

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 536**

51 Int. Cl.:

C01G 7/00 (2006.01)

C22B 11/06 (2006.01)

C22B 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2011 PCT/FI2011/050532**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11154603**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2011 E 11791989 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2580162**

54 Título: **Método para recuperar oro por extracción con disolventes**

30 Prioridad:

09.06.2010 FI 20100243

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

13.09.2018

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**PAATERO, ERKKI y
HAAPALAINEN, MIKA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 681 536 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para recuperar oro por extracción con disolventes

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un método para recuperar oro mediante extracción con disolventes de una disolución o suspensión acuosa basada en un cloruro ácido que contiene un sólido portador de oro usando como disolución de extracción orgánica un reactivo basado en diésteres que es poco soluble en agua. De acuerdo con el método, el oro se extrae de forma extremadamente eficaz, pero otros metales preciosos y la mayoría de los demás metales sólo se extraen un poco. El oro se reextrae de la fase de extracción con agua pura, en la cual el oro se puede reducir química o electroquímicamente.

10 Antecedentes de la invención

En los procesos de fabricación de metales, generalmente se utiliza la extracción con disolventes, por medio de la cual se pueden extraer metales de disoluciones acuosas usando disoluciones de extracción orgánicas. Anteriormente se sabía que se podía extraer oro de una disolución de ácido clorhídrico usando una cetona tal como metil butil cetona, un fosfato tal como fosfato de tributilo, una alquilamina y un éter de cadena larga, tal como dietilglicol dibutil éter, como extractante. El último mencionado también se conoce con la abreviatura BUTEX y con el nombre dibutil carbitol o DBC, y está en uso en procesos industriales. El libro " The chemistry of gold extraction " (referencia 1) proporciona una buena visión general de los actuales métodos de extracción conocidos.

El oro se puede extraer de manera muy efectiva con DBC, pero se ha encontrado que tiene varias propiedades negativas, que se describen en la referencia (1). En los procesos industriales, tales como el proceso Hoffmann (2), se ha observado que la fase DBC sedimenta muy lentamente de la fase acuosa, lo que ha complicado tanto la etapa de extracción como la etapa de lavado de la fase de extracción. Además, la solubilidad de DBC en agua es extremadamente alta (aproximadamente 3 g/L, 25°C), lo que conduce a pérdidas de reactivos en las etapas de extracción y lavado. El punto de inflamación del DBC también es relativamente bajo. Puesto que el DBC se enlaza al oro con tanta fuerza, el oro tiene que reducirse directamente en la fase orgánica. Generalmente, la reducción se realiza a una temperatura elevada usando un oxalato. Junto con el precipitado de oro reducido, también se genera una pérdida del caro extractante. Además, el olor desagradable del DBC requiere disposiciones especiales con respecto al entorno de trabajo.

Por la bibliografía (3) se sabe que los alcoholes de cadena larga también extraen oro. Entre otros, Grant (4) ha presentado y mostrado empíricamente que el DBC podría reemplazarse por alcoholes de cadena larga. La publicación de la solicitud WO 2009105832 se basa en el uso de los mismos alcoholes de cadena larga para la extracción de oro de una disolución de ácido clorhídrico.

35 Cuando se usan alcoholes de cadena larga como extractantes, en el artículo de Grant y en la publicación de la solicitud WO mencionados anteriormente se usa una mezcla de hidrocarburos alifáticos como diluyente. Sin embargo, se sabe que los diluyentes tipo hidrocarburos en cuestión pueden oxidarse en las condiciones del proceso, con lo que se generan ácidos carboxílicos de cadena larga con propiedades tensioactivas, etc. Este cambio del disolvente es desfavorable para el proceso de extracción, ya que dificulta la sedimentación y puede aumentar la extracción de impurezas metálicas.

Objetivo de la invención

40 El objetivo de esta invención es divulgar un método que permita la extracción de oro por medio de un extractante razonable y evite los problemas de los métodos descritos en la técnica anterior.

Sumario de la invención

45 El método se refiere a un método para extraer oro selectivamente de sus disoluciones acuosas que contienen cloruro ácido o de suspensiones que contienen sólidos por extracción con disolventes para producir oro puro. En la extracción con disolventes se usa como extractante de la disolución de extracción orgánica un diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol y, después de la etapa de extracción, la disolución orgánica que porta oro se lava con una disolución acuosa ácida, después de lo cual el oro se reextrae en agua, en donde se reduce para formar oro puro.

De acuerdo con una realización de la invención, como reactivo de extracción también puede usarse una mezcla de un diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol y un alcohol de cadena larga ramificada.

50 De acuerdo con una realización preferida de la invención, el diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol es diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol o un derivado del mismo.

De acuerdo con una realización preferida de la invención, el alcohol de cadena larga ramificado es 2-etilhexanol.

De acuerdo con otra realización de la invención, en la estructura de la molécula del diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol hay un átomo de hidrógeno o algún otro grupo alquilo o grupo arilo en lugar de uno o más grupos metilo en las cadenas laterales.

5 De acuerdo con una realización de la invención, la extracción tiene lugar simultáneamente con la disolución del sólido que porta oro contenido en la suspensión. El sólido que porta oro es preferiblemente al menos uno de los siguientes: mineral de oro, concentrado, limo anódico, chatarra, ceniza o intercambiador de iones, carbón activado o adsorbente utilizado en la recuperación de oro.

10 Es típico del método acorde con la invención que después de la etapa de extracción con disolventes, la disolución de extracción orgánica que contiene oro se envíe a una etapa de lavado para eliminar las impurezas metálicas extraídas en la disolución de extracción, donde se usa una disolución acuosa de ácido clorhídrico como disolución de lavado, en la cual la concentración de ácido clorhídrico es 1,5 - 8 mol/L, preferiblemente 2 - 6 mol/L. La etapa de lavado contiene ventajosamente al menos dos etapas de lavado, donde la concentración de ácido clorhídrico en su disolución acuosa es mayor que 2,0 mol/L en la primera etapa de lavado y la concentración de ácido clorhídrico de la segunda etapa de lavado es la misma o menor que en la primera etapa de lavado.

15 Según una realización de la invención, el selenio, el telurio y el antimonio extraídos en la disolución de extracción orgánica se eliminan por lavado en la etapa de lavado y la disolución de lavado se envía a una etapa de extracción del selenio, en la que se usa un diéster como la disolución de extracción orgánica.

20 De acuerdo con una realización preferida de la invención, la etapa de reextracción del oro de la disolución de extracción orgánica se realiza como extracción en contracorriente. La etapa de reextracción del oro de la disolución de extracción orgánica se realiza después de la etapa de lavado, preferiblemente en al menos dos etapas usando agua pura en cada etapa. De acuerdo con otra realización, la etapa de reextracción se lleva a cabo como extracción en contracorriente.

25 De acuerdo con una realización de la invención, las disoluciones acuosas que contienen oro que salen de las etapas de reextracción se combinan y el oro puro se recupera en una etapa de reducción de la disolución acuosa de reextracción.

De acuerdo con una realización de la invención, el oro se reduce en la disolución acuosa por medio de ácido oxálico o su sal. De acuerdo con otra realización de la invención, el oro se reduce en la disolución acuosa por medio de borohidruro de sodio. De acuerdo con aún otra realización de la invención, el oro se reduce en la disolución acuosa por electrólisis.

30 **Lista de dibujos**

La Figura 1 es un dibujo principal de una realización de la invención,

La Figura 2 es un dibujo principal de otra realización de la invención,

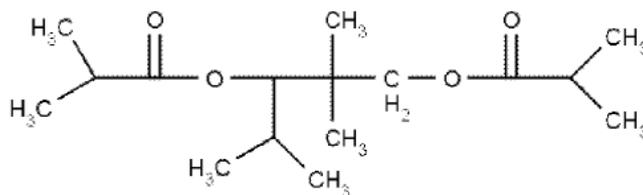
La Figura 3 presenta la extracción de oro en un diéster a diferentes concentraciones, y

La Figura 4 es una imagen de oro reducido con un microscopio electrónico de barrido.

35 **Descripción detallada de la invención**

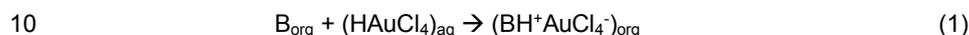
40 Por medio del método acorde con la invención, el oro se puede extraer selectivamente de una disolución acuosa ácida o de una suspensión, en la que hay un sólido que contiene oro, y se puede producir oro metálico puro. Como reactivo de extracción en la disolución de extracción orgánica se usa preferiblemente un diéster adecuado, sólo o junto con un alcohol de cadena larga. La disolución de extracción no contiene ningún disolvente tipo hidrocarburo real. Los términos fase orgánica, reactivo de extracción orgánico y disolución de extracción orgánica usados en lo sucesivo significan lo mismo.

45 En el método acorde con la invención, un reactivo de extracción de oro es un diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol y el diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol (CAS No. 6846-50-0) descrito en la estructura molecular de más adelante es muy adecuado. Este diéster se usa generalmente en la industria del plástico, hay varios fabricantes industriales y tiene un precio razonable. A temperatura ambiente, la sustancia es líquida (punto de fusión y punto de ebullición 282°C). En comparación con el DBC, por ejemplo, los beneficios del reactivo de extracción son su baja solubilidad en agua (aproximadamente 15 mg/L, 25°C) y un alto punto de inflamación de 134°C. Adicionalmente, en investigación (5) no se ha informado de ningún problema relacionado con la higiene en el trabajo o con el medio ambiente.



En lo que respecta a las características de extracción del oro, los átomos de oxígeno en la estructura molecular del diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol son esenciales, pero, por ejemplo, la estructura de la cadena de carbono no es tan esencial. Por lo tanto, la invención también se refiere a moléculas en las que las cadenas laterales de la construcción molecular anterior contienen un átomo de H o algún otro grupo alquilo o grupo arilo en lugar de uno o varios grupos metilo. Cuando más tarde en la memoria descriptiva se use la palabra diéster, significa el diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol descrito anteriormente.

La extracción de oro se basa en el hecho de que el diéster (= B) es lo que se conoce como una base de Lewis, que extrae el oro de la disolución de cloruro ácido de acuerdo con el siguiente mecanismo:



(B = molécula de diéster)

de modo que se genera un par iónico en la fase orgánica.

En los ensayos realizados se observó que, aunque los diésteres extraían el oro extremadamente bien, para la fase de sedimentación es ventajoso diluirlos con un alcohol de cadena larga, que también se sabe que extrae oro. Sin embargo, un diéster extrae oro de la solución de cloruro considerablemente más débilmente que el DBC mencionado anteriormente, y el beneficio de esto es que la reextracción puede tener éxito con el agua. Como se muestra en el ejemplo 1 de la invención, la relación de mezcla de diéster y alcohol en el reactivo de extracción afecta al factor de distribución del oro y proporciona una oportunidad para optimizar todo el proceso de acuerdo con la composición de la alimentación.

La Figura 1 presenta un diagrama principal de recuperación de oro. Una disolución o suspensión acuosa basada en cloruro ácido que contiene oro que sale de la lixiviación con ácido, donde dicha disolución contiene un sólido que contiene oro, se envía a la etapa de extracción. Además del cloruro, la disolución acuosa también puede contener pequeñas cantidades de bromuro o yoduro. La etapa de extracción puede tener lugar en una o varias etapas, pero se ha encontrado que incluso con una operación de extracción de solo una etapa se pueden lograr buenos resultados.

Después de la etapa de extracción, la disolución de extracción orgánica se envía a una etapa de lavado, en la que se lava con una disolución acuosa ácida con el fin de separar de la disolución de extracción los metales distintos del oro y las impurezas. Otros metales en la disolución o suspensión acuosa que contiene oro son, por ejemplo, metales preciosos que no sean oro, así como platino, cobre, hierro, antimonio, arsénico, selenio, telurio y bismuto. Algunos de éstos se extraen en la disolución de extracción orgánica en pequeñas cantidades como impurezas. La disolución acuosa o refinado empobrecido en oro se puede alimentar, por ejemplo, de nuevo a la etapa de lixiviación del oro (no se muestra en detalle en el diagrama). Se ha demostrado que una disolución acuosa de ácido clorhídrico es ventajosa como líquido de lavado de la disolución de extracción, ya que puede reciclarse a las etapas de lixiviación del oro después del lavado. La concentración del ácido clorhídrico en el lavado es de 1,5 - 8 mol/L y preferiblemente de 2 - 6 mol/L, de modo que el oro no se elimina junto con las impurezas. Es ventajoso realizar el lavado en al menos dos etapas. En la primera etapa de lavado, la concentración es preferiblemente mayor que 2,0 mol/L. En la segunda etapa de lavado, la concentración de ácido clorhídrico puede ser la misma o diferente, por ejemplo, más baja que en la primera etapa. La concentración de ácido clorhídrico elegida depende de la calidad y cantidad de las impurezas metálicas extraídas en la disolución de extracción orgánica.

La disolución de extracción orgánica se envía desde la etapa final de lavado hasta la etapa de reextracción. Es ventajoso llevar a cabo la separación en agua pura, con lo cual se rompe el complejo tetracloro del oro. Es preferible realizar la reextracción en varias etapas, ya sea como extracción en contracorriente o en corriente cruzada. En la extracción en corriente cruzada de acuerdo con la Figura 1, se envía un líquido de lavado separado a cada etapa de lavado, que en este caso es una alimentación de agua pura en ambas etapas. En este caso, se prefiere la extracción en corriente cruzada debido a que el cloruro también se elimina por lavado de la fase orgánica en la reextracción. Es ventajoso para la reextracción del oro que la concentración de cloruro en el agua sea lo más baja posible en cada etapa.

Las disoluciones acuosas de las etapas de la operación de reextracción se combinan y se envían a la etapa de reducción. La reducción se lleva a cabo, por ejemplo, con ácido oxálico u oxalato sódico o una mezcla de los dos. Las reacciones de reducción son las siguientes y, como resultado, se obtiene un oro producto puro en polvo:



5 El oro también se puede reducir a partir de una disolución acuosa mediante electrólisis. El dióxido de carbono generado en la reducción del oro por el oxalato puede ser absorbido por una disolución de lavado adecuada usando métodos conocidos. La cantidad de dióxido de carbono es proporcional a la cantidad de oro generada, es decir, es completamente marginal y no afecta al proceso o a su viabilidad económica.

10 Sin embargo, está claro que, de la misma manera que la extracción de oro de una disolución que contiene oro, puede tratarse mineral de oro, concentrado u otro tipo de sólido que contenga oro, como limo de ánodo, ceniza, chatarra o material de intercambio iónico, carbón activado o adsorbente utilizado en la recuperación de oro, con el método acorde con la invención o método de disolvente en lixiviación (SIL), donde la extracción se realiza directamente de la disolución de ácido clorhídrico portadora de sólidos, es decir, de la suspensión sin una etapa de lixiviación separada.

15 La disolución o suspensión que contiene oro, como por ejemplo un limo anódico, también puede contener selenio y a veces también telurio y antimonio. En ensayos en los que no sólo había oro en la alimentación que salía de la lixiviación ácida sino también selenio, se observó sorprendentemente que el diéster también extraía selenio. La observación difiere del comportamiento del selenio en relación con DBC, por ejemplo, en que se sabe que el selenio permanece en el refinado de extracción, es decir, en la solución acuosa posterior a la extracción (6).

20 En la Figura 2 se presenta un diagrama de proceso, según el cual se pueden recuperar el selenio y cualquier fracción de telurio y antimonio extraídos en la disolución de extracción orgánica. De acuerdo con el diagrama, el selenio se vuelve a extraer con el reactivo diéster y se reextrae en la fase acuosa. La precipitación del selenio puede realizarse por métodos conocidos, por ejemplo, mediante reducción con dióxido de azufre de acuerdo con la referencia (2).

Ejemplos

Ejemplo 1

25 En el laboratorio se realizó un ensayo sobre la idoneidad de un diéster de la mezcla de reactivos de extracción basada en 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol para la extracción de oro. La disolución de alimentación se preparó lixiviando primero oro puro en una disolución de ácido clorhídrico 8 M a 40°C, usando peróxido de hidrógeno como oxidante.

30 El reactivo de extracción utilizado fue un diéster, que tiene el nombre químico exacto de diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol. El diéster se diluyó en el 2-etilhexanol utilizado como alcohol de modo que la proporción de diéster fue 20, 50 u 80% en volumen. Se realizaron ensayos de equilibrio en un tubo de ensayo a una temperatura de 40°C.

35 Los resultados del ensayo en la Figura 3 muestran que el oro se extrae muy eficazmente en todas las proporciones de mezcla. Se puede calcular a partir de los resultados que el valor del factor de distribución es, como máximo, alrededor de 70, y se puede observar que cuando la proporción de diéster aumenta por encima del 50%, se reduce el factor de distribución.

Ejemplo 2

40 En el laboratorio se realizó un ensayo de la idoneidad de un diéster de la mezcla de reactivos de extracción basada en 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol en un tubo de ensayo. La disolución de alimentación utilizada fue una disolución de ácido clorhídrico 8 M, cuya composición se ajustó por medio de sales metálicas de acuerdo con la Tabla 1 siguiente, con el objetivo de obtener una composición correspondiente a la típica de un limo anódico generado en la electrólisis de cobre, después de que se haya eliminado el selenio:

Tabla 1

	mg/L		mg/L		mg/L
Ag	16,2	Bi	7,5	Pd	1520
As	35,2	Cu	90,5	Pt	408
Au	4410	Fe	7,5	Te	183

Después de lavar, reextraer y reducir, se tomaron imágenes SEM del producto y se realizó un análisis elemental, sobre la base del cual se puede afirmar que, prácticamente hablando, el producto es oro puro. La Figura 4 es una imagen SEM que mostró que el material identificado en todos los puntos de la imagen era oro puro.

Ejemplo 3

- 5 La disolución de alimentación de este ejemplo ilustra otra disolución de ácido clorhídrico obtenida a partir de la lixiviación de limo anódico, en la que la disolución de ácido clorhídrico era 5 mol/L. En comparación con el ejemplo 2, incluía varias impurezas metálicas y las concentraciones de algunas de las impurezas fueron considerablemente mayores que en el ejemplo 2. Las concentraciones se dan en la Tabla 2:

Tabla 2

- 10 Composición de la disolución de alimentación

	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L
Ag	13,3	Bi	35300	Pd	1320	Se	12600
As	13300	Cu	9500	Pt	355	Te	183
Au	3980	Fe	11,5	Sb	4000		

La composición de la fase de extracción fue 50% en peso de diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol diluido en 2-etilhexanol. La relación volumétrica de las fases, es decir, la relación O/A, fue 1,2, la temperatura 40°C y el tiempo de extracción 15 minutos. Se realizaron dos extracciones consecutivas, después de lo cual la composición del refinado de extracción fue la siguiente:

- 15

Tabla 3

	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L
Ag	11,8 (11%)	Bi	34528 (2%)	Pd	987 (25%)	Se	5600 (56%)
As	7900 (40%)	Cu	8780 (3%)	Pt	216 (39%)	Te	2 (100%)
Au	0,5 (99,99%)	Fe	0,01 (100%)	Sb	72 (98%)		

La Tabla 3 informa del porcentaje de extracción de cada metal después de los resultados del análisis. Se puede ver que no sólo se extrae oro, sino también Se, Te y Sb.

- 20

Después de la extracción, el lavado de la fase de extracción se realizó a partir de la misma fase orgánica alternativamente con dos disoluciones de ácido clorhídrico diferentes, una de las cuales tenía una concentración de ácido clorhídrico de 3 mol/L y la otra de 5 mol/L. En ambos casos, la relación O/A fue 1:1 y la temperatura 40°C. Después del equilibrio, se obtuvieron los siguientes resultados de lavado:

Tabla 4

Grado de lavado (%)

[HCl] = 3 mol/L [HCl] = 5 mol/L

Ag	83	83
As	92	82
Au	3,7	1,2
Bi	95	92
Cu	96	94
Fe	92	14
Pd	89	83
Pt	90	82

	[HCl] = 3 mol/L	[HCl] = 5 mol/L
Sb	18	2
Se	80	72
Te	87	38

5 Los resultados de lavado muestran que la concentración de ácido clorhídrico afecta a la extracción de oro e impurezas metálicas. Como se muestra en la Tabla 3, la concentración de ácido clorhídrico afecta al lavado de hierro, antimonio y telurio en particular. Por lo tanto, dependiendo de la calidad y la concentración de las impurezas metálicas, vale la pena realizar el lavado en varias etapas para que tengan una concentración diferente de ácido clorhídrico.

El oro se reextrajo con agua pura en tres etapas de la disolución orgánica que había sido lavada en tres etapas y luego se redujo con oxalato. La pureza del oro reducido fue > 99,99%, independientemente de si la concentración del ácido clorhídrico utilizado en el lavado era 3 ó 5 mol/L.

Ejemplo 4

10 El propósito del ensayo es mostrar que la extracción de oro puede ocurrir simultáneamente con la lixiviación del oro.

15 En un ensayo de laboratorio, se lixivió 1 g de oro metálico en ácido clorhídrico 8 M en un recipiente de vidrio mientras se oxidaba simultáneamente con peróxido de hidrógeno y se mezclaba con el reactivo de extracción. La composición del reactivo de extracción fue la misma que en el ejemplo 3, la relación de fase orgánica a acuosa fue 0,7 y la temperatura fue de 45°C. La mezcla se agitó durante 120 minutos, después de lo cual el 56% del oro se había disuelto. Se encontró que, al mismo tiempo, el 93% del oro disuelto había sido extraído en la fase orgánica. La fase orgánica se lavó con ácido clorhídrico 3 M en una relación de fases de 1:1, después de lo cual se eliminó por lavado aproximadamente el 9% del oro. La reextracción del oro se realizó con agua pura en tres etapas como extracción en corriente cruzada con una relación O/A de 1:3. El rendimiento total de oro en la reextracción fue 94,6%. La reducción a oro metálico se hizo con oxalato.

20 El ejemplo muestra que el método "disolvente en lixiviación" funciona con oro puro. Sin embargo, está claro que el método también funciona en todos los casos en los que el oro puede lixivarse con ácido clorhídrico. Por lo tanto, el sólido puede ser un mineral aurífero, concentrado, limo anódico, ceniza, chatarra o adsorbente.

Referencias

- 25 1. Marsden J., House, I.: The chemistry of gold extraction, 2ª ed., Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Colorado, EE.UU. 2006.
2. Hoffmann, J. E. et al: Hydrometallurgical processing of Kennecott Refinery slimes, Proceedings of COPPER 95 - COBRE 95 International Conference, Vol. III, pp. 41 - 57.
3. Lopatin, G.S. et al.:(1961); Izv. Vyssh. Ucheb. Zavedenii, Tsvet. Mat. 4(4).
- 30 4. Grant, R.A. et al.: The application of solvent extraction to the refining of gold; Proceedings of the International Solvent Extraction Conference ISEC 2002, pp 940- 945.
5. International Program on Chemical Safety (IPCS), Screening Information Data Sheet for CAS No 6845-50-0, December 1994.
6. Toraiwa, A., et al.: Shigen to Sozai 116 (2000) 484-492.

REIVINDICACIONES

1. Un método para extraer oro selectivamente de su disolución acuosa basada en cloruro ácido o suspensión espesa que contiene sólidos por extracción con disolventes para producir oro puro, **caracterizado porque** en la extracción con disolventes se usa un diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol como el reactivo de extracción orgánico; la disolución orgánica que contiene oro que se forma se lava con una disolución acuosa ácida, después de lo cual el oro se reextrae en agua, de donde se reduce para formar oro puro.
2. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** como reactivo de extracción se usa una mezcla de un diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol y un alcohol de cadena larga ramificada.
3. Un método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el diéster de 2,2,4-trialquil-1,3-pentanodiol es diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol o un derivado del mismo.
4. Un método según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el alcohol de cadena larga es 2-etilhexanol.
5. Un método según la reivindicación 3, **caracterizado porque** en la cadena lateral de la estructura molecular del diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol hay un átomo de hidrógeno o algún otro grupo alquilo o grupo arilo en lugar de uno o más grupos metilo.
6. Un método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la extracción tiene lugar simultáneamente con la lixiviación del sólido que contiene oro contenido en la suspensión.
7. Un método según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el sólido que contiene oro es al menos uno del siguiente grupo: mineral de oro, concentrado, limo anódico, ceniza, chatarra o intercambiador de iones, carbón activado o adsorbente utilizado en la recuperación de oro.
8. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** después de la etapa de extracción con disolventes, la disolución de extracción orgánica que contiene oro se envía a una etapa de lavado para eliminar de la disolución de extracción las impurezas metálicas extraídas en ella, donde como disolución de lavado se usa una disolución acuosa de ácido clorhídrico con una concentración de 1,5 - 8 mol/L, preferiblemente 2 - 6 mol/L.
9. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la etapa de lavado contiene al menos dos etapas de lavado, donde la concentración de ácido clorhídrico de su disolución acuosa es mayor que 2 mol/L en la primera etapa de lavado y la concentración de ácido clorhídrico de la segunda etapa de lavado es la misma o menor que en la primera etapa de lavado.
10. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado porque** en la etapa de lavado, el selenio, antimonio y telurio extraídos en la disolución de extracción orgánica se separan de ella por lavado, y la disolución de lavado se envía a una etapa de extracción de selenio, en la que como disolución de extracción orgánica se usa un diéster.
11. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa de reextracción de la disolución de extracción orgánica que sale de la etapa de lavado se realiza como una extracción en corriente cruzada.
12. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa de reextracción de la disolución de extracción orgánica que sale de la etapa de lavado se realiza como una extracción en contracorriente.
13. Un método según las reivindicaciones 1 y 11, **caracterizado porque** la etapa de reextracción del oro de la disolución de extracción orgánica se realiza después de la etapa de lavado en al menos dos etapas usando agua pura en ambas etapas.
14. Un método según la reivindicación 11 ó 13, **caracterizado porque** las disoluciones acuosas que contienen oro que salen de las etapas de reextracción se combinan y se recupera oro puro de la disolución acuosa de reextracción en una etapa de reducción.
15. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el oro se reduce en la disolución acuosa de reextracción por medio de ácido oxálico o su sal.
16. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el oro se reduce en la disolución acuosa de reextracción por medio de borohidruro de sodio.
17. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el oro se reduce en la disolución acuosa de reextracción por electrólisis.
18. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la disolución acuosa portadora de cloruro ácido que contiene oro o la suspensión que contiene sólidos es una disolución acuosa de ácido clorhídrico.

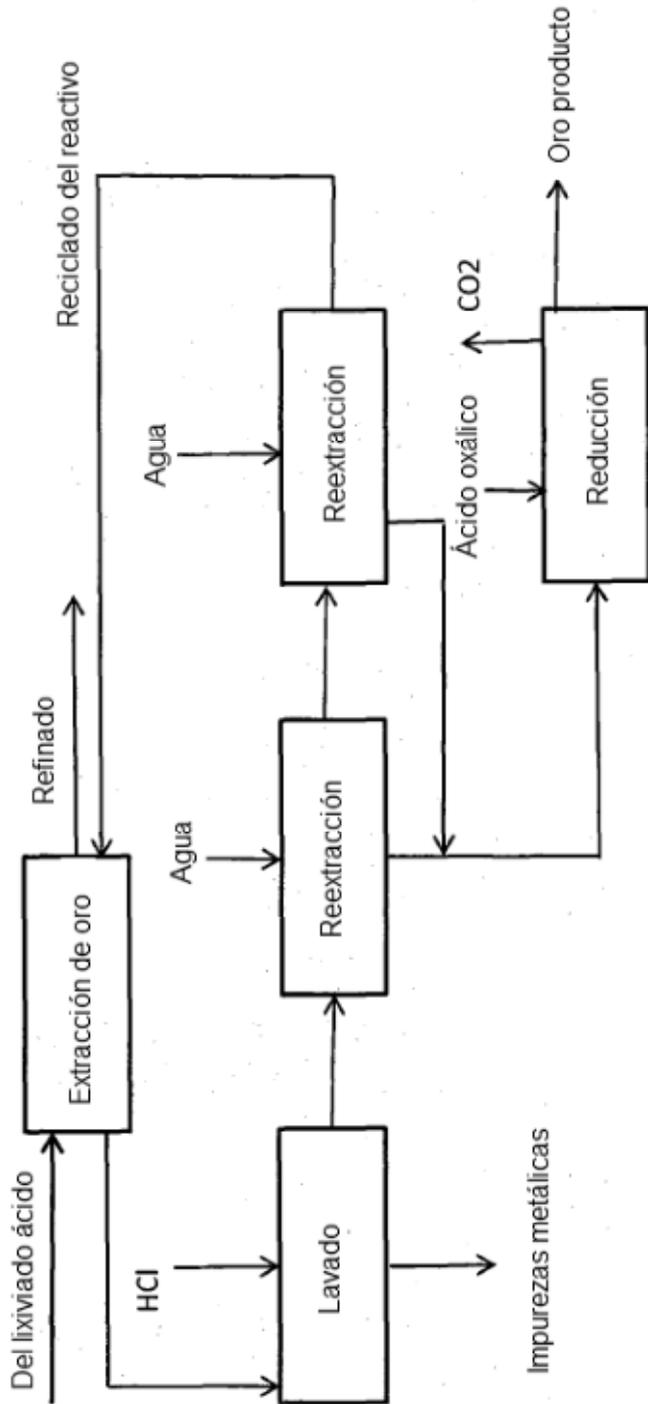


FIG. 1

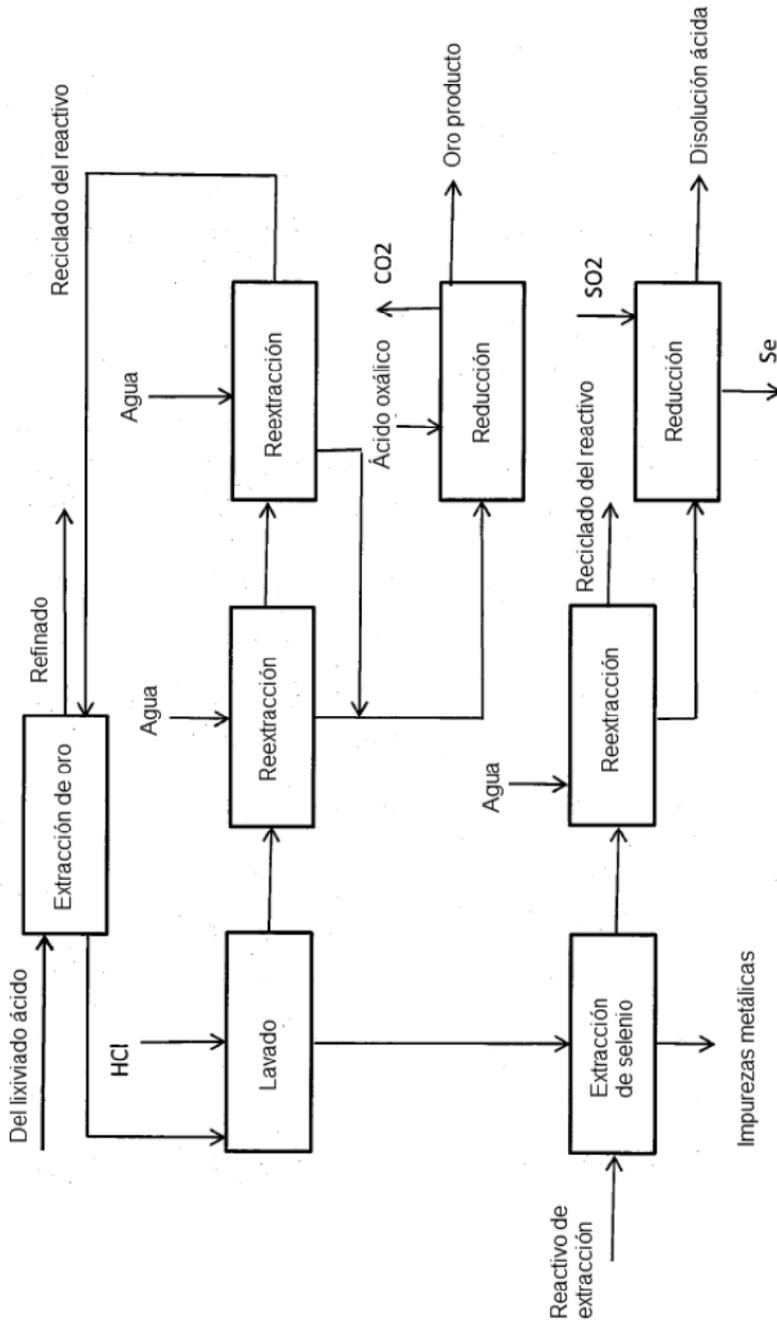


FIG. 2

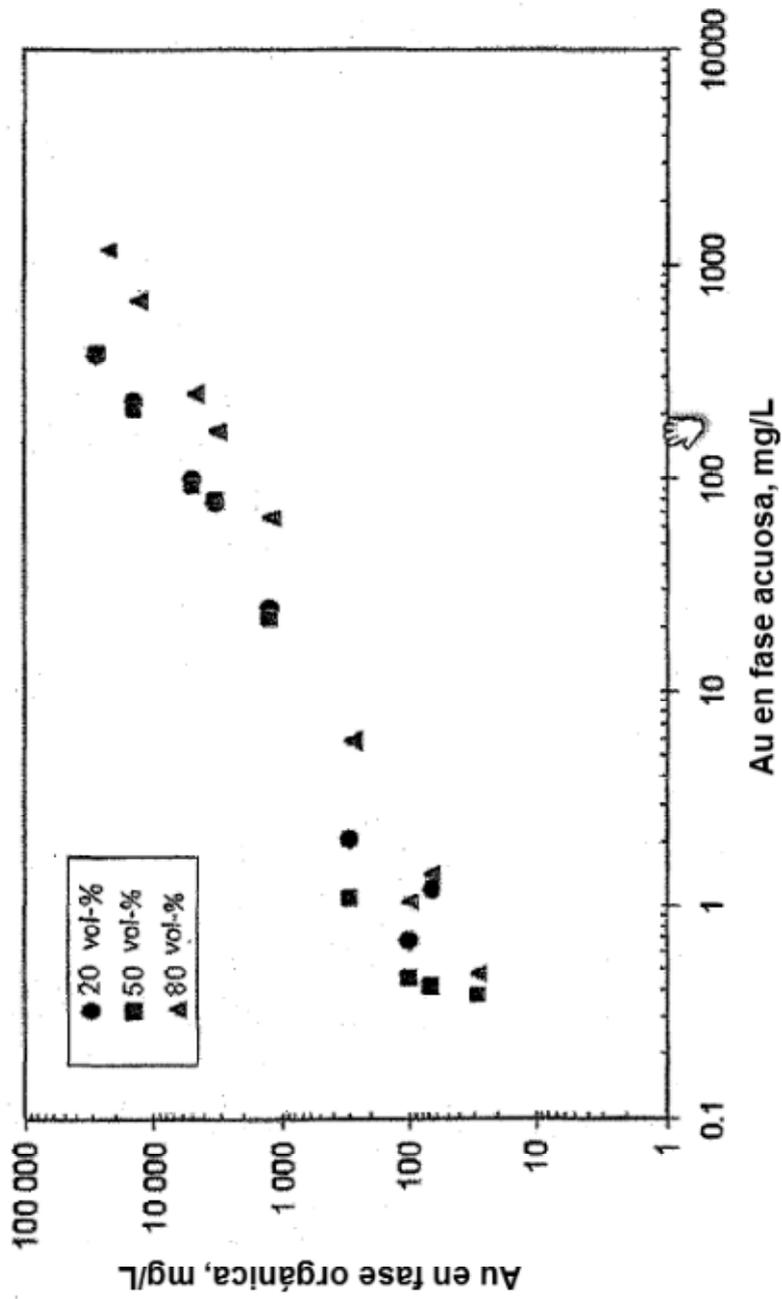


FIG. 3

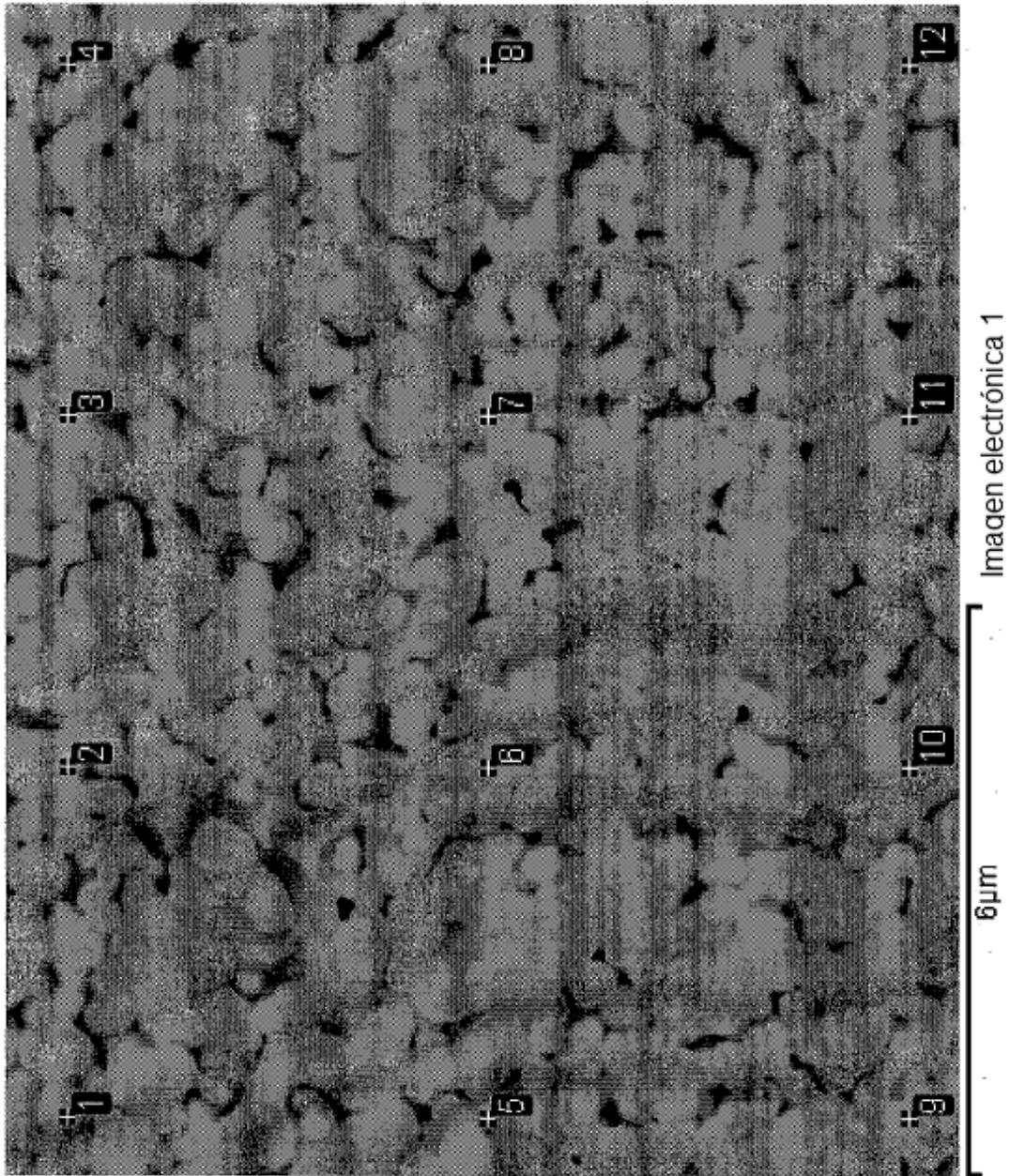


FIG. 4