



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 316 871**

51 Int. Cl.:
C22B 11/00 (2006.01)
C22B 61/00 (2006.01)
C22B 1/02 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01)
C22B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03812271 .9**
96 Fecha de presentación : **28.08.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1577408**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.09.2005**

54 Título: **Método para separar elementos del grupo del platino de materiales que contienen selenio/teluro.**

30 Prioridad: **29.11.2002 JP 2002-347546**
14.01.2003 JP 2003-6391
14.01.2003 JP 2003-6392

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

73 Titular/es:
MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
5-1, Otemachi 1-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8117, JP

72 Inventor/es: **Okada, Satoshi;**
Uno, Takahiro;
Sato, Kazusuke y
Ishiwata, Shoji

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 316 871 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 separar elementos del grupo del platino de materiales que contienen selenio/teluro.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento de un tratamiento que permite la separación eficaz de selenio, teluro, y de elementos del grupo del platino, de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino. Además, la presente invención se refiere también a un procedimiento de separación que permite la precipitación y separación eficaz del oro residual de una solución que contiene elementos del grupo del platino, obtenida mediante el tratamiento del material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino. Un procedimiento de la presente invención es ideal para un procedimiento de separación y recuperación del selenio, teluro, y de elementos del grupo del platino a partir del precipitado de reducción obtenido mediante un tratamiento de reducción de un líquido, obtenido después de la extracción del oro, en un procedimiento para recuperar metales nobles a partir de unos lodos de electrolisis del cobre.

En la presente invención, una mezcla de selenio/teluro se refiere a una mezcla de selenio y teluro, y describe, por ejemplo, el precipitado producido neutralizando el filtrado obtenido mediante la filtración del residuo que contiene elementos del grupo del platino procedentes de un líquido obtenido después de la extracción del oro, generado a partir de unos lodos descobreados. Además, un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, se refiere a un material que contiene, al menos uno de, selenio y teluro, junto con elementos del grupo del platino, y el término selenio/teluro significa selenio y/o teluro.

Técnica precedente

En el procedimiento de electrolisis del cobre llevado a cabo durante la fusión del cobre se generan también impurezas, que son insolubles en el electrolito, como un subproducto residual. Este subproducto contiene cantidades significativas de elementos del grupo del platino, como por ejemplo Pt, Rh, Ir y Ru, así como selenio, teluro, oro, plata y cobre. Se han propuesto ya muchos procedimientos para separar y recuperar estos metales. Por ejemplo, los elementos del grupo del platino se recuperan a partir de los lodos del ánodo de plata, producidos durante la etapa de refinado de la plata, y a partir de los lodos generados añadiendo ácido nítrico a estos lodos, extrayendo por lixiviación los componentes metálicos distintos del oro, y reduciendo luego el residuo. De forma convencional, con el fin de disolver estos lodos, se lleva a cabo una disolución en agua regia, una disolución en ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, o una disolución en ácido clorhídrico bajo una corriente de gas cloro.

Sin embargo, en el caso de un material que contenga selenio/teluro y elementos del grupo del platino, en el que el selenio y/o el teluro coexisten con los elementos del grupo del platino, si se usa una reducción para generar un precipitado, entonces los elementos del grupo del platino forman compuestos con el selenio/teluro, que son luego muy difíciles de disolver en agua regia, o ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, lo que significa que la separación y recuperación se hacen imposibles. El peróxido de hidrógeno se descompone sobre la superficie de los seleniuros y, en consecuencia, es incapaz de funcionar eficazmente como un agente oxidante. Además, se ha propuesto un procedimiento para calcinar estos compuestos, para efectuar una separación en estado de vapor del óxido de selenio y del óxido de teluro, aunque la toxicidad de estos materiales, da lugar a significativos problemas medioambientales.

Un procedimiento para separar elementos del grupo del platino, y selenio/teluro, contenidos en un líquido obtenido después de la extracción del oro generado a partir de unos lodos de la electrolisis del cobre, en el que la concentración de ion cloro en el líquido se mantiene a no más de 1,5 moles/l, mientras que se hace burbujear gas dióxido de azufre, con una concentración del 8 al 12%, a través del líquido y a una temperatura de 60 a 90°C, reduciendo de ese modo, y precipitando, los elementos del grupo del platino (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° 2001-316735), y se conoce ya un procedimiento para obtener el residuo de extracción producido mediante extracción, con disolvente, del oro y de los elementos del grupo del platino de un lixiviado de ácido clorhídrico obtenido a partir de unos lodos de electrolisis del cobre, e introduciendo luego dióxido de azufre en el líquido, obtenido después de la extracción, para reducir y precipitar el selenio/teluro (Patente Japonesa N° 3.087.758, y Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° 2001-207223).

Sin embargo, en estos procedimientos, debido a que se debe controlar un gran número de parámetros durante la reducción del selenio, como por ejemplo la concentración de ácido clorhídrico, la temperatura, la concentración del gas dióxido de azufre, y el caudal del gas dióxido de azufre, es difícil el control del procedimiento, o que da lugar a una reducción en la tasa de recuperación para los elementos del grupo del platino y el selenio/teluro. Además, controlar los pasos del tratamiento de reducción en dos etapas, que usa dióxido de azufre, es extremadamente difícil, y es inevitable la incorporación de selenio/teluro, o de algunos elementos del grupo del platino, en los precipitados, lo que significa que la separación que confía únicamente en la reducción con dióxido de azufre es insatisfactoria. Además, separar elementos del grupo del platino, y selenio/teluro, usando una extracción con disolvente, es un procedimiento caro, y el tratamiento de recuperación requerido, que sigue a la extracción, es a la vez complejo y necesita tiempo.

Se ha propuesto también un procedimiento en el que, en vez de usar un tratamiento con ácido clorhídrico y dióxido de azufre, los lodos de electrolisis del cobre son sometidos a un tratamiento de lixiviación en una solución de ácido sulfúrico bajo gas enriquecido con oxígeno presurizado (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publi-

ES 2 316 871 T3

cación N° Hei 5-311258), y un procedimiento en el que, a continuación de la lixiviación de los lodos de la electrolisis del cobre en una solución de ácido sulfúrico, bajo gas enriquecido con oxígeno, se quita la plata del lixiviado mediante un tratamiento con iones cloro y una solución de tiosulfato de sodio, y se añade luego cobre (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Hei 5-311264). Sin embargo, estos tipos de procedimientos que usan cobre y condiciones de gas enriquecido en oxígeno presurizado, son difíciles de controlar y muy costosas, y son, en consecuencia, impracticables.

En el documento US-A-4.229.270 se describen diferentes procedimientos para el tratamiento de lodos anódicos para recuperar plata y otros metales, como por ejemplo selenio y telurio. Se proporcionan diferentes realizaciones. Una de las realizaciones se ocupa de la recuperación de la plata a través de la lixiviación con ácido nítrico. En esta realización, el selenio y el telurio se han separado, "etapas iniciales del procedimiento", sin dar detalles específicos de la separación. En esta realización se menciona la recuperación del grupo del platino, pero esto no tiene relación con una separación de elementos del grupo del platino por un lado, y del selenio/telurio (o selenito de sodio) por otro. Una realización más, se ocupa de la recuperación de metales en general a partir de los lodos anódicos. En esta realización, se puede separar telurio, en el primer paso, mediante lixiviación con ácido o lixiviación con sulfato. En el segundo paso de la realización, el residuo es sometido a lixiviación en una solución cáustica para solubilizar selectivamente el selenio. Mediante estos dos primeros pasos se separan el selenio y el telurio de los otros metales que están presentes en los lodos anódicos.

Otra realización más se ocupa de la recuperación de la plata a partir de los lodos anódicos mediante lixiviación oxidativa con ácido a presión, seguido de la adición de una solución cáustica. En el primer paso, se extrae selenio mediante la adición de una solución cáustica. La fase sólida que se obtiene en el primer paso es sometida a lixiviación con ácido para separar el telurio.

Ninguna de las realizaciones del documento US-A-4.229.270 se ocupa de la adición de sosa cáustica y nitrato de sodio. El documento tampoco describe la separación de una mezcla en una fase líquida que contiene selenito de sodio y una fase sólida que contiene los elementos del grupo del platino.

En el documento US-A-4.615.731 se describen más procedimientos para el tratamiento de suspensiones acuosas que comprenden plata, selenio y al menos un metal precioso, seleccionado de los metales del platino y el oro.

Otros procedimientos conocidos incluyen un procedimiento en el que se usa un agente oxidante para oxidar el selenio metálico, formando de ese modo un selenato de metal alcalino (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Sho 60-176908), un procedimiento en el que se hace reaccionar un material que contiene selenio con un carbonato de metal alcalino para generar una suspensión acuosa, y esta suspensión es calcinada luego en una atmósfera oxidante para producir pelets, que son sometidos luego a lixiviación con agua (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Sho 56-5306), un procedimiento en el que unos lodos que contienen telurio, se disuelven en un ácido mineral en presencia de un agente oxidante, se añade luego un álcali a la solución para precipitar y separar el cobre, y la solución restante se neutraliza luego para precipitar el telurio (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Sho 56-84428), y un procedimiento en el que una materia prima, como por ejemplo unos lodos de electrolisis del cobre, se trata con un ácido fuerte, como por ejemplo el ácido clorhídrico, y también con un agente oxidante, como por ejemplo el cloro, si la materia prima incluye compuestos, y se usa luego butil-carbitol como el disolvente para extraer el telurio (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° 2000-239753). Sin embargo, todos estos procedimientos tienen un gran número de pasos, y las tasas de recuperación del selenio/telurio son también bajas.

La presente invención resuelve los problemas anteriores, asociados con la tecnología convencional, y tiene el objeto de proporcionar un procedimiento de separación que permita que el selenio/telurio y los elementos del grupo del platino sean más fácil y eficazmente separados de un material que contenga selenio/telurio y elementos del grupo del platino.

Además, como se describió anteriormente, cuando se aplica sobre el selenio un procedimiento de separación que cuenta con la vaporización mediante calcinación, una gran proporción del selenio se hace hexavalente, lo que establece una gran carga sobre el posterior tratamiento de aguas residuales.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un procedimiento para disolver un material que contenga, a la vez, elementos del grupo del platino y selenio, que sea capaz de resolver los anteriores problemas asociados con los procedimientos convencionales, proporcionando un procedimiento de separación en disolución que permita la lixiviación eficaz del selenio, y que haga posible de ese modo la separación de los elementos del grupo del platino.

Además, según se describió anteriormente, controlar los pasos en el tratamiento de reducción en dos etapas, que usa dióxido de azufre, es extremadamente difícil, y es inevitable alguna incorporación de selenio o de elementos del grupo del platino en los precipitados, lo que significa que la separación, que cuenta únicamente con la reducción con dióxido de azufre, es insatisfactoria. Además, los procedimientos en los que los elementos del grupo del platino se separan mediante extracción con disolvente, y posteriormente se separan del selenio y/o del telurio, son caros, y el tratamiento de recuperación requerido a continuación de la extracción requiere tiempo. Además, cada uno de estos procedimientos describe la separación de elementos del grupo del platino, y del selenio, que ya coexisten dentro de una solución, y no se refieren a la disolución del precipitado del procedimiento que contiene elementos del grupo del platino, y el selenio y similares.

ES 2 316 871 T3

Cada uno de los procedimientos de recuperación del selenio y del telurio, anteriormente descritos, es un procedimiento en el que el selenio y/o el telurio se oxidan y se solubilizan, pero ninguno de estos procedimientos permite la separación de los elementos del grupo del platino, del selenio, en la etapa de disolución.

5 Además, en la recuperación del rodio, que es uno de los elementos del grupo del platino, el rodio es muy susceptible a la oxidación, formando un óxido de rodio muy insoluble y es, en consecuencia, muy difícil de disolver. Se conoce un procedimiento para separar rodio de un precipitado que contiene metales nobles, en el que el precipitado que contiene metales nobles se calienta con un agente reductor basado en el carbono, y al producto de la reducción resultante se le hace reaccionar con un agente sulfatante, formando de ese modo un sulfato de rodio (Solicitud de Patente Japonesa, 10 no examinada, primera publicación N° Hei 5-125461), aunque este procedimiento adolece de bajos rendimientos y del requisito de una alta temperatura de tratamiento.

La presente invención proporciona un procedimiento para el tratamiento en solución de un material que contiene, a la vez, elementos del grupo del platino y selenio, que es capaz de resolver los problemas anteriores asociados a los 15 procedimientos convencionales, proporcionando un procedimiento de tratamiento en el que se disuelve selectivamente el selenio, y se separa eficazmente de los elementos del grupo del platino, y los elementos del grupo del platino que permanecen en la fracción sólida se disuelven luego y se recuperan.

Además del procedimiento descrito anteriormente, los procedimientos conocidos de recuperación del telurio incluyen un procedimiento en el que unos lodos anódicos, producidos durante el refinado electrolítico del cobre o del níquel, son sometidos a un tratamiento por vía húmeda para separar los compuestos insolubles de plata que, posteriormente, se lixivian con amoníaco o similares para separar la plata, mientras que el residuo resultante, que contiene telurio, se lixivia con carbonato de sodio (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° 2001-11547), 20 y un procedimiento en el que el filtrado que contiene telurio, generado durante la extracción del oro con disolvente, se reduce para precipitar el selenio, y se hace que el filtrado restante vuelva luego a las condiciones de lixiviación presurizada con ácido sulfúrico con el fin de efectuar una lixiviación y dar el lixiviado descubierto (Establishment of copper precipitate wet treatment technology [Establecimiento de una tecnología para el tratamiento en húmedo de precipitados de cobre], Journal of the Mining and Materials Processing Institute of Japan, Volumen 116, página 484, 2000). Sin embargo, los procedimientos para recuperar telurio a partir de compuestos insolubles de plata, adolecen de 25 unas pobres tasas de migración del telurio. Además, en procedimientos en los que el filtrado que contiene telurio se vuelve a lixiviar con presurización, la tasa de lixiviación es insatisfactoria si el telurio está en forma de metal, dando lugar, en el procedimiento, a un aumento indeseable del volumen del depósito.

La presente invención resuelve estos problemas asociados con los procedimientos convencionales de tratamiento, 35 proporcionando un procedimiento de tratamiento en el que una mezcla de selenio y telurio se alea con cobre, y esta aleación es sometida a electrolisis del cobre con el fin de recuperar el cobre electrolítico y generar unos lodos de selenio y telurio, y se usa luego una lixiviación de estos lodos de electrolisis del cobre para extraer mediante lixiviación el telurio y separar el selenio, permitiendo de ese modo que el selenio y el telurio sean tratados con buena eficacia.

Según se describió anteriormente, en el procedimiento de la electrolisis del cobre de un procedimiento con masa fundida de cobre, las impurezas que son insolubles en el electrolito, se generan como subproductos residuales. Este subproducto contiene cantidades significativas de oro, plata, cobre, y elementos del grupo del platino, como por ejemplo Pt, Rh y Ru, así como Se y Te. Se han propuesto ya muchos procedimientos para separar y recuperar estos metales nobles. Por ejemplo, unos lodos descubiertos pueden ser sometidos a lixiviación con cloración, recuperándose plata y plomo del residuo resultante, y recuperándose oro del lixiviado mediante un procedimiento de extracción 45 con disolvente. El líquido residual que sigue a esta extracción del oro, contiene elementos del grupo del platino, así como Se y Te. Este líquido obtenido después de la extracción del oro, es sometido luego a un tratamiento de reducción introduciendo gas dióxido de azufre en el sistema. El precipitado inicial de selenio, que es sometido en primer lugar a destilación con el fin de recuperar selenio de alta pureza, y el residuo resultante de la destilación son sometidos a un tratamiento con una masa fundida alcalina para efectuar una separación que dé un lixiviado que contenga selenio 50 y un residuo que contiene elementos del grupo del platino, mientras que el telurio que precipita continuando con la introducción de gas dióxido de azufre en el anterior líquido residual, es sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali para efectuar una separación que da un lixiviado que contiene selenio/telurio y un residuo que contiene elementos del grupo del platino, y selenio y telurio, y los elementos del grupo del platino se recuperan a partir de este lixiviado y del residuo, respectivamente. 55

En este tipo de sistema de recuperación de metales nobles, el procedimiento de recuperación del oro ha empleado, de forma convencional, un conocido procedimiento de extracción con disolvente que usa dibutil-carbitol (DBC) (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Sho 57-79135). Se conoce también un procedimiento en el que se añade una solución acuosa de ácido oxálico a la solución extraída para reducir y precipitar el oro (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° 2001-316735). Sin embargo, los procedimientos de extracción con disolvente que usan DBC, normalmente dejan aproximadamente 0,3% del disolvente en el líquido obtenido después de la extracción. Este disolvente residual se puede separar por destilación, pero la pequeña cantidad de oro contenida en el disolvente permanece, y se presenta mucho después un procedimiento para separar 65 eficazmente este oro durante los pasos posteriores.

Además, también se conoce un procedimiento en el que se añade ácido oxálico al lixiviado de la cloración, procedente de unos lodos de electrolisis del cobre, y el precipitado resultante se trata con ácido nítrico y se funde calentando

(Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, segunda publicación N° Sho 64-3930), y un procedimiento en el que se mezcla bis(2-butoxi)éter con el lixiviado de la cloración, procedente de unos lodos de electrolisis del cobre, se extrae el oro en la fase orgánica añadiendo éter, esta fase orgánica se lava con ácido clorhídrico, y luego se añade ácido oxálico para reducir el oro (Patente Japonesa N° 3.087.758). Sin embargo, los procedimientos en los que el oro se reduce selectivamente usando ácido oxálico adolecen de velocidades de reacción extremadamente lentas en aquellos casos donde la concentración de ion cloruro del lixiviado de la cloración procedente de los lodos de la electrolisis del cobre es alta, haciendo el paso de reducción del oro prácticamente imposible.

Por otro lado, se conoce también un procedimiento que usa hidrocloreuro de hidroxilamina, ácido nitroso, o ácido sulfuroso como agente reductor para extraer oro a partir de materiales que contienen oro (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Hei 2-97626). Además, también se ha descrito un procedimiento en el que se usa una alquil-hidroxilamina como agente complejante durante la electrodeposición del paladio y el oro, y similares (Solicitud de Patente Japonesa, no examinada, primera publicación N° Hei 2-221392). Sin embargo, la cantidad de oro que permanece dentro del líquido obtenido después de la extracción del oro, generado a partir de unos lodos descubreados, es mínima y las cantidades de selenio, telurio, y de elementos del grupo del platino son más altas y, en consecuencia, incluso si se añade hidrocloreuro de hidroxilamina o una alquil-hidroxilamina directamente al líquido obtenido después de la extracción del oro, es imposible una recuperación eficaz del oro.

La presente invención busca superar los problemas anteriores asociados con los procedimientos convencionales para recuperar oro a partir de un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, generado mediante el tratamiento del lixiviado de la cloración procedente de unos lodos de electrolisis del cobre, proporcionando un procedimiento que hace posible la separación eficaz y la recuperación de oro contenido dentro de semejante material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino.

25 Descripción de la invención

Con el fin de conseguir los objetivos anteriores, la presente invención proporciona un procedimiento de separación para los elementos del grupo del platino que comprende: un paso (A) para tratar con álcali un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, un paso (B) para lixiviar el selenio/telurio, y un paso (C) para separar el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y el lixiviado de selenio/telurio.

En el anterior procedimiento de separación, el paso (A) para tratar con álcali un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, es un procedimiento con una masa fundida alcalina, en el que se añade un fundente que comprende una mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio al material que contienen selenio/telurio y elementos del grupo del platino, y la mezcla se funde calentando a una temperatura que exceda la temperatura eutéctica del fundente, el paso (B) para lixiviar el selenio/telurio es un paso de lixiviación con agua para lixiviar con agua la masa fundida obtenida, y el paso (C) para separar el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y el lixiviado de selenio/telurio es un paso para efectuar una separación sólido-líquido que usa lixiviación con agua, separando de ese modo la mezcla en una fracción líquida que contiene selenio de sodio, y un residuo que contiene elementos del grupo del platino.

En el anterior procedimiento de separación, la relación molar entre la sosa cáustica y el nitrato de sodio está preferiblemente dentro del intervalo de 75:25 a 85:15.

En el anterior procedimiento de separación, se añade, preferiblemente, peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico al residuo que contiene elementos del grupo del platino para disolver los elementos del grupo del platino.

En el anterior procedimiento de separación, el material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino es, preferiblemente, un precipitado producido en el procedimiento que obtiene un residuo de extracción, dejado después de que se haya usado una extracción con disolvente para separar el oro del lixiviado de ácido clorhídrico procedente de los lodos descubreados.

En el anterior procedimiento de separación, el material anteriormente mencionado que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino es, preferiblemente, un residuo de destilación producido mediante la conversión de unos lodos descubreados en una suspensión, mediante la adición de ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, filtrando esta suspensión para separar el residuo de lixiviación que contiene principalmente plata, y un lixiviado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y telurio, ajustando posteriormente las características del líquido del lixiviado y usando una extracción con disolvente para extraer oro del lixiviado, añadiendo dióxido de azufre al líquido obtenido después de la extracción para reducir y precipitar, de forma secuencial, el selenio y el telurio, y calentando luego el material precipitado que contiene elementos del grupo del platino, y selenio, para concentrar los elementos del grupo del platino, mientras que se destila y se separa el selenio.

En el anterior procedimiento de separación, el paso (A) para tratar un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino con álcali y el paso (B) para lixiviar el selenio/telurio, se realiza preferiblemente de forma simultánea como un procedimiento de lixiviación con álcali, en el que el material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino se lixivia con álcali a alta temperatura, originando que el selenio/telurio emigre hacia el líquido, y la separación sólido-líquido se lleve a cabo luego para separar la mezcla de una fracción sólida que contiene elementos del grupo del platino, y una fracción líquida que contiene selenio/telurio.

ES 2 316 871 T3

En el anterior procedimiento de separación, se añade, preferiblemente, un agente oxidante a la fracción sólida separada, generada en la separación sólido-líquido, bajo condiciones ácidas usando ácido clorhídrico, disolviendo de ese modo los elementos del grupo del platino.

5 En el anterior procedimiento de separación, el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se lixivia, preferiblemente, con álcali a alta temperatura, dando lugar a que el teluro emigre hacia el líquido con el selenio, efectuando de ese modo una separación de los elementos del grupo del platino.

10 En el anterior procedimiento de separación, el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se lixivia usando, preferiblemente, un álcali cuya concentración es de al menos 1 mol/l, a una temperatura de al menos 60°C.

15 En el anterior procedimiento de separación, se añaden preferiblemente ácido clorhídrico, y o bien peróxido de hidrógeno o gas cloro, a la fracción sólida procedente de la separación sólido-líquido realizada después de la lixiviación con álcali, disolviendo de ese modo los elementos del grupo del platino.

En el anterior procedimiento de separación, los elementos del grupo del platino comprenden, preferiblemente, uno o más de rodio, rutenio, paladio y platino.

20 En el anterior procedimiento de separación, el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es, preferiblemente, un precipitado producido en un procedimiento con un residuo de extracción, dejado después de que se haya usado una extracción con disolvente para separar oro del lixiviado de ácido clorhídrico procedente de los lodos descubreados.

25 En el anterior procedimiento de separación, el material anteriormente mencionado que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es, preferiblemente, un precipitado filtrado producido convirtiendo los lodos descubreados en una suspensión para efectuar una separación que da un residuo que contiene principalmente plata, y un lixiviado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y teluro, ajustando posteriormente las características del líquido del lixiviado y usando una extracción con disolvente para separar el oro del lixiviado, añadiendo dióxido de azufre al líquido obtenido después de la extracción para precipitar o bien selenio o teluro, y sometiendo luego este precipitado a una separación sólido-líquido.

El anterior procedimiento de separación comprende, preferiblemente:

35 un procedimiento (i) con una masa fundida alcalina, que comprende un paso para añadir un fundente que comprende una mezcla de sosa y nitrato de sodio a un residuo procedente de un tratamiento de destilación de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y calentar luego a una temperatura que exceda la temperatura (eutéctica) de fusión de la mezcla, disolviendo de ese modo el selenio/teluro como en el anteriormente mencionado paso (A) para realizar el tratamiento con álcali, un paso para realizar la lixiviación con agua, como en el anteriormente mencionado paso (B) para lixiviar el selenio/teluro, y que comprende además el anteriormente mencionado paso (C) para separar el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y el lixiviado de selenio/teluro, y

40 un procedimiento (ii) de lixiviación con álcali, que comprende un paso para lixiviar un material, que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, con álcali a alta temperatura, como en el anteriormente mencionado paso (B) para lixiviar selenio/teluro, y que comprende además el anteriormente mencionado paso (C) para separar el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y el lixiviado de selenio/teluro.

50 En el anterior procedimiento de separación, una solución que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es sometida, preferiblemente, a un tratamiento de reducción, y el residuo generado sometiendo una porción del precipitado resultante de la reducción a un tratamiento de destilación es sometido luego a tratamiento con una masa fundida alcalina, mientras que el precipitado residual de la reducción es sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali.

55 En el anterior procedimiento de separación, se introduce gas dióxido de azufre en un líquido obtenido después de la extracción del oro de un sistema de recuperación de metales nobles a partir de unos lodos de electrolisis del cobre, para efectuar un tratamiento de reducción, y el residuo generado sometiendo el selenio, que precipita primero, a destilación para efectuar una separación de selenio alta pureza, es, preferiblemente, sometido a un tratamiento con una masa fundida alcalina, mientras que el teluro que precipita a continuación es, preferiblemente, sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali.

60 En el anterior procedimiento de separación, el lixiviado obtenido en la lixiviación con agua del procedimiento con una masa fundida alcalina, se recicla preferiblemente al procedimiento de lixiviación con álcali, y es sometido a lixiviación con álcali junto con el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino.

65 En el anterior procedimiento de separación, el lixiviado obtenido en el procedimiento de lixiviación con álcali se neutraliza, preferiblemente, añadiendo ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, precipitando de ese modo selenio/teluro.

ES 2 316 871 T3

En el anterior procedimiento de separación, se añade, preferiblemente, ácido clorhídrico al residuo de lixiviación generado en el procedimiento de lixiviación con álcali y en el procedimiento con una masa fundida alcalina en presencia de un agente oxidante, disolviendo de ese modo los elementos del grupo del platino.

5 En el anterior procedimiento de separación, se obtiene, preferiblemente, una mezcla de selenio/teluro a partir del anteriormente mencionado lixiviado de selenio/teluro, y la mezcla de selenio/teluro obtenida se introduce luego en un procedimiento de fusión y refinado del cobre para generar una aleación de selenio y teluro con cobre, esta aleación es sometida a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y teluro dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y estos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico, disolviendo y separando, de ese modo, el teluro del selenio que permanece en el residuo de lixiviación.

15 En el anterior procedimiento de separación, se obtiene, preferiblemente, una mezcla de selenio/teluro añadiendo ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al lixiviado de selenio/teluro obtenido en el anteriormente mencionado procedimiento de lixiviación con álcali, neutralizando de ese modo el lixiviado y precipitando la mezcla de selenio/teluro, y la mezcla de selenio/teluro obtenida se introduce luego en un procedimiento de refinado del cobre para generar una aleación de selenio y teluro con cobre, esta aleación es sometida a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumulan selenio y teluro dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y estos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico, disolviendo y separando, de ese modo, el teluro del selenio que permanece en el residuo de lixiviación.

25 En el anterior procedimiento de separación, se obtiene, preferiblemente, una mezcla de selenio/teluro añadiendo el lixiviado de selenio/teluro, obtenido en el anteriormente mencionado procedimiento con una masa fundida alcalina, al material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino usado en el anteriormente mencionado procedimiento de lixiviación con álcali, realizando una lixiviación con álcali, y añadiendo luego ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al lixiviado resultante para neutralizar el lixiviado y precipitar la mezcla de selenio/teluro, y la mezcla de selenio/teluro obtenida se introduce luego en un procedimiento de fusión y refinado del cobre para generar una aleación de selenio y teluro con cobre, esta aleación es sometida a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y teluro dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y estos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico, disolviendo y separando, de ese modo, el teluro del selenio que permanece en el residuo de lixiviación.

35 En el anterior procedimiento de separación, el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es, preferiblemente, un precipitado de reducción producido introduciendo gas dióxido de azufre en un líquido obtenido después de la extracción del oro y realizando un tratamiento de reducción.

40 En el anterior procedimiento de separación, a continuación de la lixiviación del teluro mediante lixiviación oxidante con ácido sulfúrico de los lodos de electrolisis del cobre, el lixiviado, preferiblemente, se pone en contacto con cobre metálico y se recupera el telururo de cobre resultante.

45 En el anterior procedimiento de separación, se añade, preferiblemente, ácido clorhídrico al residuo obtenido que contiene elementos del grupo del platino en presencia de un agente oxidante, se realiza una separación sólido-líquido, y se añade luego hidrocloreuro de hidroxilamina a la solución filtrada que contiene elementos del grupo del platino con el fin de reducir y precipitar selectivamente el oro.

En el anterior procedimiento de separación, el tratamiento con álcali del material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se realiza, preferiblemente, a alta temperatura.

50 En el anterior procedimiento de separación, se añade, preferiblemente, ácido clorhídrico al residuo obtenido que contiene elementos del grupo del platino en presencia de un agente oxidante, se realiza una separación sólido-líquido, y se añade luego hidrocloreuro de hidroxilamina a la solución filtrada que contiene elementos del grupo del platino con el fin de reducir y precipitar selectivamente el oro.

55 En el anterior procedimiento de separación, el líquido obtenido después de la extracción del oro, de un sistema de recuperación de metales nobles a partir de lodos de electrolisis del cobre, se usa preferiblemente como el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y se introduce gas dióxido de azufre en el líquido obtenido después de la extracción para efectuar un tratamiento de reducción, y el residuo de destilación generado sometiendo a destilación el selenio que precipita primero, para efectuar una separación de selenio de alta pureza, es sometido a un tratamiento con una masa fundida alcalina para separar un residuo que contiene elementos del grupo del platino, mientras que el teluro que precipita con la introducción de más gas dióxido de azufre en el líquido obtenido después de la extracción, es sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali para separar un residuo que contiene elementos del grupo del platino, y estos residuos que contienen elementos del grupo del platino se combinan luego y se usan.

Breve descripción de los dibujos

65 La Fig. 1 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de un procedimiento de separación en solución de la presente invención, que muestra los pasos para separar tanto el selenio/teluro como los elementos del grupo del platino, de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino.

ES 2 316 871 T3

La Fig. 2 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de los pasos del tratamiento de unos lodos descubreados mediante el procedimiento de separación mostrado en la Fig. 1.

La Fig. 3 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de un procedimiento de separación de la presente invención, que muestra otros pasos para separar tanto el selenio/teluro como los elementos del grupo del platino de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino.

La Fig. 4 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de los pasos del tratamiento de unos lodos descubreados mediante el procedimiento de separación mostrado en la Fig. 3.

La Fig. 5 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de un procedimiento de separación de la presente invención, que muestra otros pasos para separar tanto el selenio/teluro como los elementos del grupo del platino de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino.

La Fig. 6 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de un procedimiento de separación de la presente invención, que muestra los pasos para separar selenio y teluro de una mezcla de selenio/teluro.

La Fig. 7 es un dibujo de un procedimiento que muestra un bosquejo de un procedimiento de separación de la presente invención, que muestra los pasos para separar el oro residual de una solución que contiene elementos del grupo del platino.

La Fig. 8A, la Fig. 8B y la Fig. 8C son dibujos de procedimientos que muestran bosquejos de procedimientos de separación de la presente invención, que muestran los pasos de una combinación preferida de procedimientos de separación de la presente invención.

El mejor modo de llevar a cabo la invención

Lo que sigue es una descripción más detallada de la presente invención.

Usando la Fig. 1 se describe un primer procedimiento de separación de la presente invención. Como se muestra en la figura, el primer procedimiento de separación de la presente invención es un procedimiento de un tratamiento en solución para un material que contiene selenio y elementos del grupo del platino, en el que se añade un fundente, que comprende una mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio, al material que contiene selenio y elementos del grupo del platino, la mezcla se funde calentando a una temperatura que excede la temperatura eutéctica del fundente, y la masa fundida resultante se lixivia con agua para efectuar una separación sólido-líquido, separando de ese modo la mezcla en una fracción líquida que contiene selenito de sodio, y un residuo que contiene elementos del grupo del platino.

El material que contiene selenio y elementos del grupo del platino puede usar, por ejemplo, el residuo de extracción generado a continuación de la extracción del oro con disolvente del lixiviado con ácido clorhídrico procedente de los lodos descubreados. Estos lodos descubreados contienen grandes cantidades de metales valiosos tales como oro, plata, elementos del grupo del platino, selenio y teluro. El procedimiento del tratamiento de los lodos se muestra en la Fig. 2. Como se muestra en la figura, los lodos descubreados se convierten en una suspensión añadiendo ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, y esta suspensión se filtra luego para separar un residuo de lixiviación que contiene principalmente plata de un lixiviado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y teluro. A continuación del ajuste de las características del líquido del lixiviado, se usa una extracción con disolvente para extraer oro del lixiviado. El líquido obtenido después de la extracción contiene elementos residuales del grupo del platino, selenio y teluro. Se añade luego dióxido de azufre a este líquido obtenido después de la extracción para reducir y precipitar, secuencialmente, el selenio y luego el teluro. El teluro tiene un potencial de reducción inferior al del selenio, y el teluro precipita después de la precipitación del selenio, y por ello el teluro y el selenio se pueden separar uno de otro. Debido a esta reducción, los elementos del grupo del platino precipitan junto con el selenio, y el precipitado que contiene elementos del grupo del platino y selenio se puede calentar para concentrar los elementos del grupo del platino y separar por destilación el selenio. El residuo que sigue a la destilación y separación del selenio contiene elementos del grupo del platino y selenio no destilado.

Los materiales que contienen selenio y elementos del grupo del platino, tal como el anterior residuo de destilación, se combinan con un fundente que comprende una mezcla de sosa cáustica (NaOH) y nitrato de sodio (NaNO₃), y la mezcla resultante se funde calentando a una temperatura que exceda la temperatura eutéctica del fundente. Este calentamiento y fusión convierte el selenio en un estado principalmente tetravalente, que genera selenito de sodio (Na₂SeO₃) que se disuelve posteriormente. La razón de usar una mezcla de sosa cáustica y nitrato de selenio como fundente es que si se usa únicamente sosa cáustica, entonces el suministro de oxígeno procedente de la atmósfera es inadecuado, dando lugar a la producción de selenuro de sodio (Na₂Se), y este selenuro de sodio se convierte en selenio metálico y precipita durante la lixiviación, lo que significa que los elementos del grupo del platino y el selenio no se pueden separar físicamente. Además, si se usa únicamente nitrato de sodio como fundente, entonces el poder oxidante llega a ser demasiado fuerte, dando lugar a un aumento en la proporción de selenio hexavalente no deseable.

Con el fin de hacer posible una reducción en la temperatura de fusión, la composición del fundente está, preferiblemente, cerca de la composición eutéctica. Específicamente, la relación de sosa cáustica:nitrato de sodio está, preferiblemente, dentro de un intervalo de 75:25 a 85:15 (relación molar). Además, la temperatura de calentamiento

ES 2 316 871 T3

debe ser al menos la temperatura eutéctica del fundente (258°C), y debido a que el fundente debe tener una fluidez adecuada y ser capaz de lixiviar los materiales de selenuro, se prefiere una temperatura dentro del intervalo de 350 a 450°C. A temperaturas dentro de este intervalo, el nitrato de sodio (NaNO_3) genera oxígeno pero es menos probable que genere NO_x , mientras que si la temperatura excede el intervalo anterior, la proporción de generación de NO_x aumenta, y el poder oxidante también se fortalece, aumentando la proporción de selenio hexavalente.

A continuación de la adición del anterior fundente al material que contiene selenio y elementos del grupo del platino, y el posterior calentamiento para fundir el fundente, el producto fundido se lixivia con agua para efectuar una separación sólido-líquido. El selenito de sodio se disuelve en agua, mientras que los elementos del grupo del platino permanecen en el residuo y, posteriormente, realizando una lixiviación con agua de la anterior masa fundida, y filtrando luego la mezcla, se puede separar dando un filtrado que contiene selenito de sodio y un residuo sólido que contiene elementos del grupo del platino. El filtrado no contiene esencialmente elementos del grupo del platino, lo que indica una eficaz separación del selenio de los elementos del grupo del platino. Los elementos del grupo del platino contenidos dentro del residuo sólido se lixivian añadiendo un agente oxidante como por ejemplo peróxido de hidrógeno, junto con ácido clorhídrico. La mezcla resultante se filtra luego para hacer posible la recuperación de un filtrado que contenga los elementos del grupo del platino.

Por consiguiente, según un primer procedimiento de separación de la presente invención, el tipo de material de selenuros de elementos del grupo del platino, que son esencialmente insolubles en los procedimientos industriales convencionales por vía húmeda, se pueden disolver casi completamente, y la producción de selenio hexavalente, que sigue siendo un problema en los procedimientos por vía seca, se puede suprimir a bajos niveles. Además, se requiere únicamente agua para disolver el selenio y lixiviarlo a partir de la masa fundida, lo que significa que se pueden reducir los costes del tratamiento.

Lo que sigue es una descripción de un segundo procedimiento de separación preferido de la presente invención, que usa la Fig. 3. Como se muestra en la Fig. 3, este segundo procedimiento de separación de la presente invención, es un procedimiento de separación en el que el material que contiene selenio y elementos del grupo del platino se lixivia con álcali a alta temperatura, originando que el selenio y similares emigren al líquido, y se realiza entonces una separación sólido-líquido para separar la mezcla en una fracción sólida que contiene elementos del grupo del platino y una fracción líquida que contiene selenio y similares.

Otra forma del segundo procedimiento de separación de la presente invención comprende además un procedimiento de disolución y separación de los elementos del grupo del platino, en el que se añade ácido clorhídrico y un agente oxidante a la fracción sólida separada generada mediante lixiviación con álcali, disolviendo de ese modo los elementos del grupo del platino. Además, el segundo procedimiento de separación incluye también un procedimiento en el que la lixiviación con álcali a alta temperatura origina la migración tanto del selenio como del telurio a la fase líquida, efectuando de ese modo una separación de los elementos del grupo del platino, y un procedimiento en el que los elementos del grupo del platino comprenden uno o más de rodio, rutenio, paladio y platino. En la presente invención, un material que contiene selenio y elementos del grupo del platino se refiere a un material que contiene elementos del grupo del platino, como por ejemplo rodio, junto con selenio y similares. Además, la expresión "selenio y similares" significa selenio y/o telurio.

Como se describió anteriormente, el material que contiene selenio y elementos del grupo del platino puede usar, por ejemplo, el precipitado de un residuo de extracción obtenido en un procedimiento, generado a continuación de una extracción de oro con disolvente, a partir del lixiviado de ácido clorhídrico, procedente de unos lodos descubreados. Estos lodos descubreados contienen grandes cantidades de metales valiosos, como por ejemplo oro, plata, elementos del grupo del platino, selenio y telurio. El procedimiento del tratamiento para los lodos se muestra en la Fig. 4. Como se muestra en la figura, los lodos descubreados se convierten en una suspensión añadiendo ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, y esta suspensión se filtra luego para efectuar una separación dando un residuo que contiene principalmente plata, y un lixiviado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y telurio. A continuación del ajuste de las características del líquido del lixiviado, se usa una extracción con disolvente para extraer oro del lixiviado. El líquido obtenido después de la extracción contiene los elementos residuales del grupo del platino, selenio y telurio. Se añade luego dióxido de azufre a este líquido obtenido después de la extracción con el fin de precipitar los elementos del grupo del platino, selenio, y telurio, que se recuperan como un precipitado del procedimiento.

Durante la reducción y precipitación del selenio y del telurio, a partir del anterior líquido obtenido después de la extracción mediante la adición de dióxido de azufre, debido a que el telurio tiene un potencial de reducción inferior al del selenio, el telurio precipita después de la precipitación del selenio y, en consecuencia, separando por filtración el precipitado de selenio y añadiendo luego más dióxido de azufre al filtrado para precipitar el telurio, los dos elementos se pueden separar y recuperar. Durante este procedimiento de reducción, los elementos del grupo del platino precipitan con el selenio y con el telurio. La presente invención puede usar el precipitado de selenio o el precipitado de telurio como material buscado que contenga selenio/telurio y elementos del grupo del platino.

La lixiviación con álcali del material que contiene selenio y elementos del grupo del platino se lleva a cabo, normalmente, bajo una concentración de álcali de al menos 1 mol/l, y se prefieren concentraciones dentro de un intervalo de 5 moles/l a 8 moles/l. Asegurando que la concentración de álcali es de al menos 1 mol/l, se consigue un fuerte ambiente alcalino de al menos pH 14, que origina una reducción en el potencial de oxidación-reducción del selenio y del telurio, lo que significa que el selenio y el telurio se pueden disolver en una solución alcalina a presión

ES 2 316 871 T3

normal, sin necesidad de usar un agente oxidante. Debido a que el progreso de esta reacción de disolución del selenio y del telurio es lenta a temperatura ambiente, la lixiviación se realiza, normalmente, a una temperatura de al menos 60°C y, preferiblemente, a una temperatura de aproximadamente 80°C.

5 La lixiviación con álcali origina que el selenio y el telurio se disuelvan en la solución alcalina, donde se dispersa en forma coloidal. Por el contrario, los elementos del grupo del platino, tales como el rodio y el paladio, no se disuelven y permanecen en la fase sólida. La filtración de la mezcla resultante permite una separación que da una dispersión que contiene selenio y/o telurio, y una fracción sólida que contiene los elementos del grupo del platino.

10 A continuación de la anterior separación sólido-líquido, se añade a la fracción sólida filtrada un agente oxidante, como por ejemplo peróxido de hidrógeno, y ácido clorhídrico, disolviendo de ese modo a los elementos del grupo del platino, como por ejemplo platino, paladio, rodio y rutenio. Los elementos del grupo del platino son oxidados por el peróxido de hidrógeno, y forman luego cloruros complejos con los iones cloro, permitiéndoles que se estabilicen y se disuelvan en la fase líquida. El peróxido de hidrógeno se añade en la cantidad requerida para convertir los elementos
15 del grupo del platino en iones con números de oxidación estables, es decir, la cantidad requerida para convertir el platino en una forma tetravalente, el paladio en una forma bivalente, y el rodio y el rutenio en formas trivalentes. La cantidad de ácido clorhídrico usada es suficiente para generar PtCl_6^- , PdCl_4^- , RhCl_6^{3-} , y RuCl_6^{3-} , respectivamente, así como para tener al menos 2 moles/l de ácido clorhídrico libre. La temperatura de reacción es, normalmente, de al menos 60°C con el fin de acelerar la reacción y, normalmente, no es superior a 80°C, con el fin de suprimir la
20 descomposición del peróxido de hidrógeno, y se prefiere una temperatura de aproximadamente 70°C. El tratamiento de disolución hace posible una solución de ácido clorhídrico que contenga disueltos el platino, paladio, rodio y rutenio que se van a obtener.

Según el segundo procedimiento de separación de la presente invención, sometiendo un material que contiene
25 selenio y elementos del grupo del platino a lixiviación con álcali, a una temperatura de tratamiento dentro del intervalo de 60 a 80°C, se puede disolver selenio y telurio y separarlos de los elementos del grupo del platino a presión normal, y sin el uso de un agente oxidante. Por consiguiente, se puede separar fácilmente selenio y telurio de un precipitado, obtenido en un procedimiento, que contiene selenio y telurio, así como elementos del grupo del platino, y los elementos del grupo del platino se pueden recuperar selectivamente con un rendimiento del 95% o más. Además, Debido a que
30 los elementos del grupo del platino no se oxidan durante esta lixiviación con álcali, no se producen óxidos muy insolubles, tales como el óxido de rodio y el óxido de rutenio, lo que significa que los elementos del grupo del platino se pueden, posteriormente, disolver fácilmente. Los elementos del grupo del platino del residuo de lixiviación con álcali, se pueden oxidar posteriormente en presencia de ácido clorhídrico, formando de ese modo cloruros complejos, y generando una solución de elementos del grupo del platino. El selenio y el telurio disueltos se dispersan en forma
35 coloidal, y se pueden precipitar como metales neutralizando el lixivado, y posteriormente estos dos metales también se pueden recuperar con facilidad. Los procedimientos convencionales de lixiviación con álcali que usan un agente oxidante, requieren que la lixiviación se realice bajo condiciones presurizadas, y debido a que generan selenato de sodio y/o selenito de sodio, la posterior recuperación del selenio necesita tiempo. Por el contrario, el procedimiento del tratamiento de la presente invención permite la disolución del selenio y del telurio, y permite que la separación de
40 estos elementos de los elementos del grupo del platino se realice a presión normal, sin el uso de agente oxidante, lo que significa que el control del procedimiento y el tratamiento de recuperación son mucho más fáciles.

Lo que sigue es una descripción de un tercer procedimiento de separación preferido, de la presente invención, que
45 usa la Fig. 5. Como se muestra en la figura, este tercer procedimiento de separación de la presente invención es un procedimiento para separar tanto selenio como elementos del grupo del platino a partir de un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, que comprende un procedimiento (ii) de lixiviación con álcali para someter a un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino a un tratamiento con álcali a alta temperatura, separando de ese modo el material en un lixivado que contiene selenio/telurio y un residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino, y un procedimiento (i) con masa fundida alcalina para añadir una mezcla
50 de sosa cáustica y nitrato de sodio al residuo precedente de un tratamiento de destilación de un material que contiene selenio y elementos del grupo del platino, calentando posteriormente a una temperatura que excede la temperatura (eutéctica) de fusión de la mezcla, disolviendo de ese modo el selenio/telurio, y realizando luego una lixiviación con agua para separar la mezcla dando un lixivado que contiene selenio/telurio y un residuo de lixiviación que contiene los elementos del grupo del platino.

55 *Material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino*

Como se describió anteriormente, el material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino puede
60 usar, por ejemplo, el precipitado obtenido en un procedimiento de reducción de un residuo de extracción generado a continuación de una extracción de oro con disolvente a partir de un lixivado con ácido clorhídrico procedente de unos lodos descubreados. Estos lodos descubreados contienen grandes cantidades de metales valiosos tales como oro, plata, elementos del grupo del platino, selenio y telurio. Específicamente, el material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino se obtiene tratando los lodos descubreados de la siguiente manera. En primer lugar, los lodos descubreados se convierten en una suspensión añadiendo ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, y esta
65 suspensión se filtra luego para separar un residuo, que contiene principalmente plata, de un lixivado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y telurio. A continuación del ajuste de las características del líquido del lixivado, se usa una extracción con disolvente usando DBC o similares para extraer el oro del lixivado. El líquido obtenido después de la extracción contiene los elementos residuales del grupo del platino, así como selenio y telurio.

ES 2 316 871 T3

Se introduce luego dióxido de azufre, y más específicamente gas dióxido de azufre, en el líquido obtenido después de la extracción, en una cantidad suficiente para retener la concentración de selenio en el líquido con un valor de 3 g/l o superior, reduciendo de ese modo, y precipitando, el selenio, y efectuando una separación del líquido restante obtenido después de la extracción. Se introduce luego más dióxido de azufre en el líquido restante obtenido después de la extracción del que se le ha separado el selenio, reduciendo de ese modo, y precipitando, el selenio junto con el telurio, que se puede separar mediante una posterior filtración.

El tercer procedimiento de separación de la presente invención puede usar el líquido obtenido después de la extracción del oro, anteriormente descrito, como un líquido que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino. Además, el procedimiento de separación puede usar el precipitado de la reducción procedente del anterior líquido obtenido después de la extracción del oro, o el residuo de destilación generado en la posterior destilación, como un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino. Además, también se pueden usar aguas residuales procedentes de una instalación de galvanización, u otras soluciones que contienen selenio/telurio y elementos del grupo del platino, tales como aguas residuales de fusión, como material que contiene selenio/telurio y líquido con elementos del grupo del platino.

En el tratamiento de reducción del anterior líquido obtenido después de la extracción del oro, cuando se reduce y precipita el selenio y el telurio, debido a que el telurio tiene un potencial de reducción inferior al de selenio, el telurio precipita después de la precipitación del selenio, y separando posteriormente por filtración el precipitado de selenio y añadiendo luego más dióxido de azufre al filtrado para precipitar el telurio, se pueden separar y recuperar los dos elementos. Durante este procedimiento de reducción, los elementos del grupo del platino precipitan junto con el selenio y con el telurio.

Los materiales que contienen selenio/telurio y elementos del grupo del platino, obtenidos de esta manera, se tratan con un posterior procedimiento de lixiviación con álcali y con un procedimiento con masa fundida alcalina. En este caso, el selenio que precipita primero en la reducción del residuo de extracción, es sometido preferiblemente a destilación para permitir la recuperación de selenio de alta pureza, y el residuo (residuo de destilación) es sometido a tratamiento con masa fundida alcalina, mientras el telurio que precipita después es sometido, preferiblemente, a tratamiento de lixiviación con álcali. El residuo de destilación incluye compuestos tales como el selenuro de paladio, y es estable, y en consecuencia no se puede conseguir la disolución del selenio mediante lixiviación con álcali. Sometiendo el residuo de destilación a un tratamiento con masa fundida alcalina, el selenio se puede tratar eficazmente. Por el contrario, el rodio y el rutenio incorporados en el precipitado de telurio están contenidos en una proporción relativamente más alta que la contenida en el precipitado de selenio y, posteriormente, si el precipitado de telurio es sometido a fusión alcalina, tiene tendencia a formar óxidos insolubles, haciendo difícil el posterior paso de lixiviación con ácido clorhídrico. Por consiguiente, el precipitado de telurio sufre, preferiblemente, un tratamiento de lixiviación con álcali.

Procedimiento con masa fundida alcalina

El anterior material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, como por ejemplo el precipitado de selenio o el anteriormente mencionado residuo de la destilación del selenio, sufren un tratamiento con masa fundida alcalina. En este tratamiento con masa fundida alcalina, se añade un fundente que comprende una mezcla de sosa cáustica (NaOH) y nitrato de sodio (NaNO₃) al precipitado de selenio o al residuo de la destilación del selenio, y la mezcla resultante se funde calentando a una temperatura que excede el punto de fusión (temperatura eutéctica) del fundente. Este calentamiento y fusión convierte el selenio en un estado principalmente tetravalente, generando selenito de sodio (Na₂SeO₃) que posteriormente se disuelve. La razón para usar una mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio como fundente es que si se usa únicamente sosa cáustica, entonces el suministro de oxígeno a partir de la atmósfera es inadecuado, dando lugar a la producción de selenuro de sodio (Na₂Se), y este selenuro de sodio se convierte en selenio metálico y precipita durante la lixiviación con agua, lo que significa que los elementos del grupo del platino y el selenio no se pueden separar físicamente. Además, si se usa únicamente nitrato de sodio como fundente, entonces el poder oxidante se hace demasiado fuerte, dando lugar a un aumento en la proporción de selenio hexavalente no deseado.

Con el fin de reducir la temperatura de fusión, la composición del fundente está, preferiblemente, próxima a la composición eutéctica. Específicamente, la relación de sosa cáustica:nitrato de sodio está preferiblemente dentro del intervalo de 75:25 a 85:15 (relación molar). Además, la temperatura de calentamiento debe ser al menos la temperatura eutéctica del fundente (258°C), y debido a que el fundente debe tener una fluidez adecuada, y ser capaz de lixiviar los materiales de selenuro, se prefiere una temperatura de calentamiento dentro del intervalo de 350 a 450°C. A temperaturas dentro de este intervalo, el nitrato de sodio (NaNO₃) genera oxígeno, pero es menos probable que genere NO_x, mientras que si la temperatura excede el intervalo anterior, aumenta la proporción de generación de NO_x, y también se refuerza el poder oxidante, aumentando la proporción de selenio hexavalente.

A continuación de la adición del anterior fundente al material que contiene selenio y elementos del grupo del platino y posterior calentamiento para fundir el fundente, el producto fundido se lixivia con agua para efectuar una separación sólido-líquido. El selenito de sodio se disuelve en agua, mientras que los elementos del grupo del platino permanecen en el residuo y, en consecuencia, realizando la lixiviación con agua de la anterior masa fundida y filtrando luego, la mezcla se puede separar dando un filtrado que contiene selenito de sodio y un residuo sólido que contiene elementos del grupo del platino. El filtrado no contiene esencialmente elementos del grupo del platino, lo que indica una separación eficaz del selenio de los elementos del grupo del platino. Los elementos del grupo del platino contenidos

ES 2 316 871 T3

en el residuo sólido se disuelven añadiendo ácido clorhídrico, junto con un agente oxidante tal como el peróxido de hidrógeno. Se filtra luego la mezcla resultante para hacer posible la recuperación de un filtrado que contiene los elementos del grupo del platino.

5 Procedimiento de lixiviación con álcali

El material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino sufre un tratamiento de lixiviación con álcali. La lixiviación con álcali se realiza típicamente bajo una concentración de álcali de al menos 1 mol/l, y se prefieren concentraciones dentro de un intervalo de 5 mol/l a 8 mol/l. Asegurando que la concentración de álcali es al menos de 1 mol/l, se consigue un medio ambiente fuertemente alcalino de al menos pH 14, que origina una reducción en el potencial de oxidación-reducción del selenio y del teluro, lo que significa que el selenio y el teluro se pueden disolver en la solución de álcali a presión normal, sin la necesidad de usar un agente oxidante. Debido a que el progreso de esta reacción de disolución del selenio y del teluro es lenta a temperatura ambiente, la lixiviación se realiza típicamente a una temperatura de al menos 60°C y, preferiblemente, a una temperatura de aproximadamente 80°C.

La lixiviación con álcali origina que el selenio y el teluro se disuelvan en la solución de álcali, donde se dispersan en forma coloidal. Por el contrario, los elementos del grupo del platino, como el rodio y el paladio, no se disuelven y permanecen en la fase sólida. La filtración de la mezcla resultante permite una separación en un lixiviado que contiene selenio y/o teluro, y una fracción sólida que contiene los elementos del grupo del platino.

A continuación de la anterior separación sólido-líquido, si se añade ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al filtrado que contiene selenio/teluro para efectuar la neutralización, se desarrolla un precipitado de color negro de selenio metálico y/o de teluro metálico, y el color de la solución se aclara desde un color púrpura intenso, hasta que el líquido se hace transparente alrededor de pH 7. El análisis de este precipitado de selenio y/o del precipitado de teluro es, normalmente, del 99% o mejor, lo que permite la recuperación de selenio metálico y/o teluro metálico de alta calidad. Si se usa ácido nítrico en vez del ácido sulfúrico o de ácido clorhídrico, el poder oxidante del ácido nítrico origina que el selenio/teluro se oxide y se disuelva, lo que significa que la separación no es posible. Además, la temperatura del líquido es preferiblemente de 60 a 80°C. Si la neutralización se realiza a una temperatura del líquido dentro de este intervalo, se puede obtener selenio con buena capacidad de filtración.

A la fracción sólida filtrada que contiene los elementos del grupo del platino se le añade un agente oxidante como por ejemplo peróxido de hidrógeno, y ácido clorhídrico, disolviendo de ese modo los elementos del grupo del platino, tales como el platino, paladio, rodio y rutenio. Los elementos del grupo del platino son oxidados por el peróxido de hidrógeno, y forman luego cloruros complejos con los iones cloruro, posibilitando que se establezcan y se disuelvan en la fase líquida. El peróxido de hidrógeno se añade en la cantidad requerida para convertir los elementos del grupo del platino en iones con números de oxidación estables, es decir, la cantidad requerida para convertir platino en una forma tetravalente, paladio en forma bivalente, y rodio y rutenio en formas trivalentes. La cantidad de ácido clorhídrico usada es, preferiblemente, suficiente para generar PtCl_6^- , PdCl_4^- , RhCl_6^{3-} , y RuCl_6^{3-} , respectivamente, así como para dejar al menos 2 mol/l de ácido clorhídrico libre. La temperatura de reacción es, normalmente, al menos 60°C con el fin de acelerar la reacción y, normalmente, no más de 80°C con el fin de suprimir la descomposición del peróxido de hidrógeno, y se prefiere una temperatura de aproximadamente 70°C. Este tratamiento de disolución, hace posible que se obtenga una solución de ácido clorhídrico que contiene platino, paladio, rodio y rutenio disueltos.

Como se describió anteriormente, sometiendo un material que contiene selenio y elementos del grupo del platino a lixiviación con álcali, a una temperatura de tratamiento dentro de un intervalo de 60 a 80°C, se puede disolver el selenio y el teluro y separar de los elementos del grupo del platino a presión normal, y sin el uso de un agente oxidante. Por consiguiente, se pueden separar fácilmente el selenio y el teluro de un precipitado del procedimiento que contenga selenio y teluro así como elementos del grupo del platino, y los elementos del grupo del platino se pueden recuperar selectivamente con un rendimiento del 95% o más alto. Además, debido a que los elementos del grupo del platino no se oxidan durante esta lixiviación con álcali, no se producen óxidos muy insolubles tales como el óxido de rodio y el óxido de rutenio, lo que significa que los elementos del grupo del platino pueden, posteriormente, disolverse fácilmente. Los elementos del grupo del platino el residuo de lixiviación se pueden recuperar mediante oxidación en presencia de ácido clorhídrico, formando de ese modo cloruros complejos, y generando una solución de elementos del grupo del platino. El selenio y el teluro disueltos se dispersan en forma de coloide, y se pueden precipitar como metales neutralizando el lixiviado o bien con ácido sulfúrico o con ácido clorhídrico, y posteriormente estos dos metales se pueden recuperar también con facilidad. Los procedimientos convencionales de lixiviación con álcali que usan un agente oxidante requieren que la lixiviación se realice bajo condiciones presurizadas, y generan selenato de sodio y/o selenito de sodio, y la presencia de selenio hexavalente significa que es difícil la retirada del selenio de las aguas residuales. Por el contrario, el procedimiento del tratamiento de la presente invención permite la disolución del selenio y del teluro, y la separación de estos elementos de los elementos del grupo del platino se realiza a presión normal, sin el uso de un agente oxidante, lo que significa que el control del procedimiento y el tratamiento de recuperación se pueden completar sin la generación de selenio hexavalente.

Como se describió anteriormente, en el procedimiento con masa fundida alcalina, el selenio y/o el teluro se disuelve en agua en forma de selenito de sodio o de telurito de sodio, y posteriormente se separan del residuo de lixiviación que contiene los elementos del grupo del platino. Sin embargo, el lixiviado acuoso separado puede contener todavía pequeñas cantidades residuales de elementos del grupo del platino además del selenio/teluro y, posteriormente, el lixiviado acuoso se recicla, preferiblemente, al anterior procedimiento de lixiviación con álcali, y es sometido a lixi-

ES 2 316 871 T3

viación con álcali junto con el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino. Este tratamiento de reciclado concentra el selenio/teluro.

5 Por otro lado, el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino, obtenido en el procedimiento con masa fundida alcalina, se combina con un agente oxidante, tal como el peróxido de hidrógeno, junto con ácido clorhídrico, de la misma forma que el residuo procedente del procedimiento de lixiviación con álcali, disolviendo de ese modo los elementos del grupo del platino, tales como el platino, paladio, rodio y rutenio. Los elementos del grupo del platino son oxidados por el peróxido de hidrógeno, y forman luego cloruros complejos con iones cloro, haciendo posibles que se disuelvan de forma estable en la fase líquida. Este tratamiento de disolución hace posible que 10 se obtenga una solución de ácido clorhídrico que contenga platino, paladio, rodio y rutenio disueltos. Este tratamiento de cloración se realiza, preferiblemente, junto con el residuo de lixiviación obtenido en el procedimiento de lixiviación con álcali.

15 Según el tercer procedimiento de separación de la presente invención, el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se trata usando una combinación de un procedimiento de lixiviación con álcali, en el que la lixiviación con álcali se realiza a alta temperatura, y un procedimiento con masa fundida alcalina, en el que se añade una mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio, y la mezcla se funde calentando a una temperatura que excede la temperatura (eutéctica) de fusión para disolver el selenio/teluro y, como resultado, el selenio/teluro y los elementos del grupo del platino se pueden concentrar y recuperar casi completamente, haciendo posible que se le suministre a un 20 posterior paso de refinado, una solución de ácido clorhídrico fácilmente refinada, y que hace posible que se separen de una forma simple y eficaz, y a bajo coste, los elementos del grupo del platino y el selenio/teluro, a partir de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino.

25 Lo que sigue es una descripción de un cuarto procedimiento de separación preferido, de la presente invención, que usa la Fig. 6.

El cuarto procedimiento de separación, descrito más adelante, es un procedimiento de un tratamiento para el selenio/teluro en el que se introduce una mezcla de selenio/teluro en un procedimiento de fusión y refinado del cobre para generar una aleación de selenio y de teluro con cobre, esta aleación es sometida a electrolisis del cobre para 30 recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y teluro dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y estos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico para disolver el teluro, haciendo posible de ese modo que el teluro se separe del selenio que permanece en el residuo de lixiviación.

Más específicamente, como se muestra mediante el procedimiento del tratamiento mostrado en la Fig. 6, se usa un material anteriormente mencionado que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino como la mezcla de 35 selenio/teluro, y como se describió anteriormente, este material pasa primero a través del procedimiento de lixiviación con álcali, en el que la mezcla es sometida a lixiviación con álcali a alta temperatura para efectuar una separación dando un lixiviado que contiene selenio/teluro y un residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino. Se añade luego ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al lixiviado para neutralizar el lixiviado y precipitar la mezcla de selenio/teluro, y esta mezcla se introduce en el procedimiento de refinado del cobre para generar una aleación de selenio y teluro con cobre. Esta aleación es sometida luego a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y teluro dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y estos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a una lixiviación oxidante con ácido sulfúrico para eluir el teluro, haciendo posible de ese modo 40 que el teluro se separe del selenio, el cual permanece en el residuo de lixiviación.

45 *Mezcla de selenio/teluro*

En el cuarto procedimiento de separación de la presente invención, la mezcla de selenio/teluro puede usar un material tratado que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino procedente de un procedimiento con 50 cobre. Específicamente, se puede usar el tipo de material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino que se usó desde el primer hasta el tercer procedimiento de separación.

El material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se trata luego en el procedimiento de 55 lixiviación con álcali y en el procedimiento con masa fundida alcalina descrito más adelante. Como era el caso en los anteriores procedimientos de separación, en el cuarto procedimiento de separación, el selenio que precipita primero en la reducción del líquido obtenido después de la extracción es, preferiblemente, sometido a destilación para hacer posible la recuperación de selenio de alta pureza, y el residuo (residuo de destilación) es sometido a un tratamiento con masa fundida alcalina, mientras que el teluro que precipita después es sometido, preferiblemente, a un tratamiento de lixiviación con álcali. El residuo de destilación incluye compuestos tales como el selenuro de paladio, y es estable, y 60 en consecuencia no se puede conseguir la disolución del selenio mediante lixiviación con álcali. Sometiendo el residuo de destilación a un tratamiento con masa fundida alcalina, el selenio se puede tratar eficazmente. Por el contrario, el rodio y el rutenio incorporados en el precipitado de teluro están en un contenido relativamente más alto que lo están en el precipitado de selenio y, en consecuencia, si el precipitado de teluro es sometido a fusión alcalina, tiene tendencia a formar óxidos insolubles, que hacen que el posterior paso con ácido clorhídrico sea difícil. Por consiguiente, el 65 precipitado de teluro sufre, preferiblemente, un tratamiento de lixiviación con álcali.

Procedimiento de lixiviación con álcali

Como se describió en el anterior procedimiento de separación, el material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino sufre un tratamiento de lixiviación con álcali. La lixiviación con álcali se realiza, normalmente, bajo una concentración de álcali de al menos 1 mol/l, y se prefieren concentraciones dentro del intervalo de 5 moles/l a 8 moles/l. Asegurando que la concentración de álcali es de al menos 1 mol/l, se consigue un ambiente alcalino fuerte de al menos pH 14, que origina una reducción en el potencial de oxidación-reducción del selenio y del teluro, lo que significa que se puede conseguir que el selenio y el teluro se disuelvan en la solución de álcali a presión normal, sin la necesidad de usar un agente oxidante. Debido a que el progreso de esta reacción de disolución del selenio y del teluro es lento a temperatura ambiente, la lixiviación se realiza normalmente a una temperatura de al menos 60°C y, preferiblemente, a una temperatura de aproximadamente 80°C.

La lixiviación con álcali origina que el selenio y el teluro se disuelvan en la solución de álcali, donde se dispersan en forma de coloide. Por el contrario, elementos del grupo del platino, tales como el rodio y el paladio, no se disuelven y permanecen en la fase sólida. La filtración de la mezcla resultante hace posible una separación dando un lixiviado que contiene selenio y/o teluro, y una fracción sólida que contiene elementos del grupo del platino.

La anterior lixiviación con álcali se puede realizar también sobre una combinación de material que contenga selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y el lixiviado obtenido sometiendo el residuo procedente del anteriormente mencionado tratamiento de destilación a un tratamiento con masa fundida alcalina. El precipitado de selenio obtenido mediante el tratamiento de reducción del material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, o el residuo obtenido a partir del tratamiento de destilación de este precipitado de selenio reducido, se combina con un fundente que comprende una mezcla de sosa cáustica (NaOH) y nitrato de sodio (NaNO₃), y la mezcla resultante se funde calentando a una temperatura que exceda el punto de fusión (temperatura eutéctica) del fundente. Este calentamiento y fusión convierte al selenio a un estado principalmente tetravalente, generando selenito de sodio (Na₂SeO₃) que posteriormente se disuelve. Este tratamiento con masa fundida alcalina origina que el selenio/teluro se disuelva, y se usa luego una lixiviación con agua para separar la mezcla dando un lixiviado que contiene el selenio/teluro, y un residuo de lixiviación que contiene los elementos del grupo del platino. Este lixiviado se puede añadir al procedimiento de lixiviación con álcali de los materiales que contienen selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y ser sometidos a lixiviación con álcali, como se describió anteriormente. El uso del lixiviado obtenido a partir de este procedimiento con masa fundida alcalina hace posible que la tasa de recuperación global del selenio/teluro, para el procedimiento del tratamiento completo, mejore.

A continuación de la anterior separación sólido-líquido de la lixiviación con álcali, si se añade ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al filtrado que contiene selenio/teluro para efectuar una neutralización, se desarrolla un precipitado de color negro de selenio metálico y/o de teluro metálico, y el color de la solución se aclara desde un color púrpura intenso, hasta que el líquido se hace transparente alrededor de pH 7. Realizando una separación sólido-líquido, se puede recuperar una mezcla de teluro metálico y de selenio metálico. El análisis de esta mezcla de selenio/teluro es, normalmente, del 99% o mejor, lo que permite la recuperación de selenio metálico y/o teluro metálico de alta calidad. Si se usa ácido nítrico en vez del ácido sulfúrico o de ácido clorhídrico, el poder oxidante del ácido nítrico origina que el selenio/teluro se oxide y se disuelva, lo que significa que la precipitación no es posible. La temperatura del líquido es preferiblemente de 60 a 80°C. Si la neutralización se realiza a una temperatura del líquido dentro de este intervalo, se puede obtener una mezcla de selenio/teluro con buena capacidad de filtración.

En el cuarto procedimiento de separación de la presente invención, la anterior mezcla de selenio/teluro se introduce en el procedimiento de fusión y refinado del cobre para generar una aleación de selenio y teluro con cobre, y este cobre aleado (cobre crudo) sufre luego una electrolisis para recuperar cobre electrolítico, mientras que el selenio y el teluro se acumulan dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, junto con los otros componentes insolubles. La electrolisis del cobre se puede realizar bajo condiciones normales de la electrolisis del cobre. La electrolisis del cobre produce cobre electrolítico de alta pureza, mientras que el selenio y el teluro forman unos lodos de la electrolisis del cobre con los otros componentes insolubles que se incorporan dentro del cobre crudo. Sometiendo estos lodos de la electrolisis del cobre a una oxidación al aire, con ácido sulfúrico, y realizando un tratamiento de lixiviación (lixiviación para la separación del cobre), la mayoría del cobre y del teluro contenido dentro de los lodos se puede disolver. El electrolito de ácido sulfúrico se puede usar como el ácido sulfúrico para este paso. Poniendo en contacto el lixiviado de cobre disuelto que contiene teluro con cobre metálico forma telururo de cobre, lo que significa que el teluro se puede recuperar como telururo de cobre. Desde el punto de vista industrial, se hace pasar al lixiviado de cobre disuelto, que contiene teluro, a través de una columna empacada con virutas de cobre para recuperar el telururo de cobre. Por otro lado, el selenio permanece en el residuo de lixiviación (lodos descubreados) y, en consecuencia, esta lixiviación de separación del cobre se puede usar para separar el selenio y el teluro.

A continuación de la anterior lixiviación de separación del cobre, el lixiviado que contiene cobre y selenio es devuelto al paso de la electrolisis del cobre, y el cobre se recupera como cobre electrolítico. Como se describió anteriormente, el selenio se acumula en los lodos de la electrolisis del cobre y, en consecuencia, repitiendo la lixiviación oxidante con ácido sulfúrico (lixiviación de separación del cobre) de los lodos de la electrolisis del cobre, el selenio se concentra dentro de los lodos descubreados. Además, estos lodos descubreados contienen también grandes cantidades de metales nobles tales como oro, plata, elementos del grupo del platino, y plomo, y en consecuencia, realizando una lixiviación con cloración de los lodos descubreados mediante la introducción de un agente oxidante como por ejemplo peróxido de hidrógeno o gas cloro, junto con ácido clorhídrico o similares, estos metales nobles se pueden disolver, y

ES 2 316 871 T3

luego recuperar empleando procedimientos de tratamientos adecuados a la recuperación de cada uno de los elementos de metales nobles.

En un ejemplo de un procedimiento para recuperar un metal noble, la plata y el plomo contenidos en los lodos se convierten en cloruros insolubles mediante la anterior lixiviación con cloración, mientras que el oro, los elementos del grupo del platino, el selenio y el telurio se disuelven en el lixiviado, luego se realiza una separación sólido-líquido para efectuar una separación que dé un filtrado de lixiviación que contiene oro y elementos del grupo del platino y similares, y un residuo filtrado de la lixiviación que contiene plata y plomo, y el procedimiento del tratamiento descrito anteriormente se usa luego para separar y recuperar plata y plomo de este residuo que contiene plata y plomo. Además, se puede usar una extracción con disolvente para extraer oro del filtrado de lixiviación que contiene telurio y elementos del grupo del platino y similares, y se usa luego una posterior reducción para recuperar el oro, mientras que el líquido obtenido después de la extracción puede ser sometido a un tratamiento de destilación, el selenio y el telurio pueden reducirse, y el precipitado de reducción resultante puede usarse para repetir el tratamiento de la presente invención, haciendo posible de ese modo que el selenio y el telurio se concentren y se recuperen con un buen nivel de eficacia.

Según el cuarto procedimiento de separación de la presente invención, se introduce una mezcla de selenio/telurio en un procedimiento de refinado de cobre para generar una aleación de selenio y telurio con cobre, y esta aleación de cobre es sometida a electrolisis para recuperar cobre electrolítico de alta pureza, mientras que el selenio y el telurio se acumulan en los lodos de electrolisis del cobre y, en consecuencia, sometiendo estos lodos de electrolisis del cobre a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico (lixiviación de separación del cobre), el telurio se puede disolver en la solución y separarse del selenio, y el telurio disuelto se puede separar y recuperar a través del contacto con cobre metálico para generar telururo de cobre. Además, el selenio que permanece en el residuo de la lixiviación del cobre se puede separar y recuperar mediante un tratamiento de reducción, a continuación de finalización del procedimiento de recuperación de metales nobles, como por ejemplo un procedimiento de extracción de oro.

Lo que sigue es una descripción de un quinto procedimiento de separación preferido de la presente invención, que usa la Fig. 7. Como se muestra en la Fig. 7, el quinto procedimiento de separación es un procedimiento de tratamiento para separar oro de una solución que contiene elementos del grupo del platino, en el que un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino es sometido a un tratamiento con álcali para efectuar una separación dando un lixiviado que contiene selenio/telurio y un residuo que contiene elementos del grupo del platino, se añade ácido clorhídrico a este residuo que contiene elementos del grupo del platino, en presencia de un agente oxidante, se realiza una separación sólido-líquido, y se añade luego hidrócloruro de hidroxilamina a la solución filtrada que contiene los elementos del grupo del platino con el fin de reducir y precipitar selectivamente el oro.

Incluso en este procedimiento de separación de la presente invención, se puede usar un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, obtenido en un procedimiento de fusión del cobre, de forma similar a la descrita en el primer procedimiento de separación.

Tratamiento con álcali

El material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino sufre un tratamiento con álcali, y se separa dando un lixiviado que contiene selenio/telurio y un residuo que contiene elementos del grupo del platino. Como se describió anteriormente, este tratamiento con álcali puede implicar o bien un procedimiento de lixiviación con álcali, o un procedimiento con masa fundida alcalina, o puede incluir ambos procedimientos. En estos casos, donde se llevan a cabo tanto el procedimiento de lixiviación con álcali como el procedimiento con masa fundida alcalina, el selenio que precipita primero en la reducción del anteriormente mencionado líquido obtenido después de la extracción es sometido, preferiblemente, a destilación para hacer posible la recuperación de selenio de alta pureza, y el residuo (residuo de destilación) es sometido a tratamiento con masa fundida alcalina, mientras que el telurio que precipita después es sometido, preferiblemente, a un tratamiento de lixiviación con álcali. El residuo de destilación incluye compuestos tales como selenuro de paladio, y es estable, y en consecuencia, no se puede conseguir la disolución del selenio mediante lixiviación con álcali. Sometiendo el residuo de destilación a un tratamiento con masa fundida alcalina, el selenio se puede tratar eficazmente. Por el contrario, el rodio y el rutenio incorporados en el precipitado de telurio tiene un contenido relativamente más alto que el contenido en el precipitado de selenio y, en consecuencia, si el precipitado de telurio es sometido a fusión alcalina, tiene tendencia a formar óxidos insolubles, haciendo difícil el posterior paso de lixiviación con ácido clorhídrico. Por consiguiente, el precipitado de telurio sufre, preferiblemente, un tratamiento de lixiviación con álcali.

Fusión alcalina

En el tratamiento de lixiviación con álcali, el precipitado de selenio obtenido por tratamiento de reducción del material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, o el residuo obtenido a partir del tratamiento de destilación de este precipitado de selenio reducido, se combina con un fundente que comprende una mezcla de sosa cáustica (NaOH) y nitrato de sodio (NaNO₃), y la mezcla resultante se funde calentando a una temperatura que exceda el punto de fusión (temperatura eutéctica) del fundente. Este calentamiento y fusión convierte el selenio en un estado principalmente tetravalente, generando selenito de sodio (Na₂SeO₃) que posteriormente se disuelve, y se usa luego una lixiviación con agua para separar la mezcla dando un lixiviado que contiene el selenio/telurio, y un residuo de

lixiviación que contiene elementos del grupo del platino. Este lixiviado se puede añadir al procedimiento de lixiviación con álcali de materiales que contienen selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y ser sometidos a lixiviación con álcali, como se describió anteriormente. Usando el lixiviado obtenido a partir del procedimiento con masa fundida alcalina, se hace posible que se mejore la tasa de recuperación global de selenio/teluro para el procedimiento del tratamiento completo.

Lixiviación con álcali

El tratamiento de lixiviación con álcali del material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se realiza, normalmente, bajo una concentración de álcali de al menos 1 mol/l, y se prefieren concentraciones dentro del intervalo de 5 moles/l a 8 moles/l. Asegurando que la concentración de álcali sea de al menos 1 mol/l, se consigue un fuerte ambiente alcalino de al menos pH 14, que origina una reducción en el potencial de oxidación-reducción del selenio y el teluro, lo que significa que el selenio y el teluro se pueden disolver en la solución de álcali a presión normal, sin necesidad de usar un agente oxidante. Debido a que el progreso de esta reacción de disolución de selenio y teluro es lento a temperatura ambiente, la lixiviación se realiza, normalmente, a una temperatura de al menos 60°C, y preferiblemente a una temperatura de aproximadamente 80°C.

La lixiviación con álcali origina que el selenio y el teluro se disuelven en la solución de álcali, donde se dispersan en forma de coloide. Por el contrario, elementos del grupo del platino tales como el rodio y el paladio no se disuelven y permanecen en la fase sólida. La filtración de la mezcla resultante hace posible una separación dando un lixiviado que contiene selenio y/o teluro, y una fracción sólida que contiene los elementos del grupo del platino.

En el procedimiento de la presente invención, se añade hidrocloreuro de hidroxilamina a la solución que contiene los elementos del grupo del platino obtenidos en el tratamiento con álcali descrito anteriormente con el fin reducir y precipitar selectivamente el oro. Siempre que el hidrocloreuro de hidroxilamina se use como agente reductor, se puede reducir selectivamente el oro y precipitarse, incluso si la solución de elementos del grupo del platino es de ácido clorhídrico. La cantidad de hidrocloreuro de hidroxilamina añadida, está normalmente dentro de un intervalo de 1,3 a 1,6 equivalentes respecto a la cantidad de oro. Si esta cantidad es inferior a 1,3 equivalentes, entonces la reducción del oro es insatisfactoria, mientras que si la cantidad excede de 1,6 equivalentes, entonces los elementos del grupo del platino, y concretamente el paladio, se reducen junto con el oro, lo que significa que el oro no se puede recuperar selectivamente. La temperatura de reducción es, preferiblemente, al menos, de 60°C. A temperaturas inferiores a 60°C, la reacción de reducción es lenta, haciendo el procedimiento no adecuado industrialmente.

Por lo tanto, según este procedimiento de separación de la presente invención, el oro residual contenido en una solución de elementos del grupo del platino obtenido tratando un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, se puede precipitar y separar con un alto nivel de eficacia. Por consiguiente, el procedimiento de separación de la presente invención es ideal para usarlo en un procedimiento para recuperar metales nobles a partir de los lodos de la electrolisis del cobre, y se usa para separar oro durante el paso para separar y recuperar selenio/teluro y elementos del grupo del platino del precipitado de reducción, generado durante la reducción del líquido, obtenido después de la extracción del oro.

La Fig. 8A, la Fig. 8B y la Fig. 8C son dibujos de los procedimientos que muestran bosquejos de los procedimientos de separación de la presente invención, que muestran los pasos dentro de una combinación preferida del primero al quinto procedimiento de separación de la presente invención.

Como se muestra en la Fig. 8, es evidente que combinando los procedimientos de separación preferidos, anteriormente descritos, el selenio, teluro, los elementos del grupo del platino, y el oro y similares, se pueden separar fácilmente de los lodos descubreados, y más concretamente del material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino que se ha separado de los lodos descubreados.

Específicamente, el primer procedimiento de separación corresponde sustancialmente a los pasos de la Fig. 8B desde la fusión del NaOH hasta la lixiviación con agua y filtración, y el segundo procedimiento de separación corresponde sustancialmente a los pasos desde la elución del NaOH hasta la filtración. Además, los pasos desde la elución del NaOH hasta la filtración, y los pasos desde la fusión del NaOH hasta la lixiviación con agua y la filtración corresponde también sustancialmente al tercer procedimiento de separación. El cuarto procedimiento de separación corresponde a los pasos desde la fusión del cobre hasta la separación del teluro, en la Fig. 8C. El quinto procedimiento de separación corresponde sustancialmente a los pasos, en la Fig. 8B, desde la lixiviación con NaOH hasta la filtración, y los pasos para someter el lixiviado que contiene selenio/teluro, obtenido en los pasos desde la fusión del NaOH hasta la lixiviación con agua y filtración, a cloración, filtración y posterior separación del oro y filtración.

A continuación, se describe una serie de Ejemplos y Ejemplos Comparativos de la presente invención. A no ser que se establezca otra cosa, las unidades en % se refieren a los valores % en peso.

Ejemplo 1

Usando 20 g de un material que contiene elementos del grupo del platino, que comprende selenuro de paladio como componente principal, como materia prima, se mezclaron 21,7 g de sosa cáustica y 11,5 g de nitrato de sodio

ES 2 316 871 T3

con la materia prima, y la mezcla se calentó durante 2 horas a 400°C, formando una masa fundida. A continuación del enfriamiento de la masa fundida, se añadieron 500 ml de agua, y la mezcla se agitó durante una hora, y luego se filtró. El 97,4% del selenio procedente de la anterior materia prima se ha lixiviado al filtrado. Además, no se detectó en el filtrado ni platino ni paladio. La cantidad de selenio hexavalente en el filtrado era inferior al 10%. Mientras tanto, se volvió a hacer una pulpa con el residuo filtrado y ácido clorhídrico 3 N, y luego se oxidó con peróxido de hidrógeno. Como resultado, el 95% del paladio y el 99%, o más, del platino se lixiviaron en la solución.

Ejemplo 2

Con la excepción de que se usaron 20,3 g de sosa cáustica y 14,4 g de nitrato de sodio, se usó el mismo método del Ejemplo 1 para calentar y fundir 20 g del material que contiene elementos del grupo del platino, que comprende selenuro de paladio como componente principal, y luego se sometió esta masa fundida a lixiviación con agua y filtración. La tasa de lixiviación del selenio en el filtrado era del 98,2%. No se detectó ni platino ni paladio en el filtrado. Además, la proporción de selenio hexavalente en el filtrado era inferior al 10%. Mientras tanto, cuando se volvió a hacer una pulpa con el residuo filtrado y ácido clorhídrico 3 N, y se oxidó luego con peróxido de hidrógeno, la tasa de lixiviación del paladio en la solución era del 95%, y la tasa de lixiviación para el paladio era del 99% o más.

Ejemplo 3

Con la excepción de que se usaron 23,0 g de sosa cáustica y 8,6 g de nitrato de sodio, se usó el mismo método del Ejemplo 1 para calentar y fundir 20 g del material que contiene elementos del grupo del platino, que comprende selenuro de paladio como componente principal, y luego se sometió esta masa fundida a lixiviación con agua y filtración. La tasa de lixiviación del selenio en el filtrado era del 97,2%. No se detectó ni platino ni paladio en el filtrado. Además, la proporción de selenio hexavalente en el filtrado era inferior al 10%. Mientras tanto, cuando se volvió a hacer una pulpa con el residuo filtrado y ácido clorhídrico 3 N, y se oxidó luego con peróxido de hidrógeno, la tasa de lixiviación del paladio en la solución era del 95%, y la tasa de lixiviación para el paladio era del 99% o más.

Ejemplo 4

Después de volver a hacer una pulpa con 5 kg de lodos de electrolisis descubreados en 5 l de ácido clorhídrico y 2 l de agua, se añadió gradualmente peróxido de hidrógeno a la mezcla, y la temperatura del líquido se mantuvo a 70°C para efectuar una lixiviación oxidante. A continuación del enfriamiento, se filtró el residuo de la lixiviación con cloración, se ajustó la concentración de ácido del filtrado, y el filtrado se mezcló con 1,5 l de dibutil-carbitol, extrayendo de ese modo el oro en el dibutil-carbitol. Los respectivos niveles de concentración, dentro del líquido obtenido después de la extracción, fueron de 30 mg/l para el oro, 58,9 g/l para el selenio, 15 mg/l para el platino, y 172 mg/l para el paladio. Se hizo burbujear gas dióxido de azufre a través de este líquido para reducir el selenio, a una temperatura del líquido de 80°C, y a continuación del enfriamiento, se filtró el líquido. Se destilaron en la atmósfera 901 g de este precipitado de selenio a 750°C para separar el selenio, y cuando se recuperaron 6,9 g de residuo de destilación y se analizaron, se halló que contenía 45,2% de paladio, 4,2% de platino, 15,3% de oro, y 34,2% de selenio. A este residuo de destilación se le añadieron 5,7 g de sosa cáustica y 3,0 g de nitrato de sodio, y se usó el mismo método del Ejemplo 1 para calentar y fundir la mezcla, y luego se sometió esta masa fundida a lixiviación con agua y filtración. La tasa de lixiviación del selenio en el filtrado era del 98,4%. No se detectó ni platino ni paladio en el filtrado. Además, la proporción de selenio hexavalente en el filtrado era inferior al 10%. Mientras tanto, cuando se volvió a hacer una pulpa con el residuo filtrado y ácido clorhídrico 3 N, y se oxidó luego con peróxido de hidrógeno, la tasa de lixiviación del paladio en la solución era del 95%, y la tasa de lixiviación para el paladio era del 99% o más.

Ejemplo Comparativo 1

Con la excepción de sustituir la mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio por 27 g de, únicamente, sosa cáustica, se usó el mismo método del Ejemplo 1 para calentar y fundir el material que contiene elementos del grupo del platino, que comprende selenuro de paladio como componente principal, y luego se sometió esta masa fundida a lixiviación con agua y filtración. La tasa de lixiviación del selenio en el filtrado era del 33,6%, mucho más baja que el valor observado en el Ejemplo 1. No se detectó ni platino ni paladio en el filtrado. Además, la cantidad de selenio hexavalente en el filtrado era inferior al 10%. Mientras tanto, cuando se volvió a hacer una pulpa con el residuo filtrado y ácido clorhídrico 3 N, y se oxidó luego con peróxido de hidrógeno, la tasa de lixiviación del paladio en la solución era del 95%, y la tasa de lixiviación para el paladio era del 99% o más.

Ejemplo Comparativo 2

Con la excepción de sustituir la mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio por 57,6 g de, únicamente, nitrato de sodio, se usó el mismo método del Ejemplo 1 para calentar y fundir el material que contiene elementos del grupo del platino, que comprende selenuro de paladio como componente principal, y luego se sometió esta masa fundida a lixiviación con agua y filtración. La tasa de lixiviación del selenio en el filtrado era del 98,5%. No se detectó ni platino ni paladio en el filtrado. Sin embargo, la cantidad de selenio hexavalente en el filtrado era del 25%, mucho más alta que el valor observado en el ejemplo 1. Mientras tanto, cuando se volvió a hacer una pulpa con el residuo filtrado y ácido clorhídrico 3 N, y se oxidó luego con peróxido de hidrógeno, la tasa de lixiviación del paladio en la solución era del 95%, y la tasa de lixiviación para el paladio era del 99% o más.

ES 2 316 871 T3

Ejemplo 5

5 Cuando se mezcló 1 kg de un material que contenía selenio y elementos del grupo del platino (Se: 65%, Te: 30%, Pd: 5%, Pt: 0,5%, Rh: 0,2%, y Ru: 0,4%) con 10 l de una solución de sosa cáustica de 5 moles/l, y se calentó luego a 80°C, y se mantuvo a esa temperatura durante 1 hora, la mayoría del material se disolvió, produciendo un líquido de color púrpura oscuro. El líquido se enfrió y se filtró, y se recuperaron 65 g de residuo. El análisis de este residuo dio como resultado que los elementos del grupo del platino, Pd, Pt, Rh y Ru eran los componentes principales, y los resultados de los ensayos fueron, Pd: 80%, Pt: 8%, Rh: 3%, y Ru: 6%. El filtrado era una solución que contenía Se: 65 g/l y Te: 30 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino.

Ejemplo 6

15 Cuando se mezcló 1 kg de un material que contenía selenio y elementos del grupo del platino (Se: 65%, Te: 30%, Pd: 5%, Pt: 0,5%, Rh: 0,2%, y Ru: 0,4%) con 10 l de una solución de sosa cáustica de 5 moles/l, y se calentó luego a 80°C, y se mantuvo a esa temperatura durante 1 hora, la mayoría del material se disolvió, produciendo un líquido de color púrpura oscuro. El líquido se enfrió y se filtró, y se recuperaron 65 g de residuo. El filtrado era una solución que contenía Se: 65 g/l y Te: 30 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino. El análisis de este residuo dio como resultado que los elementos del grupo del platino, Pd, Pt, Rh y Ru, eran los componentes principales, y los resultados de los ensayos fueron, Pd: 80%, Pt: 8%, Rh: 3%, y Ru: 6%. Se volvió a hacer una pulpa con el residuo, 400 ml de ácido clorhídrico y 100 ml de agua, y con la temperatura del líquido mantenida a 70°C, se añadieron gradualmente 120 ml de peróxido de hidrógeno. A continuación de la finalización de la adición del peróxido de hidrógeno, se enfrió el líquido y se filtró, y cuando se analizó el filtrado, se halló que contenía Pd: 74 g/l, Pt: 7 g/l, Rh: 2,8 g/l, y Ru: 5,5 g/l.

Ejemplo 7

25 Con las excepciones de alterar la concentración de la solución de sosa cáustica a 1 mol/l, y alargar el tiempo de retención del calentamiento a 5 horas, se realizó una lixiviación con álcali de la misma forma que en el Ejemplo 5. Como resultado, se recuperaron 75 g de residuo. Los componentes principales dentro del residuo fueron Pd, Pt, Rh y Ru, y los resultados de los ensayos fueron Pd: 67%, Pt: 7%, Rh: 3%, y Ru: 5%. El filtrado era una solución que contenía Se: 63 g/l y Te: 28 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino.

Ejemplo 8

35 Con las excepciones de alterar la concentración de la solución de sosa cáustica a 8 mol/l, y establecer la temperatura de calentamiento a 60°C, se realizó una lixiviación con álcali de la misma forma que en el Ejemplo 5. Como resultado, se recuperaron 65 g de residuo. Los componentes principales dentro del residuo fueron Pd, Pt, Rh y Ru, y los resultados de los ensayos fueron Pd: 77%, Pt: 8%, Rh: 3%, y Ru: 6%. El filtrado era una solución que contenía Se: 64 g/l y Te: 29 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino.

Ejemplos Comparativos 3 y 4

45 Con la excepción de alterar la concentración de la solución de sosa cáustica a 0,5 moles/l, se realizó una lixiviación con álcali de la misma forma que en el Ejemplo 5, pero no se disolvió ni el selenio ni el telurio, y no se pudieron separar los elementos del grupo del platino del selenio y del telurio (Ejemplo Comparativo 3).

Además, con la excepción de establecer la temperatura de reacción a la temperatura ambiente, se realizó una lixiviación con álcali de la misma forma que en el Ejemplo 5, pero no se disolvió ni el selenio ni el telurio, y no se pudieron separar los elementos del grupo del platino del selenio y del telurio (Ejemplo Comparativo 4).

Ejemplo 9

55 Se mezclaron 600 g de un residuo de destilación (residuo de destilación del precipitado de selenio; componente principal: selenuro de paladio) de un precipitado de reducción obtenido mediante un tratamiento de reducción del líquido obtenido después de la extracción del oro de unos lodos de electrolisis del cobre, con 651 g de sosa cáustica y 345 g de nitrato de sodio, y luego se dejó que reaccionara durante 2 horas, a 400°C. A continuación del enfriamiento, se añadieron 15 l de agua al crisol, y se agitó luego la mezcla resultante 1 hora y se filtró, produciendo 15 l de filtrado y 248 g de un residuo filtrado. La concentración de Se en el filtrado era de 10,4 g/l, lo que indica una tasa de lixiviación de 97,4% para el selenio procedente del residuo de destilación. En el lixiviado no se detectó ni platino ni paladio. Además, la proporción de selenio hexavalente en el líquido era inferior al 10%. El análisis de la composición del residuo filtrado dio como resultado que los elementos del grupo del platino eran los componentes principales, y los niveles respectivos de concentración fueron 44% de Pd, 5% de Pt, 0,3% de Rh, y 1,0% de Ru.

65 A continuación, cuando se mezcló 1 kg del precipitado de telurio (65% de Se, 30% de Te, 5% de Pd, 0,5% de Pt, 0,2% de Rh, 0,4% de Ru) procedente del anterior precipitado de reducción, con 10 l de una solución de sosa cáustica (concentración de 5 moles/l), y luego se mantuvo a 80°C durante 1 hora, la solución se volvió de color púrpura oscuro. Se enfrió luego el líquido y se filtró, produciendo 10 l de filtrado y 65 g de un residuo filtrado. El análisis de la composición del precipitado filtrado dio como resultado que los elementos del grupo del platino eran los

ES 2 316 871 T3

componentes principales, y los niveles respectivos de concentración fueron 80% de Pd, 8% de Pt, 3% de Rh, y 6% de Ru. La concentración de Se en el filtrado era de 65 g/l y la concentración de Te era de 30 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino.

5 A continuación, se mezcló el residuo filtrado, se añadió ácido clorhídrico 3 N y se volvió a hacer una pulpa con la mezcla, y luego se introdujo peróxido de hidrógeno a 70°C para efectuar la oxidación. Se filtró la mezcla resultante, y los niveles de concentración de los elementos del grupo del platino dentro de la solución (filtrado) de ácido clorhídrico fueron 95 g/l de Pd (95%), 8,5 g/l de Pt (99%), 3,2 g de Rh (95%), y 0,5 g/l de Ru (al menos 95%) (en los que los valores entre paréntesis eran tasas de lixiviación).

10

Ejemplo 10

Con la excepción de usar 609 g de sosa cáustica y 432 g de nitrato de sodio, se usó el mismo método del Ejemplo 9 para someter 600 g de un residuo de destilación de selenio a calentamiento y fusión alcalina, y la masa fundida resultante se sometió posteriormente a lixiviación con agua y luego a filtración. La tasa de lixiviación del selenio en el filtrado era del 98,2%. No se detectó en el filtrado ni platino ni paladio. Además, la proporción de selenio hexavalente en el filtrado era inferior al 10%. El análisis de la composición del residuo filtrado dio como resultado que los elementos del grupo del platino eran los componentes principales, y los niveles respectivos de concentración fueron 45% de Pd, 5% de Pt, 1% de Rh, y 2% de Ru.

20

A continuación, cuando se mezcló 1 kg del precipitado de teluro, procedente del anterior precipitado de reducción, con 10 l de una solución de sosa cáustica (concentración de 5 moles/l), y luego se mantuvo a 80°C durante 1 hora, la solución se volvió de color púrpura oscuro. Se enfrió luego el líquido y se filtró, produciendo 10 l de filtrado y 65 g de un residuo filtrado. La concentración de Se en el filtrado era de 65 g/l, y la concentración de Te era de 30 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino. El análisis de la composición del precipitado filtrado dio como resultado que los elementos del grupo del platino eran los componentes principales, y los niveles respectivos de concentración fueron 80% de Pd, 8% de Pt, 3% de Rh, y 6% de Ru.

25

A continuación, se mezcló el residuo filtrado, se añadieron 2 l de ácido clorhídrico y 500 ml de agua y con la mezcla se volvió a hacer una pulpa. Con la temperatura del líquido mantenida a 70°C, se añadió gradualmente peróxido de hidrógeno para efectuar la oxidación. A continuación de la finalización de la adición del peróxido de hidrógeno, se enfrió la mezcla y se filtró. La concentración de los elementos del grupo del platino dentro del filtrado resultante fueron 81 g/l de Pd, 7 g/l de Pt, 2,1 g/l de Rh, y 2,4 g/l de Ru.

30

35 Ejemplo 11

El lixiviado (filtrado) obtenido en la lixiviación con álcali del Ejemplo 9 se mantuvo a 80°C, y a medida que el filtrado se neutralizaba añadiendo ácido sulfúrico, empezó a aparecer un precipitado negro, hasta que el líquido se hizo transparente alrededor de pH 7. Se filtró el precipitado y se recuperó, y el análisis de la composición dio como resultado un 68% de selenio metálico y un 31% de teluro metálico.

40

Ejemplo 12

Con la excepción de usar ácido clorhídrico en vez de ácido sulfúrico, se repitió el Ejemplo 11, y se obtuvo un análisis similar del selenio metálico y del teluro metálico.

45

Ejemplo Comparativo 5

Se mezcló 1 kg de precipitado de teluro con 1085 g de sosa cáustica y 573 g de nitrato de sodio, y luego se dejó reaccionar durante 2 horas a 400°C, de la misma manera que el residuo de la destilación del selenio en el Ejemplo 9. A continuación del enfriamiento, se añadieron al crisol 25 l de agua, y la mezcla resultante se agitó luego durante 1 hora y se filtró, y la concentración dentro del filtrado indicó una tasa de lixiviación del 97,4% en peso para el Se y el 98,1% para el Te. No se detectó ni platino ni paladio en el filtrado. Se mezcló el residuo filtrado, se añadió ácido clorhídrico 3 N, y con la mezcla se volvió a hacer una pulpa, y luego se introdujo peróxido de hidrógeno a 70°C para efectuar la oxidación. Se filtró la mezcla resultante, y los niveles de concentración y las tasas de lixiviación de los elementos del grupo del platino dentro de la solución (filtrado) resultante de ácido clorhídrico fueron 95 g/l de Pd (95%), 8,5 g/l de Pt (95%), 1,3 g/l de Rh (39%), y 1,5 g/l de Ru (14%) (en los que los valores entre paréntesis son tasas de lixiviación), lo que indica una significativa disminución de las tasas de lixiviación para el Rh y Ru, en comparación con el Ejemplo 9.

50

60 Ejemplo Comparativo 6

En vez de someter el residuo de destilación del selenio procedente del Ejemplo 9 a fusión alcalina, se combinó 1 kg del mismo residuo de destilación del selenio con 10 l de una solución de 5 moles/l de sosa cáustica, y la temperatura se mantuvo a 80°C, pero el selenio casi no sufrió disolución.

65

ES 2 316 871 T3

Ejemplo 13

Cuando se mezcló un material que contenía selenio/teluro y elementos del grupo del platino (65% de Se, 30% de Te, 5% de Pd, 0,5% de Pt, 0,2% de Rh, y 0,4% de Ru) que comprendía 1 kg de un precipitado de la reducción del selenio/teluro, con 10 l de una solución de 5 moles/l de sosa cáustica y se mantuvo luego a 80°C para realizar una lixiviación con álcali, se disolvió la mayoría del material, produciendo un líquido de color púrpura oscuro. El líquido se enfrió y se filtró, y se recuperaron 65 g de residuo. El filtrado contenía Se: 65 g/l y Te: 30 g/l, aunque no se detectaron elementos del grupo del platino. Con la temperatura mantenida a 80°C, se añadió ácido sulfúrico (concentración del 50%), y cuando continuó la neutralización hasta pH 7, precipitó un polvo de color negro. La composición de este precipitado era: Se: 68,5%, Te: 31,5%. Además, las concentraciones de Se y de Te en el filtrado eran de 530 ppm y 210 ppm, respectivamente. El precipitado se introdujo en un procedimiento de fusión del cobre, se realizó un refinado electrolítico, y se lixiviaron los lodos anódicos en el electrolito de ácido sulfúrico, con burbujeo de aire a través del electrolito. La mayoría del Te dentro de los lodos anódicos se disolvió, y el análisis del Te de los lodos que siguió a la lixiviación fue del 0,5%. Además, debido a que el Se no se disuelve, no se detectó Se en el lixiviado, y el análisis del Se de los lodos que siguió a la lixiviación fue del 8,3%. Se hizo pasar el lixiviado a través de una columna empacada con virutas de cobre, recuperando de ese modo el Te en el líquido como telururo de cobre. Además, el Se residual y el oro en los lodos se disolvieron mediante lixiviación oxidante con ácido clorhídrico y, a continuación de la extracción del oro con disolvente, se introdujo dióxido de azufre en el líquido obtenido después de la extracción del oro para reducir y recuperar el selenio. El análisis de la composición del anterior residuo de lixiviación con álcali dio como resultado que los elementos del grupo del platino, Pd, Pt, Rh y Ru, eran los componentes principales, y los valores respectivos del análisis fueron 80% de Pd, 8% de Pt, 3% de Rh, y 6% de Ru. Se volvió a hacer una pulpa con el residuo y 2 l de ácido clorhídrico y 500 ml de agua, y con la temperatura del líquido mantenida a 70°C, se añadieron gradualmente 360 ml de peróxido de hidrógeno. A continuación de la finalización de la adición del peróxido de hidrógeno, se enfrió la mezcla y se filtró, y el análisis posterior del filtrado resultante dio como resultado niveles de concentración de 81 g/l de Pd, 7 g/l de Pt, 2,1 g/l de Rh, y 2,4 g/l de Ru.

Ejemplo 14

Se mezclaron 600 g de un residuo de destilación (Se: 50%, Pd: 40%, Pt: 3%, Rh: 1%, y Ru: 2%) obtenido reduciendo el líquido obtenido después de la extracción del oro procedente de unos lodos de electrolisis del cobre y de realizar luego un tratamiento de destilación, con 651 g de sosa cáustica y 345 g de nitrato de sodio, y luego se dejó que reaccionara durante 2 horas, a 400°C, para efectuar una fusión alcalina. A continuación del enfriamiento, cuando se añadieron 15 l de agua a la mezcla, y la mezcla resultante se agitó durante 1 hora y luego se filtró, se había lixiviado el 97,4% del selenio en el filtrado, mientras que no se detectó ni paladio ni platino. Además, la proporción de selenio hexavalente en el líquido era inferior al 10%.

Ejemplo 15

A 1 kg de un precipitado de teluro, obtenido introduciendo más dióxido de azufre en el líquido que queda a continuación de la separación del precipitado de selenio en el Ejemplo 14, se le añadieron 10 l de una solución de 5 moles/l de sosa cáustica, y cuando se realizó la lixiviación con álcali, con la temperatura mantenida a 80°C, la mayoría del precipitado se disolvió, y la solución se volvió de color púrpura oscuro. Luego se enfrió el líquido y se filtró, produciendo un residuo de 65 g. El análisis del residuo dio como resultado que los elementos del grupo del platino, Pd, Pt, Rh y Ru, eran los componentes principales. Se volvió a hacer una pulpa con el residuo en 2 litros de ácido clorhídrico y 500 ml de agua, y con la temperatura del líquido mantenida a 70°C, se añadieron gradualmente 360 ml de peróxido de hidrógeno. A continuación de la finalización de la adición del peróxido de hidrógeno, se enfrió el líquido y se filtró. El análisis del filtrado dio como resultado 81 g/l de Pd, 7 g/l de Pt, 2,1 g/l de Rh, 2,4 g/l de Ru, y 3,8 g/l de Au. Se añadieron 6,1 g de hidrocloreuro de hidroxilamina a la solución como agente reductor, y se hizo reaccionar la mezcla durante 1 hora a 60°C. A continuación del enfriamiento, un nuevo análisis de los metales nobles en la solución dio como resultado que no había cambios en las cantidades disueltas de Pd, Pt, Rh y Ru, pero la cantidad de oro disuelto había disminuido a 0,05 g/l, lo que indicaba que el oro se había reducido selectivamente.

Ejemplo Comparativo 7

Cuando se repitió el Ejemplo 15, y se usó hidrazina como agente reductor, el Pd y el Pt se redujeron junto con el Au, lo que significa que el Au no se pudo separar de los elementos del grupo del platino.

Aplicabilidad industrial

Un procedimiento de separación de la presente invención hace posible que metales que incluyen los elementos del grupo del platino, Pt, Rh, Ir y Ru, así como selenio, teluro, oro, plata, y cobre, y similares, contenidos en, por ejemplo, el subproducto del residuo insoluble que se forma en la electrolisis durante el paso de electrolisis del cobre de un procedimiento de fusión y refinado del cobre, se separen y se recuperen de una forma sencilla, eficaz, y a bajo coste.

ES 2 316 871 T3

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de separación para elementos del grupo del platino, que comprende:

5 un paso (A) para tratar un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, con álcali,

un paso (B) para lixiviar selenio/teluro, y

10 un paso (C) para separar el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y el lixiviado de selenio/teluro,

15 en el que dicho paso (A) para tratar un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino con álcali, es un paso en el que se añade un fundente que comprende una mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio a dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y la mezcla resultante se funde calentando a una temperatura que exceda la temperatura eutéctica de dicho fundente,

dicho paso (B) para lixiviar selenio/teluro es un paso para lixiviar con agua la masa fundida obtenida, y

20 dicho paso (C) para separar dicho residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y dicho lixiviado de selenio/teluro, es un paso para realizar una separación sólido-líquido usando una lixiviación con agua, separando de ese modo la mezcla en una fracción líquida que contiene selenito de sodio, y un residuo que contiene elementos del grupo del platino.

25 2. El procedimiento de separación según la reivindicación 1, en el que la relación molar entre dicha sosa cáustica y dicho nitrato de sodio está dentro de un intervalo de 75:25 a 85:15.

30 3. El procedimiento de separación según la reivindicación 1 ó 2, en el que se añade peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico a dicho residuo que contiene elementos del grupo del platino para disolver dichos elementos del grupo del platino.

35 4. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es un precipitado de un procedimiento para tratar un residuo de extracción dejado después de que se haya usado una extracción con disolvente para separar oro de un lixiviado de ácido clorhídrico procedente de unos lodos descobreados.

40 5. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es un residuo de destilación producido mediante la conversión de unos lodos descobreados en una suspensión añadiendo ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, filtrando dicha suspensión para efectuar una separación que da un residuo de lixiviación que contiene principalmente plata, y un lixiviado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y teluro, ajustando posteriormente las características del líquido de dicho lixiviado, y usando luego una extracción con disolvente para separar oro de dicho lixiviado, añadiendo dióxido de azufre a un líquido obtenido después de la extracción del oro para reducir y precipitar secuencialmente selenio y luego teluro, y calentar luego dicho material precipitado que contiene elementos del grupo del platino y selenio, para concentrar los elementos del grupo del platino, mientras que se destila y se separa el selenio.

6. Un procedimiento de separación para elementos del grupo del platino que comprende:

50 un paso (A) para tratar un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, con álcali,

un paso (B) para lixiviar selenio/teluro, y

un paso (C) para separar el residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y el lixiviado de selenio/teluro,

55 en el que dicho paso (A) y dicho paso (B) se realizan simultáneamente como un procedimiento de lixiviación con álcali, en el que dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se lixivia con álcali a una temperatura de tratamiento dentro del intervalo de 60 a 80°C, originando que el selenio/teluro emigre al líquido alcalino, y se realiza entonces una separación sólido/líquido para separar la mezcla resultante en una fracción sólida que contiene elementos del grupo del platino, y una fracción líquida que contiene selenio/teluro.

60 7. El procedimiento de separación según la reivindicación 6, en el que se añade ácido clorhídrico y un agente oxidante a una fracción sólida separada, generada en dicha separación sólido-líquido, disolviendo de ese modo dichos elementos del grupo del platino.

65 8. El procedimiento de separación según la reivindicación 6 ó 7, en el que dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino se lixivia usando una concentración de álcali de al menos 1 mol/l.

ES 2 316 871 T3

9. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que se añade ácido clorhídrico, y o bien peróxido de hidrógeno o gas cloro, a dicha fracción sólida procedente de dicha separación sólido-líquido realizada después de dicha lixiviación con álcali, disolviendo de ese modo dichos elementos del grupo del platino.
10. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que dichos elementos del grupo del platino comprende uno o más de rodio, rutenio, paladio y platino.
11. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es un precipitado de un procedimiento para tratar un residuo de extracción dejado después de que se haya usado una extracción con disolvente para separar oro de un lixiviado de ácido clorhídrico procedente de unos lodos descubreados.
12. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que dicho material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es un precipitado filtrado, producido convirtiendo unos lodos descubreados en una suspensión añadiendo ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, filtrando dicha suspensión para efectuar una separación que da un residuo de lixiviación que contiene principalmente plata, y un lixiviado que contiene oro, elementos del grupo del platino, selenio y teluro, ajustando posteriormente las características del líquido de dicho lixiviado y usando luego una extracción con disolvente con el fin de separar oro de dicho lixiviado, añadiendo dióxido de azufre a un líquido obtenido después de la extracción del oro para precipitar cualquiera de los dos, selenio/teluro, y someter luego dicho precipitado a una separación sólido-líquido.
13. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende: un procedimiento (i) con masa fundida alcalina, que comprende un paso para añadir un fundente, que comprende una mezcla de sosa cáustica y nitrato de sodio, a un residuo procedente de un tratamiento de destilación de un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, y calentar luego a una temperatura que exceda la temperatura (eutéctica) de fusión de dicha mezcla, disolviendo de ese modo dicho selenio/teluro, como dicho paso (A) para realizar dicho tratamiento con álcali, un paso para realizar una lixiviación con agua como dicho paso (B) para lixiviar el selenio/teluro, y que comprende además dicho paso (C) para separar dicho residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y dicho lixiviado de selenio/teluro, y un procedimiento (ii) de lixiviación con álcali, que comprende un paso para lixiviar un material que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino, con álcali a alta temperatura como dicho paso (A) para realizar dicho tratamiento con álcali y dicho paso (B) para lixiviar selenio/teluro, y que comprende además dicho paso (C) para separar dicho residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino y dicho lixiviado de selenio/teluro.
14. El procedimiento de separación según la reivindicación 13, en el que la solución que contiene selenio/teluro y elementos del grupo del platino es sometida a un tratamiento de reducción, y el residuo generado sometiendo una porción del precipitado de reducción resultante a un tratamiento de destilación, es sometido luego a un tratamiento con masa fundida alcalina, mientras que el precipitado de reducción restante es sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali.
15. El procedimiento de separación según la reivindicación 13 ó 14, en el que se introduce gas dióxido de azufre en el líquido obtenido después de la extracción del oro de un sistema de recuperación de metales nobles de los lodos de electrolisis del cobre, con el fin de efectuar un tratamiento de reducción, y un residuo, generado al someter un selenio que precipita primero a destilación para efectuar una separación de selenio de alta pureza, es sometido a un tratamiento con masa fundida alcalina, mientras que un teluro que precipita a continuación es sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali.
16. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en el que el lixiviado obtenido en dicha lixiviación con agua de dicho procedimiento con masa fundida alcalina se recicla a dicho procedimiento de lixiviación con álcali, y es sometido a lixiviación con álcali junto con el material que contiene selenio/teluro y elementos del teluro y elementos del grupo del platino.
17. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que el lixiviado obtenido en dicho procedimiento de lixiviación con álcali se neutraliza añadiendo ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, precipitando de ese modo selenio/teluro.
18. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, en el que se añade ácido clorhídrico al residuo de lixiviación generado en dicho procedimiento de lixiviación con álcali y dicho procedimiento con masa fundida alcalina, en presencia de un agente oxidante, disolviendo de ese modo dichos elementos del grupo del platino.
19. Un procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que se obtiene una mezcla de selenio/teluro a partir de dicho lixiviado de selenio/teluro, y dicha mezcla de selenio/teluro obtenida se introduce luego en un procedimiento de fusión y refinado del cobre para generar una aleación de selenio y teluro con cobre, dicha aleación es sometida a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y teluro dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y dichos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos

ES 2 316 871 T3

luego a una lixiviación oxidante con ácido sulfúrico, disolviendo de ese modo, y separando, el telurio en el lixiviado y selenio en el residuo de lixiviación.

20. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, en el que la mezcla de selenio/telurio se obtiene añadiendo ácido sulfúrico y ácido clorhídrico al lixiviado de selenio/telurio obtenido en dicho procedimiento de lixiviación con álcali, neutralizando de ese modo dicho lixiviado y precipitando dicha mezcla de selenio/telurio, y dicha mezcla de selenio/telurio obtenida se introduce luego en un procedimiento de refinado del cobre para generar una aleación de selenio y telurio con cobre, dicha aleación es sometida a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y telurio dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y dichos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico, disolviendo de ese modo, y separando, el telurio en el lixiviado y el selenio en el residuo de lixiviación.

21. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, en el que la mezcla de selenio/telurio se obtiene añadiendo un lixiviado de selenio/telurio obtenido en dicho procedimiento de masa fundida alcalina a un material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, usado en dicho procedimiento de lixiviación con álcali, realizando a continuación una lixiviación con álcali, y añadiendo luego ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al lixiviado resultante para neutralizar dicho lixiviado y precipitar dicha mezcla de selenio/telurio, y dicha mezcla de selenio/telurio se introduce luego en un procedimiento de fusión y refinado del cobre para generar una aleación de selenio y telurio con cobre, dicha aleación es sometida a electrolisis del cobre para recuperar cobre electrolítico, mientras que se acumula selenio y telurio dentro de los lodos de la electrolisis del cobre, y dichos lodos de la electrolisis del cobre son sometidos luego a lixiviación oxidante con ácido sulfúrico, disolviendo de ese modo, y separando, el telurio en el lixiviado y selenio en el residuo de lixiviación.

22. El procedimiento de separación según la reivindicación 19, en el que dicho material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino es un precipitado de reducción producido introduciendo gas dióxido de azufre en un líquido obtenido después de la extracción del oro y realizando un tratamiento de reducción.

23. El procedimiento de separación según la reivindicación 19, en el que a continuación de la lixiviación del telurio mediante lixiviación oxidante con ácido sulfúrico de dichos lodos de la electrolisis del cobre, se pone en contacto un lixiviado resultante con cobre metálico, generando telururo de cobre que posteriormente se recupera.

24. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que se añade ácido clorhídrico a dicho residuo de lixiviación que contiene elementos del grupo del platino en presencia de un agente oxidante, se realiza una separación sólido-líquido, y se añade luego hidrocloruro de hidroxilamina a la solución filtrada resultante que contiene elementos del grupo del platino para reducir selectivamente y precipitar oro.

25. El procedimiento de separación según la reivindicación 24, en el que el tratamiento con álcali del material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino se realiza a alta temperatura.

26. El procedimiento de separación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que se añade ácido clorhídrico a dicho residuo que contiene elementos del grupo del platino en presencia de un agente oxidante, se realiza una separación sólido-líquido, y se añade luego hidrocloruro de hidroxilamina a la solución filtrada resultante que contiene elementos del grupo del platino para reducir selectivamente y precipitar oro.

27. El procedimiento de separación según la reivindicación 24, en el que el líquido obtenido después de la extracción del oro de un sistema de recuperación de metales nobles para lodos de electrolisis del cobre, se usa como material que contiene selenio/telurio y elementos del grupo del platino, y se introduce gas dióxido de azufre en dicho líquido obtenido después de la extracción del oro para efectuar un tratamiento de reducción, y un residuo de destilación, generado al someter un selenio que precipita primero a destilación con el fin de efectuar una separación de selenio de alta pureza, es sometido a un tratamiento con masa fundida alcalina para separar un residuo que contiene elementos del grupo del platino, mientras que un telurio que precipita con la introducción de más gas dióxido de azufre en dicho líquido obtenido después de la extracción del oro, es sometido a un tratamiento de lixiviación con álcali para separar un residuo que contiene elementos del grupo del platino, y dichos residuos que contienen elementos del grupo del platino se combinan luego y se usan.

FIG. 1

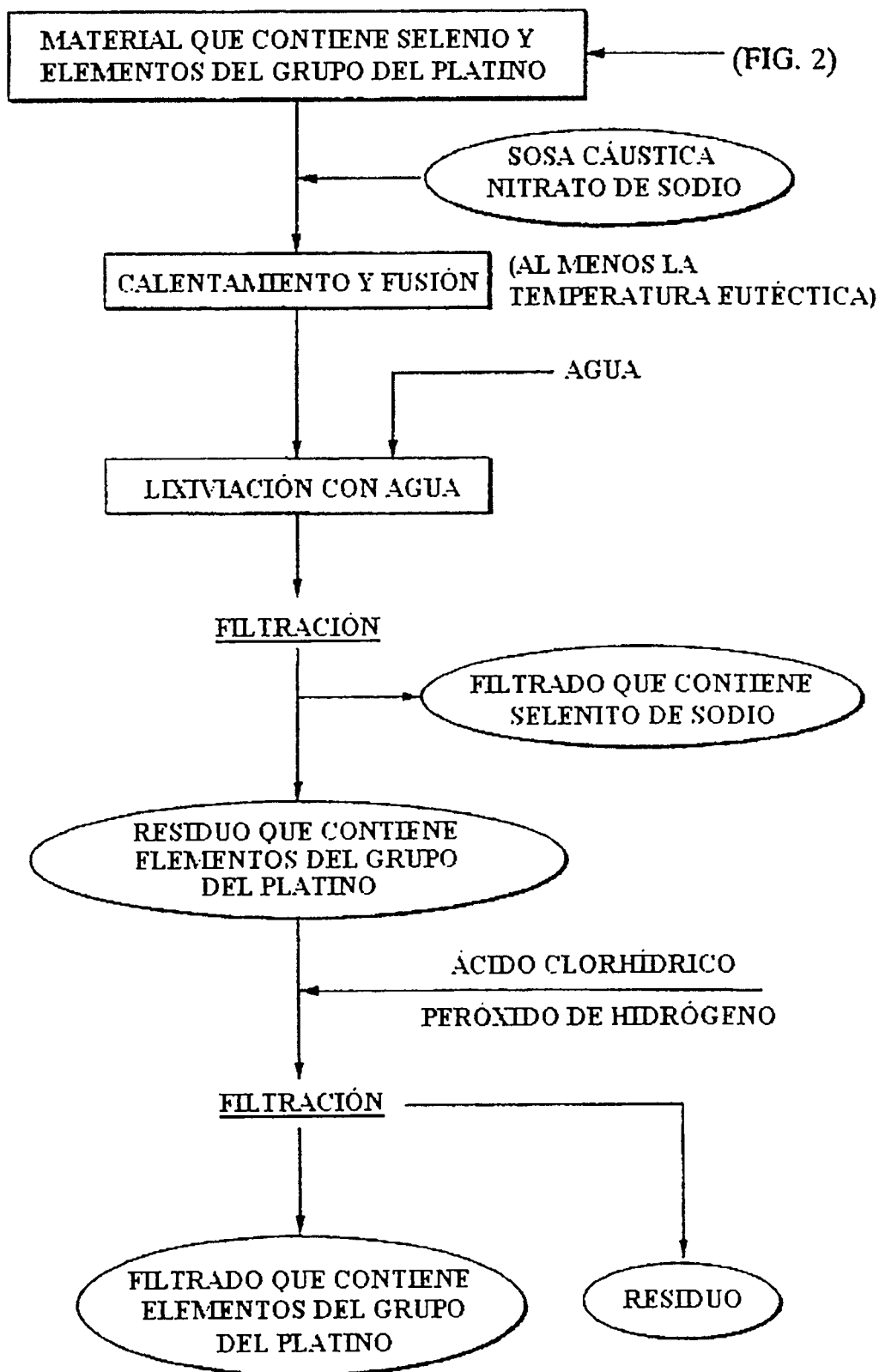


FIG. 2

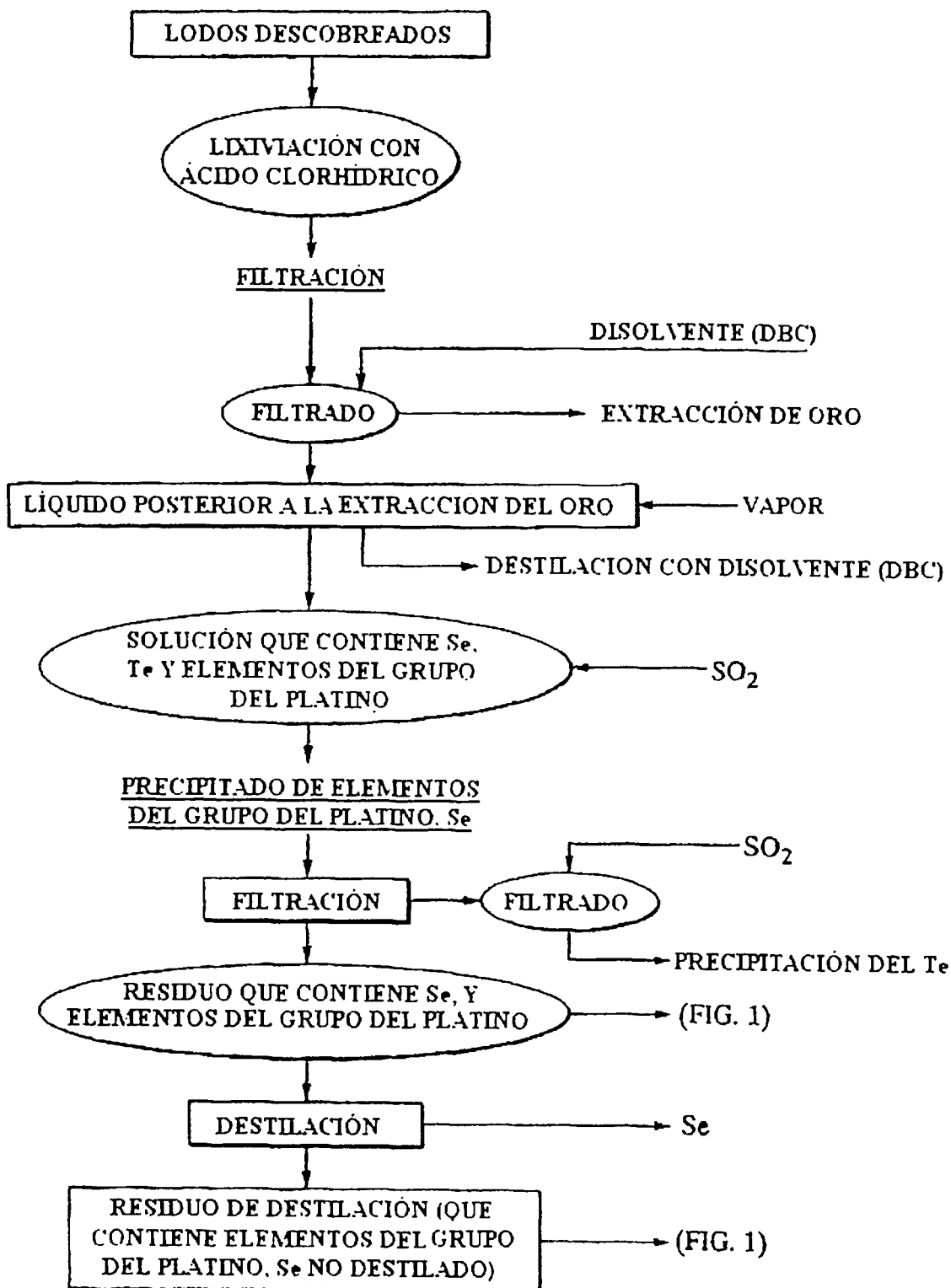


FIG. 3

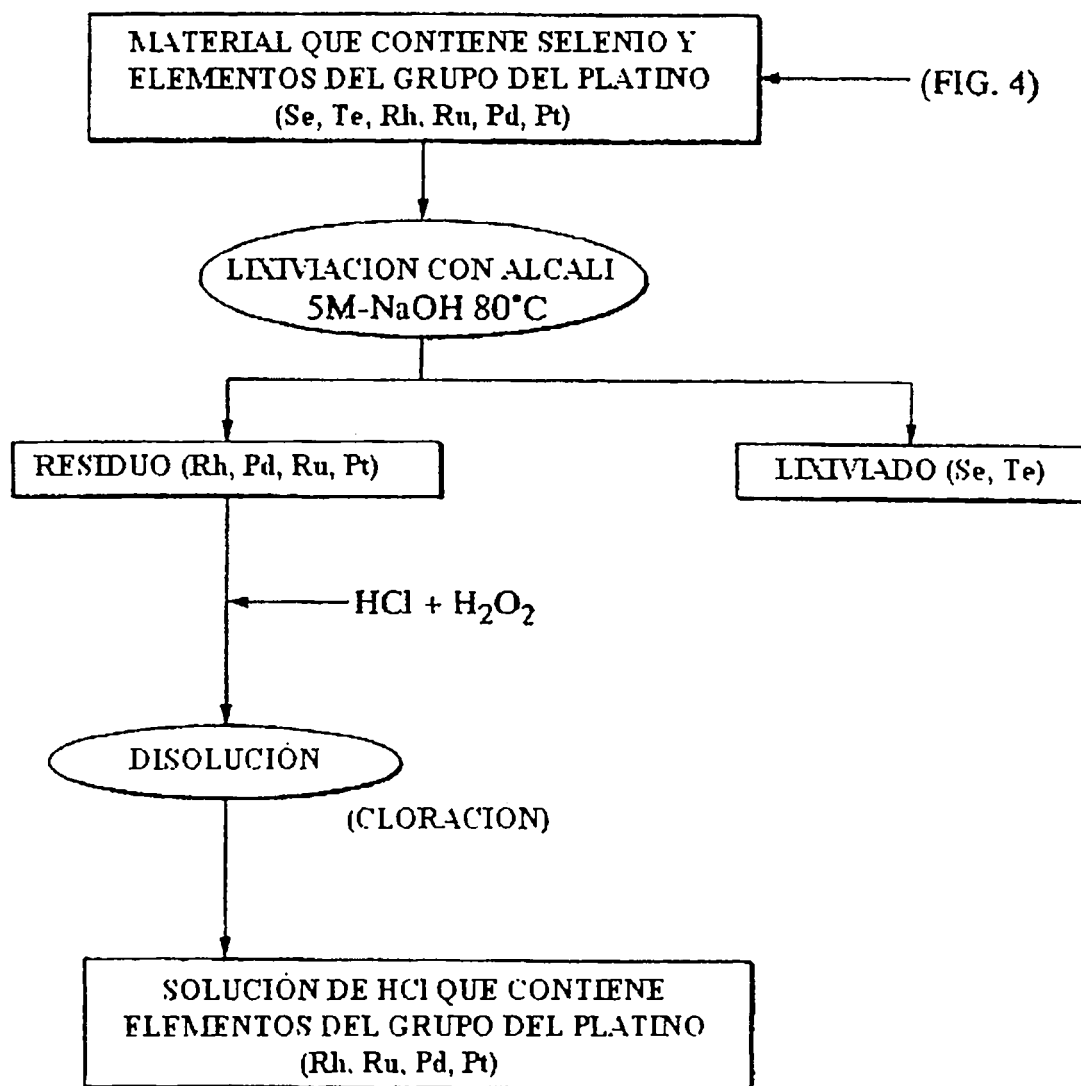


FIG. 4

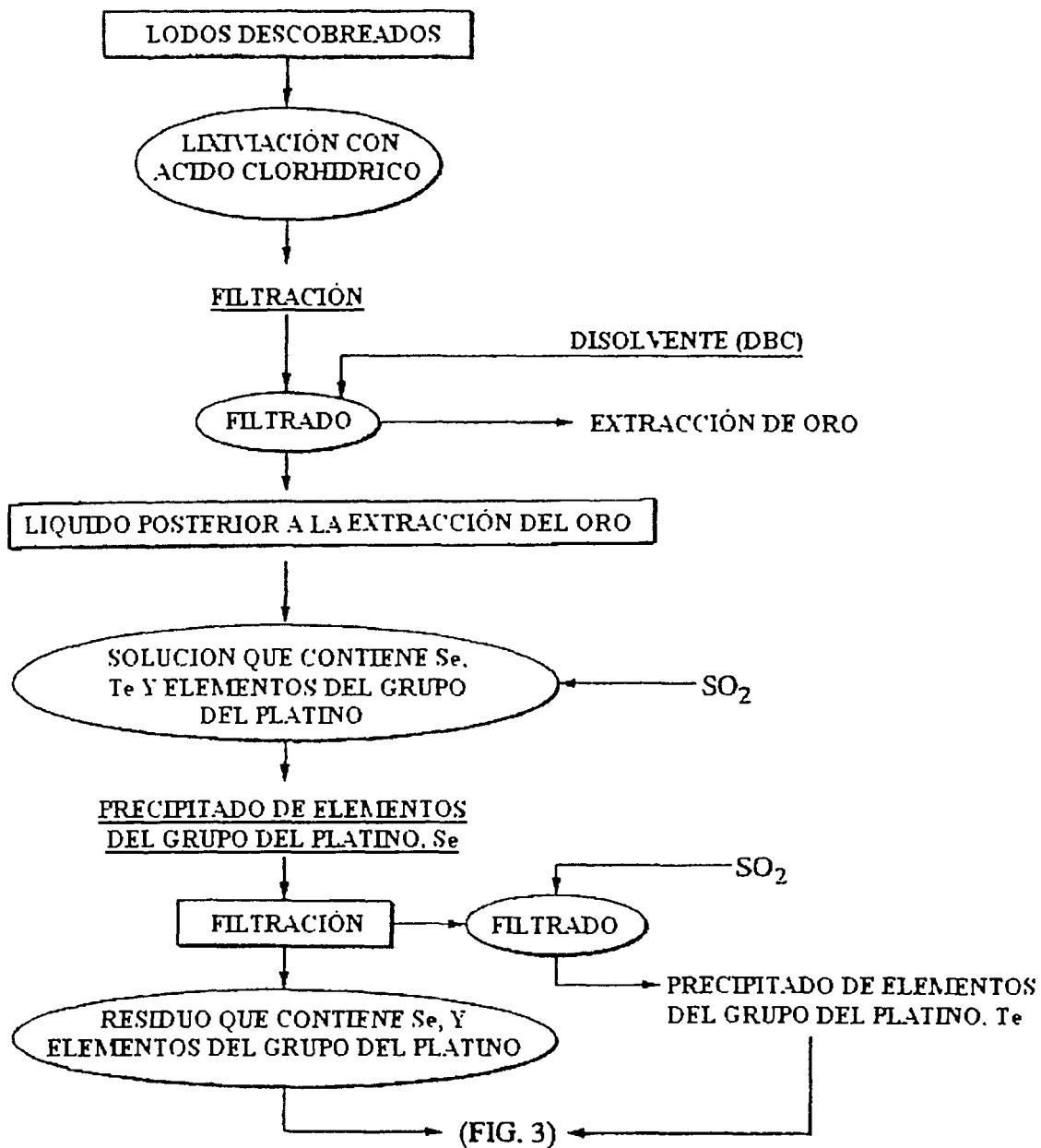


FIG. 5

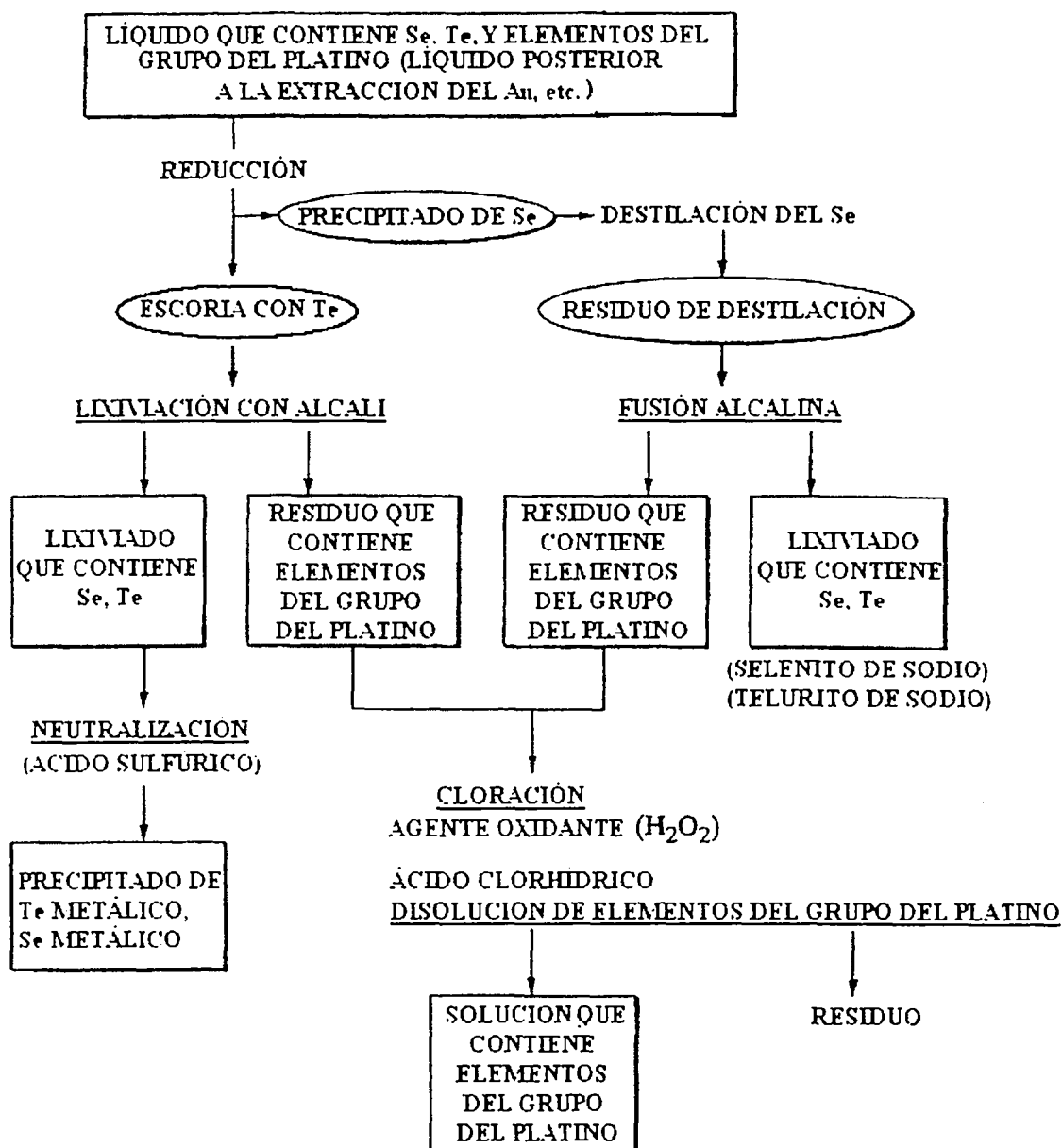


FIG. 6

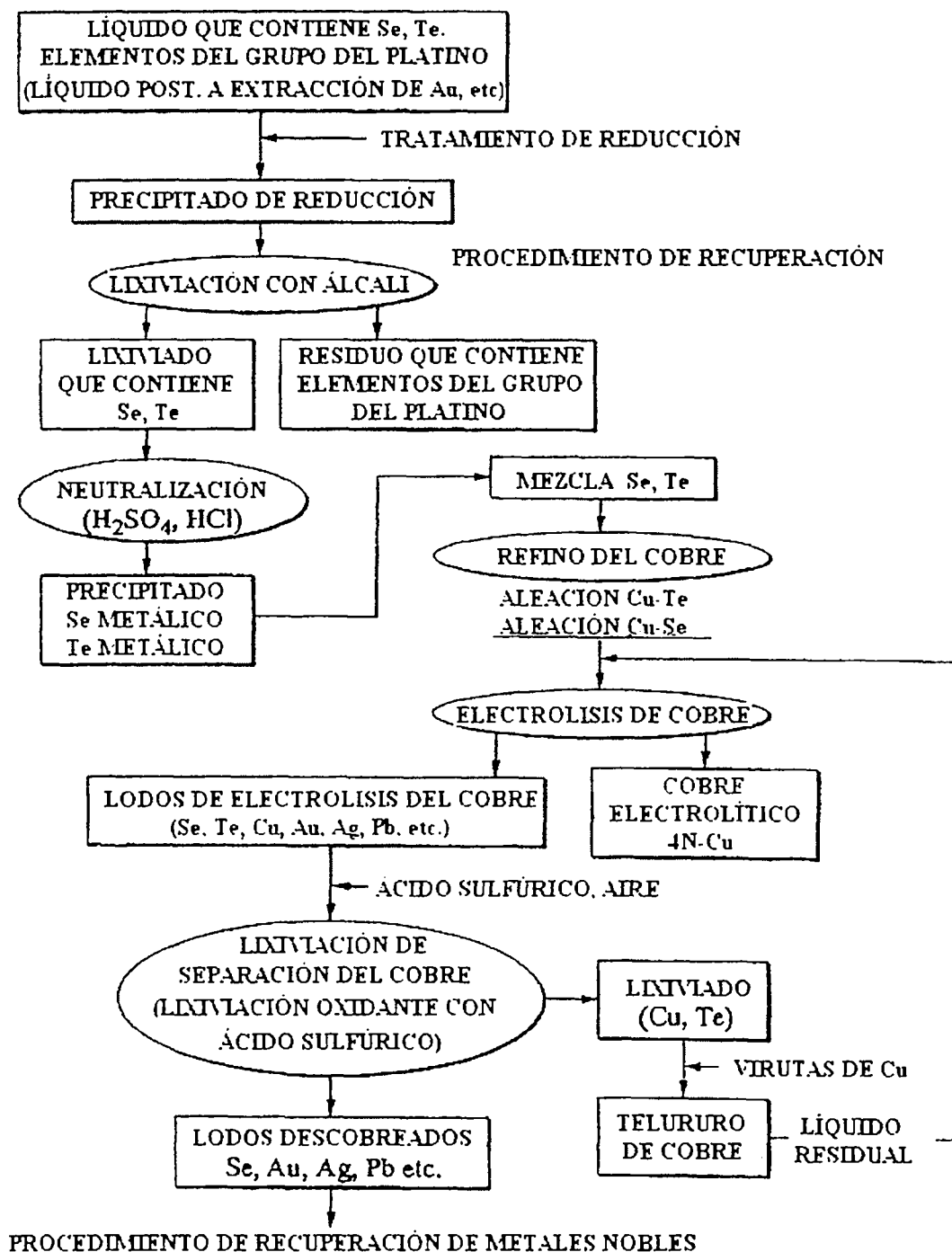


FIG. 7

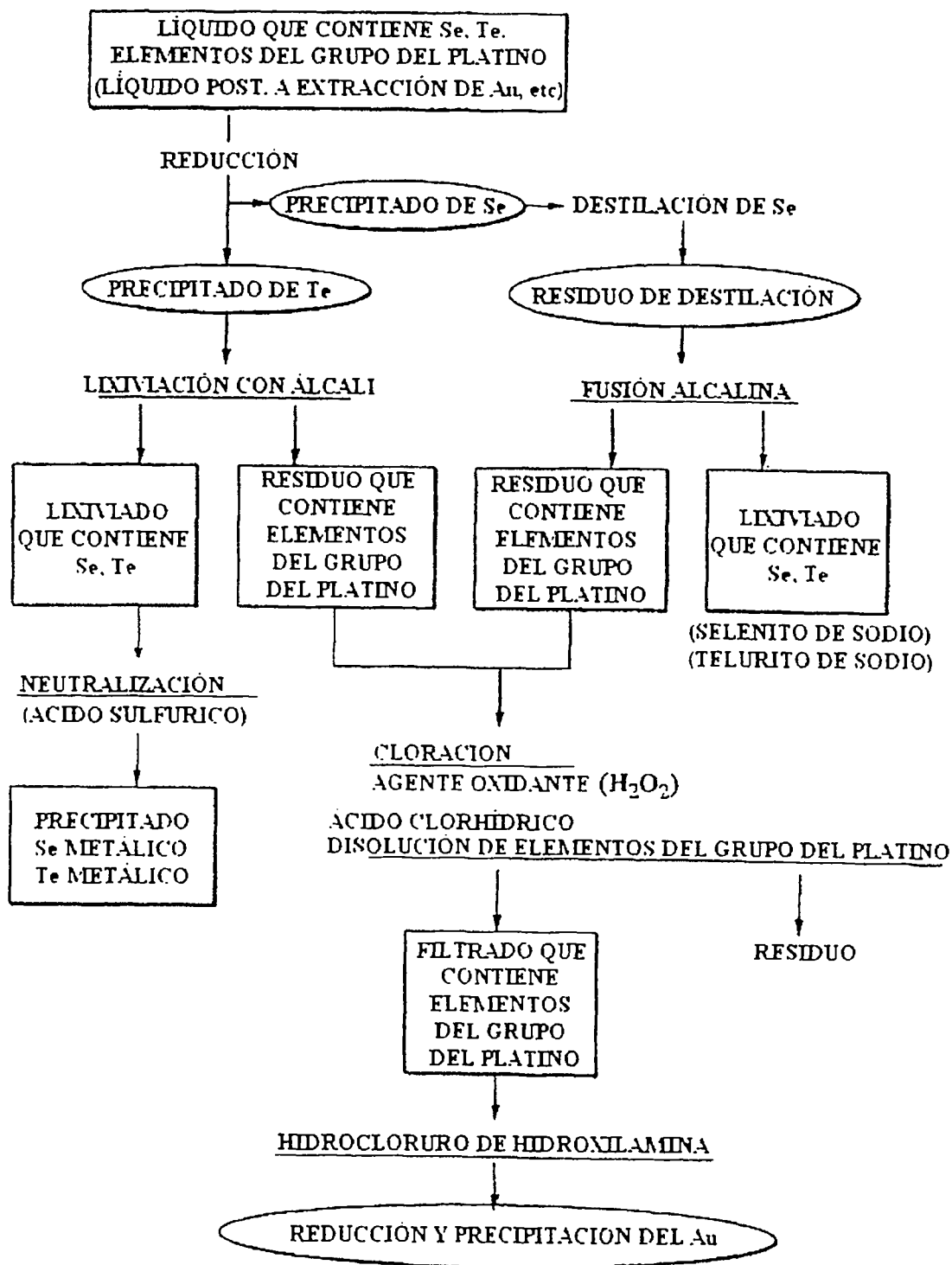


Fig. 8A

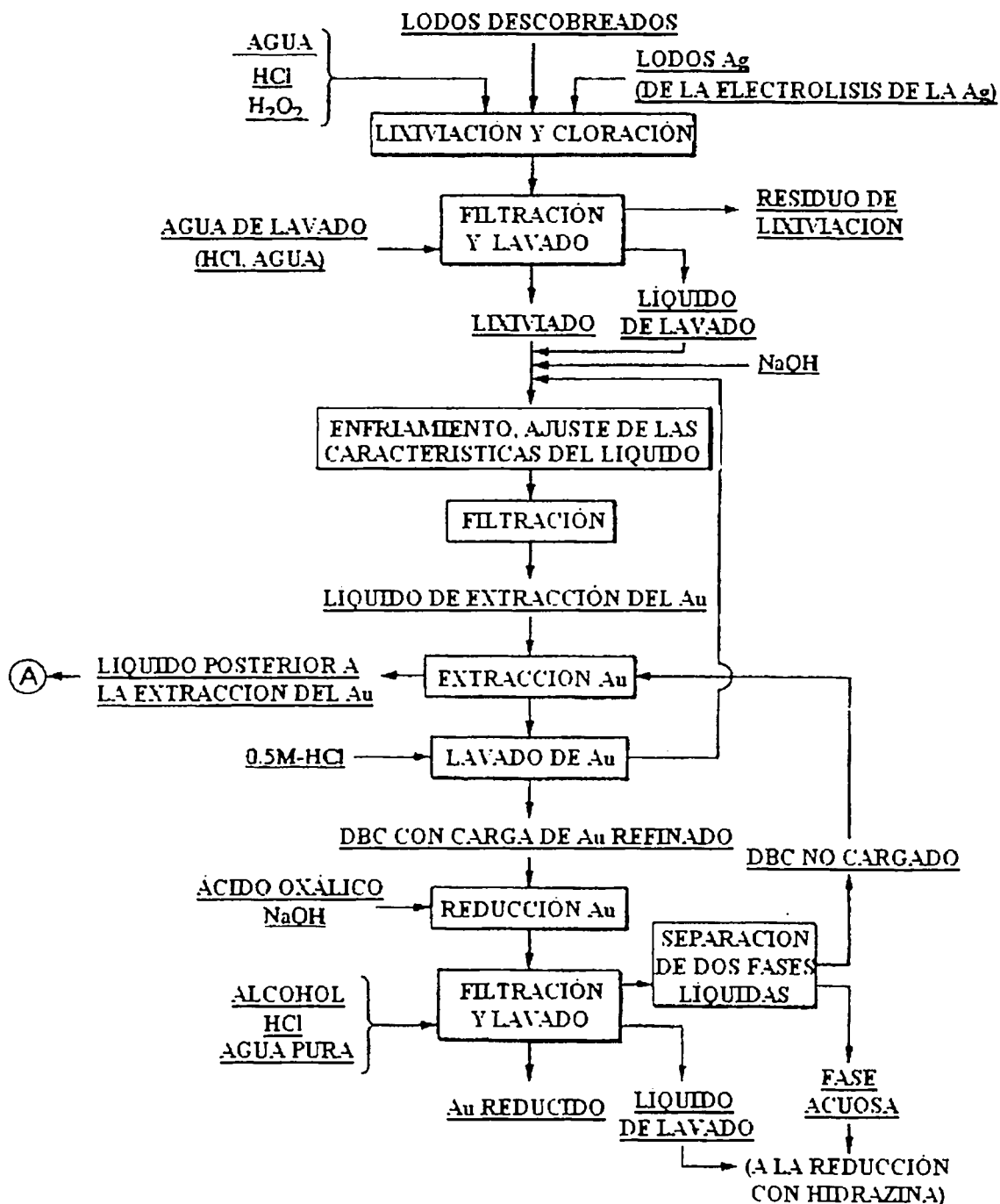


Fig. 8B

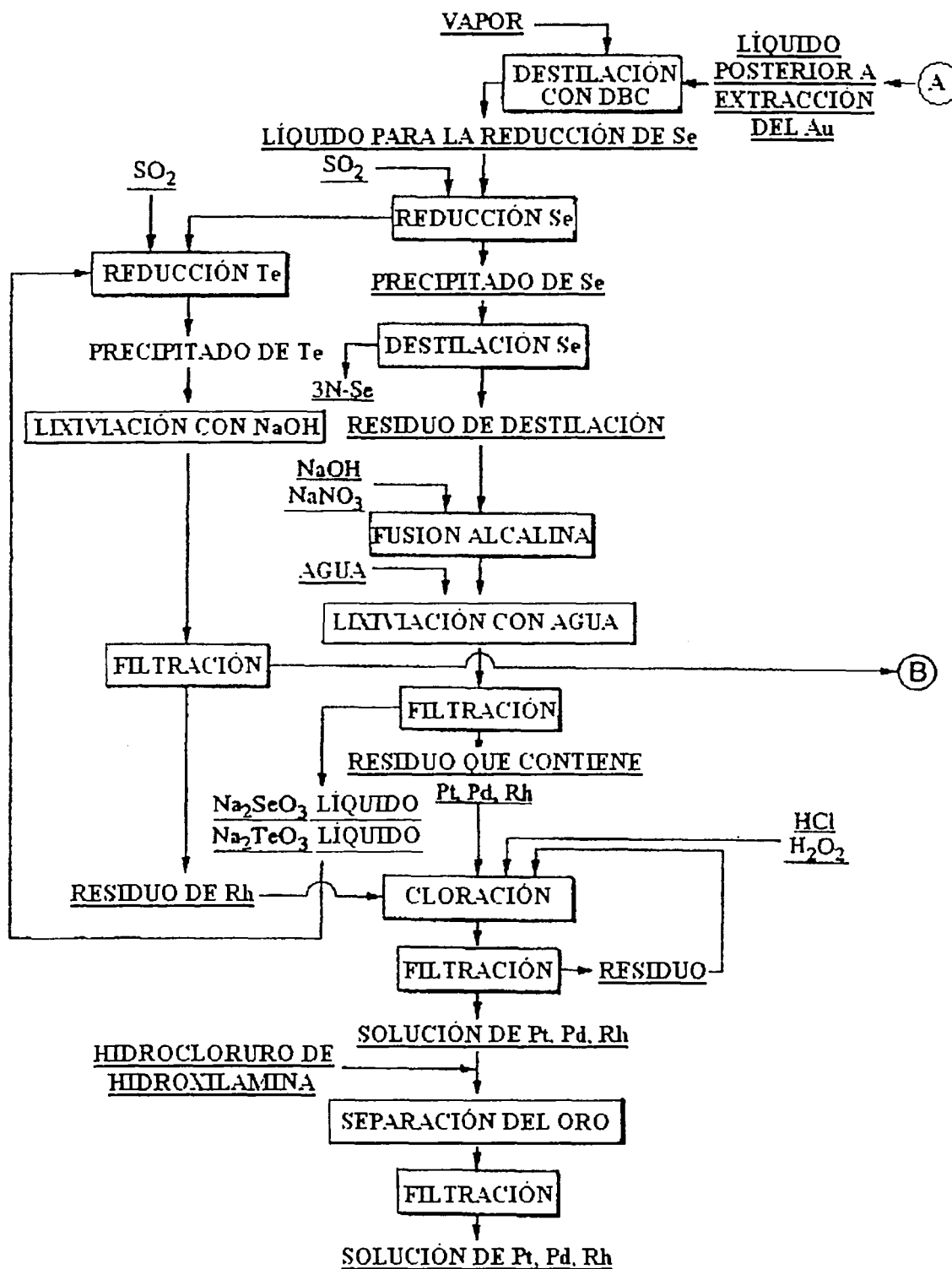


Fig. 8C

