

(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
2011 年 7 月 28 日(28.07.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/090102 A1

- (51) 国際特許分類:
C22B 11/02 (2006.01) C22B 59/00 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01) C22B 15/00 (2006.01)
C22B 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/050940
- (22) 国際出願日: 2011 年 1 月 20 日(20.01.2011)
- (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 2010-011022 2010 年 1 月 21 日(21.01.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中本 将嗣 (NAKAMOTO Masashi) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘 1 番 1 号 国立大学法人大阪大学内 Osaka (JP), 山本 高郁 (YAMAMOTO Takaiku) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 広瀬 章一 (HIROSE Shoichi); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町 4 丁目 4 番 2 号 東山ビル 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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:

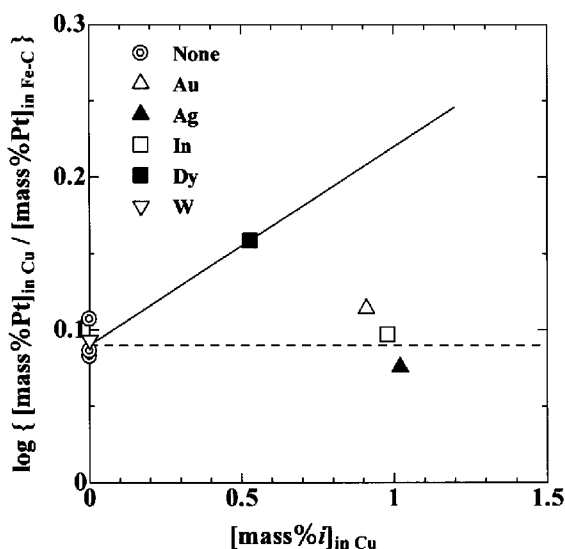
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

[続葉有]

(54) Title: EFFICIENT METHOD FOR COLLECTION OF PLATINUM-GROUP ELEMENT FROM COPPER-IRON SCRAP

(54) 発明の名称: 銅鉄スクラップからの白金族元素の効率的回収法

[図1]



phase be 1 mass% or more.

(57) 要約:

(57) Abstract: Disclosed is a means for efficiently collecting a platinum-group element by efficiently enriching the platinum-group element in a molten copper phase produced from a copper-iron scrap containing the platinum-group element. Specifically disclosed is a method comprising: melting a copper-iron scrap containing a platinum-group element to produce a molten material; separating the molten material into two phases, i.e., a molten copper phase containing at least one rare metal selected from the group consisting of Nd, Pr and Dy and a molten iron phase having a carbon concentration of 1 mass% or more, wherein carbon contained in the molten iron phase is derived from a carbon source contained in the molten material; isolating the two phases from each other and collecting the molten copper phase; and separating and collecting the platinum-group element dissolved in the molten copper phase from the molten copper phase. The copper-iron scrap may contain the rare metal. Alternatively, a member containing the rare metal may be added to the molten material. It is preferred that the total concentration of the rare metal contained in the molten copper

[続葉有]



白金族元素を含む銅鉄スクラップから得られる溶銅相に効率的に濃化させることにより白金族元素を効率的に回収する手段として提供される本発明は、白金族元素を含有する銅鉄スクラップを溶融し、この溶融物を、Nd、PrおよびDyからなる群から選ばれる一種または二種以上の希少金属を含有する溶銅相と炭素濃度が1質量%以上である溶鉄相との2液相とし、ここで、溶鉄相に含有される炭素は溶融物に含有される炭素源に由来し、この2液相を分離させて溶銅相を回収し、この溶銅相に溶解している白金族元素を溶銅相から分離回収する方法である。銅鉄スクラップが希少金属を含有していてもよいし、溶融物に希少金属を含有する部材を添加してもよい。また、溶銅相に含有される希少金属の合計濃度が1質量%以上であることが好ましい。

明 細 書

発明の名称：銅鉄スクラップからの白金族元素の効率的回収法 技術分野

[0001] 本発明は、銅および鉄を含むスクラップ（本発明において、「銅鉄スクラップ」という。）であって、白金（Pt）に代表される白金族元素をさらに含有するものを、ネオジム（Nd）、ジスプロシウム（Dy）および／またはプラセオジム（Pr）（以下、これらの金属を「希少金属」と総称する。）を含有する溶融銅相と炭素を所定濃度で含有する溶融鉄相とに分離し、溶融銅相に銅鉄スクラップ中の白金を高分配比で濃化することにより白金を分離して、回収する方法に関する。

背景技術

[0002] 産業機器、自動車等の輸送機器、家電製品、OA機器、電気機器等の鉄鋼、銅、銅合金等の金属製品やプラスチック製品等からなる各種の製品は大量に生産されている。これらの製品では、一般に、フレームや筐体に電装部品が取り付けられた構成となっており、フレームなどの構造部材には鉄系材料が使用される場合が多く、電装部品には配線材として銅を含む材料（銅、銅合金）が使用される場合が多い。また、電装部品には、所望のデバイス特性を発現させるために多くの種類の有価金属が使用されており、製品機能を向上させるために、近年その種類や使用量が多くなる傾向がある。

[0003] これらの製品が廃棄されると、これらの製品は銅および鉄を含むため銅鉄スクラップとなる。この銅鉄スクラップから、溶融工程を経て銅と鉄を銅相、鉄相の2液相に分離して、それぞれ銅と鉄に回収することについては、多くの従来技術が知られている。特に溶融工程において炭素などを添加することで銅と鉄とを効率的に分離・回収する方法が優れていることが知られている。また、これらの方法に並行して、銅鉄スクラップ中の合金元素および貴金属を溶銅相または溶鉄相に溶解させ、分離回収する方法も知られている。

[0004] 例えば、特許文献1には、銅鉄スクラップを炉内で溶融させてなる溶融物

中に炭素を溶解させることにより当該溶融物を溶銅相と溶鉄相との２液相とし、当該２液相を分離させて銅と鉄とを分離回収する、銅鉄スクラップからの金属回収方法であって、前記銅鉄スクラップを溶融させる炉が炭材充填層型溶解炉であって、平均粒径が２０～７０mmの炭材を当該溶解炉の充填層に使用する銅鉄スクラップからの金属回収方法が開示され、有価金属が各相に分離することによりこれらを回収することも開示されている。しかしながら、具体的な各種金属についてさらに効率的に回収する方法の確立が求められている。

[0005] そのような効率的な回収方法が望まれている金属の典型例として白金族元素が挙げられる。白金族元素の中でも最も工業的に有用な白金（Pt）は、自動車排気ガス処理の触媒などに使用されるが、産出国が限定されていることなどもあって、既存に使用された製品からの回収が求められている代表的な貴金属である。

[0006] 白金を含む銅鉄スクラップから、白金を回収する方法として、鉄相中に炭素を溶解させることにより、鉄（Fe）－銅（Cu）－炭素（C）系において溶銅相と溶鉄相との２相に分離させ、比重差により下に溶銅相、上に溶鉄相に分離することにより回収する方法が非特許文献１に示されている。白金および鉄、白金および銅の相互作用により白金の分配が決まり、その分配比

$$\frac{[\text{mass\%Pt}]_{\text{in Cu}}}{[\text{mass\%Pt}]_{\text{in Fe-C}}} \text{（銅中の白金の質量\%/炭素含有鉄中の白金の質量\%）}$$
は１程度とほぼ両相に均等に分配することが報告されている。

[0007] また、鉄（Fe）－銅（Cu）－炭素（C）－燐（P）系における銅鉄２液相分離による方法では、白金が鉄相側に濃化することが特許文献２に開示されている。

上記の白金族元素以外に、優れた回収方法の確立が望まれている有用金属の一つにネオジム（Nd）が挙げられる。ネオジムの主用途であるNd磁石の生産量は年間１０，０００ｔ程度とされている。例えば、ハイブリッド自動車１台あたりには１ｋｇのNd磁石が使用され、自動車中のNd磁石を含む銅鉄部材（モーター、発電機、センサーなど：鉄：銅＝８０：２０）は約５０ｋ

gである。Nd磁石1kg中にはネオジム(Nd)、ジスプロシウム(Dy)、プラセオジム(Pr)等の希少な金属があわせて300~400g程度含有されている。しかしながら、Nd磁石は磁石としての再利用はなされておらず、製品が回収された後の有効な処理方法が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2009-185369号公報

特許文献2：特開2004-083962号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：山口ら、資源と素材、Vol. 113, 1997年p. 1110

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 非特許文献1に開示された方法に係る鉄(Fe)－銅(Cu)－炭素(C)系における銅鉄2液相分離では、白金および鉄の相互作用と、白金および銅の相互作用とにより白金の分配が決まる。このため、その分配比 $[\text{mass\%Pt}]_{\text{in Cu}} / [\text{mass\%Pt}]_{\text{in Fe-C}}$ は1程度とほぼ両相に均等に分配する。すなわち、白金を片方の相に濃化させ、白金が濃化した相から白金を回収するという効率的な工程を選択することが、この鉄(Fe)－銅(Cu)－炭素(C)系では困難である、ということを非特許文献1は示唆している。

[0011] これに対し、特許文献2に開示された方法によれば、白金を溶鉄相に濃化させること(片方の相に濃化させること)は可能となる。しかしながら、溶鉄相から白金を回収することは、現実的には困難である。例えば、鉄相を酸溶液に溶解した後、水溶液電解をすることにより採取する方法が考えられる。この場合には、媒体である鉄に比較すると少量の白金を回収するために鉄相すべてを酸に溶解する必要がある。このため、多量の酸が必要になるとともに、多量に発生する酸廃液の処理が問題となる。したがって、実用上は鉄相から白金を分離回収する効率的な方法を新たに開発する必要がある。

[0012] 一方、既存の銅製錬プロセスでは原料である銅精鉱中に白金が含有されているため、銅製錬プロセス中での白金の回収法が確立されている。銅製錬プロセスを詳細に説明すると、まず銅精鉱を自溶炉でスラグ、マット、排ガスに分離し、鉄をスラグ相に、硫黄を排ガスとして取り除く。その後、マットは転炉で酸化され、スラグ、粗銅、排ガスに分離される。粗銅は精製炉を経て、電解槽で電気銅と陽極スライム、電解液に分離される。陽極スライム中には銅と分離した白金が濃縮され、酸溶解後電解処理を施すことにより白金が回収される。銅相は現行の銅製錬プロセス中の転炉に入れて処理することが可能であり、その後通常の銅精錬プロセスの流れで銅相中の白金を回収することができる。

[0013] これらのことから、銅鉄スクラップから白金を回収する方法として、白金を溶銅相に濃化させることができれば、その後は、既存の銅製錬プロセスを応用して白金を回収することが可能となる。

[0014] 本発明は、白金に代表される白金族元素を含む銅鉄スクラップから得られる溶銅相に白金族元素を効率的に濃化させることにより、当該元素を効率的に回収する手段を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明者は、希少金属の銅相と鉄相とへの分配、および、白金族元素、特に白金とこの希少金属との相互作用を調査し、それらの銅鉄2液相分離への影響を検討した結果、希少金属は銅相に濃化し、希少金属と熱力学的親和力をもつ白金は希少金属に引き寄せられ銅相に高分配比で濃化するという知見を得た。

[0016] この知見に基づき完成された本発明は次のとおりである。

(1) 白金族元素を含有する銅鉄スクラップを溶融し、得られた溶融物に炭素源を含有させることで、当該溶融物を、Nd、PrおよびDyからなる群から選ばれる一種または二種以上の希少金属を含有する溶銅相と炭素濃度が1質量%以上である溶鉄相との2液相とし、当該2液相を分離させて溶銅相を回収し、当該溶銅相に溶解している白金を溶銅相から分離回収すること

を特徴とする銅鉄スクラップ中の白金を回収する方法。

[0017] (2) 前記銅鉄スクラップとして前記希少金属をも含有するスクラップを用いることにより、前記溶銅相に前記希少金属を含有させる、上記(1)記載の方法。

(3) 前記溶融物に前記希少金属を含有する部材を添加することにより、前記溶銅相に前記希少金属を含有させる、上記(1)記載の方法。

[0018] (4) 前記溶銅相に含有される希少金属の合計濃度が1質量%以上である、上記(1)記載の方法。

(5) 前記溶融物が、Sc、Li、Ca、Mg、Y、La、K、Sr、Th、Ga、Ba、NaおよびRbからなる群から選ばれる一種又は二種以上の分配促進金属、および／またはTi、Zr、Hf、Nb、V、UおよびTaからなる群から選ばれる一種又は二種以上の分配阻害金属を含有し、前記溶融物が2液相分離してなる前記溶銅相および前記溶鉄相が下記(i)式を満たす、請求項1記載の方法。

[0019]
$$2.2\text{Sc} + 1.7\text{Li} + 1.4\text{Ca} + 1.2\text{Mg} + 1.2\text{Y} + \text{Nd} + \text{Pr} + 0.87\text{Dy} + 0.79\text{La} + 0.78\text{K} + 0.74\text{Sr} + 0.61\text{Th} + 0.52\text{Ga} + 0.51\text{Ba} + 0.50\text{Na} + 0.45\text{Rb} + 0.36\text{Pu} + 0.35\text{Cs} + 0.24\text{Sn} + 0.23\text{In} + 0.23\text{Zn} - (1.2\text{Ti} + 1.2\text{Zr} + 0.51\text{Hf} + 0.49\text{Nb} + 0.29\text{V} + 0.29\text{U} + 0.25\text{Ta}) > 1.0\text{質量\%} \quad (\text{i})$$

ここで、上記(i)式における各元素記号は、前記分配促進金属および前記希少金属については、前記溶銅相中における対応する元素の、前記溶銅相の質量に対する質量濃度(単位:質量%)を、前記分配阻害金属については、前記溶鉄相中における対応する元素の、前記溶鉄相の質量に対する質量濃度(単位:質量%)を意味する。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、銅鉄2液相における各相への分配比が通常は1程度であるため、効率的な回収は困難であると認識されていた白金を、銅相に濃化させることが実現され、従来技術に基づき容易に白金を高い効率で回収するこ

とが実現される。本発明は、白金以外の白金族元素を銅相に濃化させることも可能であるから、本発明により白金族元素の効率的な回収手段が提供される。また、この白金族元素の濃化過程において希少金属も銅相に濃化されるため、Ndなども効率的に回収することが実現される。

図面の簡単な説明

[0021] [図1] 白金 (Pt) の分配比に及ぼす銅相中元素 i の影響を示すグラフである。

[図2] 白金 (Pt) の分配比に及ぼす銅相中ネオジム (Nd) の影響を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 白金族元素、特に白金およびネオジム (Nd)、ジスプロシウム (Dy)、プラセオジム (Pr) 等の希少金属を含有するネオジム磁石を含む家電製品等の銅鉄スクラップを炭材充填層等で溶融し、炭素を溶解させることにより、銅相、鉄相 2 液相分離させた際には、希少金属が銅相に濃化し、希少金属が銅相に濃化することに伴って、当該希少金属の影響によって白金の銅相、鉄相への分配比率が変化する。

[0023] 本発明はかかる原理に基づくものであり、白金族元素、特に白金の濃縮した銅相を得ることが可能であり、銅鉄スクラップから効率的に白金族元素を分離回収することができる。また、希少金属も銅相に濃縮しているため、希少金属の回収も併せて実施することが可能である。

[0024] 本発明の内容をさらに詳しく説明する。

本発明では、銅鉄スクラップを溶融させて得られる溶融物に炭素源を含有させることにより、その溶融物を溶銅相と溶鉄相（正確には、鉄-炭素を主成分とする溶液相）との 2 液相に分離させる。特許文献 1 及び 2 にも開示されるように、溶鉄相中の炭素濃度を 1 質量%以上、好ましくは 4 質量%以上にすれば、溶鉄相中に含まれる銅の含有量を低くすることができる。したがって、溶銅相として回収される銅の量が低下することが抑制され、これは白金族元素の回収率を高めることに寄与する。また、後述するように、溶鉄相

における炭素濃度が高いほうが、白金族元素、特に白金の溶銅相への分配比が高まるため、この観点からも溶鉄相中の炭素濃度を高めに設定することが好ましい。

[0025] 炭素源の溶融物への供給方法は限定されない。銅鉄スクラップに混在する樹脂分などを炭素源としてもよいし、石炭など公知の炭素材料を炭素源として銅鉄スクラップまたは溶融物に添加してもよい。あるいは、銅鉄スクラップを溶融する容器を黒鉛坩堝としてその坩堝から炭素を供給することとしてもよい。

[0026] 以下の説明では、白金族元素の典型例として白金を回収する場合について説明する。

銅相中の白金（P t）と鉄相中の白金の平衡反応は（１）式で表される。

[0027] [数1]

$$Pt(in\ Cu) = Pt(in\ Fe-C) \quad (1)$$

[0028] 平衡時には化学ポテンシャルが等しいので（２）式が成立し、（２）式の関係から（３）式のように、白金の銅相、鉄相への分配比 $X_{Pt\ in\ Cu} / X_{Pt\ in\ Fe-C}$ が各相中の白金の活量係数 $\gamma_{Pt\ in\ Cu}$ 、 $\gamma_{Pt\ in\ Fe-C}$ を用いることにより示される。

[0029] [数2]

$$RT \cdot \ln a_{Pt\ in\ Cu} = RT \cdot \ln a_{Pt\ in\ Fe-C} \quad (2)$$

$$X_{Pt\ in\ Cu} / X_{Pt\ in\ Fe-C} = \gamma_{Pt\ in\ Fe-C} / \gamma_{Pt\ in\ Cu} \quad (3)$$

[0030] ここで、 $a_{Pt\ in\ Cu}$ 、 $a_{Pt\ in\ Fe-C}$ は、それぞれ銅相中、鉄相中の白金（P t）の活量、 $X_{Pt\ in\ Cu}$ 、 $X_{Pt\ in\ Fe-C}$ はそれぞれ銅相中、鉄相中の白金（P t）のモル分率、Rは気体定数、Tは温度（K）である。

[0031] 各相中のPtの活量係数は（４）、（５）式のように計算できる。

[0032] [数3]

$$\ln \gamma_{Pt\ in\ Fe-C} = \ln \gamma^{\circ}_{Pt\ in\ Fe} + \sum \epsilon_{Pt^i\ in\ Fe} \cdot X_{i\ in\ Fe-C} \quad (4)$$

$$\ln \gamma_{Pt\ in\ Cu} = \ln \gamma^{\circ}_{Pt\ in\ Cu} + \sum \epsilon_{Pt^i\ in\ Cu} \cdot X_{i\ in\ Cu} \quad (5)$$

[0033] $\gamma^{\circ}_{\text{Pt in Fe}}$ 、 $\gamma^{\circ}_{\text{Pt in Cu}}$ はそれぞれ純鉄、純銅中の白金（P t）の活量係数、 $\varepsilon^i_{\text{Pt in Fe}}$ 、 $\varepsilon^i_{\text{Pt in Cu}}$ はそれぞれ鉄（F e）－白金（P t）－元素 i 系合金系、銅（C u）－白金（P t）－i 系合金系における白金（P t）と元素 i との相互作用係数、 $X_{i \text{ in Fe-C}}$ 、 $X_{i \text{ in Cu}}$ はそれぞれ鉄相中、銅相中の元素 i のモル分率である。

[0034] （４）、（５）式を質量％表示に変換したのが（６）、（７）式となる。

[0035] [数4]

$$\ln \gamma_{\text{Pt in Fe-C}} = \ln \gamma^{\circ}_{\text{Pt in Fe}} + \sum \{ \varepsilon^i_{\text{Pt in Fe}} / M_i / \sum ([\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}} / M_i) \cdot [\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}} \} \quad (6)$$

$$\ln \gamma_{\text{Pt in Cu}} = \ln \gamma^{\circ}_{\text{Pt in Cu}} + \sum \{ \varepsilon^i_{\text{Pt in Cu}} / M_i / \sum ([\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}} / M_i) \cdot [\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}} \} \quad (7)$$

[0036] $[\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}}$ 、 $[\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}}$ はそれぞれ、鉄相中、銅相中の元素 i の含有量（単位：質量％）、 M_i は元素 i の原子量である。

以上述べたことから、白金（P t）の銅相、鉄相への分配比は、各相における他の元素 i の濃度、白金（P t）と他の元素 i との相互作用に依存することが判明した。

[0037] 各相における他の元素 i の濃度（元素 i の銅相、鉄相への分配比）は、上記の白金（P t）の分配比を考慮することと同様に、（３）式において“Pt”を“i”に置き換えた式で表され、その傾向はおおよそ（４）、（５）式から考えられるように相互作用を無視すれば $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}}$ 、 $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$ で予測できる。

[0038] つまり、 $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}} \gg \gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$ の関係がある場合には、元素 i は銅相に濃化し、 $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}} \doteq \gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$ では元素 i は両相に同程度に分配し、 $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}} \ll \gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$ では元素 i は鉄相に濃化する。

[0039] 表 1 に各元素 i に対して M i e d e m a モデル（A. K. Niessen ら，CALPHAD，Vol. 7（1983），pp. 51-70）による溶解のエンタルピーから算出した、 $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}}$ / $\gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$ を示す。

[0040]

[表1]

i	$\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}} / \gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$
Cs	4239681801
Rb	814730216
K	156564892
Ba	34330529
Sr	8589584
Na	613565
Ca	361941
La	9610
Nd	6055
Pb	2568
Tl	2107
Ag	1728
Li	1728
Dy	1728
Bi	1515
Y	1515
Mg	642
Hg	493
In	238
Au	183
Th	140
Cd	131
Sb	83
Pr	72
Sc	59
Sn	59
Cu	27
Pd	17
Zn	7.2
Ga	3.3
Pu	2.7
Ge	2.7

i	$\gamma^{\circ}_{i \text{ in Fe}} / \gamma^{\circ}_{i \text{ in Cu}}$
Pt	0.88
Zr	0.59
As	0.52
Rh	0.45
Al	0.40
Mn	0.40
Hf	0.33
Ni	0.27
U	0.27
Co	0.16
Be	0.13
Ti	0.11
Si	0.099
Ir	0.076
P	0.051
Tc	0.039
V	0.037
Ru	0.035
Fe	0.030
Cr	0.023
Os	0.016
Ta	0.0066
Nb	0.0045
Re	0.0045
Mo	0.0025
W	0.0013

[0041] 表1よりNd、DyおよびPrは銅相に濃化する傾向が強いことがわかる。また、Ptは両相に分配する傾向にあることがわかる。

表2に表1で銅相に濃化する元素とPtとの銅中における相互作用係数を示す。

[0042]

[表2]

i	$\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Cu}}$	$\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Cu}} / M_i \cdot 100$
Pr	-17.4	-12.4
Nd	-17.2	-11.9
Dy	-17.0	-10.4
Th	-16.8	-7.3
La	-13.0	-9.4
Y	-12.7	-14.3
Sc	-12.0	-26.7
Pu	-10.4	-4.3
Ba	-8.3	-6.1
Sr	-7.7	-8.8
Ca	-6.9	-17.1
Cs	-5.5	-4.2
Rb	-4.6	-5.3
Ga	-4.4	-6.2
K	-3.6	-9.3
Mg	-3.5	-14.4
Sn	-3.4	-2.9
In	-3.1	-2.7
Zn	-1.8	-2.7
Tl	-1.5	-0.7
Na	-1.4	-6.0
Li	-1.4	-20.0
Cd	-1.1	-1.0
Bi	-1.1	-0.5
Sb	-0.9	-0.8
Ge	-0.8	-1.1
Pb	-0.5	-0.3
Hg	0.7	0.3
Cu	0.9	1.5
Ag	2.8	2.6
Au	7.7	3.9
Pd	8.3	7.8

i	$\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Fe}}$	$\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Fe}} / M_i \cdot 100$
Zr	-12.6	-13.8
Hf	-10.9	-6.1
U	-8.0	-3.4
Ti	-6.9	-14.3
Nb	-5.4	-5.8
Ta	-5.4	-3.0
V	-1.8	-3.5
Al	-0.4	-1.5
Mn	0.6	1.1
Mo	0.9	0.9
Cr	2.0	3.8
W	2.1	1.1
Be	2.3	25.6
Si	3.2	11.3
As	3.2	4.3
Fe	4.2	7.6
Co	5.7	9.7
Re	6.3	3.4
Ni	6.6	11.2
Tc	7.4	7.5
Os	8.3	4.4
Ru	8.4	8.3
Rh	8.4	8.2
P	8.8	28.5
Ir	9.9	5.1

[0043] $\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Cu}}$ または、鉄相に濃化する元素と Pt との鉄中における相互作用係数 $\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Fe}}$ を Miedema らのモデルによる溶解のエンタルピーから計算した結果を示す。

また、相互作用係数を原子量 i で割った値 $\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Cu}} / M_i$ 、 $\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Fe}} / M_i$ も併せて示す。

[0044] 相互作用 $\varepsilon_{\text{Pt}^i \text{ in Cu}}$ は負の値が大きいほど Pt との熱力学的親和力が強いこと

を示しており、表2より銅相に濃化する元素の中でネオジウム（N d）、ジスプロシウム（D y）、プラセオジウム（P r）は白金（P t）との熱力学的親和力が非常に強いことがわかる。（6）、（7）式に基づくと $[\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}}$ に対しては $\varepsilon_{\text{Pt}}^i_{\text{in Cu}} / M_i$ で評価する必要があるがその場合でもネオジウム（N d）、ジスプロシウム（D y）、プラセオジウム（P r）は強い影響を示すことがわかる。

[0045] 以上のように、通常両相に分配するP tは銅相に濃化したネオジウム（N d）、ジスプロシウム（D y）、プラセオジウム（P r）との相互作用により銅相に濃縮される。さらに、ネオジウム（N d）、ジスプロシウム（D y）、プラセオジウム（P r）と同様の効果を有する元素として、スカンジウム（S c）、リチウム（L i）、カルシウム（C a）、マグネシウム（M g）、イットリウム（Y）、ランタン（L a）、カリウム（K）、ストロンチウム（S r）、トリウム（T h）、ガリウム（G a）、バリウム（B a）、ナトリウム（N a）、ルビジウム（R b）、プルトニウム（P u）、セシウム（C s）、錫（S n）、インジウム（I n）、亜鉛（Z n）が挙げられる。

[0046] 一方、鉄相中に濃化する元素でP tとの熱力学的親和力が非常に強い、チタン（T i）、ジルコニウム（Z r）、ハフニウム（H f）、ニオブ（N b）、バナジウム（V）、ウラン（U）、タンタル（T a）などは、ネオジウム（N d）、ジスプロシウム（D y）、プラセオジウム（P r）とは逆に白金（P t）を鉄相中に濃化させる性質を有する。したがって、銅鉄スクラップ中の白金を溶銅相から回収する本発明に係るシステムにおいて、これらの元素は阻害元素として働く。

[0047] 上記のとおり、本発明では、銅鉄スクラップを比較的効率的に溶銅相と溶鉄相との2液相に分離することが可能な鉄（F e）－銅（C u）－炭素（C）系において、そのままでは溶銅相よりもむしろ溶鉄相に優先的に分配していたP tを、希少金属を含有させることにより溶銅相への分配率を高めている。そのように溶銅相への分配率が高まると、溶銅相からP tを回収する技術はC u精錬プロセスとして確立されているため、その技術を適用すること

により、銅鉄スクラップに含まれるPtを効率的に回収することが実現される。

[0048] ここで、2液相分離させたときの溶銅相を希少金属が含有された相とする手段は特に限定されない。銅鉄スクラップとして希少金属をも含有するスクラップを用いてもよいし、溶融物に希少金属を含有する部材を添加してもよい。

[0049] 前者の手段に係るスクラップの典型例はネオジム磁石を含む銅鉄スクラップであり、そのようなスクラップ源として、廃棄されたハイブリッド自動車や電気自動車が挙げられる。二酸化炭素の排出量を低減させることが今後強く求められる傾向にあるため、このようなネオジム磁石を含む銅鉄スクラップは今後大量に発生する可能性がある。

[0050] 後者の手段に係る希少金属を含有する部材として、ネオジム磁石を加工する際に発生する加工屑が例示される。ネオジム磁石はその優れた磁気特性により、産業機器、自動車等の輸送機器、家電製品等の多くの製品に今後さらに使用されることが期待されている。したがって、その加工屑は今後大量に発生することが予想され、この観点で希少金属を含有する部材の安定的な供給源として有望である。

[0051] なお、本発明の方法を実施することにより希少金属も銅相に濃化することから、結果的に、現在はほとんど回収の対象とならなかったこれらの希少金属の分離・回収も併せて実施することが可能となる。

[0052] さらに、同様の原理を用いて産業機器、自動車等の輸送機器、家電製品等に含まれる他の有価金属の分離・回収にも適用可能である。

白金族のパラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、イリジウム(Ir)、オスミウム(Os)の分配に対する影響を、Ndとの相互作用で考えると、それぞれ、 $\varepsilon_{Pd}^{i \text{ in Cu}} / Mi \cdot 100 = -11.9$ 、 $\varepsilon_{Rh}^{i \text{ in Cu}} / Mi \cdot 100 = -8.7$ 、 $\varepsilon_{Ru}^{i \text{ in Cu}} / Mi \cdot 100 = -8.0$ 、 $\varepsilon_{Ir}^{i \text{ in Cu}} / Mi \cdot 100 = -6.3$ 、 $\varepsilon_{Os}^{i \text{ in Cu}} / Mi \cdot 100 = -3.7$ となり、 $\varepsilon_{Pt}^{i \text{ in Cu}} / Mi = -11.9$ となる白金(Pt)と同様に、原理的には鉄相よりは銅相の方に濃化する作用を有する。

[0053] Fe-Cu-C-Pt-i (i: 希少金属) 系において (3)、(4)、(5) 式より (8) 式が導かれる。

$$\begin{aligned} \log (X_{\text{Pt in Cu}} / X_{\text{Pt in Fe-C}}) = & \log \gamma_{\text{Pt in Fe}}^0 - \log \gamma_{\text{Pt in Cu}}^0 \\ & + \varepsilon_{\text{Pt in Fe}}^{\text{C}} \cdot X_{\text{C in Fe-C}} + \varepsilon_{\text{Pt}}^{\text{i in Fe}} \cdot X_{\text{i in Fe-C}} \\ & - \varepsilon_{\text{Pt}}^{\text{i in Cu}} \cdot X_{\text{i in Cu}} \end{aligned} \quad (8)$$

後述する実施例に示す如く分配比の対数は銅相中の元素 i (i: 希少金属) の濃度と関係があり、(8) 式の右辺において銅相中の元素 i (i: 希少金属) の濃度に関する項以外の項が変化しないとすると、分配比は銅相中の元素 i の濃度のみに依存することとなり、本発明は系内での白金および元素 i (i: 希少金属) の量的関係に制限されるものではない。

[0054] しかしながら、本発明の次工程である銅相中の白金回収を容易にする観点から系における Pt の濃度は 1 ppm 以上とすることが望ましい。1 ppm 未満の場合には、本発明に係る方法により銅相に白金を濃縮させても銅相中の白金濃度が低いため、Cu 精錬プロセスを用いて白金を回収しても単位質量あたりの回収費が過度に高くなって非効率となってしまう。

[0055] また、(8) 式は大量の溶媒中に溶解している少量の元素に対して適用可能な式であり、本発明の原理的な効果を考えると白金の系内における濃度は 2 質量%以下とすることが好ましい。

[0056] 同様の観点から元素 i (i: 希少金属) の系内における濃度も制限され、(8) 式より銅相中における元素 i (i: 希少金属) の濃度について上限値が設定される。この上限値は明確でないが、後述する実施例において Nd が 7.3% においても明確な分配促進能力が確認されたことから、その上限値はおおむね 10 質量%程度であると推測される。

[0057] また、本発明は原理的にはごく少量の元素 i (i: 希少金属) の濃度により効果があるが、本発明の次工程である銅相中の白金回収を容易にする観点から、分配比が 1.7 以上を達成できるように、銅相中の元素 i (i: 希少金属) の合計濃度を 1 質量%以上とすることが特に好ましい。

[0058] 元素 i の濃度に関し、本発明に係る方法は、その好適態様として、希少金

属以外の金属であって希少金属と同様に溶銅相における白金の分配比を高める能力（以下、「分配促進能力」という。）を有する金属（以下、「分配促進金属」という。）を含有させてPtの分配比を増加させる。表1および2から理解されるように、そのような元素として、Sc、Li、Ca、Mg、Y、La、K、Sr、Th、Ga、Ba、Na、Rb、Pu、Cs、Sn、InおよびZnが挙げられる。

[0059] これらの分配促進金属の分配促進能力は、前述のように溶銅相が希薄溶液であることを前提とすると、上記式（3）、（6）、（7）式から導出される下記式（9）から、互いに独立であるといえる。

[0060] [数5]

$$\ln(X_{Pt\ in\ Cu} / X_{Pt\ in\ Fe-C}) = \ln \gamma_{Pt\ in\ Fe}^o - \ln \gamma_{Pt\ in\ Cu}^o + \sum \{ \epsilon_{Pt\ in\ Fe}^i / M_i / \sum ([mass\ \%i]_{in\ Fe-C} / M_i) \cdot [mass\ \%i]_{in\ Fe-C} \} - \sum \{ \epsilon_{Pt\ in\ Cu}^i / M_i / \sum ([mass\ \%i]_{in\ Cu} / M_i) \cdot [mass\ \%i]_{in\ Cu} \} \quad (9)$$

[0061] これらの分配促進金属について次の式（10）を計算することにより、各分配促進金属の分配促進能力をNd基準で相対評価することができる。

[0062] [数6]

$$(\epsilon_{Pt\ in\ Cu}^i / M_i) / (\epsilon_{Pt\ in\ Cu}^{Nd} / M_{Nd}) \quad (10)$$

[0063] 上記式（10）の計算結果は次のとおりである。

Sc : 2.2、Li : 1.7、Ca : 1.4、Mg : 1.2、Y : 1.2、La : 0.79、K : 0.78、Sr : 0.74、Th : 0.61、Ga : 0.52、Ba : 0.51、Na : 0.50、Rb : 0.45、Pu : 0.36、Cs : 0.35、Sn : 0.24、In : 0.23およびZn : 0.23

なお、希少金属については、Nd : 1、Pr : 1およびDy : 0.87となる。

[0064] 以上より、Sc、Li、Ca、MgおよびYは分配促進能力が希少金属よ

りも高いことが理解される。したがって、これらの元素を含有させることにより希少金属よりも高い回収率で溶銅相から白金を回収することが原理的には可能である。しかしながら、これらの元素を金属として含有するスクラップは少ないため、現実には銅鉄スクラップの溶融物に金属そのものを投入しなければならない。このことは白金の単位質量あたりの回収費用を高めることになることはいうまでもない。したがって、分配促進金属の原料が安定的に安価に確保できるという観点から、本発明のように希少金属を分配促進金属として使用することが好ましい。

[0065] 一方、希少金属とは反対に溶鉄相における白金の分配比を高めることにより、上記の分配促進能力を阻害する能力（以下、「分配阻害能力」という。）を有する金属（以下、「分配阻害金属」という。）の含有を抑制することによって、溶銅相におけるPtの分配比が低下することを抑制することも可能である。表1および2から理解されるように、そのような分配阻害金属として、Ti、Zr、Hf、Nb、V、UおよびTaが挙げられる。上記の分配促進金属の場合と同様にこれらの分配阻害金属の分配阻害能力を、下記式（11）に基づき、Nd基準で相対評価すると、次のようになる。

[0066] [数7]

$$\left(\varepsilon_{\text{Pt in Fe}}^i / M_i \right) / \left(\varepsilon_{\text{Pt in Cu}}^{\text{Nd}} / M_{\text{Nd}} \right) \quad (11)$$

[0067] Ti : 1.2、Zr : 1.2、Hf : 0.51、Nb : 0.49、V : 0.29、U : 0.29およびTa : 0.25

以上のようにして分配促進金属および分配阻害金属のそれぞれの機能を定量化した相対値に基づき、2液相分離した溶銅相または溶鉄相に含有される元素iは、下記式（12）を満たすことが好ましい。

[0068] $2.2\text{Sc} + 1.7\text{Li} + 1.4\text{Ca} + 1.2\text{Mg} + 1.2\text{Y}$
 $+ \text{Nd} + \text{Pr} + 0.87\text{Dy} + 0.79\text{La} + 0.78\text{K}$
 $+ 0.74\text{Sr} + 0.61\text{Th} + 0.52\text{Ga} + 0.51\text{Ba}$
 $+ 0.50\text{Na} + 0.45\text{Rb} + 0.36\text{Pu} + 0.35\text{Cs}$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.24 \text{Sn} + 0.23 \text{In} + 0.23 \text{Zn} \\
 &- (1.2 \text{Ti} + 1.2 \text{Zr} + 0.51 \text{Hf} + 0.49 \text{Nb} + 0.29 \text{V} + 0.29 \text{U} + 0.25 \text{Ta}) > 1 \text{質量\%} \quad (12)
 \end{aligned}$$

ここで、各元素記号は、分配促進金属および希少金属については、溶銅相中における対応する元素の溶銅相質量に対する質量濃度（単位：質量%）を、分配阻害金属については、溶鉄相中における対応する元素の溶鉄相質量に対する質量濃度（単位：質量%）を意味する。

[0069] 本発明の適用温度はFe-Cu-C系において2相分離を維持することが可能な1445～2920Kであるが、1973K超での溶融は加熱に多くのエネルギーを必要とするため、エネルギーコストの観点からは溶融温度を1973K以下とすることが好ましい。なお、温度の上昇とともに原子の運動が活発化し原子間の相互作用の影響が弱まる、つまり、元素による熱力学的親和力（分配促進の機能）は温度が低くなればなるほどその差が強くなるため、低温での実施が望ましい。

[0070] (8) 式より分配比は溶鉄相と溶銅相との質量比に依存しないため、原理的に本発明の効果において溶鉄相と溶銅相との質量比は制限されない。しかしながら、溶鉄スクラップ中に含有される全白金質量 W_{pt} に対する溶銅相に含有される白金質量 $W_{\text{pt in Cu}}$ の比率、すなわち回収率が所定値 a 以上にすることを目標とする場合には、その回収率の下限值 a と分配比 k （溶銅相中の白金濃度／溶鉄相中の白金濃度）とにより、溶銅相および溶鉄相の総質量 W_{total} に対する溶銅相の質量 W_{Cu} の割合 R （ $= W_{\text{Cu}} / W_{\text{total}}$ ）が満たすべき範囲を下記式（13）のように規定することができる。

$$[0071] \quad R \geq a / \{ (1 - a) k + a \} \quad (13)$$

例えば、後述する実施例によれば、 $[\text{massNd}]_{\text{in Cu}} = 3.59 \text{質量\%}$ の場合には分配比 k は2.62となる。したがって、この分配比のときに回収率として70%以上を確保するためには、下限値 a が0.7であるから、 $R \geq 0.47$ （ $= 0.7 / 1.486$ ）となり、回収率として90%以上を確保するためには、 $R \geq 0.77$ （ $= 0.9 / 1.162$ ）となる。このように、回収率を高めようとする

場合には、溶銅相の質量比率Rが高くなるように設定する、例えば銅鉄スクラップに銅を追加投入することが好ましい。なお、この追加投入された銅は溶媒として機能するため、繰り返し使用できることはいうまでもない。

[0072] ここで、上記式（１３）は、次の関係から求めることができる。

溶鉄相に含有される白金質量を $W_{\text{Pt in Fe-C}}$ 、溶鉄相の質量を $W_{\text{Fe-C}}$ とすると、分配比 k 、溶鉄スクラップ中に含有される全白金質量 W_{Pt} および溶銅相および溶鉄相の総質量 W_{Total} は下記式（１４）～（１６）のように記述される。

$$[0073] \quad k = (W_{\text{Pt in Cu}} / W_{\text{Cu}}) / (W_{\text{Pt in Fe-C}} / W_{\text{Fe-C}}) \quad (14)$$

$$W_{\text{Pt}} = W_{\text{Pt in Cu}} + W_{\text{Pt in Fe-C}} \quad (15)$$

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{Cu}} + W_{\text{Fe-C}} \quad (16)$$

上記３式から $W_{\text{Pt in Fe-C}}$ および $W_{\text{Fe-C}}$ を消去することにより、下記式（１７）が導出される。

[0074] [数8]

$$W_{\text{Pt in Cu}} = k \cdot W_{\text{Cu}} \cdot W_{\text{Pt}} / \{W_{\text{Total}} + (k-1) \cdot W_{\text{Cu}}\} \quad (17)$$

[0075] 回収率は $W_{\text{Pt in Cu}} / W_{\text{Pt}}$ により定義され、これが a 以上なので、 $W_{\text{Pt in Cu}} / W_{\text{Pt}} \geq a$ を上記式（１７）に代入することにより、上記式（１３）が得られる。

なお、溶鉄相における炭素濃度が高いほど溶鉄相と溶銅相との分離性が高まる、すなわち溶鉄相に混入する銅濃度が低くなるため、本発明の効果を上げるための装置として、弱還元性雰囲気となるキューポラよりも強還元性雰囲気になって炭素がより多く溶解する炭材充填層を利用するほうが好ましい。

実施例

[0076] 以下、実施例を示し、本発明を具体的に説明する。

（実施例１）

C飽和Fe 5 g、Cu 5 gおよびPt 0.05 gを黒鉛坩堝に入れ、各実験においてそれぞれAu、Ag、In、Dy、Wを各0.7から1 g添加させた条件または添加なしの条件で、電気炉を用いてAr 100 mL/min

(標準状態換算) 雰囲気下において 1823 K で溶融させ、2 時間保持した。その後、試料を炉から取り出し Ar ガスを吹きつけて冷却した。

[0077] 冷却後の試料における銅相の添加元素 i 濃度 $[\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}}$ 、鉄相中の添加元素 i 濃度 $[\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}}$ 、銅相／鉄相の i の分配比 $[\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}} / [\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}}$ 、Pt の分配比 $[\text{mass}\%Pt]_{\text{in Cu}} / [\text{mass}\%Pt]_{\text{in Fe-C}}$ を表 3 に示す。ここでは、添加元素無しの場合の実験結果も併せて表示している。

[0078] [表3]

Element i	—	—	—	Au	Ag	In	Dy	W
$[\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}}$	—	—	—	0.91	1.02	0.98	0.53	0.001
$[\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}}$	—	—	—	0.01	0.003	0.001	0.18	0.92
$[\text{mass}\%i]_{\text{in Cu}} / [\text{mass}\%i]_{\text{in Fe-C}}$	—	—	—	91	340	980	2.9	0.0011
$[\text{mass}\%Pt]_{\text{in Cu}} / [\text{mass}\%Pt]_{\text{in Fe-C}}$	1.21	1.22	1.28	1.30	1.19	1.25	1.44	1.24
Symbol in Fig.1	◎			△	▲	□	■	▽

[0079] 表 3 の結果から、Au, Ag, In および Dy は Cu 相、W は Fe 相に濃化することがわかる。

また、Pt の分配比の対数と銅相の添加元素 i 濃度との関係を図 1 に示す。Au, Ag, In の銅相への濃化による Pt の分配比の変化は見られないが、Dy を含有させることにより Pt の分配比が増加することがわかる。また、鉄相に分配する W は Pt の分配への影響はないことも図 1 から理解される。

[0080] (実施例 2)

炭素飽和鉄 5 g、銅中のネオジム濃度を变化させるために銅-ネオジム合金と銅を所定の割合で 5 g、白金 0.05 g を黒鉛坩堝に入れ、電気炉を用いてアルゴン (Ar) ガス 100 mL/min (標準状態換算) 雰囲気下において 1823 K で溶融させ、2 時間保持した。その後、試料を炉から取り出しアルゴンガス吹きつけて冷却した。

[0081] 冷却後の試料における銅相中のネオジム濃度 $[\text{mass}\%Nd]_{\text{in Cu}}$ 、鉄相中のネオジム濃度 $[\text{mass}\%Nd]_{\text{in Fe-C}}$ 、ネオジムの分配比 $[\text{mass}\%Nd]_{\text{in Cu}} / [\text{mass}\%Nd]_{\text{in Fe-C}}$ を

表 4 に示す。また、このデータを横軸に銅相中のネオジム濃度を、縦軸にネオジムの分配比の常用対数でプロットした結果を図 2 に示す。

[0082] [表4]

$[\text{mass\%Nd}]_{\text{in Cu}}$	0.4	0.57	3.59	7.3
$[\text{mass\%Nd}]_{\text{in Fe-C}}$	0.06	0.09	0.86	1.38
$[\text{mass\%Nd}]_{\text{in Cu}} / [\text{mass\%Nd}]_{\text{in Fe-C}}$	6.7	6.3	4.2	5.3
$[\text{mass\%Pt}]_{\text{in Cu}} / [\text{mass\%Pt}]_{\text{in Fe-C}}$	1.85	1.53	2.62	8.70
Symbol in Fig.2	●			

[0083] これらの図表から、銅相中のネオジムの存在によりネオジムが銅相中に濃化すること、さらに、銅相中のネオジムが多いほど、銅相中への濃化が進むことわかる。

以上の結果から、本方法は銅鉄スクラップ中の希少金属を有効に利用して、Pt を高分配比で銅相中に濃縮させることにより、Pt を効率的に回収する方法であることが理解される。

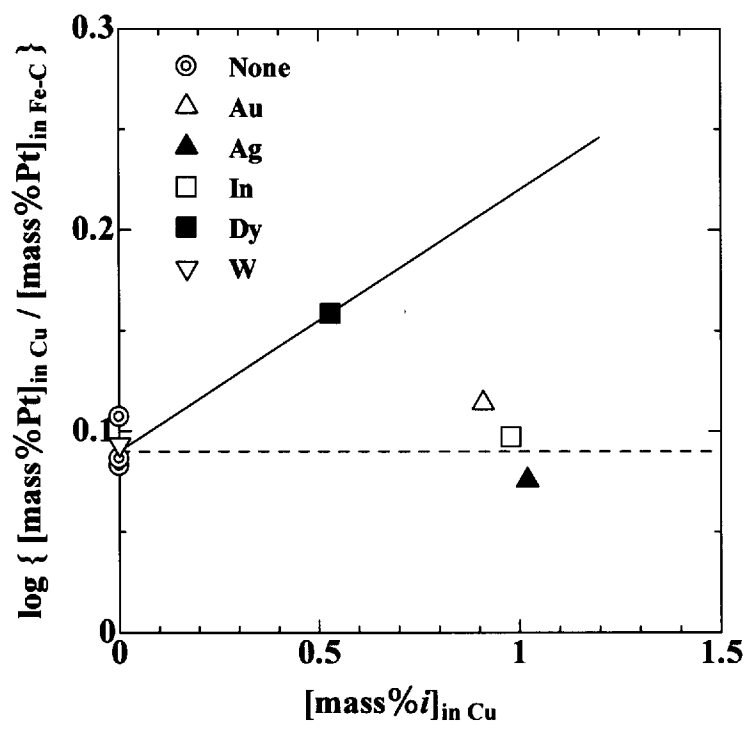
請求の範囲

- [請求項1] 白金族元素を含有する銅鉄スクラップを溶融し、
 当該溶融物を、N d、P rおよびD yからなる群から選ばれる一種または二種以上の希少金属を含有する溶銅相と炭素濃度が1質量%以上である溶鉄相との2液相とし、ここで、前記溶鉄相に含有される炭素は溶融物に含有される炭素源に由来し、
 当該2液相を分離させて溶銅相を回収し、
 当該溶銅相に溶解している白金族元素を溶銅相から分離回収すること
 を特徴とする銅鉄スクラップ中の白金族元素を回収する方法。
- [請求項2] 前記銅鉄スクラップとして前記希少金属をも含有するスクラップを用いることにより、前記溶銅相に前記希少金属を含有させる、請求項1記載の方法。
- [請求項3] 前記溶融物に前記希少金属を含有する部材を添加することにより、前記溶銅相に前記希少金属を含有させる、請求項1記載の方法。
- [請求項4] 前記溶銅相に含有される希少金属の合計濃度が1質量%以上である、請求項1記載の方法。
- [請求項5] 前記溶融物が、S c、L i、C a、M g、Y、L a、K、S r、T h、G a、B a、N aおよびR bからなる群から選ばれる一種又は二種以上の分配促進金属、および／またはT i、Z r、H f、N b、V、UおよびT aからなる群から選ばれる一種又は二種以上の分配阻害金属を含有し、
 前記溶融物が2液相分離してなる前記溶銅相および前記溶鉄相が下記（i）式を満たす、請求項1記載の方法。
- $$\begin{aligned}
 &2.2\text{Sc} + 1.7\text{Li} + 1.4\text{Ca} + 1.2\text{Mg} + 1.2\text{Y} + \text{Nd} + \text{Pr} \\
 &+ 0.87\text{Dy} + 0.79\text{La} + 0.78\text{K} + 0.74\text{Sr} + 0.61\text{Th} \\
 &+ 0.52\text{Ga} + 0.51\text{Ba} + 0.50\text{Na} + 0.45\text{Rb} \\
 &+ 0.36\text{Pu} + 0.35\text{Cs} + 0.24\text{Sn} + 0.23\text{In} + 0.23\text{Zn}
 \end{aligned}$$

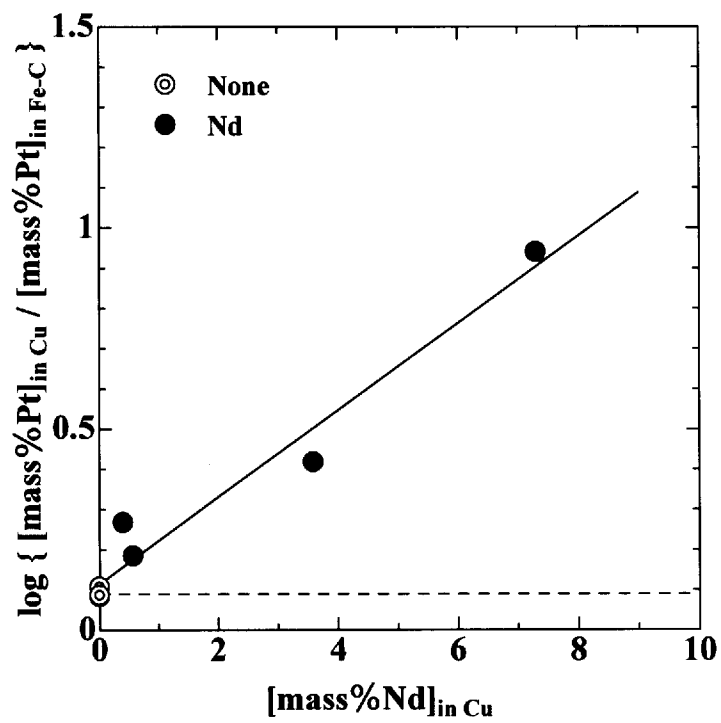
$$- (1.2\text{Ti} + 1.2\text{Zr} + 0.51\text{Hf} + 0.49\text{Nb} + 0.29\text{V} + 0.29\text{U} + 0.25\text{Ta}) > 1.0\text{質量\%} \quad (\text{i})$$

ここで、上記（i）式における各元素記号は、前記分配促進金属および前記希少金属については、前記溶銅相中における対応する元素の、前記溶銅相の質量に対する質量濃度（単位：質量%）を、前記分配阻害金属については、前記溶鉄相中における対応する元素の、前記溶鉄相の質量に対する質量濃度（単位：質量%）を意味する。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B11/02(2006.01)i, C22B7/00(2006.01)i, C22B9/02(2006.01)i, C22B59/00(2006.01)i, C22B15/00(2006.01)n

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)

C22B1/00-61/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2000-144270 A (Nippon Steel Corp.), 26 May 2000 (26.05.2000), & US 6368380 B1 & DE 10016075 C1	1-5
A	JP 2007-92133 A (Nippon Mining & Metals Co., Ltd.), 12 April 2007 (12.04.2007), & KR 10-2007-0036650 A & CN 1940099 A	1-5
A	JP 2001-279339 A (Nippon Steel Corp.), 10 October 2001 (10.10.2001), (Family: none)	1-5

☐ 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
25 February, 2011 (25.02.11)

Date of mailing of the international search report
08 March, 2011 (08.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22B11/02(2006.01)i, C22B7/00(2006.01)i, C22B9/02(2006.01)i, C22B59/00(2006.01)i,
C22B15/00(2006.01)n

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. C22B1/00-61/00

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2000-144270 A（新日本製鐵株式会社）2000.05.26, & US 6368380 B1 & DE 10016075 C1	1 - 5
A	JP 2007-92133 A（日鉱金属株式会社）2007.04.12, & KR 10-2007-0036650 A & CN 1940099 A	1 - 5
A	JP 2001-279339 A（新日本製鐵株式会社）2001.10.10, （ファミリーなし）	1 - 5

☐ 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

2 5 . 0 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 3 . 2 0 1 1

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）

河野 一夫

4 K

9 8 3 3

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