

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 3 部門第 4 区分

【発行日】令和 3 年 3 月 18 日 (2021.3.18)

【公表番号】特表 2020-502365 (P2020-502365A)

【公表日】令和 2 年 1 月 23 日 (2020.1.23)

【年通号数】公開・登録公報 2020-003

【出願番号】特願 2019-532078 (P2019-532078)

【国際特許分類】

C 2 2 B 59/00 (2006.01)

C 2 2 B 3/06 (2006.01)

C 2 2 B 3/26 (2006.01)

C 2 2 B 3/44 (2006.01)

C 2 2 B 7/00 (2006.01)

C 0 1 F 17/17 (2020.01)

C 0 1 F 17/00 (2020.01)

B 0 1 D 11/04 (2006.01)

【 F I 】

C 2 2 B 59/00

C 2 2 B 3/06

C 2 2 B 3/26

C 2 2 B 3/44 1 0 1 Z

C 2 2 B 7/00 G

C 0 1 F 17/00 J

C 0 1 F 17/00

C 0 1 F 17/00 D

B 0 1 D 11/04 B

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 1 月 29 日 (2021.1.29)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

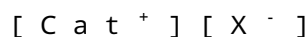
【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

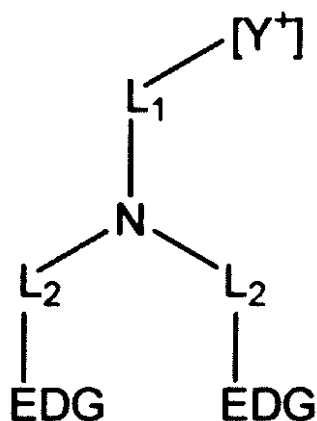
1 又は 2 種以上の希土類金属の混合物から希土類金属を抽出する方法であって、前記希土類金属の酸性溶液を、イオン液体を含む組成物と接触させて、水性相、及びその中に前記希土類金属が選択的に抽出された非水性相を形成するステップを含み、前記イオン液体が、式：



[式中、

[Cat<sup>+</sup>] は、構造：

## 【化 1】



(式中、 $[Y^+]$  は、アンモニウム、ベンズイミダゾリウム、ベンゾフラニウム、ベンゾチオフェニウム、ベンゾトリアゾリウム、ボロリウム、シンノリニウム、ジアザビシクロデセニウム、ジアザビシクロノネニウム、1, 4 - ジアザビシクロ[2.2.2]オクタニウム、ジアザビシクロ - ウンデセニウム、ジチアゾリウム、フラニウム、グアニジニウム、イミダゾリウム、インダゾリウム、インドリニウム、インドリウム、モルホリニウム、オキサボロリウム、オキサホスホリウム、オキサジニウム、オキサゾリウム、イソ - オキサゾリウム、オキソチアゾリウム、ホスホリウム、ホスホニウム、フタラジニウム、ピペラジニウム、ピペリジニウム、ピラニウム、ピラジニウム、ピラゾリウム、ピリダジニウム、ピリジニウム、ピリミジニウム、ピロリジニウム、ピロリウム、キナゾリニウム、キノリニウム、イソ - キノリニウム、キノキサリニウム、キヌクリジニウム、セレナゾリウム、スルホニウム、テトラゾリウム、チアジアゾリウム、イソ - チアジアゾリウム、チアジニウム、チアゾリウム、イソ - チアゾリウム、チオフェニウム、チウロニウム、トリアジニウム、トリアゾリウム、イソ - トリアゾリウム及びウロニウム基から選択される基を含み；

各 EDG は、電子供与基を表し；

$L_1$  は、 $C_{1-10}$  アルカンジイル、 $C_{2-10}$  アルケンジイル、 $C_{1-10}$  ジアルカニルエーテル及び  $C_{1-10}$  ジアルカニルケトン基から選択される連結基を表し；

各  $L_2$  は、 $C_{1-2}$  アルカンジイル、 $C_2$  アルケンジイル、 $C_{1-2}$  ジアルカニルエーテル及び  $C_{1-2}$  ジアルカニルケトン基から独立して選択される連結基を表す)

を有するカチオン種を表し；及び

$[X^-]$  は、アニオン種を表す]

を有する、前記方法。

## 【請求項 2】

好ましくは、酸性ストリッピング溶液、例えば塩酸水溶液又は硝酸水溶液でのストリッピングによって、非水性相から希土類金属を回収するステップを含む、請求項 1 に記載の方法であって、前記酸性ストリッピング溶液が、好ましくは 1 以下の pH、及び / 又は 0 以上の pH を有する、前記方法。

## 【請求項 3】

2 又は 3 種以上の希土類金属の混合物から希土類金属を抽出するステップを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

酸性溶液が第 1 及び第 2 の希土類金属を含み、

(a) 前記第 1 の希土類金属を非水性相に優先的に分配し、

好ましくは、前記非水性相を前記酸性溶液から分離するステップ；及び

(b) 前記第 1 の希土類金属が枯渇した前記酸性溶液を、イオン液体を含む組成物と接触させ、任意に、前記第 2 の希土類金属をそれから回収するステップ；

を含み、

好ましくは、ステップ (a) において、前記第 1 の希土類金属が前記非水性相から回収され、かつ、ステップ (b) において、前記非水性相がリサイクルされ、前記組成物として用いられる、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 5】**

第 1 の希土類金属がジスプロシウムであり、第 2 の希土類金属がネオジムであるか、若しくは

第 1 の希土類金属がランタンであり、第 2 の希土類金属がユーロピウムであり；及び / 又は

ステップ (a) において、酸性溶液が 3 . 5 未満の pH を有し、ステップ (b) において、酸性溶液が 3 . 5 超の pH を有する；

請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

希土類金属を抽出する酸性溶液が、2 ~ 4 の pH を有する、及び / 又は

組成物を希土類金属の酸性溶液と接触させるに先立って、組成物が、希土類金属の酸性溶液と同一の pH を有する酸性溶液で平衡化される、

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 7】**

組成物を、0 . 5 : 1 ~ 2 : 1、好ましくは 0 . 7 : 1 ~ 1 . 5 : 1、より好ましくは 0 . 8 : 1 ~ 1 . 2 : 1、例えば、1 : 1 の容量比で酸性溶液に加える、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 8】**

希土類金属の酸性溶液と組成物とを、10 ~ 40 分間、好ましくは 15 ~ 30 分間接触させるステップを含む、

及び / 又は

希土類金属の酸性溶液と組成物とを接触させ、物理的に混合するステップを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 9】**

L<sub>1</sub> を各 L<sub>2</sub> に連結する窒素及び EDG の 1 つが、共に、金属に配位する場合、窒素、L<sub>2</sub>、EDG、及び金属によって形成された環が、5 又は 6 員環、好ましくは 5 員環である、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 10】**

[ Y<sup>+</sup> ] が：

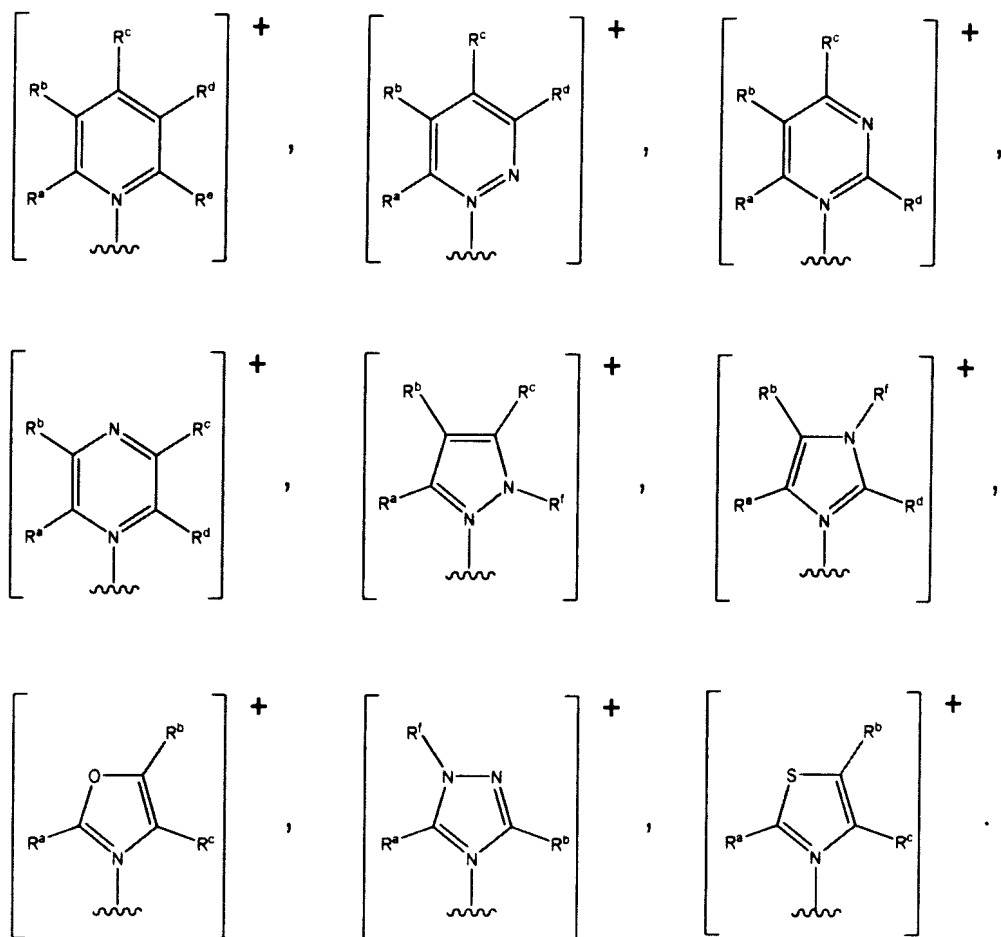
[ - N ( R<sup>a</sup> ) ( R<sup>b</sup> ) ( R<sup>c</sup> ) ]<sup>+</sup>、[ - P ( R<sup>a</sup> ) ( R<sup>b</sup> ) ( R<sup>c</sup> ) ]<sup>+</sup> 及び [ - S ( R<sup>a</sup> ) ( R<sup>b</sup> ) ]<sup>+</sup>

[ 式中、R<sup>a</sup>、R<sup>b</sup> 及び R<sup>c</sup> は、各々、独立して、置換されていてもよい C<sub>1</sub> - C<sub>30</sub> アルキル、C<sub>3</sub> - C<sub>8</sub> シクロアルキル及び C<sub>6</sub> - C<sub>10</sub> アリール基から選択される ]

から選択される非環式カチオンを表す；

あるいは

## 【化 2】

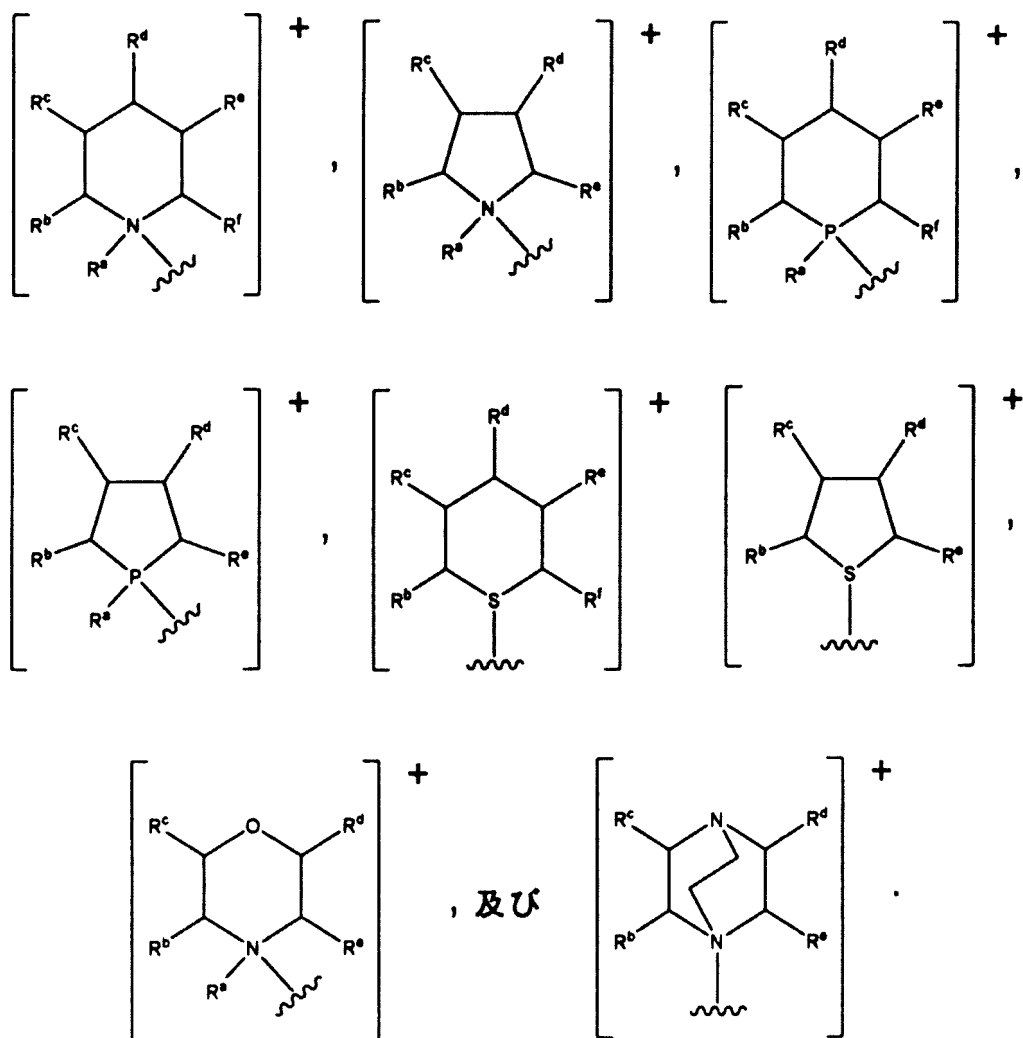


[ 式中、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  は、各々、独立して、水素及び置換されていてもよい  $C_{1-30}$  アルキル、 $C_{3-8}$  シクロアルキル及び  $C_{6-10}$  アリール基から選択されるか、又は隣接炭素原子に結合した  $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$  及び  $R^e$  のうちいずれか 2 つは、 $q$  が 3 から 6 である置換されていてもよいメチレン鎖 -  $(CH_2)_q$  - を形成する ]

から選択される環式カチオンを表す；或いは

環式アンモニウム、1,4-ジアザビシクロ[2.2.2]オクタニウム、モルホリニウム、環式ホスホニウム、ピペラジニウム、ピペリジニウム、キヌクリジニウム、及び環式スルホニウムから選択される飽和複素環式カチオンを表し、好ましくは  $[Y^+]$  が、式：

## 【化 3】

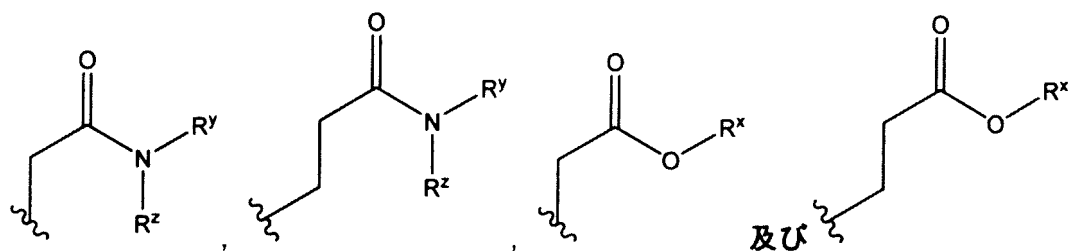


[ 式中、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  は、各々、独立して、水素及び置換されていてもよい  $C_{1-30}$  アルキル、 $C_{3-8}$  シクロアルキル及び  $C_{6-10}$  アリール基から選択されるか、又は隣接炭素原子に結合した  $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$  及び  $R^e$  のうちいずれか 2 つは、 $q$  が 3 から 6 である置換されていてもよいメチレン鎖 -  $(CH_2)_q$  - を形成する ] を有する飽和複素環式カチオンを表し；

好ましくは、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの少なくとも 1 つが、 $-CO_2R^x$ 、 $-OC(O)R^x$ 、 $-CS_2R^x$ 、 $-SC(S)R^x$ 、 $-S(O)OR^x$ 、 $-OS(O)R^x$ 、 $-NR^xC(O)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(O)OR^y$ 、 $-OC(O)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)OR^y$ 、 $-OC(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)SR^y$ 、 $-SC(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)NR^yR^z$ 、 $-C(O)NR^yR^z$ 、又は  $-C(S)NR^yR^z$  で置換された  $C_{1-5}$  アルキル基であり、式中、 $R^x$ 、 $R^y$  及び  $R^z$  は、独立して、水素及び  $C_{1-6}$  アルキルから選択され；

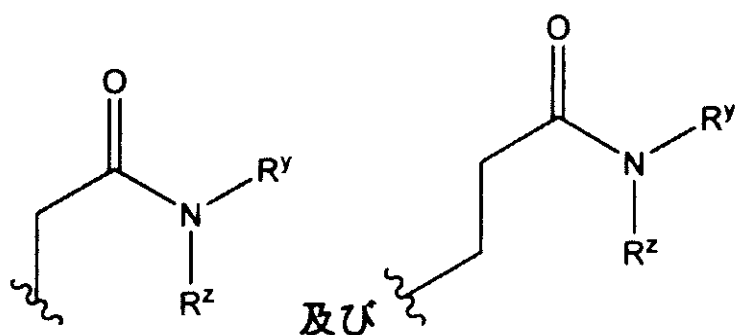
好ましくは、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの少なくとも 1 つが、 $-CO_2R^x$ 、又は  $-C(O)NR^yR^z$  で置換された  $C_{1-3}$  アルキル基であり、式中、 $R^x$ 、 $R^y$  及び  $R^z$  は、各々、独立して、 $C_{3-6}$  アルキルから選択され；より好ましくは、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの少なくとも 1 つが；

【化 4】



もっとも好ましくは、

【化 5】



[ 式中、 $R^y = R^z$  であり、 $R^x$ 、 $R^y$  及び  $R^z$  は、各々、 $C_3 - 6$  アルキル、好ましくは  $C_4$  アルキル、例えば、*i*-Bu から選択される ]

から選択される基を表す、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

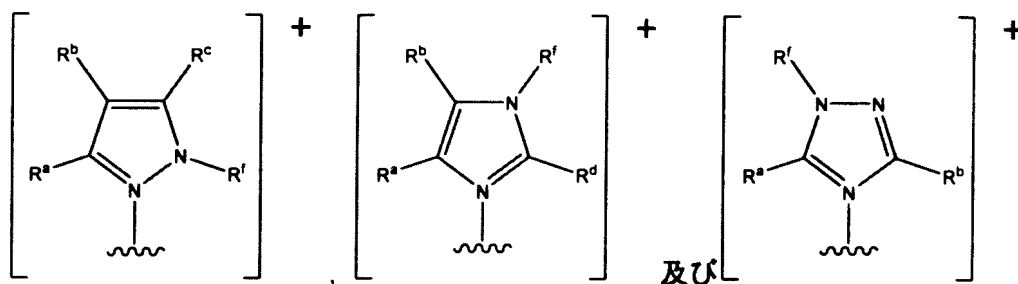
$R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの 1 つが、置換された  $C_1 - 5$  アルキル基であり、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの残りが、独立して、H 及び非置換の  $C_1 - 5$  アルキル基から選択され、

好ましくは、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの残りが H である、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

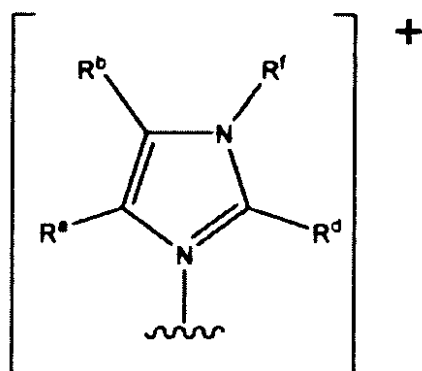
[  $Y^+$  ] が：

## 【化 6】



から選択される環式カチオン、好ましくは

## 【化 7】



であり、

好ましくは  $R^f$  が、置換された  $C_{1-5}$  アルキル基であって、 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、 $R^d$ 、 $R^e$  及び  $R^f$  のうちの残りが、独立して、H 及び非置換の  $C_{1-5}$  アルキル基から選択される、請求項 10 又は 11 に記載の方法。

## 【請求項 13】

$L_1$  が、 $C_{1-10}$  アルカンジイル及び  $C_{1-10}$  アルケンジイル基から選択される連結基、

好ましくは  $C_{1-5}$  アルカンジイル及び  $C_{2-5}$  アルケンジイル基、より好ましくは  $C_{1-5}$  アルカンジイル基、例えば  $-CH_2-$ 、 $-C_2H_4-$  及び  $-C_3H_6-$  から選択される連結基を表す、請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の方法。

## 【請求項 14】

各  $L_2$  が、 $C_{1-2}$  アルカンジイル及び  $C_2$  アルケンジイル基から独立して選択される連結基、

好ましくは  $C_{1-2}$  アルカンジイル基、例えば  $-CH_2-$  及び  $-C_2H_4-$  から独立して選択される連結基を表す、請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載の方法。

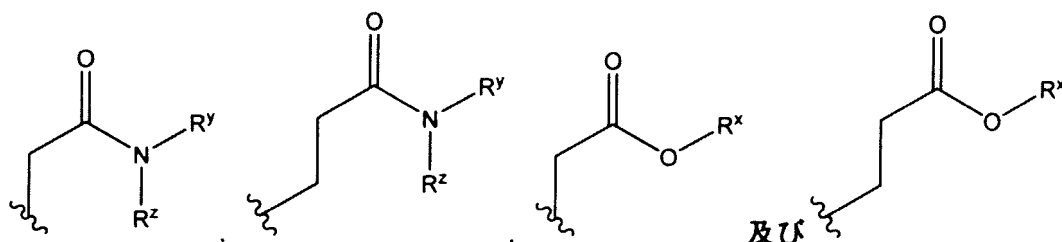
## 【請求項 15】

各 EDG が、 $-CO_2R^x$ 、 $-OC(O)R^x$ 、 $-CS_2R^x$ 、 $-SC(S)R^x$ 、 $-S(O)OR^x$ 、 $-OS(O)R^x$ 、 $-NR^xC(O)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(O)OR^y$ 、 $-OC(O)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)OR^y$ 、 $-OC(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)SR^y$ 、 $-SC(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)NR^yR^z$ 、 $-C(O)NR^yR^z$ 、及び  $-C(S)NR^yR^z$  から独立して選択される電子供与基を表し、式中、 $R^x$ 、 $R^y$  及び  $R^z$  は、独立して、H 又は  $C_{1-6}$  アルキルから選択される；

好ましくは  $-\text{CO}_2\text{R}^x$  及び  $-\text{C}(\text{O})\text{NR}^y\text{R}^z$  から独立して選択される電子供与基を表し、式中、 $\text{R}^x$ 、 $\text{R}^y$  及び  $\text{R}^z$  は、各々、独立して、 $\text{C}_3 - 6$  アルキルから選択される；

例えば各  $-\text{L}_2 - \text{EDG}$  が：

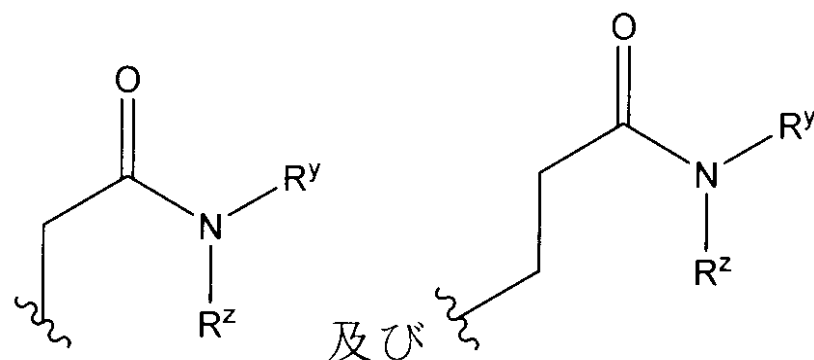
【化 8】



から独立して選択される、

好ましくは

【化 9】



[ 式中、 $\text{R}^y = \text{R}^z$  であり、 $\text{R}^x$ 、 $\text{R}^y$  及び  $\text{R}^z$  は、各々、 $\text{C}_3 - 6$  アルキル、好ましくは  $\text{C}_4$  アルキル、例えば、 $i\text{-Bu}$  から選択される ]

から選択される電子供与基を表す、請求項 1 ~ 14 のいずれかに記載の方法。

【請求項 16】

[  $\text{X}^-$  ] が、水酸化物、ハロゲン化物、過ハロゲン化物、擬ハロゲン化物、スルフェート、スルファイト、スルホネート、スルホンイミド、ホスフェート、ホスファイト、ホスホネート、メチド、ボレート、カルボキシレート、アゾレート、カルボネート、カルバメート、チオホスフェート、チオカルボキシレート、チオカルバメート、チオカルボネート、キサンテート、チオスルホネート、チオスルフェート、ニトレート、ニトライト、テトラフルオロボレート、ヘキサフルオロホスフェート及びベルクロレート、ハロメタレート、アミノ酸、ボレート、及びポリフルオロアルコキシアルミネートから選択される 1 又は 2 以上のアニオン種を表す；

好ましくは [  $\text{X}^-$  ] が：

a)  $\text{F}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、及び  $\text{I}^-$  から選択されるハロゲン化物アニオン；

b) [  $\text{I}_3$  ] $^-$ 、[  $\text{I}_2\text{Br}$  ] $^-$ 、[  $\text{IBr}_2$  ] $^-$ 、[  $\text{Br}_3$  ] $^-$ 、[  $\text{Br}_2\text{C}$  ] $^-$ 、[  $\text{BrCl}_2$  ] $^-$ 、[  $\text{ICl}_2$  ] $^-$ 、[  $\text{I}_2\text{Cl}$  ] $^-$ 、及び [  $\text{Cl}_3$  ] $^-$  から選択される過ハロゲン化物アニオン；



c)  $[N_3]^-$ 、 $[NCS]^-$ 、 $[NCSe]^-$ 、 $[NCO]^-$ 、及び $[CN]^-$ から選択される擬ハロゲン化物アニオン；

d)  $[HSO_4]^-$ 、 $[SO_4]^{2-}$ 、及び $[R^2OSO_2O]^-$ から選択されるスルフェートアニオン；

e)  $[HSO_3]^-$ 、 $[SO_3]^{2-}$ 、及び $[R^2OSO_2]^-$ から選択されるスルファイトアニオン；

f)  $[R^1SO_2O]^-$ から選択されるスルホネートアニオン；

g)  $[(R^1SO_2)_2N]^-$ から選択されるスルホンイミドアニオン；

h)  $[H_2PO_4]^-$ 、 $[HPO_4]^{2-}$ 、 $[PO_4]^{3-}$ 、 $[R^2OPO_3]^{2-}$ 、及び $[(R^2O)_2PO_2]^-$ から選択されるホスフェートアニオン；

i)  $[H_2PO_3]^-$ 、 $[HPO_3]^{2-}$ 、 $[R^2OPO_2]^{2-}$ 、及び $[(R^2O)_2PO]^-$ から選択されるホスファイトアニオン；

j)  $[R^1PO_3]^{2-}$ 、及び $[R^1P(O)(OR^2)O]^-$ から選択されるホスホネートアニオン；

k)  $[(R^1SO_2)_3C]^-$ から選択されるメチドアニオン；

l) [ビスオキサトボレート]、[ビスマロナトボレート]、テトラキス[3, 5-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]ボレート、及びテトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレートから選択されるボレートアニオン；

m)  $[R^2CO_2]^-$ から選択されるカルボキシレートアニオン；

n) [3, 5-ジニトロ-1, 2, 4-トリアゾレート]、[4-ニトロ-1, 2, 3-トリアゾレート]、[2, 4-ジニトロイミダゾレート]、[4, 5-ジニトロイミダゾレート]、[4, 5-ジシアノイミダゾレート]、[4-ニトロイミダゾレート]、及び[テトラゾレート]から選択されるアゾレートアニオン；

o) チオカルボネート(例えば、 $[R^2OCS_2]^-$ )、チオカルバメート(例えば、 $[R^2_2NCS_2]^-$ )、チオカルボキシレート(例えば、 $[R^1CS_2]^-$ )、チオホスフェート(例えば、 $[(R^2O)_2PS_2]^-$ )、チオスルホネート(例えば、 $[RS(O)_2S]^-$ )、及びチオスルフェート(例えば、 $[ROS(O)_2S]^-$ )から選択される硫黄含有アニオン；

p) ニトレート( $[NO_3]^-$ )又はニトライト( $[NO_2]^-$ )アニオン；

q) テトラフルオロボレート( $[BF_4]^-$ )、ヘキサフルオロホスフェート( $[PF_6]^-$ )、ヘキサフルオロアンチモネート( $[SbF_6]^-$ )又はペルクロレート( $[ClO_4]^-$ )アニオン；

r)  $[CO_3]^{2-}$ 、 $[HCO_3]^-$ 、及び $[R^2CO_3]^-$ から選択されるカルボネートアニオン；好ましくは、 $[MeCO_3]^-$ ；

s)  $R^F$ が1又は2個以上のフルオロ基によって置換された $C_{1-6}$ アルキルから選択される $[Al(OR^F)_4]^-$ から選択されるポリフルオロアルコキシアルミネートアニオン；

から選択される1又は2以上のアニオン種を表し、

式中、 $R^1$ 及び $R^2$ は、その各々が：フルオロ、クロロ、ブロモ、ヨード、 $C_{1-6}$ アルコキシ、 $C_{2-12}$ アルコキシアルコキシ、 $C_3-C_8$ シクロアルキル、 $C_6-C_{10}$ アリール、 $C_7-C_{10}$ アルカリール、 $C_7-C_{10}$ アラルキル、 $-CN$ 、 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-NO_2$ 、 $-CO_2R^x$ 、 $-OC(O)R^x$ 、 $-C(O)R^x$ 、 $-C(S)R^x$ 、 $-CS_2R^x$ 、 $-SC(S)R^x$ 、 $-S(O)(C_{1-6})$ アルキル、 $-S(O)O(C_{1-6})$ アルキル、 $-OS(O)(C_{1-6})$ アルキル、 $-S(C_{1-6})$ アルキル、 $-S-S(C_{1-6})$ アルキル)、 $-NR^xC(O)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(O)OR^y$ 、 $-OC(O)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)OR^y$ 、 $-OC(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)SR^y$ 、 $-SC(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^xC(S)NR^yR^z$ 、 $-C(O)NR^yR^z$ 、 $-C(S)NR^yR^z$ 、 $-NR^yR^z$ 、及び複素環式基から選択される1又は2個以上の基によって置換されていてもよい、 $C_{1-10}$ アルキル、 $C_6$ アリール、 $C_{1-10}$ アルキル( $C_6$ )アリール及び $C_6$ アリール( $C_{1-10}$ )アル

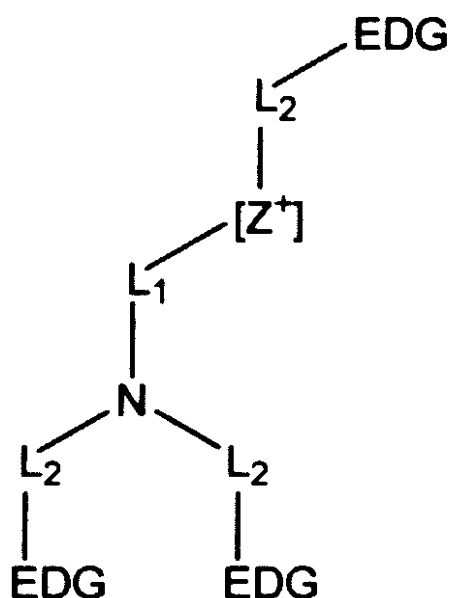
キルからなる群から独立して選択され、式中、 $R^x$ 、 $R^y$  及び  $R^z$  は、独立して、水素及び  $C_1 - C_6$  アルキルから選択され、式中、 $R^1$  はフッ素、塩素、臭素又はヨウ素であってもよく；

より好ましくは  $[X^-]$  が：ビストリフルイミド、トリフレート、トシレート、ペルクレート、 $[Al(OC(CF_3)_3)_4^-]$ 、テトラキス[3,5-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]ボレート、テトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレート、テトラフルオロボレート、ヘキサフルオロアンチモネート及びヘキサフルオロホスフェートアニオンから；好ましくは、ビストリフルイミド及びトリフレートアニオンから選択される 1 又は 2 以上のアニオン種を表す、請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の方法。

【請求項 17】

$[Cat^+]$  が、構造：

【化 10】



【式中、 $[Z^+]$  は、アンモニウム、ベンズイミダゾリウム、ベンゾフラニウム、ベンゾチオフェニウム、ベンゾトリアゾリウム、ボロリウム、シンノリニウム、ジアザビシクロデセニウム、ジアザビシクロノネニウム、1,4-ジアザビシクロ[2.2.2]オクタニウム、ジアザビシクロ-ウンデセニウム、ジチアゾリウム、フラニウム、ゲアニジニウム、イミダゾリウム、インダゾリウム、インドリニウム、インドリウム、モルホリニウム、オキサボロリウム、オキサホスホリウム、オキサジニウム、オキサゾリウム、イソ-オキサゾリウム、オキソチアゾリウム、ホスホリウム、ホスホニウム、フタラジニウム、ピペラジニウム、ペペリジニウム、ピラニウム、ピラジニウム、ピラゾリウム、ピリダジニウム、ピリジニウム、ピリミジニウム、ピロリジニウム、ピロリウム、キナゾリニウム、キノリニウム、イソ-キノリニウム、キノキサリニウム、キヌクリジニウム、セレナゾリウム、スルホニウム、テトラゾリウム、チアジアゾリウム、イソ-チアジアゾリウム、チアジニウム、チアゾリウム、イソ-チアゾリウム、チオフェニウム、チウロニウム、トリアジニウム、トリアゾリウム、イソ-トリアゾリウム及びウロニウム基から選択される基を表す】

を有する 1 又は 2 以上のイオン種を表す、請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載の方法。

【請求項 18】

組成物が、さらに、より低い粘度のイオン液体を含み；

好ましくは、前記より低い粘度のイオン液体のカチオンが、アンモニウム、ベンズイミダゾリウム、ベンゾフラニウム、ベンゾチオフェニウム、ベンゾトリアゾリウム、ボロリウム、シンノリニウム、ジアザピシクロデセニウム、ジアザピシクロノネニウム、1, 4 - ジアザピシクロ[2.2.2]オクタニウム、ジアザピシクロ - ウンデセニウム、ジチアゾリウム、フラニウム、グアニジニウム、イミダゾリウム、インダゾリウム、インドリニウム、インドリウム、モルホリニウム、オキサボロリウム、オキサホスホリウム、オキサジニウム、オキサゾリウム、イソ - オキサゾリウム、オキソチアゾリウム、ホスホリウム、ホスホニウム、フタラジニウム、ピペラジニウム、ピペリジニウム、ピラニウム、ピラジニウム、ピラゾリウム、ピリダジニウム、ピリジニウム、ピリミジニウム、ピロリジニウム、ピロリウム、キナゾリニウム、キノリニウム、イソ - キノリニウム、キノキサリニウム、キヌクリジニウム、セレナゾリウム、スルホニウム、テトラゾリウム、チアジアゾリウム、イソ - チアジアゾリウム、チアジニウム、チアゾリウム、イソ - チアゾリウム、チオフェニウム、チウロニウム、トリアジニウム、トリアゾリウム、イソ - トリアゾリウム及びウロニウム基、好ましくは、ホスホニウム、イミダゾリウム及びアンモニウム基から選択される；

例えば、前記より低い粘度のイオン液体のカチオンが、

$[N(R^3)(R^4)(R^5)(R^6)]^+$  及び  $[P(R^3)(R^4)(R^5)(R^6)]^+$

[式中、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$  及び  $R^6$  は、各々、独立して、置換されていてもよい  $C_{1-20}$  アルキル、 $C_{3-8}$  シクロアルキル及び  $C_{6-10}$  アリール基から選択される] から選択され；

好ましくは、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び  $R^5$  が  $C_{1-10}$  アルキル、好ましくは  $C_{2-6}$  アルキルから選択され、 $R^6$  が  $C_{4-20}$  アルキル、好ましくは  $C_{8-14}$  アルキルから選択される  $[P(R^3)(R^4)(R^5)(R^6)]^+$  であるか；

若しくは

$R^3$ 、 $R^4$ 、及び  $R^5$  が  $C_{4-14}$  アルキル、好ましくは  $C_{6-10}$  アルキルから選択され、 $R^6$  が  $C_{1-4}$  アルキル、好ましくは  $C_{1-2}$  アルキルから選択される  $[N(R^3)(R^4)(R^5)(R^6)]^+$  である；

又は

前記より低い粘度のイオン液体のカチオンが、1又は2個以上の  $C_{1-20}$  アルキル、 $C_{3-8}$  シクロアルキル及び  $C_{6-10}$  アリール基で置換された、好ましくは2個の  $C_{1-10}$  アルキル基で置換されたイミダゾリウムカチオンから選択される；

請求項1～17のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項19】

より低い粘度のイオン液体のアニオンが、請求項16に定義されたとおりである、及び/又は

組成物が、合計アニオンの割合として、25%未満のハロゲン化物又は擬ハロゲン化物アニオンを含む、及び/又は

組成物が、さらに、1又は2種以上の有機溶媒を含む、

請求項18に記載の方法。

#### 【請求項20】

イオン液体が、少なくとも0.001M、好ましくは0.005M～0.01M、例えば0.0075Mの濃度で、組成物に存在する、請求項18又は19に記載の方法。

#### 【請求項21】

酸性溶液が、酸を用いてその源から希土類金属を浸出することによって得ることができる、例えば、

前記希土類金属の源が鉱物又は廃棄材料である、請求項1～20のいずれかに記載の方法。

#### 【請求項22】

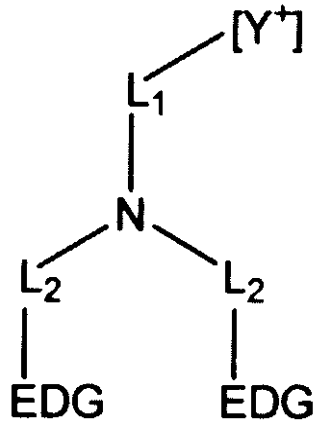
式：

$[Cat^+][X^-]$

[式中、

$[Cat^+]$  は、構造：

【化 11】



[式中、 $[Y^+]$  は、アンモニウム、ベンズイミダゾリウム、ベンゾフラニウム、ベンゾチオフェニウム、ベンゾトリアゾリウム、ボロリウム、シンノリニウム、ジアザビシクロデセニウム、ジアザビシクロノネニウム、1, 4 - ジアザビシクロ[2, 2, 2]オクタニウム、ジアザビシクロ - ウンデセニウム、ジチアゾリウム、フラニウム、グアニジニウム、イミダゾリウム、インダゾリウム、インドリニウム、インドリウム、モルホリニウム、オキサボロリウム、オキサホスホリウム、オキサジニウム、オキサゾリウム、イソ - オキサゾリウム、オキソチアゾリウム、ホスホリウム、ホスホニウム、フタラジニウム、ピペラジニウム、ピペリジニウム、ピラニウム、ピラジニウム、ピラゾリウム、ピリダジニウム、ピリジニウム、ピリミジニウム、ピロリジニウム、ピロリウム、キナゾリニウム、キノリニウム、イソ - キノリニウム、キノキサリニウム、キヌクリジニウム、セレナゾリウム、スルホニウム、テトラゾリウム、チアジアゾリウム、イソ - チアジアゾリウム、チアジニウム、チアゾリウム、イソ - チアゾリウム、チオフェニウム、チウロニウム、トリアジニウム、トリアゾリウム、イソ - トリアゾリウム及びウロニウム基から選択される基を含み；

各 EDG は、電子供与基を表し；

$L_1$  は、 $C_{1-10}$  アルカンジイル、 $C_{2-10}$  アルケンジイル、 $C_{1-10}$  ジアルカニルエーテル及び  $C_{1-10}$  ジアルカニルケトン基から選択される連結基を表し；

各  $L_2$  は、 $C_{1-2}$  アルカンジイル、 $C_2$  アルケンジイル、 $C_{1-2}$  ジアルカニルエーテル及び  $C_{1-2}$  ジアルカニルケトン基から独立して選択される連結基を表す）

を有するカチオン種を表し；及び

$[X^-]$  は、アニオン種を表す]

を有する、イオン液体。

【請求項 23】

請求項 9 ~ 17 のいずれかにさらに定義されたとおりである、請求項 22 に記載のイオン液体。

【請求項 24】

請求項 22 又は 23 に記載のイオン液体を含む組成物。

【請求項 25】

請求項 18 ~ 20 のいずれかにさらに定義されたとおりである、請求項 24 に記載の組

成物。

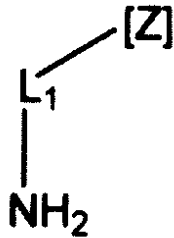
【請求項 26】

さらに、希土類金属を含む、請求項 24 又は 25 に記載の組成物。

【請求項 27】

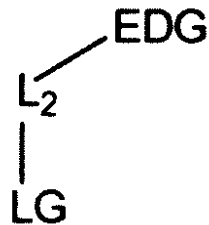
請求項 22 又は 23 に記載のイオン液体を調製する方法であって、

【化 12】



を

【化 13】



[ 式中、L G は脱離基を表す ]

と反応させるステップを含む、前記方法。

【請求項 28】

希土類金属を抽出するための、請求項 22 若しくは 23 に記載のイオン液体、又は請求項 24 若しくは 25 に記載の組成物の使用。

【請求項 29】

イオン液体又は組成物が、第 1 及び第 2 の希土類金属を含む溶液から第 1 の希土類金属を優先的に抽出するのに用いられる、請求項 28 に記載の使用。

【請求項 30】

希土類金属の電着のための、請求項 26 に記載の組成物の使用。

【請求項 31】

希土類金属の沈殿のための、請求項 26 に記載の組成物の使用。