、および同イオン液体を含む蓄電装置

(57) 【要約】

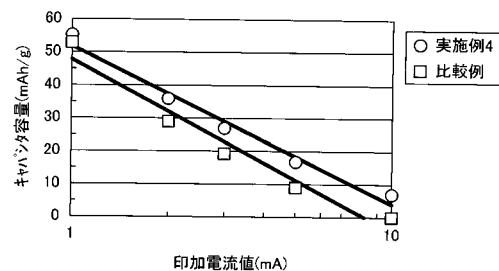
【課題】低粘度で且つ高温安定性に優れたイオン液体を提供する。

【解決手段】下記一般式で表されるホルムアミジニウム系カチオンと、塩素以外のアニオンXとから構成されていることを特徴とするイオン液体。



(式中、R₁はC_nH_{n+1}又は(CH₂)_nOMe、R₂はMe又はEtを表す。R₁のnは0~20の整数である。)

【選択図】図1

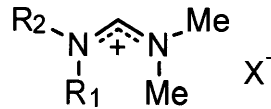


【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式で表されるホルムアミジニウム系カチオンと、塩素以外のアニオン X とから構成されていることを特徴とするイオン液体。

【化 1】



@0016

10

(式中、 R_1 は $C_n H_{n+1}$ 又は $(CH_2)_n OMe$ 、 R_2 は Me 又は Et を表す。 R_1 の n は 0 ~ 20 の整数である。)

【請求項 2】

請求項 1 において、粘度が 35 cP 以下であることを特徴とするイオン液体。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、分解温度が 280 以上であることを特徴するイオン液体。

【請求項 4】

請求項 1 に記載されたイオン液体の製造方法であって、

N,N-ジアルキルカルバモイルクロリド、N-アルコキシアルキル-N-アルキルカルバモイルクロリド、N-メトキシ-N-アルキルカルバモイルクロリド又はN-メチルカルバモイルクロリドと、N,N-ジメチルホルムアミド又はN,N-ジエチルホルムアミドとを、溶媒中で混合し加熱することにより、ホルムアミジニウム塩化物を合成する工程と、

20

塩素以外のアニオン X をカウンターイオンとして含むアルカリ塩を用い、イオン交換反応によって、上記塩化物から上記一般式で表されるホルムアミジニウム塩よりなるイオン液体を生成する工程とを備えていることを特徴とするイオン液体の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一に記載されたイオン液体を電解質として含む蓄電装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明はイオン液体及びその製造方法、並びに同イオン液体を含む蓄電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

イオン液体は、難燃性、不揮発性、高極性、イオン伝導性、溶解性など種々の優れた特性を併せ持ち、有機合成化学の分野では、特殊反応媒体や難溶解物質の溶剤として、例えば、クラウンエーテルのような相間移動触媒などの特異的触媒に利用されている。また、イオン液体は、キャパシタ、リチウムイオン電池などの蓄電装置の非水電解質材や、色素増感型太陽電池、電界効果トランジスタ、有機メモリー、有機アクチュエータなどの電子

40

【0003】

そこで、イオン液体の開発が活発になされており、例えば、イミダゾールを主骨格とするカチオンとアニオンとから構成されるイオン液体(特許文献1)を初めとして、四級アンモニウムカチオンを利用したイオン液体(特許文献2)、イミニウム系のイオン液体(特許文献3)など、種々のイオン液体が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-111599号公報

50

【特許文献2】特開2009-21060号公報

【特許文献3】特表2010-507647号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の課題は新規なイオン液体を提供することにある。特に、低粘度で且つ高温安定性に優れたイオン液体を提供することを課題とする。すなわち、触媒、蓄電装置、色素増感型太陽電池、電界効果トランジスタなど、イオン液体の各種用途では、耐熱性の観点から、そのイオン液体の分解温度が高いことが求められ、また、良好なイオン伝導性の観点から低粘度であることが求められる。

10

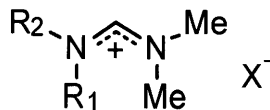
【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るイオン液体は、下記一般式で表されるホルムアミジニウム系カチオンと、塩素以外のアニオンXとから構成されていることを特徴とする。式中、 R_1 は C_nH_{n+1} 又は $(CH_2)_nOMe$ 、 R_2 はMe又はEtを表す。 R_1 のnは0~20の整数である。なお、Meはメチル基、Etはエチル基である。

【0007】

【化1】



20

【0008】

上記イオン液体は、その構造式から明らかなように、カチオン部分の2つのN原子のうち一方にアニオンXが配置されるため、仮に R_1 及び R_2 がMe(メチル基)である場合であっても、カチオン部分の電荷分布がアンバランスになり、その結果、融点及び粘度が低くなる。好ましいのは、 R_1 及び/又は R_2 がMe以外のアルキル基になっていることである。これにより、カチオン部分の構造の非対称性が強くなり、粘度の低減に有利になる。

【0009】

R_1 のnは、イオン液体の低粘度化のために、20以下の整数とする必要があり、特に7以下の整数、さらには5以下の整数であることが好ましい。

30

【0010】

上記イオン液体は、良好なイオン伝導性を得るために、その粘度が35cP以下であることが好ましい。

【0011】

上記イオン液体は、高温安定性の確保のために、分解温度が280以上であることが好ましい。

【0012】

上述の如きイオン液体を電解質として含む蓄電装置にあっては、イオン液体の粘度低減により、高容量化に有利になり、また、高温安定性の点でも有利になる。

40

【0013】

上記イオン液体は、次の方法によって製造することができる。それは、N,N-ジアルキルカルバモイルクロリド、N-アルコキシアルキル-N-アルキルカルバモイルクロリド、N-メトキシ-N-アルキルカルバモイルクロリド又はN-メチルカルバモイルクロリドと、N,N-ジメチルホルムアミド又はN,N-ジエチルホルムアミドとを、溶媒中で混合し加熱することにより、ホルムアミジニウム塩化物を合成する工程と、

塩素以外のアニオンXをカウンターイオンとして含むアルカリ塩を用い、イオン交換反応によって、上記塩化物から上記一般式で表されるホルムアミジニウム塩よりなるイオン液体を生成する工程とを備えている方法である。

50

【発明の効果】

【0014】

本発明に係るイオン液体によれば、低粘度で高温安定性に優れていることから、触媒、蓄電装置、色素増感型太陽電池、電界効果トランジスタなど各種用途に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施例及び比較例のキャパシタレート特性を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を実施するための形態を図面に基づいて説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

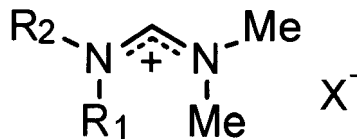
【0017】

<イオン液体>

本実施形態に係るイオン液体は、下記一般式で表されるホルムアミジニウム系カチオンと、塩素以外のアニオンXとから構成されている。式中、 R_1 は C_nH_{n+1} 又は $(CH_2)_nOMe$ 、 R_2 はMe又はEtを表す。 R_1 のnは0~20の整数である。

【0018】

【化1】



【0019】

アニオンXの好適例としては、臭素アニオン(Br^-)、四フッ化ホウ素アニオン(BF_4^-)、六フッ化リンアニオン(PF_6^-)、ビス(トリフルオロメタンシルホニル)イミドアニオン($(N(SO_2CF_3)_2)^-$ 、以下ではこれを「NTf₂」と略記する。)等を挙げることができる。

【0020】

本発明者は、以上のような構造のイオン液体が、比較的 low 粘度であり、高温安定性が高く、しかも、有機化合物を溶解する能力に優れる、という特性を有することを確認している。このイオン液体は、キャパシタや二次電池といった蓄電装置用の電解液として好適に使用することができる。

【0021】

<実施例>

上記イオン液体の具体例を説明する。

【0022】

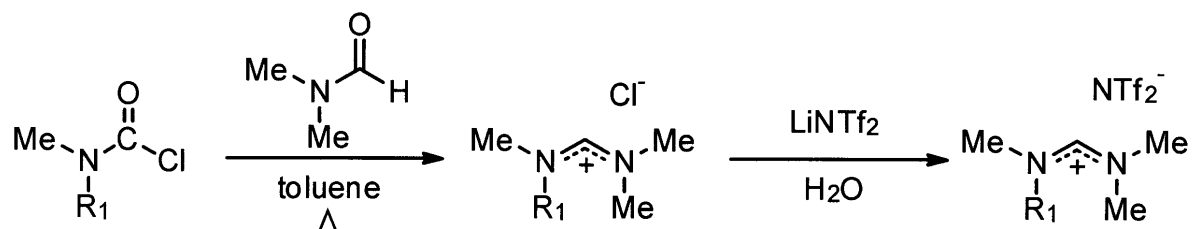
- イオン液体の製造 -

N,N-ジアルキルカルバモイルクロリド、N-アルコキシアルキル-N-アルキルカルバモイルクロリド、N-メトキシ-N-アルキルカルバモイルクロリド又はN-メチルカルバモイルクロリドと、N,N-ジメチルホルムアミド(以下「DMF」と略記する。)又はN,N-ジエチルホルムアミドとを、溶媒中で混合し加熱することにより、ホルムアミジニウム塩化物(中間体)を合成する。次いで、上記アニオンXをカウンターイオンとして含むアルカリ塩とイオン交換水とを用い、イオン交換反応によって、上記塩化物から上記一般式で表されるホルムアミジニウム塩よりなるイオン液体を生成する。溶媒としてトルエンを用い、アルカリ塩として、リチウムビス(トリフルオロメタンシルホニル)イミド(LiNTf₂)を用いる場合の、イオン液体の合成スキームを次に示す。なお、Cl⁻は、ジクロロメタン(100ml)で抽出後、イオン交換水(50ml)で3回洗浄することで除去する。

【0023】

(DMFを反応させるケース)

【化2】



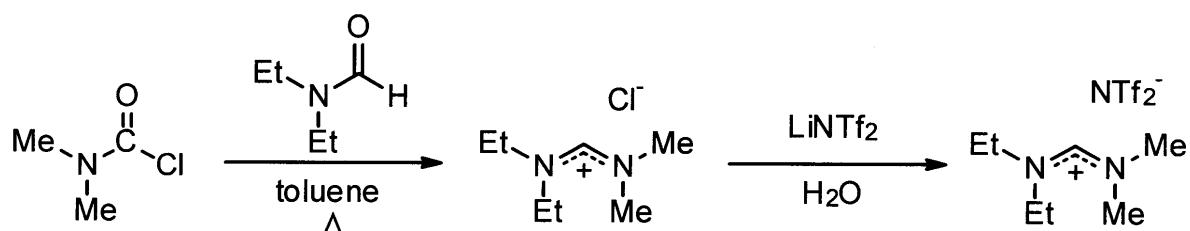
R₁ = H, Me, Et, *n*-Pr, *n*-Bu, *n*-Pe, OMe, (CH₂)₂OMe, (CH₂)₃OMe

10

【0024】

(N,N-ジエチルホルムアミドを反応させるケース)

【化3】



20

【0025】

以下の各実施例において、化合物の同定には、¹H-NMR (Varian 400 MHz) を用いた。

【0026】

(実施例1)

イオン液体としての、N¹,N¹,N³,N³-テトラメチルホルムアミジニウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩を以下の方法によって合成した。

【0027】

窒素雰囲気下、300 mL の三口フラスコに、N,N-ジメチルカルバモイルクロリド (7.36 g, 68.4 mmol)、DMF (5.0 g, 68.4 mmol) 及びトルエン (120 mL) を入れ、6 時間加熱還流させた。放冷後、真空下で溶媒を留去することにより、N¹,N¹,N³,N³-テトラメチルホルムアミジニウム塩化物 (黄色固体 6.7 g (72%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)・9.25 (s, 1H), 3.45 (s, 6H), 3.40 (s, 6H)) を得た。

30

【0028】

次に、N¹,N¹,N³,N³-テトラメチルホルムアミジニウム塩化物 (1.1 mmol) とイオン交換水 (5 mL) を TFA ボトル (20 mL) に入れた。これに、LiNTf₂ (1.2 mmol) を数回にわけて加え、室温で一晩攪拌した。得られた反応溶液を塩化メチレンで抽出し、(乾燥させずに) 減圧下で濃縮した。その後、カラムクロマトグラフィー (6% 含水アルミナ、塩化メチレン : 酢酸エチル = 2 : 1) で高極性成分を分取することにより、N¹,N¹,N³,N³-テトラメチルホルムアミジニウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩 (淡黄色液体 11.2 g (80%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.55 (s, 1H), 3.35 (s, 6H), 3.29 (s, 6H)) を得た。R₁ 及び R₂ は Me である。

40

【0029】

(実施例2)

N-エチル-N-メチルカルバモイルクロリド (550 mg, 4.53 mmol) と DMF (0.35 mL, 4.53 mmol) とを用い、実施例1と同じ方法にて、N¹-エチル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム塩化物 (黄色固体 354 mg (51%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)・10.13 (s, 1H), 3.63 (s, 2H), 3.50 (s, 3H), 3.31 (s, 3H), 3.29 (s, 6H), 1.28 (s, 3H)) を合成した。そして、実施例1と同様のイオン交換によって、イオン液体 N¹-エチル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩 (淡黄色液体 10.15 g (91%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.56 (s, 1H), 3.62 (t, 3H), 3.52 (s, 3

50

H), 3.31 (s, 3H), 3.30 (s, 3H), 1.35 (t, 3H))を得た。R₁はEt、R₂はMeである。

【0030】

(実施例3)

N-メチル-N-プロピルカルバモイルクロリド(882 mg, 6.51 mmol)とDMF(0.604 mL, 6.51 mmol)とを用い、実施例1と同じ方法にて、N¹,N³,N³-トリメチル-N¹-プロピルホルムアミジニウム塩化物(黄色固体 602 mg (56%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)・9.82 (s, 1H), 3.53(t, 2H), 3.40 (s, 3H), 3.26 (s, 3H), 3.21 (s, 6H), 1.63-1.24 (s, 3H), 0.92 (t, 3H))を合成した。そして、実施例1と同様のイオン交換によって、イオン液体N¹,N³,N³-トリメチル-N¹-プロピルホルムアミジニウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩(淡黄色液体 624 mg (83%); ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.56 (s, 1H), 3.40 (t, 3H), 3.53 (s, 3H), 3.31 (s, 3H), 3.28 (s, 3H), 1.73-1.68 (s, 2H), 0.95(t, 3H).)を得た。R₁はPr(プロピル基)、R₂はMeである。

10

【0031】

(実施例4)

N-ブチル-N-メチルカルバモイルクロリド(700 mL, 4.44 mmol)とDMF(0.41 mL, 5.33 mmol)とを用い、実施例1と同じ方法にて、N¹-ブチル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム塩化物塩(黄色固体 645 mg (77%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)・9.63 (s, 1H), 3.61 (t, 2H), 3.42 (s, 3H), 3.23 (s, 3H), 3.19 (s, 3H), 1.63-1.24 (m, 4H), 0.95 (t, 3H))を合成した。そして、実施例1と同様のイオン交換によって、イオン液体N¹-ブチル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩(淡黄色液体 10.05 g (91 %), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.48 (s, 1H), 3.40 (t, 3H), 3.33 (s, 3H), 3.30(s,3H), 3.24 (s,3H), 1.73-1.24 (m, 4H), 0.95 (t, 3H))を得た。R₁はBu(ブチル基)、R₂はMeである。

20

【0032】

(実施例5)

N-メチル-N-ペンチルカルバモイルクロリド(192 mL, 1.17 mmol)とDMF(0.12 mL, 1.4 mmol)とを用い、実施例1と同じ方法にて、N¹,N³,N³-トリメチル-N¹-ペンチルホルムアミジニウム塩化物塩(黄色固体 176 mg (84 %), ¹H-NMR (CDCl₃)・9.52 (s, 1H), 3.55 (t, 2H), 3.38 (s, 3H), 3.22 (s, 3H), 3.19 (s, 3H), 1.68-1.12 (m, 6H), 0.88 (t, 3H))を合成した。そして、実施例1と同様のイオン交換によって、イオン液体N¹,N³,N³-トリメチル-N¹-ペンチルホルムアミジニウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩(淡黄色液体 102 mg (52%), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.52 (s, 1H), 3.42 (t, 3H), 3.35 (s, 3H), 3.32 (s, 3H), 3.26(s, 3H), 1.82-1.23 (m, 4H), 0.90(t, 3H))を得た。R₁はPe(ペンチル基)、R₂はMeである。

30

【0033】

(実施例6)

N-メトキシ-N-メチルカルバモイルクロリド(391 mL, 3.22 mmol)とDMF(0.32 mL, 3.83 mmol)とを用い、実施例1と同じ方法にて、N¹-メトキシ-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム塩化物塩(黄色固体 310 mg (63 %), ¹H-NMR (CDCl₃)・10.13 (s, 1H), 3.38 (s, 3H), 3.19 (s, 3H), 3.25 (s, 3H), 3.03 (s, 3H))を合成した。そして、実施例1と同様のイオン交換によって、イオン液体N¹-メトキシ-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウムビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩(淡黄色液体 199 mg (63 %), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.54 (s, 1H), 3.38 (s, 3H), 3.32 (s, 3H), 3.26(s, 3H))を得た。R₁はOMe(メトキシ基)、R₂はMeである。

40

【0034】

(実施例7)

N-メトキシエチル-N-メチルカルバモイルクロリド(1.545 g, 10.2 mmol)とDMF(0.946 mL, 12.2 mmol)とを用い、実施例1と同じ方法にて、N¹-メトキシエチル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム塩化物(黄色固体 852 mg (46 %), ¹H-NMR (CDCl₃) d 9.41 (s

50

, 1H), 3.67 (t, 2H, J = 6.8 Hz), 3.57 (s, 3H), 3.53 (s, 3H), 3.39 (s, 3H), 3.35 (s, 3H), 3.36 (t, 2H, J = 6.8 Hz) を合成した。そして、実施例 1 と同様のイオン交換によって、イオン液体 N¹-メトキシエチル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩 (淡黄色液体 880 mg (74 %), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.52 (s, 1H), 3.43 (t, 3H), 3.35 (s, 3H), 3.32 (s, 3H), 3.27 (s, 3H), 2.89 (s, 2H)) を得た。R₁ は (CH₂)₂OMe (メトキシエチル基)、R₂ は Me である。

【0035】

(実施例 8)

N-メトキシプロピル-N-メチルカルバモイルクロリド (232 mg, 1.4 mmol) と DMF (0.20 mL, 1.54 mmol) とを用い、実施例 1 と同じ方法にて、N¹-メトキシプロピル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム塩化物 (黄色固体 226 mg (83 %), ¹H-NMR (CDCl₃) d 9.43 (s, 1H), 3.89 (t, 2H, J = 7.7 Hz), 3.51 (s, 3H), 3.49 (s, 3H), 3.32 (s, 3H), 3.30 (s, 3H), 3.24 (t, 2H, J = 7.7 Hz), 1.84-1.93 (m, 2H)) を合成した。そして、実施例 1 と同様のイオン交換によって、イオン液体 N¹-メトキシプロピル-N¹,N³,N³-トリメチルホルムアミジニウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩 (淡黄色液体 490 mg (61 %), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.56 (s, 1H), 3.41 (t, 3H), 3.34 (s, 3H), 3.33 (s, 3H), 3.32 (s, 3H), 2.74 (s, 3H), 1.36 (m, 2H), 0.90 (t, 3H)) を得た。R₁ は (CH₂)₃OMe (メトキシプロピル基)、R₂ は Me である。

【0036】

(実施例 9)

N,N-ジメチルカルバモイルクロリド (6.8 mL, 74 mmol) と N,N-ジエチルホルムアミド (10.3 mL, 81 mmol) とを用い、実施例 1 と同じ方法にて、N¹·N¹-ジエチル-N³,N³-ジメチルホルムアミジニウム塩化物塩 (黄色固体 8.0 g (65 %), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 9.36 (s, 1H), 3.16 (s, 5H), 3.06 (s, 5H), 1.37 (t, J=7 Hz, 6H)) を合成した。そして、実施例 1 と同様のイオン交換によって、イオン液体 N¹,N¹-ジエチル-N³,N³-ジメチルホルムアミジニウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩 (淡黄色液体 3.61g (72 %), ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 7.57 (s, 1H), 3.16 (s, 5H), 3.06 (s, 5H), 1.37 (t, J = 7 Hz, 6H)) を得た。R₁ 及び R₂ は Et である。

【0037】

(比較例)

窒素雰囲気下、200 mL の三口フラスコに N-メチルイミダゾール (14.5g, 176mmol)、テトラヒドロフラン (124mL) 及び 1-プロモ-3-メトキシプロパン (27.0g, 176mmol) を入れ、5 時間加熱還流させた。放冷後、減圧下で溶媒を留去した。得られた N-メトキシプロピル-N-メチルイミダゾリウム臭化物塩 (1.28mmol) に、LiNTf₂ (1.40mmol) を数回に分けて加え、室温で一晩攪拌した。得られた反応溶液を塩化メチレンで抽出し、得られた有機層を無水硫酸マグネシウムで乾燥した後、減圧下で溶媒を留去した。残渣を塩化メチレンに溶解させ、活性炭を加え、2 時間室温で攪拌した。この溶液を濾過して活性炭を取り除き溶媒を留去した後に、カラムクロマトグラフィー (6% 含水アルミナ、塩化メチレン：酢酸エチル = 2 : 1) で高極性成分を分取することにより、淡黄色液体の N¹-(3-メトキシプロピル)-N³-メチルイミダゾリウム ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド塩を得た。

【0038】

< 実施例及び比較例に係るイオン液体の特性 >

実施例 1 ~ 5, 7 ~ 9 に係るイオン液体の粘度、密度、分解温度、酸化電位、還元電位及び電位窓を測定した。電位窓 (酸化還元電位) は、CV (サイクリックボルタンメトリー) 測定によって求めた。その測定条件は、作用電極: Pt、対極電極: Pt、参照電極: Ag / AgCl、溶媒: 無し (イオン液体のみ, neat)、掃引速度: 100 mV/s とし、室温で測定した。結果を表 1 に示す。

【0039】

10

20

30

40

50

【表 1】

		R 1	粘度 (c P)	密度 (g/cm ³)	分解温度 (°C)	酸化電位 (V)	還元電位 (V)	電位窓 (V)
実施例	1	Me	19.0	1.52	400	1.70	-1.35	3.05
	2	Et	21.8	1.49	315	1.15	-2.10	3.25
	3	Pr	28.7	1.45	353	1.85	-0.80	2.65
	4	Bu	15.0	1.44	284	2.10	-1.85	3.95
	5	Pe	32.0	1.41	319	2.10	-1.80	3.90
	7	(CH ₂) ₂ OMe	24.2	1.29	353	1.90	-1.90	3.80
	8	(CH ₂) ₃ OMe	27.6	1.40	320	1.80	-1.75	3.55
	9	R ₁ , R ₂ =Et	26.7	1.48	382	1.45	-2.05	3.50
比較例(イミダゾール系)			51.0	1.34	380	2.70	-2.40	5.10

10

20

【0040】

実施例に係るイオン液体は、いずれも室温で35 c P以下の低粘度液体であるから、イオン伝導性が良いことがわかる。また、実施例に係るイオン液体は、いずれも分解温度が280以上であるから、高温安定性に優れていることがわかる。また、実施例に係るイオン液体は、その電位窓からみて、電気化学的安定性の確保にも問題がないことがわかる。

【0041】

(キャパシタの放電容量の測定)

実施例4及び比較例に係るイオン液体を電解質として、正極および負極ともに活性炭(宝泉社製)から構成したキャパシタ系半開放セルを作製し、充放電測定装置(岩通計測社製)を用いて各電池のキャパシタ容量(初期放電容量)を測定した。測定に用いた宝泉社製活性炭(AG-1)は、全比表面積が約2230 m²/gである。測定条件は、電圧範囲: 0 V ~ 2.5 V、定電流値: 1 mA, 2 mA, 3 mA, 5 mA, 10 mA、温度: 25 である。各印加電流値でのキャパシタ容量を表2及び図1に示す。

30

【0042】

【表 2】

	粘度 (c P)	キャパシタレート特性					
		印加電流値(mA)	1	2	3	5	10
実施例4 (R ₁ = Bu)	15.0	キャパシタ容量(mAh/g)	55	36	27	17	7
比較例(イミダゾール系)	51.0	キャパシタ容量(mAh/g)	53	29	19	9	0

40

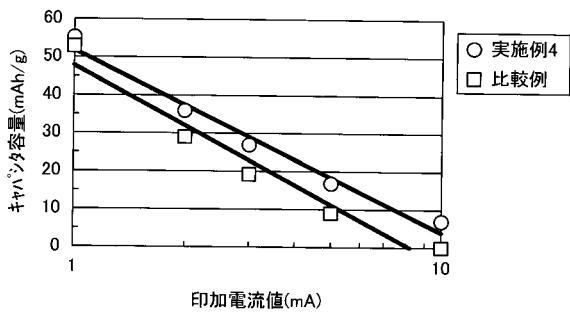
【0043】

実施例4は、比較例に比べて、キャパシタ容量が大きく、且つ印加する電流値を高めた場合の容量低下が小さい。すなわち、出力特性が良い。これは、実施例4に係るイオン液体は、比較例のイオン液体に比べて、粘度が低く、抵抗が小さいこと、つまり、イオンの移動が容易であることによると考えられる。

50

【符号の説明】
【0044】
なし

【図1】



フロントページの続き

- (74)代理人 100113262
弁理士 竹内 祐二
- (74)代理人 100115059
弁理士 今江 克実
- (74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100124671
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也
- (74)代理人 100131200
弁理士 河部 大輔
- (74)代理人 100131901
弁理士 長谷川 雅典
- (74)代理人 100132012
弁理士 岩下 嗣也
- (74)代理人 100141276
弁理士 福本 康二
- (74)代理人 100143409
弁理士 前田 亮
- (74)代理人 100157093
弁理士 間脇 八蔵
- (74)代理人 100163186
弁理士 松永 裕吉
- (74)代理人 100163197
弁理士 川北 憲司
- (74)代理人 100163588
弁理士 岡澤 祥平
- (72)発明者 瀧宮 和男
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 宮碓 栄吾
広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号 国立大学法人広島大学大学院工学研究院内
- (72)発明者 甲斐 裕之
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
- F ターム(参考) 4H006 AA01 AA02 AA03 AB99 AC59
5E078 AA09 AB02 AB06 DA13 DA19
5H029 AJ06 AJ12 AM09 CJ14 HJ02 HJ10 HJ14