

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 9 月 19 日(19.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/136941 A1

- (51) 国際特許分類:
C22B 59/00 (2006.01) *C22B 3/26* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054419
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 21 日(21.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-056134 2012 年 3 月 13 日(13.03.2012) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人九州大学(KYUSHU UNIVERSITY, NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 Fukuoka (JP). 住友金属鉱山株式会社(SUMITOMO METAL MINING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058716 東京都港区新橋 5-11-3 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 雅宏(GOTO, Masahiro); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目 10 番 1 号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 久保田 富生子(KUBOTA, Fukiko); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目 10 番 1 号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 馬場 雄三(BABA, Yuzo); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目 10 番 1 号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP).

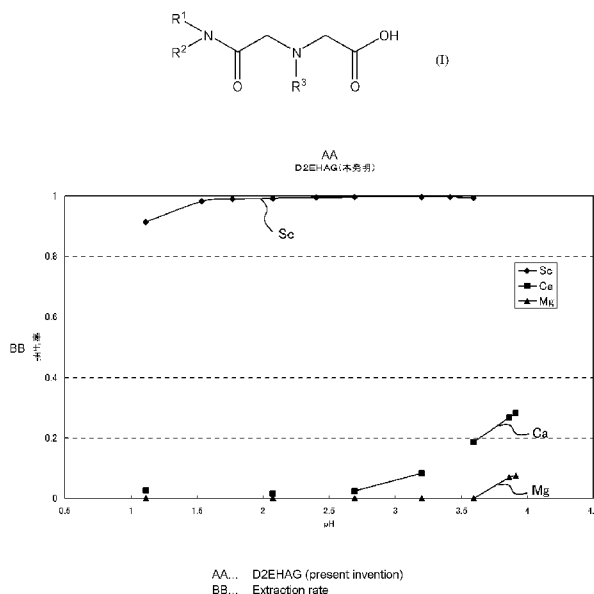
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI, Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-7-12 サピアタワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SCANDIUM EXTRACTION METHOD

(54) 発明の名称: スカンジウム抽出方法



(57) Abstract: Provided is a method for selectively extracting and inexpensively recovering scandium from an acidic solution containing calcium, magnesium, and scandium. The scandium extraction method according to the present invention involves subjecting an acidic solution containing calcium, magnesium, and scandium to solvent extraction using an extraction agent consisting of an amide derivative represented by the general formula below. In the formula, R^1 and R^2 represent the same or different alkyl groups, and R^3 is a hydrogen atom or alkyl group. The amide derivative preferably consists of one or more derivatives selected from glycine amide derivatives, histidine amide derivatives, lysine amide derivatives, and aspartic acid amide derivatives. The pH of the acidic solution is preferably pre-adjusted to between 1 and 4.

(57) 要約: カルシウム、マグネシウム、スカンジウムを含有する酸性溶液からスカンジウムを選択的に抽出し、かつ、低コストで回収する方法を提供する。本発明のスカンジウム抽出方法は、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液を下記一般式で表されるアミド誘導体からなる抽出剤による溶媒抽出に付す。式中、 R^1 及び R^2 は、それぞれ同一又は別異のアルキル基を示し、 R^3 は水素原子又はアルキル基を示す。上記アミド誘導体は、グリシンアミド誘

導体、ヒスチジンアミド誘導体、リジンアミド誘導体及びアスパラギン酸アミド誘導体のいずれか 1 以上であることが好ましい。上記酸性溶液の pH は、予め 1 以上 4 以下に調整することが好ましい。

明 細 書

発明の名称：スカンジウム抽出方法

技術分野

[0001] 本発明は、スカンジウム抽出方法に関し、詳しくは、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液からスカンジウムを効率よく分離し、抽出する方法に関する。

背景技術

[0002] 希土類元素の中でもっとも原子番号が小さいスカンジウムは、メタルハライドランプの材料、合金への添加元素、触媒セラミクスへの添加元素等として使用される。しかし、スカンジウムは高価であり、産出量が限られ、また、分離精製が困難なこともあって、スカンジウムの利用は限られていた。

[0003] ところで、ラテライト鉱等ニッケル酸化鉱が微量のスカンジウムを含有することが知られている。ニッケル酸化鉱に含まれるスカンジウムは、ニッケル酸化鉱に硫酸を添加して加圧浸出することによって得られる浸出液から回収できる。

[0004] 例えば、特許文献１には、（ア）酸化鉱石を高温高圧下で酸により浸出してニッケル及びスカンジウムを含む浸出液を得る浸出工程と、（イ）この浸出液に中和剤を加えてpHを2～4の範囲に調整することにより、浸出液中の鉄及びアルミニウムを沈殿物として除去する第一中和工程と、（ウ）第一中和工程で沈殿物を除去した後の溶液に、中和剤を加えてpHを4超～7.5の範囲に調整することにより溶液中のスカンジウムを沈殿物として回収する第二中和工程と、（エ）さらに中和剤を加えてpHを7.5超に調整することにより、溶液中のニッケルを沈殿物として回収する第三中和工程とを行うことで、酸化鉱石からニッケル及びスカンジウムを回収できることが示されている。

[0005] しかし、特許文献１に記載の方法で工業的に操業しようとする、種々の課題が生じる。例えば、第一中和工程でのpH調整範囲と、第二中和工程で

のpH調整範囲とが近接するため、第一中和工程では、鉄及びアルミニウムと共にスカンジウムも沈殿し、スカンジウムの抽出率低下を招く可能性があり、第二中和工程では、スカンジウムと共に鉄及びアルミニウムも沈殿し、スカンジウムの純度低下を招く可能性があり、いずれも好ましくない。また、中和剤を加えることで大量の沈殿物が発生するが、一般に、酸にアルカリを添加して得られる沈殿物の性状は不安定で濾過性に劣り、設備規模の拡大等コスト増加を伴う可能性がある。そのため、中和工程の回数をできるだけ少なくすることが好ましく、スカンジウムを含有する溶液から、溶媒抽出等の手段でスカンジウムだけを選択的に分離することが提案されている。

[0006] 特許文献2には、スカンジウムの他に少なくとも鉄、アルミ、カルシウム、イットリウム、マンガン、クロム、マグネシウムの1種以上を含有する水相の含スカンジウム溶液に、有機溶媒を加えて、スカンジウム成分を有機溶媒中に抽出し、次いで、有機溶媒中にスカンジウムと共に抽出された微量成分を分離するために、塩酸水溶液を加えてスクラビングを行い、微量成分を除去した後、有機溶媒中に水酸化ナトリウム水溶液を加えて、有機溶媒中に残存するスカンジウムを $\text{Sc}(\text{OH})_3$ を含むスラリーとし、これを濾過して得た $\text{Sc}(\text{OH})_3$ を塩酸で溶解し、塩化スカンジウム水溶液を得、これにシュウ酸を加えてシュウ酸スカンジウム沈殿とし、沈殿を濾過し、微量不純物を濾液中に分離した後、仮焼することにより高純度な酸化スカンジウムを得ることが示されている。

[0007] しかし、特許文献2の方法を用いた場合、有機溶媒中に、スカンジウムだけでなく、不純物成分も無視できない程度に抽出されてしまう。特にニッケル酸化亜を酸浸出し中和して得た浸出液には、カルシウムやマグネシウム等が多く存在し、このため、スクラビングの手間とコストがかかるという課題のほか、さらにスクラビングに伴って発生した排液の処理といった課題もある。

[0008] また、特許文献3には、ジグリコールアミド酸の骨格をもつDODGAAと呼ばれる抽出剤が開示されている。この抽出剤によると、水への溶解度が

非常に小さく、完全焼却処分が可能であると共に、既存のリン系化合物に匹敵する、優れた希土類金属抽出能及び選択的分離能を有すると共に、合成コストが低い。

[0009] しかし、スカンジウムはpHの影響を大きく受けるため、上記特許文献3に示す抽出剤でも、スカンジウムを抽出するに際しては、pHを一定以上に維持しないと実用的な抽出率が得られない。しかも、スカンジウムの抽出に適したpH領域では、スカンジウムだけでなく、カルシウムやマグネシウムの抽出率も高まるため、スカンジウムだけを選択的に分離することは難しい。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2000-313928号公報

特許文献2：特開平9-291320号公報

特許文献3：特開2007-327085号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明は、カルシウム、マグネシウム、スカンジウムを含有する酸性溶液からスカンジウムを選択的に抽出し、低コストで回収する方法を提供しようとするものである。

[0012] 本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、アミド又はアミド誘導体からなる抽出剤を用いて溶媒抽出することで上記の目的を達成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

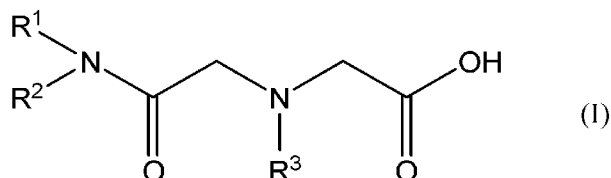
課題を解決するための手段

[0013] 具体的には、本発明では、以下のようなものを提供する。

[0014] (1) 本発明は、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液を下記一般式(1)で表されるアミド誘導体からなる抽出剤による溶媒抽出に付し、前記酸性溶液から前記スカンジウムを抽出するスカンジウ

ム抽出方法である。

[化1]



(式中、 R^1 及び R^2 は、それぞれ同一又は別異のアルキル基を示す。アルキル基は直鎖でも分鎖でも良い。 R^3 は水素原子又はアルキル基を示す。)

[0015] (2) また、本発明は、前記アミド誘導体がグリシンアミド誘導体、ヒスチジンアミド誘導体、リジンアミド誘導体及びアスパラギン酸アミド誘導体のいずれか1以上である、(1)に記載のスカンジウム抽出方法である。

[0016] (3) また、本発明は、前記酸性溶液のpHを1以上4以下の範囲に調整しながら前記酸性溶液を前記溶媒抽出に付す、(1)又は(2)に記載のスカンジウム抽出方法である。

[0017] (4) また、本発明は、前記酸性溶液がニッケル酸化鉱石に硫酸を混合してニッケルを浸出した溶液である、(1)から(3)のいずれかに記載のスカンジウム抽出方法である。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、従来の抽出剤とは異なり、低いpH領域であってもスカンジウムを高収率で抽出できるので、カルシウムやマグネシウムと効率よく分離できる。また、実操業における抽出段数が少なく、設備規模を圧縮できるため、スカンジウムを低コストで回収できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施例の抽出剤を用いて、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液からスカンジウムを抽出したときの結果を示す。

[図2]比較例の抽出剤を用いて、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液からスカンジウムを抽出したときの結果を示す。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の具体的な実施形態について詳細に説明するが、本発明は以

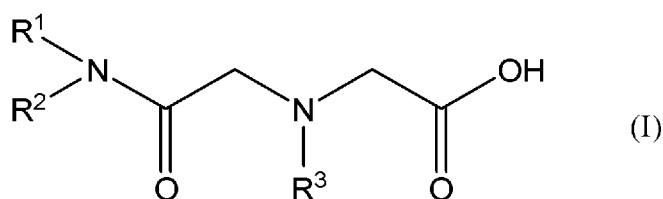
下の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の目的の範囲内において、適宜変更を加えて実施することができる。

[0021] 本発明は、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液をアミド又はアミド誘導体からなる抽出剤による溶媒抽出に付し、上記酸性溶液から上記スカンジウムを抽出する。

[0022] <抽出剤>

抽出剤は、下記一般式（I）で表されるアミド誘導体からなる。

[化2]



[0023] 式中、置換基 R^1 及び R^2 は、それぞれ同一又は別異のアルキル基を示す。アルキル基は直鎖でも分鎖でも良い。 R^3 は水素原子又はアルキル基を示す。本発明ではアミドの骨格にアルキル基を導入することによって、親油性を高め、抽出剤として用いることができる。

[0024] 上記アミド誘導体は、グリシンアミド誘導体、ヒスチジンアミド誘導体、リジンアミド誘導体及びアスパラギン酸アミド誘導体のいずれか1以上である。アミド誘導体がグリシンアミド誘導体である場合、上記のグリシンアミド誘導体は、次の方法によって合成できる。まず、 NHR^1R^2 （ R^1 、 R^2 は、上記の置換基 R^1 、 R^2 と同じ）で表される構造のアルキルアミンに2-ハロゲン化アセチルハライドを加え、求核置換反応によりアミンの水素原子を2-ハロゲン化アセチルに置換することによって、2-ハロゲン化（N，N-ジ）アルキルアセトアミドを得る。

[0025] 次に、グリシン又はN-アルキルグリシン誘導体に上記2-ハロゲン化（N，N-ジ）アルキルアセトアミドを加え、求核置換反応によりグリシン又はN-アルキルグリシン誘導体の水素原子の一つを（N，N-ジ）アルキルアセトアミド基に置換する。これら2段階の反応によってグリシンアルキルアミド誘導体を合成できる。

[0026] なお、グリシンをヒスチジン、リジン、アスパラギン酸に置き換えれば、ヒスチジンアミド誘導体、リジンアミド誘導体、アスパラギン酸アミド誘導体を合成できる。

[0027] <スカンジウムの抽出>

上記方法によって合成した抽出剤を用いてスカンジウムイオンを抽出するには、目的のスカンジウムイオンを含む酸性水溶液を調整しながら、この酸性水溶液を、上記抽出剤の有機溶液に加えて混合する。これによって、有機相に目的のスカンジウムイオンを選択的に抽出することができる。

[0028] スカンジウムイオンを抽出した後の有機溶媒を分取し、これに上記酸性水溶液より pH を低く調整した逆抽出始液を加えて攪拌することにより、目的のスカンジウムイオンを有機溶媒に抽出して分離し、さらに、有機溶媒から目的のスカンジウムイオンを逆抽出することで目的のスカンジウムイオンを水溶液中に回収することができる。逆抽出溶液としては、例えば、硝酸、塩酸、硫酸を希釈した水溶液が好適に用いられる。また、有機相と水相の比率を適宜変更することによって、スカンジウムイオンを濃縮することもできる。

[0029] 有機溶媒は、抽出剤及び金属抽出種が溶解する溶媒であればどのようなものであってもよく、例えば、クロロホルム、ジクロロメタン等の塩素系溶媒、ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素、ヘキサン等の脂肪族炭化水素等が挙げられる。これらの有機溶媒は、単独でも複数混合しても良く、1-オクタノールのようなアルコール類を混合しても良い。

[0030] 抽出剤の濃度は、スカンジウムの濃度によって適宜設定できる。また、攪拌時間及び抽出温度は、スカンジウムイオンの酸性水溶液、及び抽出剤の有機溶液の条件によって適宜設定すればよい。

[0031] カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性水溶液から、スカンジウムを効率的に回収するためには、カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含む酸性水溶液の pH を 1 以上 4 以下に調整しながら抽出剤の有機溶液を加えることが好ましく、上記 pH を 1.5 以上 3.5 以下に調

整しながら抽出剤の有機溶液を加えることがより好ましい。pHが1未満であると、スカンジウムを十分に抽出できない可能性があるため、好ましくない。pHが4を超えると、スカンジウムだけでなく、カルシウム及びマグネシウムも抽出されてしまうため、好ましくない。

実施例

[0032] 以下、実施例により、本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの記載に何ら制限を受けるものではない。

[0033] <実施例>

[D2EHAGの合成]

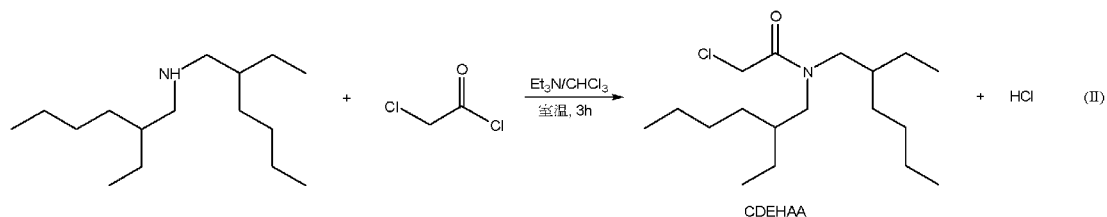
アミド又はアミド誘導体からなるスカンジウム抽出剤の一例として、下記一般式(1)で表されるグリシンアミド誘導体、すなわち、2つの2-エチルヘキシル基を導入したN, N-ジ(2-エチルヘキシル)アセトアミド-2-グリシン(N, N-di(2-ethylhexyl)acetamid-2-glycine, 以下「D2EHAG」という。)を合成した。

[0034] D2EHAGの合成は、次のようにして行った。まず、下記反応式(11)に示すように、市販のジ(2-エチルヘキシル)アミン2.41g(0.1mol)と、トリエチルアミン1.01g(0.1mol)とを分取し、これにクロロホルムを加えて溶解し、引き続き氷浴下の温度に維持しながら攪拌し、2-クロロアセチルクロリド13.5g(0.12mol)をゆっくり滴下した。滴下終了後、室温で3時間攪拌した。攪拌終了後、1mol/lの塩酸で1回洗浄し、その後、イオン交換水で数回洗浄し、クロロホルム相を分取した。

次に、無水硫酸ナトリウムを適量(約10~20g)加え、脱水した後、減圧ろ過し、溶媒をエバポレーターで留去し、黄色液体29.1gを得た。この黄色液体(反応生成物)の構造を、核磁気共鳴分析装置(NMR)を用いて同定したところ、上記黄色液体は、2-クロロ-N, N-ジ(2-エチルヘキシル)アセトアミド(以下「CDEHAA」という。)であることが確認された。なお、CDEHAAの収率は、原料であるジ(2-エチルヘキ

シル) アミンに対して 85%であった。

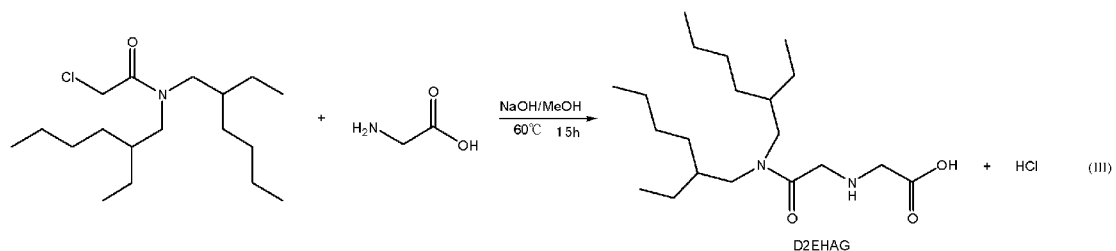
[化3]



[0035] 次に、下記反応式 (III) に示すように、水酸化ナトリウム 8.0 g (0.2 mol) にメタノールを加えて溶解し、さらにグリシン 15.01 g (0.2 mol) を加えた溶液を室温で攪拌しながら、上記 CDEHAA 12.72 g (0.04 mol) をゆっくりと滴下した。滴下終了後、60℃ に維持しながら 15 時間攪拌した。攪拌を終えた後、反応液中の溶媒を、エバポレーターを用いて留去し、残留物にクロロホルムを加えて溶解した。この溶液に 1 mol/l の硫酸を添加して pH が 1~5 程度の酸性にした後、イオン交換水で数回洗浄し、クロロホルム相を分取した。

このクロロホルム相に無水硫酸マグネシウム適量を加え脱水し、ろ過した。再び溶媒を減圧除去し、12.5 g の黄色糊状体を得た。上記の CDEHAA 量を基準とした収率は 87% であった。黄色糊状体の構造を NMR 及び元素分析により同定したところ、D2EHAG であることが確認された。上記の工程を経て、実施例の抽出剤を得た。

[化4]



[0036] [スカンジウムの抽出]

上記抽出剤を用いて、スカンジウムの抽出分離を行った。元液の組成は、スカンジウム 4.5 mg/l、マグネシウム 2.4 mg/l、カルシウム 4.0 mg/l とした。

[0037] 上記の元液を3 m l ずつ分取し、これに硫酸を添加してp Hを1. 0～4. 0に調整した数種類の硫酸酸性溶液と、それと同体積（3 m l）の0. 01 m o l / l の抽出剤とを含むノルマルドデカン溶液を試験管に加えて2 5℃恒温庫内に入れ、2 4時間振とうした。このとき、硫酸溶液のp Hは、濃度0. 1 m o l / l の硝酸、硝酸アンモニウム及びアンモニアを用いて調整した。

[0038] 振とう後、水相を分取し、I C P－A E Sを用いてスカンジウム濃度、カルシウム濃度及びマグネシウム濃度を測定した。また、有機相について、2 m o l / l の硝酸を用いて逆抽出した。そして、逆抽出相中のスカンジウム濃度、カルシウム濃度及びマグネシウム濃度を、I C P－A E Sを用いて測定した。これらの測定結果から、スカンジウム、カルシウム及びマグネシウムの抽出率を、有機相中の物量／（有機相中の物量＋水相中の物量）で定義し、求めた。結果を図1に示す。図1の横軸は、硫酸酸性溶液のp Hであり、縦軸は、スカンジウム、カルシウム又はマグネシウムの抽出率である。グラフ中、ダイヤはスカンジウムの抽出率を示し、四角はカルシウムの抽出率を示し、三角はマグネシウムの抽出率を示す。

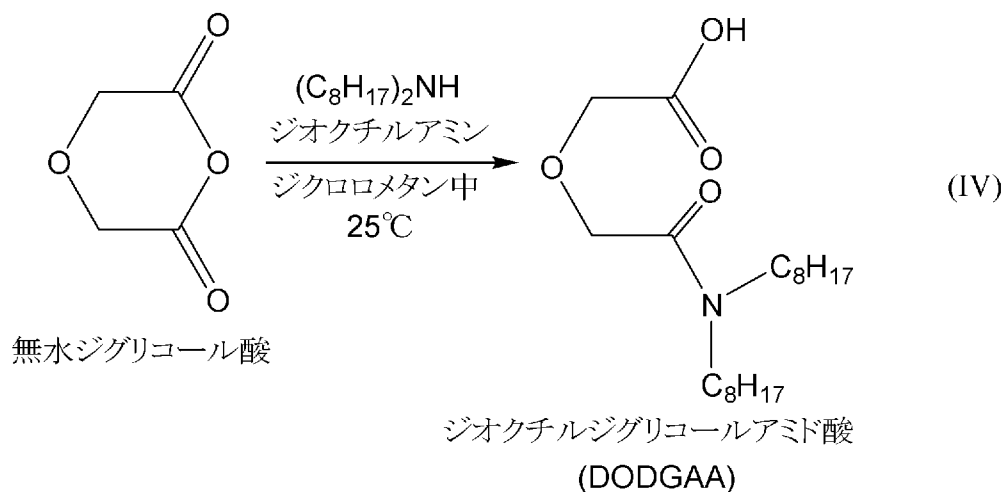
[0039] <比較例>

[D O D G A Aの合成]

比較例の抽出剤として、従来公知の希土類金属抽出剤であるN，N－ジオクチルー3－オキサペンタン－1，5－アミド酸（以下、「D O D G A A」という。）を用いた。

[0040] D O D G A Aの合成は、次のようにして行った。まず、下記反応式（I V）に示すように、無水ジグリコール酸4. 2 gを丸底フラスコに取り、ジクロロメタン4 0 m lを入れて懸濁させた。その後、ジオクチルアミン（純度9 8％）7 gをジクロロメタン1 0 m lに溶解させ、滴下漏斗にてゆっくりと加えた。室温で攪拌しながら、無水ジグリコール酸が反応して溶液が透明になることを確認し、反応を終了した。

[化5]



[0041] 続いて、上記溶液を水で洗浄し、水溶性不純物を除去した。そして、水洗浄後の溶液に、脱水剤として硫酸ナトリウムを加えた。そして、溶液を吸引ろ過し、その後、エバポレータを用いて溶媒を蒸発させた。そして、ヘキサンを用いて再結晶（3回）した後、真空乾燥した。得られた物質の収量は9.57gであり、上記の無水ジグリコール酸を基準とした収率は94.3%であった。そして、得られた物質の構造をNMR及び元素分析により同定したところ、純度99%以上のDODGAAであることが確認された。

[0042] [スカンジウムの抽出]

抽出剤がDODGAAであること以外は、実施例と同じ方法にてスカンジウムを抽出した。結果を図2に示す。図2の横軸は、硫酸酸性溶液のpHであり、縦軸は、スカンジウム、カルシウム又はマグネシウムの抽出率である。グラフ中、ダイヤはスカンジウムの抽出率を示し、四角はカルシウムの抽出率を示し、三角はマグネシウムの抽出率を示す。

[0043] <結果>

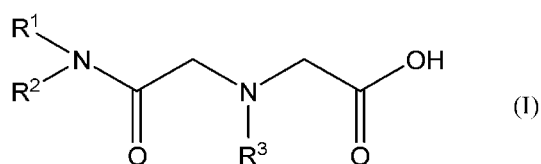
実施例の抽出剤（D2EHAG）を用いることで、幅広いpH領域でスカンジウムを高い抽出率で抽出でき、マグネシウムやカルシウムから効果的に分離できることが確認された（図1）。一方、比較例の抽出剤（DODGAA）では、pHを2.5以上にしなければ、工業的に満足できるだけのスカンジウム抽出率を得ることができず、それでは、スカンジウムだけでなく、

不純物であるマグネシウムやカルシウムも抽出されてしまい、分離が困難であることが確認された（図2）。

請求の範囲

[請求項1] カルシウム、マグネシウム及びスカンジウムを含有する酸性溶液を下記一般式（I）で表されるアミド誘導体からなる抽出剤による溶媒抽出に付し、前記酸性溶液から前記スカンジウムを抽出するスカンジウム抽出方法。

[化1]



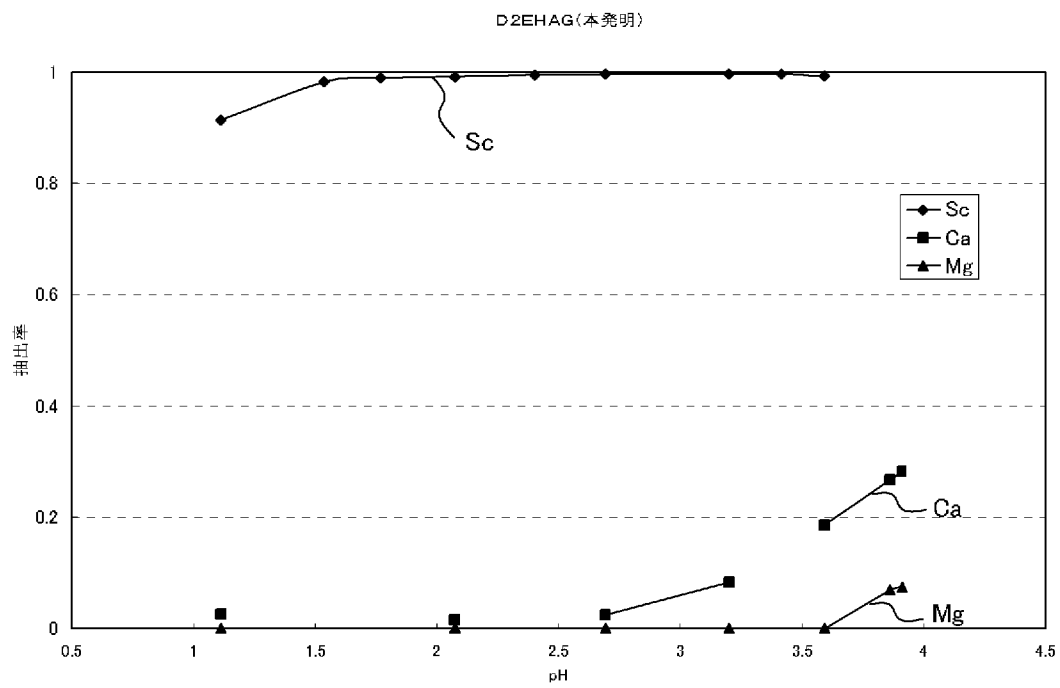
（式中、 R^1 及び R^2 は、それぞれ同一又は別異のアルキル基を示す。アルキル基は直鎖でも分鎖でも良い。 R^3 は水素原子又はアルキル基を示す。）

[請求項2] 前記アミド誘導体がグリシンアミド誘導体、ヒスチジンアミド誘導体、リジンアミド誘導体及びアスパラギン酸アミド誘導体のいずれか1以上である、請求項1に記載のスカンジウム抽出方法。

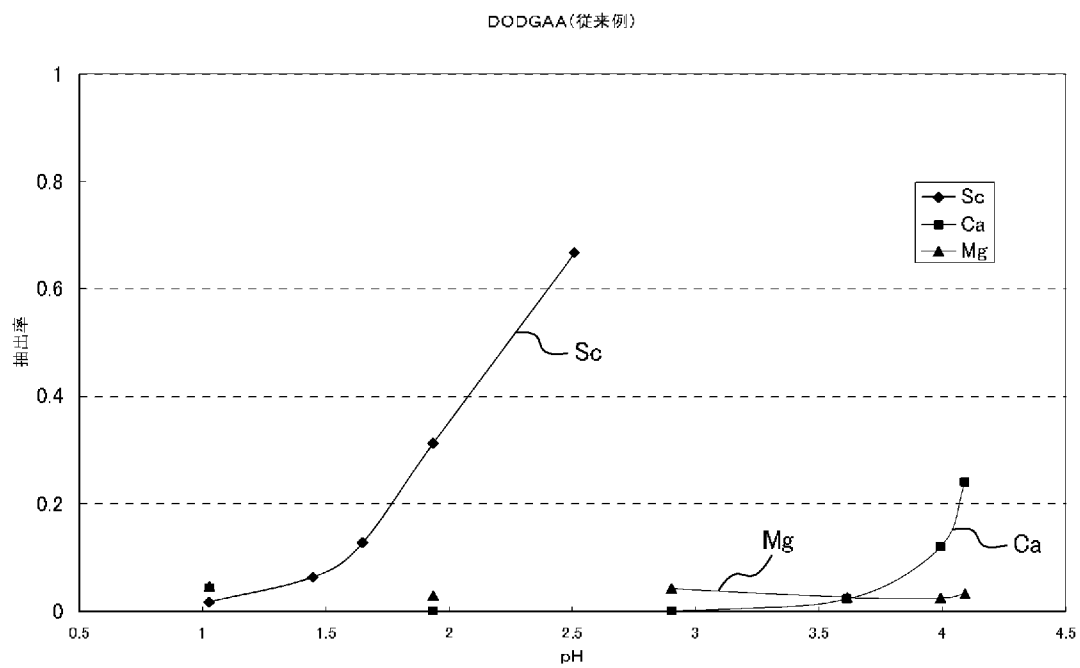
[請求項3] 前記酸性溶液のpHを1以上4以下の範囲に調整しながら前記酸性溶液を前記溶媒抽出に付す、請求項1又は2に記載のスカンジウム抽出方法。

[請求項4] 前記酸性溶液は、ニッケル酸化鉱石に硫酸を混合してニッケルを浸出した溶液である、請求項1から3のいずれかに記載のスカンジウム抽出方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B59/00 (2006.01) i, C22B3/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22B59/00, C22B3/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-291320 A (Pacific Metals Co., Ltd.), 11 November 1997 (11.11.1997), entire text (Family: none)	1-4
A	WO 2012/005183 A1 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Japan Atomic Energy Agency), 12 January 2012 (12.01.2012), entire text & JP 2012-12371 A & AU 2011275014 A & CA 2804239 A	1-4
A	JP 2007-327085 A (Japan Atomic Energy Agency), 20 December 2007 (20.12.2007), entire text (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 May, 2013 (15.05.13)Date of mailing of the international search report
28 May, 2013 (28.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/054419

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-74711 A (Mitsui Cyanamid Ltd.) , 10 March 1992 (10.03.1992) , entire text (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22B59/00(2006.01)i, C22B3/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22B59/00, C22B3/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-291320 A (太平洋金属株式会社) 1997. 11. 11, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2012/005183 A1 (信越化学工業株式会社、独立行政法人 日本原子力研究開発機構) 2012. 01. 12, 全文 & JP 2012-12371 A & AU 2011275014 A & CA 2804239 A	1-4
A	JP 2007-327085 A (独立行政法人日本原子力研究開発機構) 2007. 12. 20, 全文 (ファミリーなし)	1-4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池ノ谷 秀行

4 E

4 1 4 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-74711 A (三井サイアナミッド株式会社) 1992. 03. 10, 全文 (ファミリーなし)	1-4