(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-129905
(P2013-129905A)
(43)公開日　平成25年7月4日(2013.7.4)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C22B 3/26	(2006.01)	C22B	3/00	J	4D056
C22B 23/00	(2006.01)	C22B	23/00	102	4K001
C22B 7/00	(2006.01)	C22B	7/00	C	
B01D 11/04	(2006.01)	B01D	11/04	B	

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 11 頁）

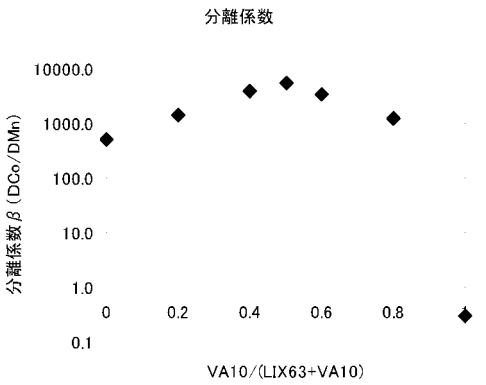
(21)出願番号　特願2012-181882 (P2012-181882)
(22)出願日　平成24年8月20日 (2012.8.20)
(31)優先権主張番号　特願2011-256472 (P2011-256472)
(32)優先日　平成23年11月24日 (2011.11.24)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　504145342
国立大学法人九州大学
福岡県福岡市東区箱崎六丁目１０番１号
(71)出願人　000183303
住友金属鉱山株式会社
東京都港区新橋５丁目１１番３号
(74)代理人　100106002
弁理士　正林　真之
(74)代理人　100120891
弁理士　林　一好
(72)発明者　後藤　雅宏
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】コバルト抽出剤及びコバルト抽出方法

(57)【要約】
【課題】マンガンを高濃度に含む酸性溶液からコバルトを選択的に抽出できるコバルト抽出剤及びこのコバルト抽出剤を用いたコバルト抽出方法を提供する。
【解決手段】本発明のコバルト抽出剤はカルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とを含有し、これらのモル比は４０：６０～６０：４０である。カルボン酸系抽出剤はバーサチック酸系、ナフテン酸系、オレイン酸系、ラウリン酸系又はこれらの組合せから選択されることが好ましく、オキシム系抽出剤はケトキシム系であることが好ましい。本発明のコバルト抽出剤は、マンガン及びコバルトを含有する酸性溶液に対して用いることが好適であり、この酸性溶液に対し、予めｐＨを３．５以上４．５以下の範囲に調整してから本発明のコバルト抽出剤による溶媒抽出に付すことがより好適である。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とのモル比が４０：６０～６０：４０であるコバルト抽出剤。
【請求項２】
前記カルボン酸系抽出剤は、バーサチック酸系、ナフテン酸系、オレイン酸系、ラウリン酸系又はこれらの組合せから選択される、請求項１に記載のコバルト抽出剤。
【請求項３】
前記オキシム系抽出剤はケトキシム系抽出剤である、請求項１又は２に記載のコバルト抽出剤。
【請求項４】
マンガン及びコバルトを含有する酸性溶液を、請求項１から３のいずれか記載のコバルト抽出剤による溶媒抽出に付し、前記酸性溶液から前記コバルトを抽出するコバルト抽出方法。
【請求項５】
前記酸性溶液のｐＨを３．５以上４．５以下の範囲に調整した後に前記酸性溶液を前記溶媒抽出に付す、請求項４に記載のコバルト抽出方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、コバルト抽出剤及びコバルト抽出方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
コバルトは、二次電池の正極材のほか、航空機のジェットエンジン等に使用されるスーパーアロイ（高強度耐熱合金）等、産業で様々な用途として用いられている。近年、省エネルギーが強く推進されており、自動車業界においては、従来のガソリン車から、コバルトを使用した二次電池を搭載したハイブリッド車や電気自動車への移行が急速に進んでいる。
【０００３】
上記の工業製品は、耐用年数が過ぎると、使用済み製品として大量に廃棄物になることが予想される。しかし、コバルトは希少資源であり、そのほとんどを輸入に頼っていることから、コバルトを使用済み製品からリサイクルせずに廃棄物にすることは資源節約や資源セキュリティーの観点から好ましくない。最近ではこのような使用済み製品からコバルトを効果的に回収する方法を確立することが強く望まれている。
【０００４】
ところで、上記の二次電池として、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池等が挙げられ、これらの正極剤には、希少金属であるコバルトの他にマンガンが使用されている。そして、リチウムイオン電池の正極材においては、高価なコバルトに替わって安価なマンガンの比率を高くする傾向にある。最近では使用済み電池から有価金属の回収が試みられており、回収法の一つとして使用済み電池を炉に投入して溶解させ、メタルとスラグに分離してメタルを回収する乾式法がある。しかし、この方法ではマンガンはスラグに移行するため、コバルトのみしか回収できない。
【０００５】
その他、使用済み電池を酸に溶解して沈澱法、溶媒抽出法、電解採取等の分離方法を用いて金属を回収する湿式法も知られている。例えば、沈澱法では、コバルトとマンガンを含む溶液のｐＨを調整し、硫化剤を添加してコバルトの硫化澱物を得る方法や酸化剤を添加することでマンガンの酸化物澱物を得る方法が知られている（特許文献１参照）。しかし、この方法では、共沈が発生する等の課題があり、コバルトとマンガンとを完全に分離することは難しい。
【０００６】

また、電解採取法によってコバルトをメタルとして回収しようとした場合、高濃度のマンガンが存在する系では陽極表面にマンガン酸化物が析出し、陽極の劣化が促進されることが知られている。また、特有の着色した微細なマンガン酸化物が電解液中に浮遊し、電解採取で使用する濾布の目詰まりや、マンガン酸化物によるコバルトメタルの汚染を生じる等、安定した操業が難しい。

【０００７】

また、溶媒抽出法を用いてコバルトを回収しようとした場合、酸性抽出剤が広く用いられている。しかし、前述したように、最近ではリチウムイオン電池の正極剤に多くのマンガンが使用されていることから、電池の溶解液は高濃度のマンガンが存在し、このような系からコバルトを選択的かつ効果的に抽出する効果的な抽出剤は無い状況である。

【０００８】

ところで、２種類以上の抽出剤を混合して用いる場合、１種類の抽出剤を単独で用いる場合とは抽出挙動が変わることがある。このことを協同効果と呼んでいる。協同効果として、２種類以上の抽出剤を混合して用いることで、１種類の抽出剤を単独で用いる場合に比べて高収率で無電解ニッケル廃液からニッケルを回収できることが提案されている（特許文献２参照）。特許文献２に記載の発明によると、１種類の抽出剤を単独で用いる場合はニッケルをほとんど抽出できないにもかかわらず、２種類以上の抽出剤を混合して用いることで、ｐＨ調整を行うことなく、１回のバッチ抽出で９８～９９％のニッケルを回収できる。

【０００９】

また、カルボン酸系の抽出剤と、オキシム系の抽出剤とを混合し、コバルト、マンガン、カルシウム及びマグネシウムの混合溶液からコバルト及びマンガンを抽出することが提案されている（特許文献３参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】特開２０００－２３４１３０号公報

【特許文献２】特開２０１１－５２２５０号公報

【特許文献３】米国特許出願公開第２００８－００３８１６８号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

しかしながら、従来の溶媒抽出法では、コバルト、マンガン、カルシウム及びマグネシウムの混合溶液からコバルト及びマンガンを抽出できるにとどまり、コバルト及びマンガンの混合物からマンガンだけを選択的に抽出することは難しい。使用済み電池のリサイクルの他、現在コバルトを生産するために行われているコバルト製錬では原料がニッケル酸化鉱等のニッケル鉱石であるが、ニッケル酸化鉱にはコバルトに比してマンガンの比率が高く、その存在比率はコバルトの５～１０倍程度である。そのため、コバルトを製錬するにあたり、コバルトとマンガンとの混合物からコバルトを選択的に抽出することは大きな課題となっている。

【００１２】

本発明は、マンガンを高濃度に含む酸性溶液からコバルトを選択的に抽出できるコバルト抽出剤及びこのコバルト抽出剤を用いたコバルト抽出方法を提供することを目的とする。

【００１３】

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、カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とを所定の割合で混合した混合物を用い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】

【００１４】

具体的には、本発明では、以下のようなものを提供する。

【００１５】

（１）本発明は、カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とのモル比が４０：６０～６０：４０であるコバルト抽出剤である。

【００１６】

（２）また、本発明は、前記カルボン酸系抽出剤は、バーサチック酸系、ナフテン酸系、オレイン酸系、ラウリン酸系又はこれらの組合せから選択される、（１）に記載のコバルト抽出剤である。

【００１７】

（３）また、本発明は、前記オキシム系抽出剤はケトキシム系抽出剤である、（１）又は（２）に記載のコバルト抽出剤である。

【００１８】

（４）また、本発明は、マンガン及びコバルトを含有する酸性溶液を、（１）から（３）のいずれかに記載のコバルト抽出剤による溶媒抽出に付し、前記酸性溶液から前記コバルトを抽出するコバルト抽出方法である。

【００１９】

（５）また、本発明は、前記酸性溶液のｐＨを３．５以上４．５以下の範囲に調整した後に前記酸性溶液を前記溶媒抽出に付す、（４）に記載のコバルト抽出方法である。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によって、高濃度のマンガンを含む溶液からコバルトを選択的かつ工業的に分離するのに適した抽出剤及び操業方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とのモル比が異なる種々のコバルト抽出剤を用いて、コバルト及びマンガンを含む酸性溶液からコバルトを抽出したときのモル比と分離係数との関係を示す。

【図２】コバルト及びマンガンを含み、オキシム系抽出剤がバーサチック酸であるコバルト抽出剤をｐＨが異なる種々の酸性溶液に加えたときのｐＨとコバルト抽出率との関係を示す。

【図３】コバルト及びマンガンを含み、オキシム系抽出剤がナフテン酸であるコバルト抽出剤をｐＨが異なる種々の酸性溶液に加えたときのｐＨとコバルト抽出率との関係を示す。

【図４】コバルト及びマンガンを含み、オキシム系抽出剤がオレイン酸であるコバルト抽出剤をｐＨが異なる種々の酸性溶液に加えたときのｐＨとコバルト抽出率との関係を示す。

【図５】コバルト及びマンガンを含み、オキシム系抽出剤がラウリン酸であるコバルト抽出剤をｐＨが異なる種々の酸性溶液に加えたときのｐＨとコバルト抽出率との関係を示す。

【図６】コバルト及びマンガンを含み、ｐＨが異なる種々の酸性溶液にコバルト抽出剤を加えたときのｐＨと分離係数との関係を示す。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

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。

【００２３】

＜コバルト抽出剤＞

本発明におけるコバルト抽出剤は、カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤との混合物である。カルボン酸系抽出剤のカルボキシル基に結合する有機基はどのような構造のもの

でも良いが、工業的に広く用いられており、入手しやすいものが好ましい。この条件を満たす抽出剤として、バーサチック酸系、ナフテン酸系、オレイン酸系、ラウリン酸系又はこれらの組合せから選択されるものが挙げられる。本実施形態において、「バーサチック酸系」の記載は、バーサチック酸そのものと、バーサチック酸のほか、副成分として他の成分を含むものとの両方を含むことを示す。また、「ナフテン酸系」、「オレイン酸系」、「ラウリン酸系」の記載も同様である。このような抽出剤の市販品としてＶＡ－１０（商品名，モメンティブ・スペシャルティケミカルズ社製）等が知られている。

【００２４】

オキシム系抽出剤は、ケトキシム、アルドキシム等、どのようなオキシム系抽出剤であっても良いが、上記のカルボン酸系抽出剤と同様に工業的に広く用いられており、入手しやすいものが好ましい。この条件を満たす抽出剤としては、ケトキシムである５，８－ジエチル－７－ヒドロキシ－６－ドデカンオキシム（商品名：ＬＩＸ６３，コグニス社製）が市販品として知られている。

【００２５】

カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とのモル比は、２０：８０～８０：２０であればよいが、工業生産としての実用性が高まる点で４０：６０～６０：４０であることが好ましい。また、高濃度のマンガンを含む溶液からコバルトだけをより選択的に抽出できる点で、５０：５０であることがより好ましい。

【００２６】

また、通常、抽出剤は粘度が高く、そのまま溶媒抽出に使用した場合、水相との相分離性が悪くなるなど操業面への悪影響がある。粘度を下げるため、抽出剤を希釈剤で希釈することが一般的に行われる。希釈剤は、抽出剤と、有価金属であるコバルトの錯体とを溶解できるもの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。希釈剤は、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。

【００２７】

＜コバルト抽出方法＞

上記のコバルト抽出剤を用いてコバルトを抽出するには、コバルトイオンを含む酸性水溶液を調整し、この酸性水溶液と上記コバルト抽出剤とを混合して撹拌する。その後、混合溶液の水相と有機相とを分液漏斗で分離することで、有機相にコバルトイオンを選択的に抽出することができる。

【００２８】

酸性水溶液に含まれるコバルト及びマンガンの比率は、コバルト１重量部に対してマンガン５０重量部未満であれば、どのような比率であってもよい。マンガンの量がコバルト１重量部に対して５０質量部を超えると、コバルトだけでなく、マンガンも抽出されてしまう可能性があるため、好ましくない。

【００２９】

コバルトとマンガンを含有する酸性水溶液から、コバルトを効率的に回収するためには、コバルトとマンガンを含む酸性水溶液のｐＨを３．５以上４．５以下に調整した後に、上記コバルト抽出剤を加えることが好ましい。ｐＨが３．５未満であると、コバルト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４．５を超えると、コバルトだけでなく、マンガンも抽出されてしまう可能性があるため、好ましくない。

【００３０】

撹拌は、コバルト抽出剤と酸性水溶液とを混合したときに有機相と水相とが分離しない程度に充分な回転数で行えばよい。酸性水溶液からコバルトを高収率で抽出できるようにするため、撹拌時間は、２０分以上であることが好ましい。その際、水溶液中のｐＨが低下するため、適宜、アルカリ水溶液を添加して所定のｐＨに維持する。

【実施例】

【００３１】

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。

【００３２】

【表１】

カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤との混合比

	実施例					比較例	
	1	2	3	4	5	1	2
VA-10 (mol/l)	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0	1.0
LIX63 (mol/l)	0.8	0.4	0.5	0.4	0.2	1.0	0

【００３３】

＜実施例１～５、比較例１、２＞

カルボン酸系抽出剤として上記ＶＡ－１０を使用し、オキシム系抽出剤として上記ＬＩＸ６３を使用した。これら２つの抽出剤をモル濃度が表１に示す値になるように希釈剤（商品名：テクリーンＮ２０，ＪＸ日鉱日石エネルギー社製）で希釈した溶液を実施例１～５及び比較例１、２のコバルト抽出剤とした。

【００３４】

＜分離性能の評価＞

マンガンを５．０ｇ／ｌと、コバルトを０．１ｇ／ｌとを含み、ｐＨを４．０に調整した硫酸水溶液２０ｍｌと、実施例又は比較例のコバルト抽出剤２０ｍｌとを混合し、回転数６５０ｒｐｍで２０分間撹拌した。このとき、硫酸水溶液中のｐＨを４．０に維持するため、０．２ｍｏｌ／ｌの水酸化ナトリウム水溶液を適宜添加した。その後、混合溶液の水相と有機相とを分液漏斗で分離し、抽出残液（水相）に対して、誘導プラズマ発光分光分析装置（ＩＣＰ－ＡＥＳ）を用いた元素分析を行うことによって、マンガンに対するコバルトの分離係数（コバルト／マンガン）を求めた。結果を表２及び図１に示す。分離係数が５０００以上である場合を“◎”とし、３０００以上５０００未満である場合を“○”とし、１０００以上３０００未満である場合を“△”とし、１０００未満である場合を“×”とした。

【００３５】

【表２】

	実施例					比較例	
	1	2	3	4	5	1	2
分離係数 β	1407	3799	5430	3425	1208	504	0.29
(D_{Co}/D_{Mn})	△	○	◎	○	△	×	×

【００３６】

カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とを混合した混合溶媒を用いた場合（実施例１～５）、カルボン酸系抽出剤だけ（比較例２）、オキシム系抽出剤だけ（比較例１）である場合に比べ、著しく高い分離係数が得られた。すなわち、協同効果（共同効果ともいう）によって、極めて高濃度（コバルトの５０倍）の濃度のマンガンを含むコバルト／マンガンの混合溶液からコバルトだけを高純度で回収できることが確認された。

【００３７】

とりわけ、カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とのモル比が６０：４０～４０：６０である場合、分離係数が３０００を超え、良好な分離性を有することが確認された（実施例１～３）。また、カルボン酸系抽出剤とオキシム系抽出剤とのモル比が５０：５０である場合（実施例３）、他の割合で混合する場合に比べ、より高い協同効果を得られることが確認された。

【００３８】

【表３】

		ｺﾊﾞﾙﾄ抽出剤			
		A（実施例 3）	B	C	D
ｶﾙﾎﾞﾝ酸系抽出剤	VA-10(mol/l)	0.5	0.5	0.5	0.5
ｵｷｼﾑ系抽出剤	LIX63(mol/l)	0.5			
	ﾅﾌﾃﾝ酸(mol/l)		0.5		
	ｵﾚｲﾝ酸(mol/l)			0.5	
	ﾗｳﾘﾝ酸(mol/l)				0.5

【００３９】

＜コバルト抽出剤Ａ～Ｄの調製＞

カルボン酸系抽出剤として上記ＶＡ－１０を使用し、オキシム系抽出剤として上記ＬＩＸ６３のほか、ナフテン酸、オレイン酸及びラウリン酸（いずれも和光純薬工業株式会社製）を使用した。これら２つの抽出剤をモル濃度が表３に示す値になるように上記希釈剤（テクリーンＮ２０）で希釈し、コバルト抽出剤Ａ～Ｄとした。

【００４０】

【表４】

	実施例			比較例			
	11	12	13	11	12	13	14
混合 pH	3.5	4.0	4.5	2.0	2.5	3.0	5.0

【００４１】

＜実施例１１～１３、比較例１１～１４＞

ｐＨの比較は、上記Ａ～Ｄのコバルト抽出剤を用いて行った。硫酸水溶液中のｐＨを表４に示す値に調整したことと、撹拌中の硫酸水溶液中のｐＨを表４に示す値に維持したこと以外は、実施例３と同じ方法でコバルト抽出剤／酸性溶液の混合溶液の水相と有機相とを分液漏斗で分離した。そして、抽出残液（水相）に対して、誘導プラズマ発光分光分析装置（ＩＣＰ－ＡＥＳ）を用いた元素分析を行うことによって、コバルト及びマンガンの水相から有機相への抽出率と、マンガンに対するコバルトの分離係数（コバルト／マンガン）とを求めた。結果を表５に示す。また、ｐＨと抽出率との関係を、オキシム系抽出剤の種類毎に図２～図５に示し、ｐＨと分離係数との関係を図６に示す。

【００４２】

【表５】

			実施例			比較例			
			11	12	13	11	12	13	14
A（ﾊﾞｰｻﾁｯｸ酸）	抽出率（%）	Co	92	100	100	7.4	15	44	100
		Mn	1	5.6	22	0.96	4.7	3.6	45
	分離係数 β (D_{Co}/D_{Mn})		1133	5430	2631	8.3	3.5	21.2	711
B（ﾅﾌﾃﾝ酸）	抽出率（%）	Co	79	98	100	7.9	8.7	28	100
		Mn	10.4	6.9	12.9	5.8	7.1	16.0	41.8
	分離係数 β (D_{Co}/D_{Mn})		32	690	4730	1.4	1.2	2	906.9
C（ｵﾚｲﾝ酸）	抽出率（%）	Co	94	99	100	6.5	16.4	52	100
		Mn	4.1	10.3	37.1	4.8	9.1	5.0	62.6
	分離係数 β (D_{Co}/D_{Mn})		341	966.8	1231	1.4	2	20	345.7
D（ﾗｳﾘﾝ酸）	抽出率（%）	Co	90	99	100	3.9	14.1	45	100
		Mn	15.7	8.8	26.5	13.8	8.6	6.4	51.8
	分離係数 β (D_{Co}/D_{Mn})		46	1134	1943	0.3	1.7	12	793.4

【００４３】

酸性溶液のｐＨを３．５以上４．５以下の範囲に調整した後に溶媒抽出に付すと、極めて高濃度（コバルトの５０倍）の濃度のマンガンを含むコバルト／マンガンの混合溶液からコバルトだけを高収率かつ高純度で回収できることが確認された（実施例１１～１３）。カルボン酸系抽出剤の種類は、バーサチック酸系、ナフテン酸系、オレイン酸系、ラウリン酸系のいずれであっても良好な結果を示した。

【００４４】

一方、酸性溶液のｐＨが３．０以下であると、コバルトの抽出率が５０％以下であり、コバルト／マンガンの混合溶液からコバルトを高収率で回収できない可能性があることが確認された（比較例１１～１３）。また、酸性溶液のｐＨを３．０以下であると、分離係数も低いことが確認された。

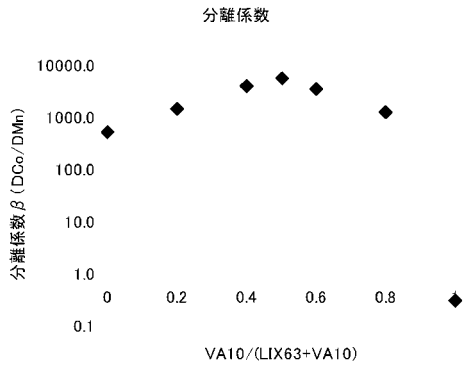
【００４５】

そして、酸性溶液のｐＨが５．０以上であると、コバルトだけでなく、マンガンも抽出され得ることが確認された（比較例１４）。

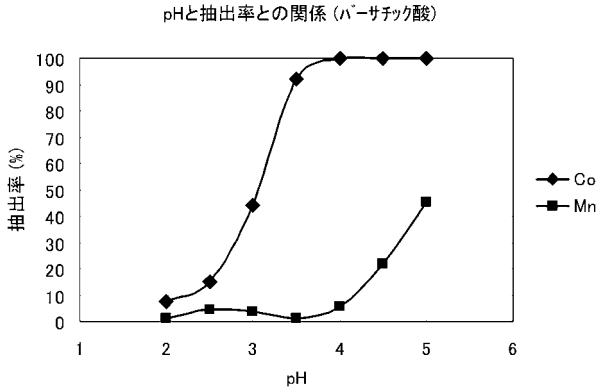
【００４６】

以上のように、コバルト及びマンガンを重量比で１：５０以下の割合で含有する酸性溶液をｐＨが３．５以上４．５以下になるように調整し、当該酸性溶液を、バーサチック酸系抽出剤とケトキシム系抽出剤とのモル比が４０：６０～６０：４０であるコバルト抽出剤による溶媒抽出に付すことで、マンガンを高濃度に含む酸性溶液からコバルトを高純度かつ高収率で抽出でき、工業生産としての実用性も高いことが確認された。

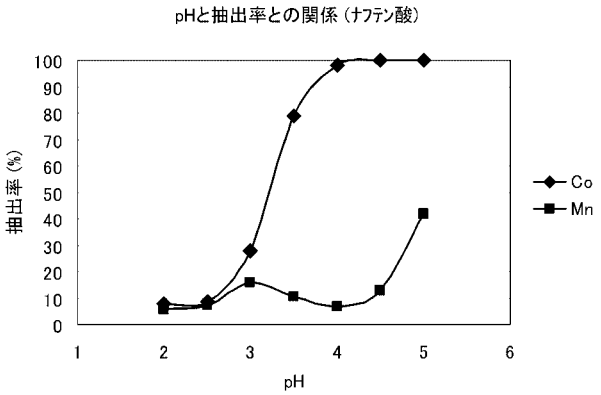
【図１】


分離係数
分離係数β（DCo/DMn）
10000.0
1000.0
100.0
10.0
1.0
0.1
0
0.2
0.4
0.6
0.8
VA10/(LIX63+VA10)

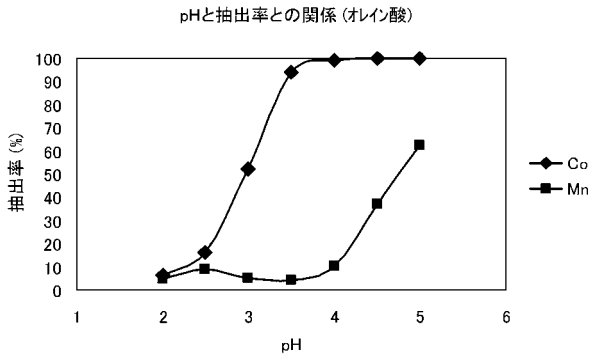
【図２】


pHと抽出率との関係（ﾊﾞｰｻﾁｯｸ酸）
抽出率（%）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
pH
Co
Mn

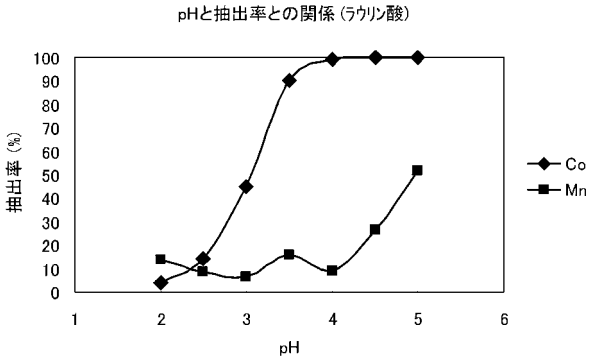
【図３】


pHと抽出率との関係（ﾅﾌﾃﾝ酸）
抽出率（%）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
pH
Co
Mn

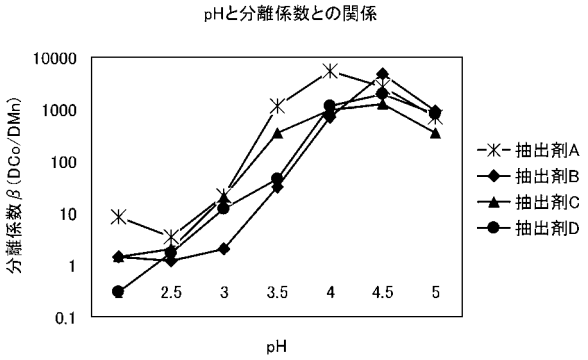
【図４】


pHと抽出率との関係（ｵﾚｲﾝ酸）
抽出率（%）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
pH
Co
Mn

【図５】


pHと抽出率との関係（ラウリン酸）
抽出率（%）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
pH
Co
Mn

【図６】


pHと分離係数との関係
分離係数β（DCo/DMn）
10000
1000
100
10
1
0.1
2.5
3
3.5
4
4.5
5
pH
抽出剤A
抽出剤B
抽出剤C
抽出剤D

フロントページの続き

(72)発明者　久保田　富生子
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
(72)発明者　馬場　雄三
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
(72)発明者　高野　雅俊
愛媛県新居浜市磯浦町１７－５　住友金属鉱山株式会社新居浜研究所内
(72)発明者　浅野　聡
愛媛県新居浜市磯浦町１７－５　住友金属鉱山株式会社新居浜研究所内
(72)発明者　尾崎　佳智
愛媛県新居浜市磯浦町１７－５　住友金属鉱山株式会社新居浜研究所内

Ｆターム(参考) 4D056 AB06 AC09 AC11 BA03 CA01 CA33 CA39 DA05
4K001 AA07 AA16 BA19 BA22 DB03 DB28 DB30