

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 138**

51 Int. Cl.:

B03D 1/012 (2006.01)

C07C 333/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2008 PCT/US2008/051537**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2008 WO08097707**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2008 E 08713850 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2117718**

54 Título: **Novedosos colectores de ditiocarbamato y su uso en el enriquecimiento de yacimientos de minerales**

30 Prioridad:

07.02.2007 US 888642 P

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

11.10.2017

73 Titular/es:

**CYTEC TECHNOLOGY CORP. (100.0%)
300 DELAWARE AVENUE
WILMINGTON, DELAWARE 19801, US**

72 Inventor/es:

NAGARAJ, DEVARAYASAMUDRAM, R.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 637 138 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

Novedosos colectores de ditiocarbamato y su uso en el enriquecimiento de yacimientos de minerales

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere generalmente a colectores de flotación de espuma y procesos de flotación de espuma para usar los mismos para el enriquecimiento y la recuperación de valores de metal tales como cobre, plomo, cinc, níquel, molibdeno, oro, plata y metales del grupo del platino (PGM), que incluyen metales de platino y de paladio, de yacimientos de minerales. Más particularmente, se refiere a procesos que emplean colectores de mineral de sulfuro que comprenden ciertos compuestos de ditiocarbamato que presentan excelente rendimiento metalúrgico a lo largo de un amplio intervalo de valores de pH.

Descripción de la técnica relacionada

15 La flotación de espuma es un proceso ampliamente usado para el enriquecimiento de menas que contienen minerales de valor. Un proceso de flotación de espuma típico implica entremezclar una suspensión acuosa, que contiene partículas de mena finamente molidas, con un agente de espumación o espumante para producir una espuma. Las partículas de mena que contienen un mineral deseado son preferencialmente atraídas a la espuma debido a una afinidad entre la espuma y el mineral expuesto sobre las superficies de las partículas de mena. Los minerales enriquecidos resultantes se recogen entonces separándolos de la espuma.

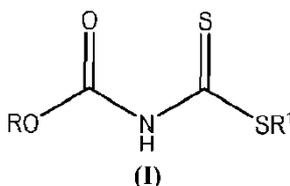
20 Reactivos químicos conocidos como "colectores" se añaden comúnmente a la suspensión para aumentar la selectividad y eficiencia del proceso de separación. Las patentes de EE.UU. Números 4.584.097, 6.732.867, 6.820.746, 6.988.623 y 7.011.216, desvelan el uso de N-alcoxycarbonil-O-alkylthiocarbamatos como colectores.

25 La flotación de espuma es especialmente útil para separar minerales de valor finamente molidos de su ganga asociada o para separar minerales de valor entre sí. Debido a la gran escala a la que normalmente se realizan las operaciones de minería, y la gran diferencia en el valor entre el mineral deseado y la ganga asociada, aumentos incluso relativamente pequeños en la eficiencia de separación proporcionan aumentos sustanciales en la productividad.

Existe una necesidad continua de colectores mejorados y métodos de uso de ellos para la recuperación de metales de menas.

SUMARIO DE LA INVENCION

En una realización, se proporciona un compuesto de ditiocarbamato de fórmula (I):



30 en la que R y R₁ comprenden cada uno independientemente alquilo C₁₋₂₀ opcionalmente sustituido, arilo C₆₋₂₀ opcionalmente sustituido, alqueno C₂₋₂₀ opcionalmente sustituido o aralquilo C₇₋₂₀ opcionalmente sustituido y en la que dicho compuesto está seleccionado del grupo que consiste en: N-aliloxycarbonil-S-alkylditiocarbamato, N-aliloxycarbonil-S-arilditiocarbamato, N-alcoxycarbonil-S-alilditiocarbamato, N-ariloxycarbonil-S-alilditiocarbamato, N-n-butoxycarbonil-S-n-butilditiocarbamato, N-butoxycarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-aliloxycarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-fenoxycarbonil-S-alilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-propilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-butilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-hexilditiocarbamato o un compuesto de fórmula I en la que R y R₁ son cada uno independientemente alquilo C₂₋₆ y en la que el compuesto de fórmula I está seleccionado del grupo que consiste en N-alcoxycarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-alcoxycarbonil-S-hexilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-alkylditiocarbamato, N-pentoxycarbonil-S-alkylditiocarbamato y N-hexoxycarbonil-S-alkylditiocarbamato.

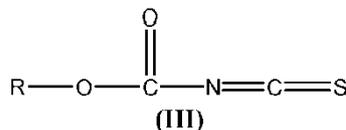
45 En otra realización, se proporciona una composición de colector para el enriquecimiento de menas de mineral que comprende al menos un compuesto de ditiocarbamato de fórmula (I), en la que cada uno de R y R₁ se elige independientemente de alquilo C₁₋₂₀, arilo C₆₋₂₀, alqueno C₂₋₂₀ o aralquilo C₇₋₂₀; y al menos otro componente seleccionado de otros colectores y agentes de espumación.

También se desvela un método de preparación de un compuesto de ditiocarbamato de fórmula (I). El método comprende hacer reaccionar un alquil o arilmercaptano de fórmula (IV) con un isotiocianato de alcoxi- o ariloxi-

carbonilo de fórmula (III) para formar el compuesto de ditiocarbamato de fórmula (I), donde R y R¹ en las fórmulas (III) y (IV) se definen como en la fórmula (I) anterior:



(IV)



(III)

5 En otra realización, se proporciona un método de enriquecimiento de una mena de mineral. El método comprende formar una suspensión que comprende partículas de la mena de mineral. El método comprende además entremezclar la suspensión con una cantidad eficaz de un compuesto de ditiocarbamato de fórmula (I) para formar una espuma que comprende una pluralidad de minerales enriquecidos.

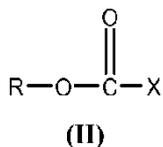
10 Estas y otras realizaciones se describen en mayor detalle a continuación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

15 Realizaciones de la presente invención proporcionan colectores de flotación de espuma y procesos de flotación de espuma que utilizan ditiocarbamatos de fórmula (I) para el enriquecimiento y la recuperación de metales de menas de mineral. Estos metales pueden incluir, pero no se limitan a, cobre, plomo, cinc, níquel, molibdeno, oro, plata y metales del grupo del platino (PGM), que incluyen platino y paladio. Inesperadamente, se ha encontrado que los ditiocarbamatos de fórmula (I) son más eficaces que los tionocarbamatos comparables en diversos procesos de flotación de espuma para el enriquecimiento de yacimientos de minerales.

20 Los ditiocarbamatos de fórmula (I) pueden prepararse de diversas formas. Por ejemplo, en una realización, los ditiocarbamatos de fórmula (I) se preparan haciendo reaccionar un alquil o arilmercaptano de fórmula (IV) con un isotiocianato de alcoxi- o ariloxi-carbonilo de la fórmula (III) descrita anteriormente. Los ejemplos expuestos más adelante describen condiciones de reacción preferidas para preparar ditiocarbamatos particulares de fórmula (I). Aquellos expertos en la materia, en vista de la orientación proporcionada en el presente documento, pueden identificar condiciones de reacción adecuadas para preparar una amplia variedad de ditiocarbamatos de fórmula (I).

25 El isotiocianato de alcoxi- o ariloxi-carbonilo de fórmula (III) puede obtenerse de diversas formas, por ejemplo, a partir de fuentes comerciales o por métodos conocidos para aquellos expertos en la materia, véanse, por ejemplo, la patente china Número 1.548.418 A y las patentes de EE.UU. N.º 4.778.921, 4.659.853, 5.194.673, 6.066.754 y 6.184.412. En una realización, el isocianato de alcoxi- o ariloxi-carbonilo de fórmula (III) se prepara haciendo reaccionar un haloformiato de fórmula (II) con una sal de tiocianato, donde X en la fórmula (II) es un halógeno y R en la fórmula (II) se define como en la fórmula (I) anterior.



(II)

30 Por ejemplo, puede hacerse reaccionar cloroformiato de butilo de fórmula (II) (R = butilo), X = cloro) con tiocianato de sodio para formar un producto intermedio de isotiocianato de butoxicarbonilo de fórmula (III) en la que R es butilo. Las sales de tiocianato (tales como tiocianato de sodio y tiocianato de potasio), haloformiatos de arilo y haloformiatos de alquilo pueden obtenerse a partir de fuentes comerciales o prepararse por métodos conocidos para aquellos expertos en la materia. Por ejemplo, pueden sintetizarse cloroformiatos de alquilo haciendo reaccionar fosgeno con los alquilmercaptanos correspondientes.

R y R¹ en las fórmulas (I) a (IV) comprenden cada uno independientemente alquilo C₁₋₂₀, arilo C₆₋₂₀, alquenilo C₂₋₂₀ o aralquilo C₇₋₂₀.

40 En una realización, el compuesto de fórmula (I) puede ser un N-aliloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, un N-aliloxicarbonil-S-arilditiocarbamato, un N-alcoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, un N-ariloxicarbonil-S-alilditiocarbamato, un N-ariloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato o un N-alcoxicarbonil-S-arilditiocarbamato. R y R¹ son cada uno independientemente alquilo C₂₋₆. Por ejemplo, el compuesto de fórmula (I) puede ser un N-alcoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, un N-alcoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, un N-alcoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, un N-alcoxicarbonil-S-pentilditiocarbamato, un N-alcoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato, un N-etoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, un N-propoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, un N-butoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, un N-pentoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, un N-hexoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, o una mezcla de los mismos.

Ejemplos de ditiocarbamatos adecuados incluyen, pero no se limitan a: N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-butoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-aloxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-fenoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato y N-butoxicarbonil-S-etilditiocarbamato.

Una realización proporciona una composición de colector para el enriquecimiento de menas de mineral, que comprende una cantidad eficaz de uno o más de los ditiocarbamatos de fórmula (I) descritos en el presente documento, que pueden denominarse en el presente documento simplemente ditiocarbamatos. Aquellos expertos en la materia entenderán que los términos "enriquecer", "enriquecimiento" y "enriquecido", como se usan en el presente documento, tienen su significado habitual y, en el contexto de la presente discusión, se refieren a un proceso de enriquecimiento de mena en el que la concentración del mineral y/o metal deseado en la mena aumenta a medida que avanza el proceso. La composición de colector usada para tal enriquecimiento puede consistir esencialmente en el (los) ditiocarbamato(s), o puede comprender otros componentes, tales como diluyentes (por ejemplo, agua, alcohol, aceite), modificadores del pH, otros colectores, agentes de espumación, etc. Ejemplos de otros colectores incluyen xantatos, formiatos de xantógeno, tiofosfatos, tioureas y ditiocarbamatos. Ejemplos de agentes de espumación incluyen alcoholes (por ejemplo, alcanoles C₆₋₈ tales como 2-etilhexanol y 4-metil-2-pentanol, glicoles y poliglicoles), aceite de pino y ácido cresílico. La cantidad de ditiocarbamato(s) en la composición de colector puede variar en un amplio intervalo, por ejemplo, de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 100 %, según se necesite. Composiciones de colector que contienen otros componentes, además de los ditiocarbamatos de fórmula (I), pueden formarse antes de la entremezcla con una suspensión de mineral o en presencia de la suspensión de mineral. Aquellos expertos en la materia entenderán que referencia en el presente documento al uso de "colectores", "composiciones de colector", etc., para el enriquecimiento incluyen el uso de composiciones de colector que consisten esencialmente en el (los) ditiocarbamato(s) descritos en el presente documento y aquellos que comprenden además otros componentes, tales como los diluyentes, modificadores del pH, otros colectores y/o agentes de espumación referidos anteriormente, a menos que el contexto indique de otro modo.

Otra realización proporciona un método de enriquecimiento de una mena de mineral, que comprende formar una suspensión que comprende partículas de mena de mineral, y entremezclar la suspensión con una cantidad eficaz de la composición de colector (que comprende o consiste esencialmente en un compuesto de fórmula (I)), preferentemente con un agente de espumación para formar una espuma que comprende una pluralidad de minerales enriquecidos. Una variedad de menas de mineral pueden ser enriquecidas por los métodos descritos en el presente documento. Los minerales pueden recuperarse de yacimientos que son principalmente sulfuro, pero pueden tener un mayor o menor grado de oxidación. Por ejemplo, en una realización, se recuperan metal de sulfuro y/u óxido y valores minerales por métodos de flotación de espuma en presencia de una composición de colector como se describe en el presente documento. En realizaciones preferidas, estas composiciones de colector proporcionan enriquecimiento potenciado de valores de mineral de sulfuro de menas de sulfuro de metal base en un amplio intervalo de valores de pH y, más preferentemente, bajo condiciones ligeramente ácidas, neutras y ligeramente alcalinas. Como se tratará más adelante, esta clase de composiciones de colector puede proporcionar mejoras significativas en la recuperación de metales con respecto a los colectores convencionales, tales como tionocarbamatos.

En una realización, las partículas de mena en la suspensión se preparan preferentemente por reducción de tamaño de la mena para proporcionar partículas de mena de tamaño de flotación, de un modo generalmente conocido para aquellos expertos en la materia. Por ejemplo, la mena puede machacarse a aproximadamente -10 de malla de tamaño, seguido de molienda en húmedo en un molino de bolas de acero al tamaño de malla deseado. Alternativamente, puede usarse molino de bolas. El tamaño de partícula al que una mena particular se reduce de tamaño con el fin de liberar valores minerales de ganga asociada o no valores, es decir, el tamaño de liberación, normalmente varía de mena a mena y puede depender de varios factores. Estos factores pueden incluir, pero no se limitan a, la geometría de los depósitos minerales dentro de la mena, tal como estrificaciones, aglomeración y co-matrices.

La determinación de que las partículas han sido reducidas de tamaño al tamaño de liberación deseado puede hacerse por examen microscópico usando métodos conocidos para aquellos expertos en la materia. Generalmente, y sin limitación, los tamaños de partícula adecuados pueden variar de aproximadamente 50 de malla a aproximadamente 400 de malla. Preferentemente, la mena se reduce de tamaño para proporcionar partículas de tamaño por flotación en el intervalo de aproximadamente +65 de malla a aproximadamente -200 de malla. En una realización preferida, las menas de sulfuro de metal base se reducen de tamaño para proporcionar de aproximadamente el 10 % a aproximadamente el 40 %, preferentemente de aproximadamente el 14 % a aproximadamente el 30 % en peso de partículas de +100 de malla y de aproximadamente el 40 % a aproximadamente el 80 %, preferentemente de aproximadamente el 45 % a aproximadamente el 75 % en peso de partículas de tamaños de -200 de malla.

Una suspensión que comprende las partículas de mena de mineral (también conocidas como una pulpa o suspensión de pulpa) puede formarse de diversas formas conocidas para aquellos expertos en la materia. Ejemplos

de formación de suspensión pueden incluir, pero no se limitan a, entremezclar las partículas de mena de tamaño de liberación con agua y triturar la mena en presencia de agua.

5 El pH de la suspensión puede ajustarse en cualquier etapa en el proceso de formación de suspensiones. En un ejemplo no limitante, un modificador del pH, tal como un ácido o base, se añade a la suspensión o a la molienda durante la reducción de tamaño, con el fin de proporcionar la suspensión con un pH seleccionado. En una realización preferida, los modificadores del pH incluyen ácido sulfúrico, carbonato sódico y cal. Así, por ejemplo, puede obtenerse buen enriquecimiento a valores de pH de suspensión de pulpa en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 12, y particularmente en el intervalo de pH de aproximadamente 5 a aproximadamente 10,5.

10 El pH de la suspensión puede ajustarse en cualquier momento en el proceso de preparación de la mena para la flotación de espuma o durante el propio proceso de flotación de espuma. La suspensión de partículas de mena de mineral preferentemente contiene una cantidad de agua eficaz para proporcionar de aproximadamente el 10 % a aproximadamente el 60 % de sólidos de pulpa, más preferentemente de aproximadamente el 25 % a aproximadamente el 50 % de sólidos de pulpa, y lo más preferentemente de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 40 % de sólidos de pulpa, en peso basado en el peso de suspensión total.

15 Según una realización preferida, se realiza la flotación de minerales que contienen sulfuro. Ejemplos de tales minerales incluyen aquellos que comprenden metales que pueden incluir, pero no se limitan a, cobre, níquel, molibdeno, plomo, cinc, oro, plata y metales del grupo del platino (PGM). La flotación puede realizarse a un pH en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 12, preferentemente de aproximadamente 6 a aproximadamente 12 y más preferentemente aproximadamente 9 a aproximadamente 11,5.

20 Se ha descubierto que realizaciones preferidas de las composiciones de colector descritas en el presente documento proporcionan concentración del colector excepcionalmente buena, junto con excelente selectividad del colector, incluso a dosificaciones de colector reducidas, cuando la flotación de espuma se realiza en el intervalo de pH anteriormente mencionado. En una realización, la suspensión se acondiciona preferentemente entremezclándola con cantidades eficaces de un agente de espumación y una composición de colector (que comprende preferentemente al menos un ditiocarbamato de fórmula (1) para formar una espuma que contiene minerales de sulfuro enriquecidos. El agente de espumación, colector y la suspensión pueden entremezclarse en cualquier orden. Por ejemplo, el colector puede añadirse a la suspensión y/o a la molienda según métodos convencionales. Por "cantidad eficaz" se indica cualquier cantidad de los componentes respectivos que proporciona un nivel de enriquecimiento deseado de los valores de metal deseados.

30 Cualquier agente de espumación conocido para aquellos expertos en la materia puede emplearse en el proceso de flotación de espuma. Ejemplos no limitantes de agentes de espumación adecuados incluyen: alcoholes de hidrocarburo de bajo peso molecular de cadena lineal o ramificada, tales como alcanoles C₆₋₈, 2-etilhexanol y 4-metil-2-pentanol (también conocido como metilisobutilcarbinol o MIBC), además de aceites de pino, ácido cresílico, glicoles, poliglicoles, y combinaciones de los mismos. Cantidades típicas de agente de espumación están en el intervalo de 4,536 g a 90,72 g (0,01 lb a 0,2 lb) de agente de espumación por tonelada de mena tratada, aunque cantidades más altas o más bajas de agente de espumación puede ser eficaces en situaciones particulares.

40 Las composiciones de colector descritas en el presente documento pueden usarse solas, en combinación entre sí, y/o en combinación con uno o más segundos colectores, por ejemplo, otro colector de mineral de sulfuro. Ejemplos de segundos colectores incluyen, pero no se limitan a, xantatos, formiatos de xantógeno, tiofosfatos, tioureas y/o ditiocarbamatos, por ejemplo, dialquilditiocarbamatos. Por ejemplo, en una realización preferida, una composición de colector (que comprende preferentemente un ditiocarbamato de fórmula (1) se entremezcla con un agente de espumación y suspensión de pulpa en cantidades que oscilan de 2,27 g a 2268 g (0,005 lb a 5 lb) del colector por tonelada de mena en la suspensión, preferentemente 45,36 g/t a 907,2 g/t (0,1 lb/t a 2 lb/t) y más preferentemente 4,536 g/t a 453,6 g/t (0,01 lb/t a 1 lb/t), en la misma base. En procesos de flotación de espuma en los que se desea recoger selectivamente minerales que comprenden un PGM, el colector se usa preferentemente en cantidades de 4,536 g/t a 2268 g/t (0,01 lb/t a 5 lb/t) de mena en la suspensión. En los procesos de flotación de espuma de sulfuro a granel, niveles más altos del colector son frecuentemente preferidos. Cantidades eficaces del colector para un proceso de flotación de espuma particular pueden determinarse por experimentación rutinaria, informado por la orientación proporcionada en el presente documento.

50 La entremezcla de la suspensión con una cantidad eficaz de un agente de espumación y una cantidad eficaz de la composición de colector (por ejemplo, ditiocarbamato de fórmula (1)) se realiza preferentemente de un modo que produzca una espuma que contiene minerales de sulfuro enriquecidos. La formación de la espuma puede facilitarse utilizando condiciones de mezcla adecuadamente vigorosas y/o inyectando aire en la suspensión. Puede utilizarse experimentación rutinaria según métodos de flotación de espuma convencionales, informados por la orientación proporcionada en el presente documento, para determinar condiciones adecuadas para flotar los valores minerales de sulfuro deseados en el concentrado de espuma y, preferentemente, rechazar o hundir selectivamente pirita y otros sulfuros de ganga. Para ciertas menas, particularmente aquellas que contienen metales preciosos y metales del grupo del platino y níquel, puede ser necesario flotar y recuperar todos los minerales de sulfuro que incluyen pirita, arsenopirita, galena, esfalerita y una variedad de otros sulfuros metálicos, junto con los metales de valor anteriormente mencionados.

Ventajosamente, las composiciones de colector (por ejemplo, ditiocarbamatos de fórmula (I)) son generalmente fácilmente dispersables en la pulpa de mineral. Por ejemplo, cuando se añaden a una celda de flotación, estos colectores normalmente proporcionan recuperación de metales más alta, como se muestra en los ejemplos proporcionados más adelante. Así, las composiciones de colector pueden usarse para concentrar o recoger selectivamente ciertos sulfuros metálicos de valor, particularmente aquellos de oro, cobre, molibdeno, PGM, plomo, y cinc, de otros sulfuros de ganga, por ejemplo, pirita y pirrotita, y otros materiales de ganga, por ejemplo, silicatos, carbonatos, etc. Estos colectores también pueden usarse en situaciones en las que se desea recoger sustancialmente todos los sulfuros en una mena, que incluyen esfalerita (ZnS) y los sulfuros de hierro, por ejemplo, pirita y pirrotita, además de los principales minerales de sulfuro.

10 **Ejemplo 1-Síntesis de N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato**

Se añaden aproximadamente 20 ml de n-butilmercaptano a aproximadamente 10 gramos de n-butoxicarbonil-isotiocianato. Se produce n-butoxicarbonil-isotiocianato mediante los procedimientos descritos en las patentes de EE.UU. Números 4.778. 921 y 5.194.673. La reacción es sustancialmente exotérmica, aumentando la temperatura de aproximadamente 25 a 60 °C. Al final de la adición del mercaptano, el lote se mantiene a la temperatura de reacción durante aproximadamente 3-4 horas. El fin sustancial de la reacción se indica por la sustancial desaparición de la banda de absorción de infrarrojos (IR) para el grupo N=C=S a aproximadamente 1960-1990 cm^{-1} . El exceso de butilmercaptano se elimina sustancialmente arrastrando a presión reducida dando un sólido de bajo punto de fusión. La cristalización en hexanos da aproximadamente 12 gramos de cristales de color amarillo claro de N-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato, que posee un punto de fusión de aproximadamente 26-28 °C.

20 **Ejemplo 2-Síntesis de N-etoxicarbonil-S-butilditiocarbamato**

Se añaden aproximadamente 20 ml de butilmercaptano a aproximadamente 10 gramos de etoxicarbonil-isotiocianato producido por los procedimientos descritos en las patentes de EE.UU. Números 4.778. 921 y 5.194.673. La reacción es sustancialmente exotérmica, con un aumento de temperatura de aproximadamente 25 a 60 °C. Al final de la adición del mercaptano, el lote se mantiene a aproximadamente la temperatura de reacción durante aproximadamente 3-4 horas. El fin sustancial de la reacción se indica por la sustancial desaparición para el grupo N=C=S de la banda de absorción de IR a 1960-1990 cm^{-1} . El exceso de butilmercaptano se elimina arrastrando a presión reducida dando un sólido de bajo punto de fusión. La cristalización en hexanos da aproximadamente 13 gramos de cristales de color amarillo de N-etoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, que posee un punto de fusión de aproximadamente 30-32 °C.

30 **Ejemplo 3-Síntesis de N-aloxicarbonil-S-fenilditiocarbamato**

Se utiliza el procedimiento general del Ejemplo 1, empleando fenilmercaptano y aloxicarbonil-isotiocianato. El producto final, N-aloxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, posee un punto de fusión de aproximadamente 72-74 °C.

Ejemplo 4-Síntesis de N-fenoxicarbonil-S-alilditiocarbamato

Se usa el procedimiento general del Ejemplo 1, empleando alilmercaptano y fenoxicarbonil-isotiocianato. El producto final, N-fenoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, posee un punto de fusión de aproximadamente 67-69 °C.

Ejemplo 5-Síntesis de N-etoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato

Se usa el procedimiento general del Ejemplo 1, empleando fenilmercaptano y etoxicarbonil-isotiocianato. El producto final, N-etoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, posee un punto de fusión de aproximadamente 65-67 °C.

Ejemplo 6-Síntesis de N-butoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato

40 Se usa el procedimiento general del Ejemplo 1, empleando fenilmercaptano y butoxicarbonil-isotiocianato. El producto final, N-butoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, posee punto de fusión de aproximadamente 71-73 °C.

Ejemplos 7-12 - Recuperación de valores de metal usando NBCNBDTS y NBCNBTC

Un yacimiento que contiene valores de cobre (Cu), molibdeno (Mo) y oro (Au) se enriquece por flotación de espuma. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: aproximadamente 2200 g/ton de cal, aproximadamente 30 g/ton de una mezcla aproximada 3:1 de espumas Oreprep501/Oreprep507 (Cytec Industries, Inc., West Patterson, NJ), donde de sólidos de pulpa son aproximadamente el 67 %, y los colectores se añaden al molino. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal se informan en la Tabla 1 usando un colector de N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NBCNBDTS) de la presente invención y un colector de N-n-butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato (NBCNBTC) usado en prácticas convencionales. Los valores de pH, dosificación por tonelada de sólidos de pulpa y tiempo de molienda varían en los Ejemplos 7-12.

Tabla 1- Recuperación de valores de metal usando NBCNBDTS y NBCNBTC

Ejemplo Número*	pH	Tipo de colector	Dosis (g/ton)	Tiempo de molienda (min)	Rec. de Au (%)	Rec. de Cu (%)	Rec. de Mo (%)
7	9,5	NBCNBDTS	4	6,5	46,9	86,1	80,5
7C	9,5	NBCNBTC	4	6,5	36,2	61,7	79,6
8	9,5	NBCNBDTS	8	6,5	43,0	77,6	79,5
8C	9,5	NBCNBTC	8	6,5	45,4	74,9	79,3
9	9,5	NBCNBDTS	4	5,0	36,5	61,5	78,5
9C	9,5	NBCNBTC	4	5,0	34,0	56,0	66,5
10	9,5	NBCNBDTS	8	5,0	51,1	85,0	79,3
10C	9,5	NBCNBTC	8	5,0	46,8	79,5	80,7
11	10,5	NBCNBDTS	8	6,5	61,4	91,2	87,7
11C	10,5	NBCNBTC	8	6,5	49,8	85,1	81,3
12	10,5	NBCNBDTS	4	5,0	53,4	87,6	83,8
12C	10,5	NBCNBTC	4	5,0	41,7	72,8	71,5

C: Comparativo

La Tabla 1 ilustra que el colector NBCNBDTS de la presente invención mejora la recuperación con respecto al colector NBCNBTC convencional.

5 En los Ejemplos 7/7C y 8/8C, se utilizan los parámetros de enriquecimiento de aproximadamente pH 9,5, tiempo de molienda aproximadamente 6,5 min y dosificaciones de aproximadamente 4 g/ton y aproximadamente 8 g/ton (basados en toneladas de sólidos en suspensión). Se observa que con una dosificación de aproximadamente 4 gramos por tonelada, NBCNBDTS recupera un mayor porcentaje de Au, Cu y Mo que NBCNBTC. Cuando la dosificación aumenta a aproximadamente 8 g/ton, los colectores presentan tasas de recuperación aproximadamente constantes. Se observa adicionalmente que el porcentaje de recuperación a baja dosis es mayor que el NBCNBTC convencional a la dosis más alta. Así, NBCNBDTS puede usarse en dosificaciones más pequeñas que NBCNBTC convencional, proporcionando un ahorro de coste por unidad de metal recuperado.

10 En los Ejemplos 9/9C y 10/10C, se usan parámetros de enriquecimiento de aproximadamente pH 9,5, tiempo de molienda de aproximadamente 5,0 min y dosificaciones de aproximadamente 4 g/ton y aproximadamente 8 g/ton. A dosificaciones de tanto 4 g/ton como 8 g/ton, NBCNBDTS recupera un mayor porcentaje de Au, Cu y Mo que NBCNBDTS.

15 En los Ejemplos 11/11C y 12/12C, se usan parámetros de enriquecimiento de aproximadamente pH 10,5, tiempo de molienda de aproximadamente 5,0 min y dosificaciones de aproximadamente 4 g/ton y 8 g/ton. Otra vez, usando tanto las dosificaciones de 4 g/ton como de 8 g/ton, NBCNBDTS recupera un mayor porcentaje de Au, Cu y Mo que NBCNBDTS.

20 **Ejemplos 13-17 - Recuperación de valores de metal usando varios N-alcoxycarbonil-alquilditiocarbamatos y N-alcoxycarbonil-alquiltionocarbamatos homólogos.**

25 Un yacimiento que contiene metales del grupo del platino, más específicamente platino (Pt) y paladio (Pd), se enriquece por flotación de espuma para recuperar estos metales de alto valor. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: se usan aproximadamente 2 kg de mena; el pH de la pulpa es ~8,6; se usan aproximadamente 15 g/ton de Betafroth 206 (Betachem (Pty) Ltd, Sudáfrica) como espumante; la mena se muele al 70 % de -200 de malla al 67 % de sólidos; los colectores se añaden a 20 g/t al molino y dos etapas de flotación en la proporción 10:5:5; los tiempos de acondicionamiento para reactivos normalmente son 2 min y el tiempo de flotación total es 15 min; y se usa goma guar a 40 g/t como inhibidores para talco. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal se informan en la Tabla 2 como los Ejemplos 13-17 usando colectores de N-alcoxycarbonil-alquilditiocarbamato de la presente invención y los colectores de N-alcoxycarbonil-alquiltionocarbamato usados en prácticas convencionales.

Tabla 2 - Recuperación de valores de Pt y Pd de mena usando N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamatos y N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamatos homólogos

Ejemplo Número*	Colector	Ensayo Pt en colas, g/t	% de rec. de Pt	Ensayo de Pd en colas, g/t	% de rec. de Pd
13	N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	0,70	69,4	0,45	66,4
13C	N-n-Butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato	0,81	65,1	0,53	59,8
14	N-etoxicarbonil-S-etilditiocarbamato	0,79	63,6	0,55	55,9
14C	N-etoxicarbonil-O-etiltionocarbamato	0,88	59,8	0,63	53,7
15	N-etoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato	0,81	63,4	0,57	57,1
15C	N-etoxicarbonil-O-hexiltionocarbamato	0,90	61,3	0,61	54,5
16	N-hexiloxicarbonil-S-hexilditiocarbamato	0,81	74,4	0,50	60,8
16C	N-n-hexiloxicarbonil-O-n-hexiltionocarbamato	0,99	59,4	0,63	62,4
17	N-aliloxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	1,00	58,8	0,64	53,2
17C	N-aliloxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato	0,93	59,9	0,67	51,2

* C: Comparativo

Ejemplos 18-22 - Recuperación de valores de metal usando varios N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamatos y N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamatos homólogos.

- 5 Un yacimiento que contiene principalmente valores de níquel (Ni), y con cobre (Cu) como metal de valor secundario, se enriquece por flotación de espuma para recuperar estos metales de alto valor. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: se usan aproximadamente 0,5 kg de mena; se añaden 1,36 kg/t de cal al molino para proporcionar un pH de la pulpa de ~9,3; se usan aproximadamente 26 g/ton de DOWFROTH 250 (Dow Chemical, Midland, MI, EE.UU.) como espumante añadido en dos etapas de flotación en la proporción de 16:10; la mena se muele al 55 % de -200 de malla al 67 % de sólidos; los colectores se añaden a 8 g/t al molino; el tiempo de acondicionamiento en la celda normalmente es 2 min y el tiempo de flotación total es 7 min; y la flotación se realiza a aproximadamente el 34 % de sólidos en tres etapas. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal (Ni y Cu) se informan en la Tabla 3 como los Ejemplos 18-22 usando colectores de N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamato de la presente invención y los colectores de N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamato usados en prácticas convencionales.

Tabla 3 - Recuperación de valores de Ni y Cu de mena usando N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamatos y N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamatos homólogos

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Ni	% de rec. de Cu
18	N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	89,8	95,7
18C	N-n-Butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato	87,7	94,2
19	N-etoxicarbonil-S-etilditiocarbamato	77,9	91,2
19C	N-etoxicarbonil-O-etiltionocarbamato	69,0	80,6
20	N-etoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato	84,2	95,3
20C	N-etoxicarbonil-O-hexiltionocarbamato	82,7	93,1
21	N-hexiloxicarbonil-S-hexilditiocarbamato	82,6	94,0
21C	N-n-hexiloxicarbonil-O-n-hexiltionocarbamato	79,5	93,6
22	N-aliloxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	80,0	92,2
22C	N-aliloxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato	77,1	88,6

* C: Comparativo

Ejemplos 23-24 - Recuperación de valores de metal usando N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NBCNBDTS), N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NiBCNBDTS) y N-n-butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato (NBCNBTC).

5 Un yacimiento que contiene principalmente valores de cobre (Cu), y con oro (Au) como metal secundario de alto valor, se enriquece por flotación de espuma para recuperar estos metales de alto valor. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: se usa aproximadamente 1 kg de mena; se añaden 200 g/t de cal al molino para proporcionar un pH de la pulpa de ~9,5; se usan aproximadamente 20 g/ton de MetilsobutilCarbinol (MIBC) como espumante añadido en dos etapas de flotación en la proporción de 15:5; la mena se muele al 18 % de +100 de malla al 67 % de sólidos; los colectores se añaden a 5 g/t al molino y la segunda etapa de flotación en la proporción de 3:2; el tiempo de acondicionamiento con los reactivos es 2 min y el tiempo de flotación total es 6 min; y la flotación se realiza a aproximadamente el 34 % de sólidos en dos etapas. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal (Au y Cu) se informan en la Tabla 4 como los Ejemplos 23-24 usando N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NBCNBDTS) y N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NiBCNBDTS) de la presente invención y el colector de N-n-butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato (NBCNBTC) usado en prácticas convencionales.

Tabla 4 - Recuperación de valores de Au y Cu de mena usando NBCNBDTS, NiBCNBDTS y NBCNBTC

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Au	Grado de Au, g/t	% de rec. de Cu	Grado de Cu, % de Cu
23	N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	85,5	2,7	94,4	9,5
24	N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	91,4	3,4	93,4	9,1
24C	N-n-Butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato	78,9	2,7	92,3	9,9

* C: Comparativo

Ejemplos 25-29 - Recuperación de valores de metal usando varios N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamatos y N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamatos homólogos.

20 Un yacimiento que contiene principalmente valores de cobre (Cu), y con oro (Au) como metal secundario de alto valor, se enriquece por flotación de espuma para recuperar estos metales de alto valor. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: se usan aproximadamente 1,1 kg de mena; se añaden 1,2 kg/t de cal al molino para proporcionar un pH de la pulpa de ~10; se usan aproximadamente 12 g/ton de una mezcla de relación 5:3 de AEROFROTH 76A y Oreprep X-133 (Cytec Industries Inc., West Paterson, NJ, EE.UU.) como espumante añadido en dos etapas de flotación en la proporción de 8:4; la mena se muele al 20 % de +100 de malla al 55 % de sólidos; los colectores se añaden a 11 g/t al molino y la segunda etapa de flotación en la proporción de 6:5; el tiempo de acondicionamiento con los reactivos es 1 min y el tiempo de flotación total es 6 min; y la flotación se realiza a aproximadamente el 38 % de sólidos en tres etapas. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal (Cu y Au) se informan en la Tabla 5 como los Ejemplos 25-29 usando colectores de N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamato de la presente invención y los colectores de N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamato usados en prácticas convencionales.

Tabla 5 - Recuperación de valores de Au y Cu de mena usando N-alcoxicarbonil-alquilditiocarbamatos y N-alcoxicarbonil-alquiltionocarbamatos homólogos

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Cu	% de rec. de Au
25	N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	85,2	80,8
25C	N-n-Butoxicarbonil-O-n-Butiltionocarbamato	83,4	73,6
26	N-etoxicarbonil-S-etilditiocarbamato	81,8	74,0
26C	N-etoxicarbonil-O-etiltionocarbamato	75,6	59,8
27	N-etoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato	83,2	80,7
27C	N-etoxicarbonil-O-hexiltionocarbamato	81,2	73,7
28	N-hexiloxicarbonil-S-hexilditiocarbamato	83,2	69,5
28C	N-n-hexiloxicarbonil-O-n-hexiltionocarbamato	89,3	77,4
29	N-aliloxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato	81,6	78,5

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Cu	% de rec. de Au
29C	N-aliloxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato	77,3	72,0

* C: Comparativo

Ejemplos 30 - Recuperación de valores de metal usando N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NiBCNBDTS), N-n-butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato (NBCNBTC) y amilxantato de potasio (PAX).

Un yacimiento que contiene principalmente oro (Au) como el metal de valor primario asociado a una variedad de minerales de sulfuro - que incluyen pirita, arsenopirita, galena, calcopirita, tennantita, tetrahedrita, esfalerita y cantidades menores de otros sulfuros - se enriquece por flotación de espuma para recuperar Au y otros metales de valor. Una necesidad adicional de la industria para este tipo de menas de oro primarias es maximizar la recuperación de todos los minerales de sulfuro (expresado como Recuperación de azufre total). Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: se usan aproximadamente 0,5 kg de mena; el pH de la pulpa es ~8,5; se usan aproximadamente 40 g/ton de una mezcla de relación 1:3 de Orepreg 501/Orepreg 507 (Cytec Industries Inc., West Paterson, NJ) como espumante añadido en dos etapas de flotación en la proporción de 10:10; la mena se muele al 78 % de -200 de malla al 50 % de sólidos; los colectores se añaden a 50 g/t al molino y la tercera etapa de flotación en la proporción de 25:25; se usa amilxantato de potasio (PAX) como colector secundario a 75 g/t añadido al molino y la tercera etapa de flotación en la proporción de 38:37; se añade un colector de carbono Reagent S-7944 (Cytec Industries Inc., West Paterson, NJ) al molino a 50 g/t para flotar materia carbonácea en la primera etapa de flotación; el tiempo de acondicionamiento con los reactivos es 2 min y el tiempo de flotación total es 13 min; y la flotación se realiza en tres etapas. Para fines de comparación, se realiza una prueba separada bajo condiciones idénticas, excepto que PAX es el único colector usado a 125 g/t añadido al molino y la tercera etapa de flotación en la proporción de 63:62. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal (Au y azufre total) se informan en la Tabla 6 como los Ejemplos 30 y 30C1 y 30C2 usando (NiBCNBDTS+PAX), (NBCNBTC+PAX) y PAX solo.

Tabla 6 - Recuperación de Au y minerales de sulfuro de una mena de oro primaria usando (NiBCNBDTS+PAX), (NBCNBTC+PAX) y PAX

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Au	% de rec. de azufre total
30	N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato + PAX	69,7	67,2
30C1	N-n-Butoxicarbonil-O-n-Butiltionocarbamato + PAX	60,6	58,5
30C2	Amilxantato de potasio (PAX)	59,3	57,8

* C1 y C2: Comparativos

Ejemplos 31 - Recuperación de valores de metal usando N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NiBCNBDTS), N-n-butoxicarbonil-O-n-butiltionocarbamato (NBCNBTC) y amilxantato de potasio (PAX).

Un yacimiento similar al usado para el Ejemplo 30 y de la misma mina se usa en este ejemplo. El objetivo es similar a aquél en el Ejemplo 30 - para maximizar la recuperación de valores de Au y todos los minerales de sulfuro asociados (expresados como Recuperación de azufre total). Los parámetros de flotación para cada prueba son similares a aquellos usados en el Ejemplo 30, excepto como se indica aquí: el pH de la pulpa es ~10,1; se usan aproximadamente 40 g/ton de una mezcla de relación 1:3 de Orepreg 501/Orepreg 507 (Cytec Industries Inc., West Paterson, NJ) como espumante añadido en tres etapas de flotación en la proporción de 30:5:5; la mena se muele al 73 % de -200 de malla al 67 % de sólidos; los colectores se añaden a 50 g/t a la segunda y tercera etapa de flotación en la proporción de 2:1; se usa amilxantato de potasio (PAX) como colector secundario a 75 g/t añadido a la segunda y tercera etapas de flotación en la proporción de 2:1; se añade un colector de carbono Reagent S-7944 (Cytec Industries Inc., West Paterson, NJ) al molino a 50 g/t para flotar materia carbonácea en la primera etapa de flotación; el tiempo de acondicionamiento con los reactivos es 2 min y el tiempo de flotación total es 13 min; y la flotación se realiza en tres etapas. Para fines de comparación, se realiza una prueba separada bajo condiciones idénticas, excepto que PAX es el único colector usado a 150 g/t añadido a la segunda y tercera etapas de flotación en la proporción de 2:1. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal (Au y azufre total) se informan en la Tabla 7 como los Ejemplos 31 y 31C1 y 31C2 usando (NiBCNBDTS+PAX), (NBCNBTC+PAX) y PAX solo.

40

Tabla 7 - Recuperación de Au y minerales de sulfuro a partir de una mena de oro primaria usando (NiBCNBDTS+PAX), (NiBCNBTC+PAX) y PAX

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Au	% de rec. de azufre total
31	N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato + PAX	96,6	93,8
31C1	N-n-Butoxicarbonil-O-n-Butiltionocarbamato + PAX	88,1	84,3
31C2	Amilxantato de potasio (PAX)	81,4	69,3

* C1 y C2: Comparativos

Ejemplos 32 - Recuperación de valores de metal usando N-iso-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato (NiBCNBDTS), N-iso-butoxicarbonil-O-iso-butiltionocarbamato (NiBCiBTC), diisobutilditiofosfinato de sodio (DIBDTPI) y etilxantato de sodio (NaEX).

Un yacimiento que contiene principalmente níquel (Ni) como el metal de valor primario y un predominio de silicatos de magnesio se enriquece por flotación de espuma para recuperar valores de Ni. Estas menas son exigentes debido a las bajas recuperaciones de Ni obtenidas con colectores convencionales y la presencia de silicatos de magnesio que afectan adversamente las recuperaciones de Ni. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: se usan aproximadamente 0,5 kg de mena; se añaden 6 kg/t de carbonato sódico al molino para proporcionar un pH de la flotación de ~9,3; se usan aproximadamente 30 g/ton de trietoxibutano como espumante añadido en la primera etapa de flotación; la mena se muele al 65 % de -200 de malla al 66 % de sólidos; el colector de la presente invención o el tionocarbamato comparativo correspondiente se añade a 7,5 g/t al molino; se usan etilxantato de sodio (NaEX) a 15 g/t y diisobutilditiofosfinato de sodio (DIBDTPI) a 7,5 g/t como colectores secundarios, ambos añadidos al molino; el tiempo de acondicionamiento con los reactivos es 1 min y el tiempo de flotación total es 10 min; y la flotación se realiza a aproximadamente el 34 % de sólidos en tres etapas. Para fines de comparación, se realizan dos pruebas separadas bajo condiciones idénticas, excepto que en una prueba NaEX es el único colector usado a 30 g/t añadido al molino, y en otra prueba NaEX y DIBDTPI se usan a 15 g/t cada uno añadido al molino. Las recuperaciones (Rec.) de Ni se informan en la Tabla 8 como los Ejemplos 32, 32C1, 32C2 y 32C3.

Tabla 8 - Recuperación de valores de Ni de mena usando (NiBCNBDTS+DIBDTPI+NaEX), (NiBCiBTC+DIBDTPI+NaEX), (DIBDTPI+NaEX) y NaEX.

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Ni	Grado de Ni, % de Ni
32	NiBCNBDTS+DIBDTPI+NaEX	87,2	4,4
32C1	NiBCiBTC+DIBDTPI+NaEX	80,3	4,2
32C2	DIBDTPI+NaEX	73,8	4,5
32C3	NaEX	48,5	3,4

* C: Comparativo

Ejemplos 33-46 - Recuperación de valores de metal usando varios compuestos de ditiocarbamato de la presente invención

Un yacimiento que contiene principalmente valores de níquel (Ni), y con cobre (Cu) como metal de valor secundario, se enriquece por flotación de espuma para recuperar estos metales de alto valor. Los parámetros de flotación para cada prueba son los siguientes: aproximadamente 0,5 kg de mena; se añaden 1,36 kg/t de cal al molino para proporcionar un pH de la pulpa de ~9,3; se usan aproximadamente 26 g/ton de DOWFROTH 250 (Dow Chemical, Midland, MI, EE.UU.) como espumante añadido en dos etapas de flotación en la proporción de 16:10; la mena se muele al 55 % de -200 de malla al 67 % de sólidos; los colectores se añaden a 8 g/t al molino; el tiempo de acondicionamiento en la celda normalmente es 2 min y el tiempo de flotación total es 7 min; y la flotación se realizó a aproximadamente el 34 % de sólidos en tres etapas. Las recuperaciones (Rec.) de cada uno de los valores de metal (Ni y Cu) se informan en la Tabla 9 como los Ejemplos 33-46.

Tabla 9 - Recuperación de valores de Ni y Cu de mena usando varios compuestos de ditiocarbamato homólogos de la presente invención.

Ejemplo Número*	Colector	% de rec. de Ni	% de rec. de Cu
33	N-aliloxycarbonil-S-n-butilditiocarbamato	73,7	90,9
34	N-etoxycarbonil-S-n-butilditiocarbamato	70,4	88,7
35	N-etoxycarbonil-S-etilditiocarbamato	75,5	92,0
36	N-fenoxycarbonil-S-etilditiocarbamato	62,5	68,4
37	N-fenoxycarbonil-S-alilditiocarbamato	74,9	91,4
38	N-fenoxycarbonil-S-n-butilditiocarbamato	76,8	83,3
39	N-hexilcarbonil-S-hexilditiocarbamato	74,9	88,1
40	N-etoxycarbonil-S-fenilditiocarbamato	56,5	57,1
41	N-aloxycarbonil-S-fenilditiocarbamato	58,5	62,2
42	N-aloxycarbonil-S-alilditiocarbamato	63,5	66,8
43	N-aloxycarbonil-S-hexilditiocarbamato	60,9	66,0
44	N-etoxycarbonil-S-hexilditiocarbamato	72,6	87,7
45	N-etoxycarbonil-O-metilditiocarbamato	68,2	87,0
46	N-n-butoxycarbonil-S-alilditiocarbamato	78,8	93,2

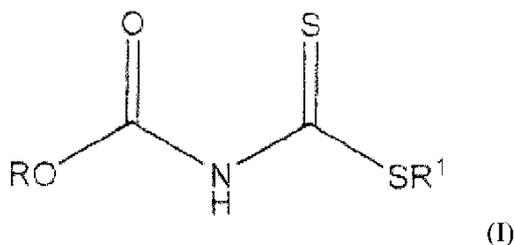
* C: Comparativo

REIVINDICACIONES

1. Un método de enriquecimiento de una mena de mineral, que comprende:

formar una suspensión que comprende partículas de mena de mineral; y

entremezclar la suspensión con una cantidad eficaz de una composición de colector que comprende un ditiocarbamato de fórmula (I):



en la que cada uno de R y R¹ se elige independientemente de alquilo C₁₋₂₀, arilo C₆₋₂₀, alqueno C₂₋₂₀ o aralquilo C₇₋₂₀, para formar una espuma que comprende una pluralidad de minerales enriquecidos.

2. El método de la reivindicación 1, en el que R y R¹ comprenden cada uno independientemente alquilo C₂₋₆, alilo, fenilo o bencilo.

3. El método de la reivindicación 2, en el que R y R¹ son cada uno independientemente alquilo C₂₋₆.

4. El método de la reivindicación 3, en el que el ditiocarbamato está seleccionado del grupo que consiste en N-alcoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-butoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-pentoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato y N-hexoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato.

5. El método de la reivindicación 1, en el que el ditiocarbamato está seleccionado del grupo que consiste en: N-aliloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-aliloxicarbonil-S-arilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-ariloxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-ariloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato y N-alcoxicarbonil-S-arilditiocarbamato.

6. El método de la reivindicación 1, en el que el ditiocarbamato está seleccionado del grupo que consiste en: N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-butoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-aliloxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-fenoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato y N-butoxicarbonil-S-etilditiocarbamato.

7. El método según la reivindicación 1, en el que la composición de colector comprende otro colector.

8. El método de la reivindicación 7, en el que el otro colector está seleccionado del grupo que consiste en xantatos, formiatos de xantógeno, tiofosfatos, tioureas y ditiocarbamatos.

9. El método de la reivindicación 1, que comprende un agente de espumación.

10. El método de la reivindicación 9, en el que el agente de espumación comprende al menos uno de un alcohol, un aceite de pino y ácido cresílico.

11. El método de la reivindicación 10, en el que el alcohol comprende al menos uno de un alcohol C₆₋₈, un glicol y un poliglicol.

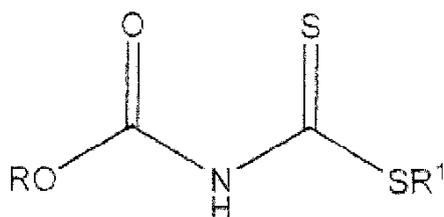
12. El método de la reivindicación 11, en el que el alcohol comprende al menos uno de 2-etilhexanol y 4-metil-2-pentanol.

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que las partículas de mena de mineral comprenden al menos una seleccionada de un mineral de sulfuro y un mineral de óxido.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las partículas de mena de mineral comprenden al menos una de cobre, níquel, molibdeno, plomo, cinc, oro, plata, platino y paladio.

15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1, que comprende además entremezclar la suspensión con un modificador del pH.

16. Una composición de colector que comprende un compuesto de fórmula (I):



(I)

en la que cada uno de R y R¹ se elige independientemente de alquilo C₁₋₂₀, arilo C₆₋₂₀, alqueno C₂₋₂₀ o aralquilo C₇₋₂₀; y al menos otro componente seleccionado de otros colectores y agentes de espumación.

5 17. La composición de colector de la reivindicación 16, en la que R y R¹ comprenden cada uno independientemente alquilo C₂₋₆, alilo, fenilo o bencilo.

18. La composición de colector de la reivindicación 17, en la que R y R¹ son cada uno independientemente alquilo C₂₋₆.

10 19. La composición de colector de la reivindicación 18, en la que el compuesto de fórmula (I) está seleccionado del grupo que consiste en N-alcoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-butoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-pentoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato y N-hexoxicarbonil-S-alquilditiocarbamato.

15 20. La composición de colector de la reivindicación 16, en la que el compuesto de fórmula (I) está seleccionado del grupo que consiste en: N-aliloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-aliloxicarbonil-S-arilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-ariloxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-ariloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato y N-alcoxicarbonil-S-arilditiocarbamato.

20 21. La composición de colector de la reivindicación 16, en la que el compuesto de fórmula (I) está seleccionado del grupo que consiste en: N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-butoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-aliloxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-fenoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-etoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-hexilditiocarbamato y N-butoxicarbonil-S-etilditiocarbamato.

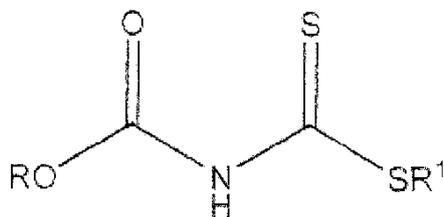
22. La composición de colector de la reivindicación 16, en la que el agente de espumación comprende al menos uno de un alcohol, un aceite de pino y ácido cresílico.

25 23. La composición de colector de la reivindicación 22, en la que el alcohol comprende al menos uno de un alcohol C₆₋₈, un glicol y un poliglicol.

24. La composición de colector de la reivindicación 23, en la que el alcohol comprende al menos uno de 2-etilhexanol y 4-metil-2-pentanol.

30 25. La composición de colector de la reivindicación 16, en la que el otro colector está seleccionado de xantatos, formiatos de xantógeno, tiofosfatos, tioureas y ditiocarbamatos.

26. Un compuesto de fórmula (I):



(I)

35 en la que R y R¹ comprenden cada uno independientemente alquilo C₁₋₂₀ opcionalmente sustituido, arilo C₆₋₂₀ opcionalmente sustituido, alqueno C₂₋₂₀ opcionalmente sustituido o aralquilo C₇₋₂₀ opcionalmente sustituido, en la que dicho compuesto está seleccionado del grupo que consiste en: N-aliloxicarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-aliloxicarbonil-S-arilditiocarbamato, N-alcoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-ariloxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-n-butoxicarbonil-S-n-butilditiocarbamato, N-butoxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-aliloxicarbonil-S-fenilditiocarbamato, N-fenoxicarbonil-S-alilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-etilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-propilditiocarbamato, N-propoxicarbonil-S-butilditiocarbamato, N-

propoxycarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-hexilditiocarbamato o un compuesto de fórmula I en la que R y R₁ son cada uno independientemente alquilo C₂₋₆ y

5 en la que el compuesto de fórmula I está seleccionado del grupo que consiste en N-alcoxycarbonil-S-pentilditiocarbamato, N-alcoxycarbonil-S-hexilditiocarbamato, N-propoxycarbonil-S-alquilditiocarbamato, N-pentoxycarbonil-S-alquilditiocarbamato y N-hexoxycarbonil-S-alquilditiocarbamato.