

【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】平成28年4月28日(2016.4.28)

【公表番号】特表2015-516507(P2015-516507A)
 【公表日】平成27年6月11日(2015.6.11)
 【年通号数】公開・登録公報2015-038
 【出願番号】特願2015-500721(P2015-500721)
 【国際特許分類】

C 2 2 B 59/00 (2006.01)
 C 2 2 B 58/00 (2006.01)
 C 2 2 B 3/26 (2006.01)
 C 2 2 B 3/42 (2006.01)
 C 2 2 B 3/44 (2006.01)
 B 0 1 D 11/04 (2006.01)

【F I】

C 2 2 B 59/00
 C 2 2 B 58/00
 C 2 2 B 3/00 J
 C 2 2 B 3/00 M
 C 2 2 B 3/00 Q
 B 0 1 D 11/04 B

【手続補正書】
 【提出日】平成28年3月10日(2016.3.10)
 【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】

少なくとも1種の希土類元素を回収するプロセスであって、

(i) 少なくとも1種の希土類元素及び場合によって少なくとも1種のレアメタル並びに(ii) 少なくとも1種の鉄イオンを含む酸性組成物を得る工程と；

抽出剤、イオン交換(echange)樹脂によって及び/又は前記組成物を還元剤と反応させることによって前記酸性組成物から前記少なくとも1種の鉄イオンを少なくとも部分的に取り出し、それによって前記少なくとも1種の鉄イオンの含有率が低下した組成物を得る工程と；

前記少なくとも1種の鉄イオンの含有率が低下した前記組成物を沈殿剤と反応させ、その結果、そのように形成された沈殿物中に含まれる第1の希土類元素及び場合によって第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程と；

前記沈殿物を回収する工程と
 を含むプロセス。

【請求項2】

前記酸性組成物が(i) 前記少なくとも1種の希土類元素及び場合によって前記少なくとも1種のレアメタル並びに(ii) $FeCl_3$ を含む、請求項1に記載のプロセス。

【請求項3】

前記抽出剤が、トリブチルホスフェート、ジ-2-エチルヘキシルリン酸(HDEHP)、ビス(2,4,4-トリメチルペンチル)ホスフィン酸及び2-エチルヘキシルホス

ホン酸モノ - 2 - エチルヘキシルエステルから選ばれる、請求項 1 に記載のプロセス。

【請求項 4】

前記酸性組成物を $Fe(0)$ と反応させ、それによって Fe^{3+} の含有率が低下した組成物を得る、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 5】

前記第 1 の希土類元素がスカンジウムである、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 6】

前記第 1 のレアメタルがガリウムである、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 7】

前記沈殿剤が、シュウ酸、 $NaOH$ 、 MgO 、 $CaCO_3$ 及びその混合物から選ばれる、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 8】

前記沈殿剤がシュウ酸である、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 9】

前記第 1 の希土類元素及び前記第 1 のレアメタルが、2 未満の pH 値の維持により実質的に選択的に沈殿される、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 10】

前記第 1 の希土類元素及び前記第 1 のレアメタルが、約 +380 mV の酸化還元電位の維持により実質的に選択的に沈殿される、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 11】

前記沈殿物を浸出し浸出溶液を得る工程をさらに含む、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 12】

前記沈殿物が HCl で浸出される、請求項 11 に記載のプロセス。

【請求項 13】

前記浸出溶液が抽出剤でさらに抽出され、その結果、前記第 1 の希土類元素及び前記第 1 のレアメタルを実質的に選択的に抽出し、装填した有機相を得る、請求項 11 又は 12 に記載のプロセス。

【請求項 14】

前記装填した有機相を洗浄溶液で洗浄し、その結果、前記第 1 の希土類元素を回収し洗浄された有機相を得る工程をさらに含む、請求項 13 に記載のプロセス。

【請求項 15】

前記少なくとも 1 種の鉄イオンの含有率が低下した前記組成物を前記沈殿剤と反応させ、その結果、少なくとも 1 種のさらなる希土類元素並びに前記第 1 の希土類元素及び前記第 1 のレアメタルを含む前記沈殿物を含む液体を得、前記液体を前記沈殿物から分離する工程をさらに含む、請求項 7 に記載のプロセス。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

本発明は以下を提供する。

[1] 少なくとも 1 種の希土類元素を回収するプロセスであって、

(i) 少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって少なくとも 1 種のレアメタル並びに (i i) 少なくとも 1 種の鉄イオンを含む酸性組成物を得る工程と；

抽出剤、イオン交換 (exchange) 樹脂によって及び / 又は上記組成物を還元剤と反応さ

せることによって上記酸性組成物から上記少なくとも1種の鉄イオンを少なくとも部分的に取り出し、それによって上記少なくとも1種の鉄イオンの含有率が低下した組成物を得る工程と；

上記少なくとも1種の鉄イオンの含有率が低下した上記組成物を沈殿剤と反応させ、その結果、第1の希土類元素及び場合によって第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程と

を含むプロセス。

[2] 上記酸性組成物が (i) 上記少なくとも1種の希土類元素及び場合によって上記少なくとも1種のレアメタル並びに (i i) $FeCl_3$ を含む、上記 [1] に記載のプロセス。

[3] 上記抽出剤が、トリブチルホスフェート、ジ - 2 - エチルヘキシルリン酸 (H D E H P)、ビス (2 , 4 , 4 - トリメチルペンチル) ホスフィン酸及び 2 - エチルヘキシルホスホン酸モノ - 2 - エチルヘキシルエステルから選ばれる、上記 [1] 又は [2] に記載のプロセス。

[4] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [1] 又は [2] に記載のプロセス。

[5] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [1] 又は [2] に記載のプロセス。

[6] 上記酸性組成物を $Fe(0)$ と反応させ、それによって Fe^{3+} の含有率が低下した組成物を得る、上記 [1] から [5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[7] 上記第1の希土類元素がスカンジウムである、上記 [1] から [6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[8] 上記酸性組成物が少なくとも1種のレアメタルを含む、上記 [1] から [7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[9] 上記少なくとも1種の鉄イオンの含有率が低下した上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、上記第1の希土類元素及び上記第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程を含む、上記 [8] に記載のプロセス。

[10] 上記第1のレアメタルがガリウムである、上記 [1] から [9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[11] 上記沈殿剤が、シュウ酸、 $NaOH$ 、 MgO 、 $CaCO_3$ 及びその混合物から選ばれる、上記 [1] から [10] のいずれか一項に記載のプロセス。

[12] 上記沈殿剤が $CaCO_3$ である、上記 [1] から [10] のいずれか一項に記載のプロセス。

[13] 上記第1の希土類元素及び場合によって上記第1のレアメタルが、2未満のpH値の維持により実質的に選択的に沈殿される、上記 [1] から [12] のいずれか一項に記載のプロセス。

[14] 上記第1の希土類元素及び場合によって上記第1のレアメタルが、約1から約2の値にpHを維持することにより実質的に選択的に沈殿される、上記 [1] から [12] のいずれか一項に記載のプロセス。

[15] 上記第1の希土類元素及び場合によって上記第1のレアメタルが、約 + 380 mV の酸化還元電位の維持により実質的に選択的に沈殿される、上記 [1] から [12] のいずれか一項に記載のプロセス。

[16] 上記少なくとも1種の鉄イオンの含有率が低下した組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、そのように形成された沈殿物中に含まれる第1の希土類元素及び第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させ、上記沈殿物を回収する工程を含む、上記 [1] から [15] のいずれか一項に記載のプロセス。

[17] 上記沈殿物を浸出し浸出溶液を得る工程をさらに含む、上記 [16] に記載のプロセス。

[18] 上記沈殿物が HCl で浸出される、上記 [17] に記載のプロセス。

[19] 上記 HCl が約5から約15 mol / L の濃度を有する、上記 [18] に記載の

プロセス。

[2 0] 上記浸出溶液が抽出剤でさらに抽出され、その結果、上記第 1 の希土類元素及び上記第 1 のレアメタルを実質的に選択的に抽出し、装填した有機相を得る、上記 [1 7] から [1 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 1] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [2 0] に記載のプロセス。

[2 2] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [2 0] に記載のプロセス。

[2 3] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートでありイソデカノールの存在下にある、上記 [2 0] に記載のプロセス。

[2 4] 上記装填した有機相を洗浄溶液で洗浄し、その結果、上記第 1 の希土類元素を回収し洗浄された有機相を得る工程をさらに含む、上記 [2 0] から [2 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 5] 上記洗浄溶液が、約 2 から約 1 2 m o l / L の濃度の H C l を含む酸性水溶液である、上記 [2 4] に記載のプロセス。

[2 6] 上記洗浄溶液が、約 1 : 1 の洗浄溶液 : 装填した有機相の比で使用される、上記 [2 4] 又は [2 5] に記載のプロセス。

[2 7] 上記洗浄された有機相をストリッピング溶液でストリッピングし、その結果、上記第 1 のレアメタルを回収する工程を含む、上記 [2 4] から [2 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8] 上記ストリッピング溶液が水である、上記 [2 7] に記載のプロセス。

[2 9] 上記ストリッピング溶液が、約 1 : 2 のストリッピング溶液 : 装填した有機相の比で使用される、上記 [2 7] 又は [2 8] に記載のプロセス。

[3 0] 上記少なくとも 1 種の鉄イオンの含有率が低下した上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、少なくとも 1 種のさらなる希土類元素並びに上記第 1 の希土類元素及び上記第 1 のレアメタルを含む上記沈殿物を含む液体を得、上記液体を上記沈殿物から分離する工程をさらに含む、上記 [1 3] から [2 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[3 1] 上記液体を別の沈殿剤と反応させ、その結果、別の沈殿物を得、上記別の沈殿物を回収する工程をさらに含む、上記 [3 0] に記載のプロセス。

[3 2] 上記液体を上記別の沈殿剤と約 7 . 8 から約 8 . 2 の p H で反応させる、上記 [3 1] に記載のプロセス。

[3 3] 上記液体を上記別の沈殿剤と約 7 . 9 から約 8 . 1 の p H で反応させる、上記 [3 1] に記載のプロセス。

[3 4] 約 + 3 4 0 m V に酸化還元電位を維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [3 1] から [3 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[3 5] 約 + 3 8 0 m V に酸化還元電位を維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [3 1] から [3 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[3 6] 約 5 0 から約 7 0 の温度を維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [3 1] から [3 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[3 7] 上記別の沈殿剤が、N a O H、M g O、C a C O ₃ 及びその混合物から選ばれる、上記 [3 1] から [3 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[3 8] 上記別の沈殿剤が C a C O ₃ である、上記 [3 1] から [3 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[3 9] 上記別の沈殿物を浸出し、第 2 の希土類元素を含む浸出溶液を得る工程をさらに含む、上記 [3 1] から [3 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[4 0] 上記別の沈殿物が H C l で浸出される、上記 [3 9] に記載のプロセス。

[4 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記浸出溶液を抽出剤で抽出し、その結果、上記第 2 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む装填した有機相、並びに少なくとも 1 種の軽希土類元素を含む水相を得る、上記 [3 9] 又は [4 0] に記載のプロセス。

[4 2] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸である、上記 [4 1] に記載のプロ

ロセス。

[4 3] 上記抽出剤が灯油中のジ (エチルヘキシル) ホスホン酸である、上記 [4 1] に記載のプロセス。

[4 4] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [4 1] から [4 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[4 5] 上記装填した有機相を酸性洗浄溶液で処理することによって上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [4 1] から [4 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[4 6] 上記洗浄溶液が 1 N H C l を含む、上記 [4 5] に記載のプロセス。

[4 7] 上記第 3 の希土類元素がセリウムである、上記 [4 5] 又は [4 6] に記載のプロセス。

[4 8] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相を酸性ストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 2 の希土類元素を含むストリップ液を得、上記ストリップ液を回収する工程をさらに含む、上記 [4 5] から [4 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[4 9] 上記ストリップ液が 3 . 5 N H C l を含む、上記 [4 8] に記載のプロセス。

[5 0] 上記第 2 の希土類元素を含む上記ストリップ液を抽出剤で処理し、その結果、第 4 の希土類元素及び場合によって第 5 の希土類元素を上記ストリップ液から実質的に選択的に抽出し、上記少なくとも第 2 の希土類元素を含む抽残物を得る工程を含む、上記 [4 8] 又は [4 9] に記載のプロセス。

[5 1] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [5 0] に記載のプロセス。

[5 2] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [5 0] に記載のプロセス。

[5 3] 上記第 4 の希土類元素がジスプロシウムである、上記 [5 0] から [5 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[5 4] 上記第 5 の希土類元素がエルビウムである、上記 [5 0] から [5 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[5 5] 上記第 4 の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含む有機相をストリップ溶液と反応させ、その結果、上記第 4 (fifth) の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [5 0] から [5 4] のいずれか一項に記載のプロセス。

[5 6] 上記ストリップ溶液が水である、上記 [5 5] に記載のプロセス。

[5 7] 上記第 2 の希土類元素がイットリウムである、上記 [4 1] から [5 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[5 8] 上記第 2 の希土類元素を含む上記浸出溶液を抽出剤で抽出し、その結果、上記第 2 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む装填した有機相、及び少なくとも 1 種の軽希土類元素を含む抽残物を得る、上記 [3 9] から [4 0] に記載のプロセス。

[5 9] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [5 8] に記載のプロセス。

[6 0] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [5 8] 又は [5 9] に記載のプロセス。

[6 1] 上記装填した有機相を酸性洗浄溶液で処理することによって上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [5 8] から [6 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[6 2] 上記洗浄溶液が約 1 N から約 2 N の H C l を含む、上記 [6 1] に記載のプロセス。

[6 3] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 2 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [6 1] 又は [6 2] に記載のプロセス。

[6 4] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [6 4] に記載のプロセス。

[6 5] 上記第 2 の希土類元素を含む上記ストリップ液が抽出剤で抽出され、その結果、第 4 の希土類元素及び場合によって第 5 の希土類元素を取り出し、それによって上記第 2 の希土類元素を含む抽残物、並びに上記第 4 の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含む装填した有機相を得る、上記 [6 3] 又は [6 4] に記載のプロセス。

[6 6] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [6 5] に記載のプロセス。

[6 7] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [6 5] に記載のプロセス。

[6 8] 上記第 2 の希土類元素を含む上記抽残物を回収する工程を含む、上記 [6 5] から [6 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[6 9] 上記第 2 の希土類元素がイットリウムである、上記 [6 5] から [6 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[7 0] 上記第 4 の希土類元素がジスプロシウムである、上記 [6 5] から [6 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[7 1] 上記第 5 の希土類元素がエルビウムである、上記 [6 5] から [7 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[7 2] 上記第 4 の希土類元素及び上記第 5 の希土類元素を含む上記装填した有機相をストリッピング溶液と反応させ、その結果、上記第 4 の希土類元素及び上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [6 5] から [7 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[7 3] 上記ストリッピング溶液が水である、上記 [7 2] に記載のプロセス。

[7 4] 上記ストリップ液を抽出剤と反応させ、その結果、上記ストリップ (strop) 液から上記第 5 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 4 の希土類元素を含む抽残物及び上記第 5 の希土類元素を含む装填した有機相を得る工程をさらに含む、上記 [7 2] 又は [7 3] に記載のプロセス。

[7 5] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [7 4] に記載のプロセス。

[7 6] 上記第 5 の希土類元素を含む上記装填した有機相から上記抽残物を分離し、上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、そこから不純物を取り出し、次いで上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [7 4] 又は [7 5] に記載のプロセス。

[7 7] 上記洗浄溶液が約 2 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [7 6] に記載のプロセス。

[7 8] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [7 6] 又は [7 7] に記載のプロセス。

[7 9] 上記抽残物を酸化剤と反応させ、その結果、上記第 3 の希土類元素を酸化する、上記 [5 8] から [6 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[8 0] 上記酸化剤が次亜塩素酸ナトリウムを含む、上記 [7 9] に記載のプロセス。

[8 1] 上記抽残物を酸化剤と約 0 . 5 から約 1 . 5 の p H で反応させる、上記 [7 9] 又は [8 0] に記載のプロセス。

[8 2] 沈殿物の形態である上記酸化した第 3 の希土類元素を上記抽残物から取り出し、それによって第 6 の希土類元素を含む濾液を得る工程をさらに含む、上記 [7 9] から [8 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[8 3] 上記濾液を抽出剤と反応させ、その結果、上記濾液から上記第 6 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 6 の希土類元素を含む装填した有機相並びに第 7 の希土類元素及び第 8 の (eight) 希土類元素を含む別の抽残物を得、上記第 6 の希土類元素を含む上記装填した有機相を上記抽残物から分離する工程をさらに含む、上記 [8 2] に記載のプロセス。

[8 4] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル)

リン酸である、上記 [8 3] に記載のプロセス。

[8 5] 上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 6 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [8 3] 又は [8 4] に記載のプロセス。

[8 6] 上記洗浄溶液が約 0 . 5 M から約 1 . 5 M の H C l を含む、上記 [8 5] に記載のプロセス。

[8 7] 上記ストリッピング溶液が約 2 M から約 3 M の H C l を含む、上記 [8 5] 又は [8 6] に記載のプロセス。

[8 8] 上記第 6 の希土類元素がユーロピウムである、上記 [8 3] から [8 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[8 9] 上記第 7 の希土類元素がプラセオジウムである、上記 [8 3] から [8 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[9 0] 上記第 8 (eigth) の希土類元素がネオジウムである、上記 [8 3] から [8 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[9 1] 還元剤によって上記第 6 の希土類元素を還元する工程をさらに含む、上記 [8 3] から [9 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[9 2] 上記還元剤が亜鉛 (0) である、上記 [9 1] に記載のプロセス。

[9 3] 上記第 6 の希土類元素を硫酸ナトリウムと反応させ、その結果、その硫酸塩誘導体を沈殿物の形態で得、上記沈殿物を回収する工程をさらに含む、上記 [8 3] から [9 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[9 4] 上記第 7 の希土類元素及び上記第 8 の (eight) 希土類元素を含む上記抽残物を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 8 の (eight) 希土類元素を上記抽残物から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 8 の (eight) 希土類元素を含む装填した有機相及び上記第 7 の希土類元素を含む抽残物を得、上記第 8 の (eight) 希土類元素を含む上記装填した有機相を上記抽残物から分離する工程をさらに含む、上記 [8 3] から [9 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[9 5] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [9 4] に記載のプロセス。

[9 6] 上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 8 の (eight) 希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [9 4] 又は [9 5] に記載のプロセス。

[9 7] 上記洗浄溶液が約 2 M から約 3 M の H C l を含む、上記 [9 6] に記載のプロセス。

[9 8] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [9 6] 又は [9 7] に記載のプロセス。

[9 9] 少なくとも 1 種の希土類元素を回収するプロセスであって、

(i) 少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって少なくとも 1 種のレアメタルを含む酸性組成物を得る工程と；

上記組成物を沈殿剤と反応させ、その結果、第 1 の希土類元素及び場合によって第 1 のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程とを含むプロセス。

[1 0 0] 上記第 1 の希土類元素がスカンジウムである、上記 [9 9] に記載のプロセス。

[1 0 1] 上記酸性組成物が少なくとも 1 種のレアメタルを含む、上記 [9 9] 又は [1 0 0] に記載のプロセス。

[1 0 2] 上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、上記第 1 の希土類元素及び上記第 1 のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程を含む、上記 [1 0 1] に記載のプロセス。

[1 0 3] 上記第 1 のレアメタルがガリウムである、上記 [9 9] から [1 0 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 0 4] 上記沈殿剤が、NaOH、MgO、CaCO₃ 及びその混合物から選ばれる、上記 [9 9] から [1 0 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 0 5] 上記沈殿剤が CaCO₃ である、上記 [9 9] から [1 0 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 0 6] 上記第 1 の希土類元素及び場合によって上記第 1 のレアメタルを 2 未満の pH 値の維持により実質的に選択的に沈殿させる、上記 [9 9] から [1 0 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 0 7] 上記第 1 の希土類元素及び場合によって上記第 1 のレアメタルを約 1 から約 2 の値に pH を維持することにより実質的に選択的に沈殿させる、上記 [9 9] から [1 0 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 0 8] 上記第 1 の希土類元素及び場合によって上記第 1 のレアメタルを約 + 3 8 0 mV の酸化還元電位の維持により実質的に選択的に沈殿させる、上記 [9 9] から [1 0 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 0 9] 上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、そのように形成された沈殿物中に含まれる、第 1 の希土類元素及び第 1 のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させ、上記沈殿物を回収する工程を含む、上記 [9 9] から [1 0 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 1 0] 上記沈殿物を浸出し浸出溶液を得る工程をさらに含む、上記 [1 0 9] に記載のプロセス。

[1 1 1] 上記沈殿物が HCl で浸出される、上記 [1 1 0] に記載のプロセス。

[1 1 2] 上記 HCl が約 5 から約 1 5 mol / L の濃度を有する、上記 [1 1 1] に記載のプロセス。

[1 1 3] 上記浸出溶液が抽出剤でさらに抽出され、その結果、上記第 1 の希土類元素及び上記第 1 のレアメタルを実質的に選択的に抽出し、装填した有機相を得る、上記 [1 1 0] から [1 1 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 1 4] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [1 1 3] に記載のプロセス。

[1 1 5] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [1 1 3] に記載のプロセス。

[1 1 6] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートでありイソデカノールの存在下にある、上記 [1 1 3] に記載のプロセス。

[1 1 7] 上記装填した有機相を洗浄溶液で洗浄し、その結果、上記第 1 の希土類元素を回収し洗浄された有機相を得る工程をさらに含む、上記 [1 1 3] から [1 1 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 1 8] 上記洗浄溶液が、約 2 から約 1 2 mol / L の濃度で HCl を含む酸性水溶液である、上記 [1 1 7] に記載のプロセス。

[1 1 9] 上記洗浄溶液が、約 1 : 1 の洗浄溶液 : 装填した有機相の比で使用される、上記 [1 1 7] 又は [1 1 8] に記載のプロセス。

[1 2 0] 上記洗浄された有機相をストリッピング溶液でストリッピングし、その結果、上記第 1 のレアメタルを回収する工程をさらに含む、上記 [1 1 7] から [1 1 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 2 1] 上記ストリッピング溶液が水である、上記 [1 2 0] に記載のプロセス。

[1 2 2] 上記ストリッピング溶液が、約 1 : 2 のストリッピング溶液 : 装填した有機相の比で使用される、上記 [1 2 0] 又は [1 2 1] に記載のプロセス。

[1 2 3] 上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、少なくとも 1 種のさらなる希土類元素を含む液体、並びに上記第 1 の希土類元素及び上記第 1 のレアメタルを含む上記沈殿物を得、上記沈殿物から上記液体を分離する工程をさらに含む、上記 [1 1 0] から [1 2 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 2 4] 上記液体を別の沈殿剤と反応させ、その結果、別の沈殿物を得、上記別の沈殿物を回収する工程をさらに含む、上記 [1 2 3] に記載のプロセス。

[1 2 5] 上記液体を上記別の沈殿剤と約 7 . 8 から約 8 . 2 の pH で反応させる、上記 [1 2 4] に記載のプロセス。

[1 2 6] 上記液体を上記別の沈殿剤と約 7 . 9 から約 8 . 1 の pH で反応させる、上記 [1 2 4] に記載のプロセス。

[1 2 7] 酸化還元電位を約 + 3 4 0 m V に維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [1 2 4] から [1 2 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 2 8] 酸化還元電位を約 + 3 8 0 m V に維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [1 2 4] から [1 2 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 2 9] 約 5 0 から約 7 0 の温度を維持することによって、上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [1 2 4] から [1 2 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 3 0] 上記別の沈殿剤が、NaOH、MgO、CaCO₃ 及びその混合物から選ばれる、上記 [1 2 4] から [1 2 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 3 1] 上記別の沈殿剤が CaCO₃ である、上記 [1 2 4] から [1 2 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 3 2] 上記別の沈殿物を浸出し、第 2 の希土類元素を含む浸出溶液を得る工程をさらに含む、上記 [1 2 4] から [1 3 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 3 3] 上記別の沈殿物が HCl で浸出される、上記 [1 3 2] に記載のプロセス。

[1 3 4] 上記第 2 の希土類元素を含む上記浸出溶液が抽出剤で抽出され、その結果、上記第 2 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む装填した有機相、及び少なくとも 1 種の軽希土類元素を含む水相を得る、上記 [1 3 2] 又は [1 3 3] に記載のプロセス。

[1 3 5] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸である、上記 [1 3 4] に記載のプロセス。

[1 3 6] 上記抽出剤が、灯油中のジ (エチルヘキシル) ホスホン酸である、上記 [1 3 4] に記載のプロセス。

[1 3 7] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [1 3 4] から [1 3 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 3 8] 上記装填した有機相を酸性洗浄溶液で処理することによって上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [1 3 4] から [1 3 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 3 9] 上記洗浄溶液が 1 N HCl を含む、上記 [1 3 8] に記載のプロセス。

[1 4 0] 上記第 3 の希土類元素がセリウムである、上記 [1 3 8] 又は [1 3 9] に記載のプロセス。

[1 4 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相を酸性ストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 2 の希土類元素を含むストリップ液を得、上記ストリップ液を回収する工程をさらに含む、上記 [1 3 8] から [1 4 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 4 2] 上記ストリップ液が 3 . 5 N HCl を含む、上記 [1 4 1] に記載のプロセス。

[1 4 3] 上記第 2 の希土類元素を含む上記ストリップ液を抽出剤で処理し、その結果、第 4 の希土類元素及び場合によって第 5 の希土類元素を上記ストリップ液から実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む抽残物を得る工程を含む、上記 [1 4 1] 又は [1 4 2] に記載のプロセス。

[1 4 4] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [1 4 3] に記載のプロセス。

[1 4 5] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [1 4 3] に記載のプロセス。

[1 4 6] 上記第 4 の希土類元素がジスプロシウムである、上記 [1 4 3] から [1 4 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 4 7] 上記第 5 の希土類元素がエルビウムである、上記 [1 4 3] から [1 4 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 4 8] 上記第 4 の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含む有機相をストリップ溶液と反応させ、その結果、上記第 4 (fifth) の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [1 4 3] から [1 4 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 4 9] 上記ストリップ溶液が水である、上記 [1 4 8] に記載のプロセス。

[1 5 0] 上記第 2 の希土類元素がイットリウムである、上記 [1 3 4] から [1 4 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 5 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記浸出溶液が抽出剤で抽出され、その結果、上記第 2 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む装填した有機相、及び少なくとも 1 種の軽希土類元素を含む抽残物を得る、上記 [1 3 2] 又は [1 3 3] に記載のプロセス。

[1 5 2] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [1 5 1] に記載のプロセス。

[1 5 3] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [1 5 1] 又は [1 5 2] に記載のプロセス。

[1 5 4] 上記装填した有機相を酸性洗浄溶液で処理することによって上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [1 5 1] から [1 5 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 5 5] 上記洗浄溶液が約 1 N から約 2 N の H C l を含む、上記 [1 5 4] に記載のプロセス。

[1 5 6] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相をストIPPING溶液で処理し、その結果、上記第 2 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [1 5 4] 又は [1 5 5] に記載のプロセス。

[1 5 7] 上記ストIPPING溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [1 5 6] に記載のプロセス。

[1 5 8] 上記第 2 の希土類元素を含む上記ストリップ液が抽出剤で抽出され、その結果、第 4 の希土類元素及び場合によって第 5 の希土類元素を取り出し、それによって上記第 2 の希土類元素を含む抽残物、並びに上記第 4 の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含む装填した有機相を得る、上記 [1 5 6] 又は [1 5 7] に記載のプロセス。

[1 5 9] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [1 5 8] に記載のプロセス。

[1 6 0] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [1 5 8] に記載のプロセス。

[1 6 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記抽残物を回収する工程を含む、上記 [1 5 8] から [1 6 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 6 2] 上記第 2 の希土類元素がイットリウムである、上記 [1 5 8] から [1 6 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 6 3] 上記第 4 の希土類元素がジスプロシウムである、上記 [1 5 8] から [1 6 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 6 4] 上記第 5 の希土類元素がエルビウムである、上記 [1 5 8] から [1 6 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 6 5] 上記第 4 の希土類元素及び上記第 5 の希土類元素を含む上記装填した有機相をストIPPING溶液と反応させ、その結果、上記第 4 の希土類元素及び上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [1 5 8] から [1 6 4] のい

れか一項に記載のプロセス。

[1 6 6] 上記ストリッピング溶液が水である、上記 [1 6 5] に記載のプロセス。

[1 6 7] 上記ストリップ液を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 5 の希土類元素を上記ストリップ (strop) 液から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 4 の希土類元素を含む抽残物、及び上記第 5 の希土類元素を含む装填した有機相を得る工程をさらに含む、上記 [1 6 5] 又は [1 6 6] に記載のプロセス。

[1 6 8] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [1 6 7] に記載のプロセス。

[1 6 9] 上記第 5 の希土類元素を含む上記装填した有機相から上記抽残物を分離し、上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [1 6 7] 又は [1 6 8] に記載のプロセス。

[1 7 0] 上記洗浄溶液が約 2 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [1 6 9] に記載のプロセス。

[1 7 1] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [1 6 9] 又は [1 7 0] に記載のプロセス。

[1 7 2] 酸化剤と上記抽残物を反応させ、その結果、上記第 3 の希土類元素を酸化する、上記 [1 5 1] から [1 5 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 7 3] 上記酸化剤が次亜塩素酸ナトリウムを含む、上記 [1 7 2] に記載のプロセス。

[1 7 4] 上記抽残物を酸化剤と約 0 . 5 から約 1 . 5 の p H で反応させる、上記 [1 7 2] 又は [1 7 3] に記載のプロセス。

[1 7 5] 沈殿物の形態である上記酸化した第 3 の希土類元素を上記抽残物から取り出し、それによって第 6 の希土類元素を含む濾液を得る工程をさらに含む、上記 [1 7 2] から [1 7 4] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 7 6] 上記濾液を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 6 の希土類元素を上記濾液から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 6 の希土類元素を含む装填した有機相並びに第 7 の希土類元素及び第 8 の (eight) 希土類元素を含む別の抽残物を得、上記第 6 の希土類元素を含む上記装填した有機相を上記抽残物から分離する工程をさらに含む、上記 [1 7 5] に記載のプロセス。

[1 7 7] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [1 7 6] に記載のプロセス。

[1 7 8] 上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 6 の希土類元素を含むストリップ液を得る、上記 [1 7 6] 又は [1 7 7] に記載のプロセス。

[1 7 9] 上記洗浄溶液が約 0 . 5 M から約 1 . 5 M の H C l を含む、上記 [1 7 8] に記載のプロセス。

[1 8 0] 上記ストリッピング溶液が約 2 M から約 3 M の H C l を含む、上記 [1 7 8] 又は [1 7 9] に記載のプロセス。

[1 8 1] 上記第 6 の希土類元素がユーロピウムである、上記 [1 7 6] から [1 8 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 8 2] 上記第 7 の希土類元素がプラセオジウムである、上記 [1 7 6] から [1 8 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 8 3] 上記第 8 (eigth) の希土類元素がネオジウムである、上記 [1 7 6] から [1 8 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 8 4] 還元剤によって上記第 6 の希土類元素を還元する工程をさらに含む、上記 [1 7 6] から [1 8 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 8 5] 上記還元剤が亜鉛 (0) である、上記 [1 8 4] に記載のプロセス。

[1 8 6] 上記第 6 の希土類元素を硫酸ナトリウムと反応させ、その結果、沈殿物の形態でその硫酸塩誘導体を得、上記沈殿物を回収する工程をさらに含む、上記 [1 7 6] から [1 8 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 8 7] 上記第 7 の希土類元素及び上記第 8 の (e i g h t) 希土類元素を含む上記抽残物を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 8 の (e i g h t) 希土類元素を上記抽残物から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 8 の (e i g h t) 希土類元素を含む装填した有機相及び上記第 7 の希土類元素を含む抽残物を得、上記第 8 の (e i g h t) 希土類元素を含む上記装填した有機相を上記抽残物から分離する工程をさらに含む、上記 [1 7 6] から [1 8 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 8 8] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [1 8 7] に記載のプロセス。

[1 8 9] 上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 8 の (e i g h t) 希土類元素を含むストリッピング液を得る工程をさらに含む、上記 [1 8 7] 又は [1 8 8] に記載のプロセス。

[1 9 0] 上記洗浄溶液が約 2 M から約 3 M の H C l を含む、上記 [1 8 9] に記載のプロセス。

[1 9 1] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [1 8 9] 又は [1 9 0] に記載のプロセス。

[1 9 2] 上記酸性組成物をイオン交換樹脂で前処理又は処理し、その結果、不純物を取り出す工程をさらに含む、上記 [1] から [1 9 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 9 3] 少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって少なくとも 1 種のレアメタルを上記酸性組成物から抽出する前に、上記酸性組成物をイオン交換樹脂で処理し、その結果、不純物をそこから少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [1] から [1 9 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 9 4] 上記プロセスによって抽出された上記少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって上記少なくとも 1 種のレアメタルをプラズマトーチにより処理し、その結果、上記少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって上記少なくとも 1 種のレアメタルをさらに高純度化する工程をさらに含む、上記 [1] から [9 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[1 9 5] 少なくとも 1 種の希土類元素を回収するプロセスであって、

(i) 少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって少なくとも 1 種のレアメタルを含む酸性組成物；並びに (i i) 少なくとも 1 種の金属イオンを得る工程と；

抽出剤、イオン交換 (e c h a n g e) 樹脂によって及び / 又は上記組成物を還元剤と反応させることによって上記少なくとも 1 種の金属イオンを上記酸性組成物から少なくとも部分的に取り出し、それによって上記少なくとも 1 種の金属イオンの含有率が低下した組成物を得る工程と；

上記少なくとも 1 種の金属イオンの上記含有率が低下した上記組成物を沈殿剤と反応させ、その結果、第 1 の希土類元素及び場合によって第 1 のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程とを含むプロセス。

[1 9 6] 上記酸性組成物が (i) 上記少なくとも 1 種の希土類元素及び上記少なくとも 1 種のレアメタルを含む、上記 [1 9 5] に記載のプロセス。

[1 9 7] 上記抽出剤が、トリブチルホスフェート、ジ - 2 - エチルヘキシルリン酸 (H D E H P) 、ビス (2 , 4 , 4 - トリメチルペンチル) ホスフィン酸及び 2 - エチルヘキシルホスホン酸モノ - 2 - エチルヘキシルエステルから選ばれる、上記 [1 9 5] 又は [1 9 6] に記載のプロセス。

[1 9 8] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [1 9 5] 又は [1 9 6] に記載のプロセス。

[1 9 9] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [1 9 5] 又は [

196]に記載のプロセス。

[200]上記少なくとも1種の金属イオンが、少なくとも1種のアルミニウムイオン、少なくとも1種の亜鉛イオン、少なくとも1種の銅イオン、少なくとも1種のニッケルイオン、少なくとも1種のマグネシウムイオン、少なくとも1種のチタンイオン及び/又は少なくとも1種の鉄イオンを含む、上記[195]から[199]のいずれか一項に記載のプロセス。

[201]上記第1の希土類元素がスカンジウムである、上記[195]から[200]のいずれか一項に記載のプロセス。

[202]上記酸性組成物が少なくとも1種のレアメタルを含む、上記[195]から[201]のいずれか一項に記載のプロセス。

[203]上記少なくとも1種の金属イオンの上記含有率が低下した上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、上記第1の希土類元素及び上記第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる工程を含む、上記[202]に記載のプロセス。

[204]上記第1のレアメタルがガリウムである、上記[195]から[203]のいずれか一項に記載のプロセス。

[205]上記沈殿剤が、NaOH、MgO、CaCO₃及びその混合物から選ばれる、上記[195]から[204]のいずれか一項に記載のプロセス。

[206]上記沈殿剤がCaCO₃である、上記[195]から[204]のいずれか一項に記載のプロセス。

[207]上記第1の希土類元素及び場合によって上記第1のレアメタルを2未満のpH値の維持により実質的に選択的に沈殿させる、上記[195]から[206]のいずれか一項に記載のプロセス。

[208]約1から約2の値にpHを維持することによって上記第1の希土類元素及び場合によって上記第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる、上記[195]から[206]のいずれか一項に記載のプロセス。

[209]約+380mVの酸化還元電位を維持することによって上記第1の希土類元素及び場合によって上記第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させる、上記[195]から[206]のいずれか一項に記載のプロセス。

[210]上記少なくとも1種の金属イオンの含有率が低下した上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、そのように形成された沈殿物に含まれる第1の希土類元素及び第1のレアメタルを実質的に選択的に沈殿させ、上記沈殿物を回収する工程を含む、上記[195]から[209]のいずれか一項に記載のプロセス。

[211]上記沈殿物を浸出し浸出溶液を得る工程をさらに含む、上記[210]に記載のプロセス。

[212]上記沈殿物がHClで浸出される、上記[211]に記載のプロセス。

[213]上記浸出溶液が抽出剤でさらに抽出され、その結果、上記第1の希土類元素及び上記第1のレアメタルを実質的に選択的に抽出し、装填した有機相を得る、上記[211]又は[212]に記載のプロセス。

[214]上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記[213]に記載のプロセス。

[215]上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記[213]に記載のプロセス。

[216]上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートでありイソデカノールの存在下にある、上記[213]に記載のプロセス。

[217]上記装填した有機相を洗浄溶液で洗浄し、その結果、上記第1の希土類元素を回収し洗浄された有機相を得る工程をさらに含む、上記[214]から[216]のいずれか一項に記載のプロセス。

[218]上記洗浄溶液が、約2から約12mol/Lの濃度のHClを含む酸性水溶液である、上記[217]に記載のプロセス。

[219]上記洗浄溶液が、約1:1の洗浄溶液:装填した有機相の比で使用される、上

記 [2 1 7] 又は [2 1 8] に記載のプロセス。

[2 2 0] 上記洗浄された有機相をストリッピング溶液でストリッピングし、その結果、上記第 1 のレアメタルを回収する工程をさらに含む、上記 [2 1 7] から [2 1 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 2 1] 上記ストリッピング溶液が水である、上記 [2 2 0] に記載のプロセス。

[2 2 2] 上記ストリッピング溶液が約 1 : 2 のストリッピング溶液 : 装填した有機相の比で使用される、上記 [2 2 0] 又は [2 2 1] に記載のプロセス。

[2 2 3] 上記少なくとも 1 種の金属イオンの含有率が低下した上記組成物を上記沈殿剤と反応させ、その結果、少なくとも 1 種のさらなる希土類元素を含む液体並びに上記第 1 の希土類元素及び上記第 1 のレアメタルを含む上記沈殿物を得、上記液体を上記沈殿物から分離する工程をさらに含む、上記 [2 0 7] から [2 2 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 2 4] 上記液体を別の沈殿剤と反応させ、その結果、別の沈殿物を得、上記別の沈殿物を回収する工程をさらに含む、上記 [2 2 3] に記載のプロセス。

[2 2 5] 上記液体を上記別の沈殿剤と約 7 . 8 から約 8 . 2 の pH で反応させる、上記 [2 2 4] に記載のプロセス。

[2 2 6] 上記液体を上記別の沈殿剤と約 7 . 9 から約 8 . 1 の pH で反応させる、上記 [2 2 4] に記載のプロセス。

[2 2 7] 約 + 3 4 0 m V に酸化還元電位を維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [2 2 4] から [2 2 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 2 8] 約 + 3 8 0 m V に酸化還元電位を維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [2 2 4] から [2 2 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 2 9] 約 5 0 から約 7 0 の温度を維持することによって上記液体を上記別の沈殿剤と反応させる、上記 [2 2 4] から [2 2 8] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 3 0] 上記別の沈殿剤が、NaOH、MgO、CaCO₃ 及びその混合物から選ばれる、上記 [2 2 4] から [2 2 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 3 1] 上記沈殿剤が CaCO₃ である、上記 [2 2 4] から [2 2 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 3 2] 上記別の沈殿物を浸出し、第 2 の希土類元素を含む浸出溶液を得る工程をさらに含む、上記 [2 2 4] から [2 3 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 3 3] 上記別の沈殿物が HCl で浸出される、上記 [2 3 2] に記載のプロセス。

[2 3 4] 上記第 2 の希土類元素を含む上記浸出溶液が抽出剤で抽出され、その結果、上記第 2 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む装填した有機相、及び少なくとも 1 種の軽希土類元素を含む水相を得る工程をさらに含む、上記 [2 3 2] 又は [2 3 3] に記載のプロセス。

[2 3 5] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸である、上記 [2 3 4] に記載のプロセス。

[2 3 6] 上記抽出剤が灯油中のジ (エチルヘキシル) ホスホン酸である、上記 [2 3 4] に記載のプロセス。

[2 3 7] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [2 3 4] から [2 3 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 3 8] 上記装填した有機相を酸性洗浄溶液で処理することによって上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [2 3 4] から [2 3 6] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 3 9] 上記洗浄溶液が 1 N HCl を含む、上記 [2 3 8] に記載のプロセス。

[2 4 0] 上記第 3 の希土類元素がセリウムである、上記 [2 3 8] 又は [2 3 9] に記載のプロセス。

[2 4 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相を酸性ストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 2 の希土類元素を含むストリップ液を得、上記ストリップ液を

回収する工程をさらに含む、上記 [2 3 8] から [2 4 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 4 2] 上記ストリップ液が 3 . 5 N H C l を含む、上記 [2 4 1] に記載のプロセス。

[2 4 3] 上記第 2 の希土類元素を含む上記ストリップ液を抽出剤で処理し、その結果、第 4 の希土類元素及び場合によって第 5 の希土類元素を上記ストリップ液から実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む抽残物を得る工程を含む、上記 [2 4 1] 又は [2 4 2] に記載のプロセス。

[2 4 4] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [2 4 3] に記載のプロセス。

[2 4 5] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [2 4 3] に記載のプロセス。

[2 4 6] 上記第 4 の希土類元素がジスプロシウムである、上記 [2 4 3] から [2 4 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 4 7] 上記第 5 の希土類元素がエルビウムである、上記 [2 4 3] から [2 4 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 4 8] 上記第 4 の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含む有機相をストリップ溶液と反応させ、その結果、上記第 4 (fifth) の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [2 4 3] から [2 4 7] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 4 9] 上記ストリップ溶液が水である、上記 [2 4 8] に記載のプロセス。

[2 5 0] 上記第 2 の希土類元素がイットリウムである、上記 [2 3 4] から [2 4 9] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 5 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記浸出溶液を抽出剤で抽出し、その結果、上記第 2 の希土類元素を実質的に選択的に抽出し、上記第 2 の希土類元素を含む装填した有機相、及び少なくとも 1 種の軽希土類元素を含む抽残物を得る、上記 [2 3 2] 又は [2 3 3] に記載のプロセス。

[2 5 2] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [2 5 1] に記載のプロセス。

[2 5 3] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [2 5 1] 又は [2 5 2] に記載のプロセス。

[2 5 4] 上記装填した有機相を酸性洗浄溶液で処理することによって上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相から第 3 の希土類元素を少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [2 5 1] から [2 5 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 5 5] 上記洗浄溶液が約 1 N から約 2 N の H C l を含む、上記 [2 5 4] に記載のプロセス。

[2 5 6] 上記第 2 の希土類元素を含む上記装填した有機相をストリップング溶液で処理し、その結果、上記第 2 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [2 5 4] 又は [2 5 5] に記載のプロセス。

[2 5 7] 上記ストリップング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [2 5 6] に記載のプロセス。

[2 5 8] 上記第 2 の希土類元素を含む上記ストリップ液を抽出剤で抽出し、その結果、第 4 の希土類元素及び場合によって第 5 の希土類元素を取り出し、それによって上記第 2 の希土類元素を含む抽残物、並びに上記第 4 の希土類元素及び場合によって上記第 5 の希土類元素を含む装填した有機相を得る、上記 [2 5 6] 又は [2 5 7] に記載のプロセス。

[2 5 9] 上記抽出剤がトリブチルホスフェートである、上記 [2 5 8] に記載のプロセス。

[2 6 0] 上記抽出剤が灯油中のトリブチルホスフェートである、上記 [2 5 8] に記載

のプロセス。

[2 6 1] 上記第 2 の希土類元素を含む上記抽残物を回収する工程を含む、上記 [2 5 8] から [2 6 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 6 2] 上記第 2 の希土類元素がイットリウムである、上記 [2 5 8] から [2 6 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 6 3] 上記第 4 の希土類元素がジスプロシウムである、上記 [2 5 8] から [2 6 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 6 4] 上記第 5 の希土類元素がエルビウムである、上記 [2 5 8] から [2 6 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 6 5] 上記第 4 の希土類元素及び上記第 5 の希土類元素を含む上記装填した有機相をストリッピング溶液と反応させ、その結果、上記第 4 の希土類元素及び上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [2 5 8] から [2 6 4] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 6 6] 上記ストリッピング溶液が水である、上記 [2 6 5] に記載のプロセス。

[2 6 7] 上記ストリップ液を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 5 の希土類元素を上記ストリップ (strop) 液から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 4 の希土類元素を含む抽残物、及び上記第 5 の希土類元素を含む装填した有機相を得る工程をさらに含む、上記 [2 6 5] 又は [2 6 6] に記載のプロセス。

[2 6 8] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [2 6 7] に記載のプロセス。

[2 6 9] 上記第 5 の希土類元素を含む上記装填した有機相から上記抽残物を分離し、上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 5 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [2 6 7] 又は [2 6 8] に記載のプロセス。

[2 7 0] 上記洗浄溶液が約 2 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [2 6 9] に記載のプロセス。

[2 7 1] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [2 6 9] 又は [2 7 0] に記載のプロセス。

[2 7 2] 上記抽残物を酸化剤と反応させ、その結果、上記第 3 の希土類元素を酸化する、上記 [2 5 1] から [2 5 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 7 3] 上記酸化剤が次亜塩素酸ナトリウムを含む、上記 [2 7 2] に記載のプロセス。

[2 7 4] 上記抽残物を約 0 . 5 から約 1 . 5 の p H で酸化剤と反応させる、上記 [2 7 2] 又は [2 7 3] に記載のプロセス。

[2 7 5] 沈殿物の形態である酸化した第 3 の希土類元素を上記抽残物から取り出し、それによって第 6 の希土類元素を含む濾液を得る工程をさらに含む、上記 [2 7 2] から [2 7 4] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 7 6] 上記濾液を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 6 の希土類元素を上記濾液から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 6 の希土類元素を含む装填した有機相並びに第 7 の希土類元素及び第 8 の (eight) 希土類元素を含む別の抽残物を得、上記第 6 の希土類元素を含む上記装填した有機相を上記抽残物から分離する工程をさらに含む、上記 [2 7 5] に記載のプロセス。

[2 7 7] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [2 7 6] に記載のプロセス。

[2 7 8] 上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 6 の希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [2 7 6] 又は [2 7 7] に記載のプロセス。

[2 7 9] 上記洗浄溶液が約 0 . 5 M から約 1 . 5 M の H C l を含む、上記 [2 7 8] に

記載のプロセス。

[2 8 0] 上記ストリッピング溶液が約 2 M から約 3 M の H C l を含む、上記 [2 7 8] 又は [2 7 9] に記載のプロセス。

[2 8 1] 上記第 6 の希土類元素がユーロピウムである、上記 [2 7 6] から [2 8 0] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8 2] 上記第 7 の希土類元素がプラセオジウムである、上記 [2 7 6] から [2 8 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8 3] 上記第 8 (eighth) の希土類元素がネオジウムである、上記 [2 7 6] から [2 8 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8 4] 還元剤によって上記第 6 の希土類元素を還元する工程をさらに含む、上記 [2 7 6] から [2 8 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8 5] 上記還元剤が亜鉛 (0) である、上記 [2 8 4] に記載のプロセス。

[2 8 6] 上記第 6 の希土類元素を硫酸ナトリウムと反応させ、その結果、沈殿物の形態のその硫酸塩誘導体を得、上記沈殿物を回収する工程をさらに含む、上記 [2 7 6] から [2 8 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8 7] 上記第 7 の希土類元素及び上記第 8 の (eighth) 希土類元素を含む上記抽残物を抽出剤と反応させ、その結果、上記第 8 の (eighth) 希土類元素を上記抽残物から実質的に選択的に抽出し、それによって上記第 8 の (eighth) 希土類元素を含む装填した有機相及び上記第 7 の希土類元素を含む抽残物を得、上記第 8 の (eighth) 希土類元素を含む上記装填した有機相を上記抽残物から分離する工程をさらに含む、上記 [2 7 6] から [2 8 5] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 8 8] 上記抽出剤がジ (エチルヘキシル) ホスホン酸又はジ - (2 - エチルヘキシル) リン酸である、上記 [2 8 7] に記載のプロセス。

[2 8 9] 上記装填した有機相を洗浄溶液で処理し、その結果、不純物をそこから取り出し、次いで、上記装填した有機相をストリッピング溶液で処理し、その結果、上記第 8 の (eighth) 希土類元素を含むストリップ液を得る工程をさらに含む、上記 [2 8 7] 又は [2 8 8] に記載のプロセス。

[2 9 0] 上記洗浄溶液が約 2 M から約 3 M の H C l を含む、上記 [2 8 9] に記載のプロセス。

[2 9 1] 上記ストリッピング溶液が約 3 M から約 4 M の H C l を含む、上記 [2 8 9] 又は [2 9 0] に記載のプロセス。

[2 9 2] 上記少なくとも 1 種の金属イオンが、アルミニウム、鉄、亜鉛、銅、ニッケル、マグネシウム及びチタンから選ばれる金属のイオンである、上記 [1 9 5] から [2 9 1] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 9 3] 上記酸性組成物をイオン交換樹脂で前処理又は処理し、その結果、不純物を取り出す工程をさらに含む、上記 [1 9 5] から [2 9 2] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 9 4] 少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって少なくとも 1 種のレアメタルを上記酸性組成物から抽出する前に、上記酸性組成物をイオン交換樹脂で処理し、その結果、不純物をそこから少なくとも部分的に取り出す工程をさらに含む、上記 [1 9 5] から [2 9 3] のいずれか一項に記載のプロセス。

[2 9 5] プラズマ Torch によって、上記プロセスによって抽出された上記少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって上記少なくとも 1 種のレアメタルを処理し、その結果、上記少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって上記少なくとも 1 種のレアメタルをさらに高純度化する工程をさらに含む、上記 [1 9 5] から [2 9 4] のいずれか一項に記載のプロセス。

一態様によると、少なくとも 1 種の希土類元素を回収するプロセスであって、

(i) 少なくとも 1 種の希土類元素及び場合によって少なくとも 1 種のレアメタルを含む酸性組成物を得る工程と；

組成物を沈殿剤と反応させ、その結果、第 1 の希土類元素及び場合によって第 1 のレア

メタルを実質的に選択的に沈殿させる工程とを含むプロセスが提供される。