

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 614**

51 Int. Cl.:

B03C 1/015

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2008 E 08803482 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2190584**

54 Título: **Procesamiento de menas abundantes utilizando partículas magnéticas**

30 Prioridad:

03.09.2007 EP 07115542

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2013

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**DOMKE, IMME;
MRONGA, NORBERT;
MICHAILOVSKI, ALEXEJ;
HIBST, HARTMUT;
SERVAY, THOMAS y
KLOPSCH, RAINER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 426 614 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

Procesamiento de menas abundantes utilizando partículas magnéticas

La presente invención se refiere a un proceso para separar por lo menos un primer material de una mezcla que contiene este al menos a un material y por lo menos un segundo material, en el cual el primer material primero se pone en contacto con una sustancia enunció activa para volverlo hidrófugo, esta mezcla entonces se pone en contacto con por lo menos una partícula magnética de manera que la partícula magnética y el primer material hecho hidrófugo se combinan y este aglomerado se separa de por lo menos un segundo material aplicando un campo magnético y a continuación al menos un primer material se separa, de preferencia cuantitativamente, de la partícula magnética, en cuyo caso la partícula magnética puede preferiblemente recircularse al proceso.

Principalmente, la presente invención se refiere a un proceso para enriquecer menas en presencia de ganga.

Del estado de la técnica ya son conocidos procesos para separar menas de mezclas que las comprenden.

WO 02/0066168 A1 se refiere a un proceso para separar menas de mezclas que las comprenden en el cual se tratan suspensiones o lodos de estas mezclas con partículas que son magnéticas y/o capaces de flotar en soluciones acuosas. Después de adicionar las partículas magnéticas y/o capaces de flotar se aplica un campo magnético para que se separen los aglomerados de la mezcla. Sin embargo, el grado de unión de las partículas magnéticas a las minas y la resistencia del enlace suficiente para realizar el proceso con rendimiento y efectividad suficientemente altos.

US 4,657,666 divulga un proceso para enriquecer menas en cuyo caso la amina presente en la ganga reacciona con partículas magnéticas por lo cual se forman aglomerados debido a las interacciones hidrófugas. Las partículas magnéticas se vuelven hidrófugas en la superficie mediante tratamiento con compuestos hidrófugos de tal modo que se efectúa un enlazamiento a la mena. Los aglomerados luego se separan de la mezcla mediante un campo magnético. El documento mencionado también divulga que las minas son tratadas con una solución surfactante de xantogenato de etilo sódico al 1%, antes de que se agregue la partícula magnética. En este proceso se efectúa la separación de la mena y la partícula magnética mediante la destrucción de la sustancia surfactante que ha sido aplicada en forma de solución surfactante a la mena. Además, en este proceso, para la mena se utilizan únicamente agentes hidrófugos de C₄.

US 4,834,898 divulga un proceso para separar materiales no magnéticos poniéndolos en contacto con reactivos magnéticos que están cubiertos por dos capas de sustancias surfactantes. La US 4,834,898 también divulga que la carga superficial de las partículas no magnéticas que van a separarse pueden afectarse por varios tipos y concentraciones de reactivos electrolíticos. Por ejemplo, la carga superficial se modifica adicionando aniones multivalentes, por ejemplo, iones de tripolifosfato.

S. R. Gray, D. Landberg, N. B. Gray, Extractive Metallurgy Conference, Perth, 2 - 4 de octubre de 1991, páginas 223 - 226, divulgan un proceso para recuperar pequeñas partículas de oro poniendo en contacto las partículas con la magnetita. Antes de poner en contacto, las partículas de oro son tratadas con amilxantogenato de potasio. No se describe en este documento un proceso para separar las partículas de oro de por lo menos un material hidrofílico.

WO 2007/008322 A1 divulga una partícula magnética que se vuelve hidrófuga en la superficie para separar impurezas de sustancias minerales mediante procesos de separación magnética. De acuerdo con la WO 2007/008322 A1, a la solución o dispersión puede agregarse un agente de dispersión seleccionado de silicato de sodio, poliácido de sodio o hexametáfosfato de sodio.

US 5,043,070 divulga un proceso para la extracción magnética con solventes. Para este propósito, se mezcla un solvente orgánico, seleccionado del grupo constituido por 2-hidroxi-5-nonilbenzo-fenonaoxima, 5,8-dietil-7-hidroxidodecan-6-oximas y otros, con partículas magnéticas con el fin de magnetizar el solvente orgánico de esta manera. Las partículas magnéticas pueden recubrirse con una sustancia polar surfactante. Materiales surfactantes adecuados incluyen sustancias surfactantes aniónicas, catiónicas o anfóteras. Éste solvente orgánico magnetizado se adiciona luego a un globo acuoso de un compuesto que contiene cationes metálicos, por ejemplo sulfato de cobre. Bajo la acción de un campo magnético, esta mezcla bifásica se revuelve con el fin de empujar el sulfato de cobre a la fase orgánica. Debido a que las partículas magnéticas se encuentran presentes en la fase orgánica se logra una separación más rápida de las fases.

US 5,161,694 divulga un proceso para separar partículas de tamaño fino mediante coagulación hidrófuga selectiva. Este proceso puede usarse para separar carbón de mezclas que contienen minerales. El proceso se basa en que el material hidrófugo, por ejemplo carbón, se aglomera en un medio acuoso mediante fuerzas hidrófugas y los aglomerados pueden separarse después de modos conocidos.

DE 37 09 852 A1 divulga composiciones líquidas magnéticas estables y métodos para su producción y su uso. Los líquidos magnéticos estables están constituidos por partículas superparamagnéticas finamente divididas en un agente de dispersión líquido y por una cantidad suficiente para la estabilización y modificación de propiedades de una mezcla de sustancias surfactantes que se encuentran químicamente enlazadas con la superficie de las partículas magnéticas.

Es objetivo de la presente invención proporcionar un proceso por medio del cual al menos un primer material puede separarse de modo eficiente de mezclas que contienen al menos un primer material y al menos un segundo material. Un objeto adicional de la presente invención es tratar las primeras partículas que van a separarse de tal manera que el producto de adición de la partícula magnética y el primer material sean suficientemente estables para asegurar un rendimiento alto del primer material durante la separación.

Estos objetivos se logran mediante un proceso para separar al menos un primer material de una mezcla que contiene este al menos un primer material y al menos un segundo material, el cual comprende las siguientes etapas:

(A) poner en contacto la mezcla que contiene al menos un primer material y al menos un segundo material con al menos una sustancia surfactante, opcionalmente en presencia de al menos un agente de dispersión, en cuyo caso la sustancia surfactante se enlaza a al menos un primer material.

(B) opcionalmente adicionar al menos una gente de dispersión a la mezcla obtenida en la etapa (A) con el fin de obtener una dispersión con concentración adecuada,

(C) tratar la dispersión de la etapa (A) o (B) con al menos una partícula magnética hidrófuga de tal manera que se combinen al menos un primer material, al cual se enlazado al menos una sustancia surfactante, y al menos una partícula magnética

(D) separar el producto de la combinación de la etapa (E) de la mezcla aplicando un campo magnético,

(E) disociar el producto de combinación separado de la etapa (T) a fin de obtener el primer material, al menos uno, y la partícula magnética, al menos una, por separado, en cuyo caso la sustancia surfactante es una sustancia de la fórmula general (I)

A-Z (I)

donde

A se selecciona de alquilo de C_3 - C_{30} , heteroalquilo de C_3 - C_{30} , alquilo de C_6 - C_{30} opcionalmente sustituido, heteroalquilo de C_6 - C_{30} opcionalmente sustituido, aralquilo de C_8 - C_{30} y

Z es un grupo con el cual el compuesto de la fórmula general (I) se enlaza al primer material, al menos uno.

El proceso de la invención sirve preferiblemente para separar al menos un primer material hidrófugo de una mezcla que comprende este, al menos un primer, material hidrófugo y al menos un segundo material hidrófugo.

En el contexto de la presente invención, "hidrófugo" significa que la partícula correspondiente puede volverse hidrófuga después mediante tratamiento con la sustancia, al menos una, surfactante. También es posible que una partícula hidrófuga como tal se vuelva adicionalmente hidrófuga mediante tratamiento con la sustancia, al menos una, surfactante.

"Hidrófugo" significa en el contexto de la presente invención que la superficie de una "sustancia hidrófuga" correspondiente, o de una "sustancia vuelta hidrófuga", tiene un ángulo de contacto de $> 90^\circ$ con agua en comparación con el aire. En el contexto de la presente invención, "hidrofílico" significa que la superficie de una sustancia hidrofílica correspondiente tiene un ángulo de contacto de $< 90^\circ$ con agua en comparación con el aire.

En una modalidad preferida del proceso de la invención, al menos un primer material es al menos un compuesto de metal hidrófugo o carbón mineral y al menos un segundo material es preferiblemente al menos un compuesto de metal hidrofílico

De este modo al menos un primer material que va a separarse es un compuesto metálico que se selecciona preferiblemente del grupo de las menas de sulfuro, menas de óxido y/o que contienen carbonato, por ejemplo azurita $[Cu_3(CO_3)_2(OH)_2]$, o malaquita $[Cu_2[(OH)_2[CO_3]]]$, o de los metales nobles y sus compuestos a los cuales puede unirse selectivamente un compuesto surfactante generando propiedades surfactantes hidrófugas.

Al menos un compuesto de metal hidrofílico se selecciona preferiblemente del grupo constituido por compuestos de metal oxidicos e hidroxidicos, por ejemplo dióxido de silicio SiO_2 , silicatos, aluminosilicatos, por ejemplo, feldespato, por ejemplo albita $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$, mica, por ejemplo muscovita $\text{KAl}_2[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, granates $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe}^{\text{II}})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{\text{III}})_2(\text{SiO}_4)_3$, Al_2O_3 , $\text{FeO}(\text{OH})$, FeCO_3 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 y otros minerales relacionados y mezclas de los mismos.

- 5 Ejemplos de menas de sulfuro que pueden utilizarse según la invención se selecciona, por ejemplo, del grupo de menas de cobre constituido por covelita CuS , sulfuro de molibdeno (IV), calcopirita (pirita cupríferrosa) CuFeS_2 , bornita Cu_5FeS_4 , calcosita (vidrio de cobre) Cu_2S y mezclas de los mismos.

- 10 Compuestos metálicos oxidicos adecuados, que pueden usarse de acuerdo con la invención, se seleccionan preferiblemente del grupo constituido por dióxido de silicio SiO_2 , silicatos, aluminosilicatos, por ejemplo, feldespatos, por ejemplo, albita $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$, mica, por ejemplo muscovita $\text{KAl}_2[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, granates $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe}^{\text{II}})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{\text{III}})_2(\text{SiO}_4)_3$ y otros minerales relacionados y mezclas de los mismos.

Por consiguiente, en el proceso de acuerdo con la invención se emplean mezclas de menas preferiblemente no tratadas las cuales se obtienen de minas.

- 15 En una modalidad preferida del proceso de acuerdo con la invención la mezcla que contiene al menos un primer material y al menos un segundo material en la etapa (A) se presenta en forma de partículas con un tamaño de 100 nm a 100 μm , véase por ejemplo US 5,051,199. En una modalidad preferida se obtiene este tamaño de partícula mediante molienda. El especialista conoce métodos y equipos adecuados, por ejemplo molienda en número en un molino de bola. De esta manera, una modalidad preferida del proceso de la invención se caracteriza porque la mezcla que comprende al menos un primer material y al menos un segundo material se muele antes o durante la etapa (A) para producir partículas que tienen un tamaño de 100 nm hasta 100 μm . Las mezclas de menas utilizables de manera preferida tienen un contenido de minerales de sulfuro de al menos 0,4 % en peso, particularmente preferible de al menos 10 % en peso.

- 25 Ejemplos de minerales de sulfuro que se presentan en las mezclas utilizables según la invención son los mencionados previamente. Adicionalmente, en las mezclas también pueden estar presentes sulfuro de otros metales diferentes de cobre, por ejemplo sulfuros de hierro, plomo, zinc o molibdeno, es decir FeS/FeS_2 , PbS , ZnS o MoS_2 . Además, en las mezclas de menas que van a tratarse de acuerdo con la invención pueden estar presentes compuestos de óxido de metales y semimetales, por ejemplo silicatos o boratos u otras sales de metales y semimetales, por ejemplo fosfatos, sulfatos óxidos/hidróxidos/carbonatos y otras sales, por ejemplo azurita $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$, malaquita $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)]$, barita (BaSO_4), monazita $((\text{La-Lu})\text{PO}_4)$. Otros ejemplos de al menos un primer material que se separa mediante el proceso de la invención, son metales nobles como, por ejemplo, Au, Pt, Pd, Rh etc. de preferencia en estado puro.

- 30 Una mezcla de menas empleada normalmente, que puede separarse con el proceso de la invención, tienen la siguiente composición: aproximadamente 30 % en peso de SiO_2 , aproximadamente 10 % en peso de $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$, aproximadamente 3 % en peso de Cu_2S , aproximadamente 1 % en peso de MoS_2 , el resto de cromo, hierro, titanio y óxidos de magnesio.

Las etapas individuales del proceso de la invención se describen detalladamente a continuación:

Etapas (A):

- 40 La etapa (A) del proceso de la invención comprende poner en contacto la mezcla que contiene al menos un primer material y al menos un segundo material con al menos una sustancia surfactante ya mencionada previamente en presencia de al menos una gente de dispersión, en cuyo caso la sustancia surfactante se une selectivamente al, al menos, un primer material.

Los primeros y segundos materiales adecuados y preferidos ya se han mencionado previamente.

- 45 En el contexto de la presente invención "sustancia surfactante" significa una sustancia que está en capacidad de modificar la superficie de las partículas que van a separarse en presencia de otras partículas que no deben separarse de tal modo que tiene lugar una unión de una partícula hidrófuga por medio de interacciones hidrófugas. Las sustancias surfactantes que pueden usarse según la invención se unen a al menos un primer material y de esta manera producen una propiedad hidrófuga adecuada del primer material.

- 50 En una modalidad particularmente preferida en la fórmula (I) A es un alquilo de C_4 - C_{12} , lineal o ramificado, muy particularmente preferible un alquilo lineal de C_4 - C_8 . Los heteroátomos presentes opcionalmente de acuerdo con la invención se seleccionan de N, O, P, S y halógenos tales como F, Cl, Br y I.

En otra modalidad preferida, en la fórmula (I) es preferiblemente un alquilo de C₈-C₂₀, lineal o ratificado, preferiblemente ramificado, en cuyo caso se encuentra presente al menos un sustituyente, preferiblemente con 1 a 6 átomos de carbono, preferiblemente en posición 2, por ejemplo 2-etilhexilo y/o 2-propilheptilo.

En otra modalidad particularmente preferida, en la fórmula (I) Z se selecciona del grupo constituido por grupos aniónicos $-(X)_n-PO_3^{2-}$, $-(X)_n-PO_2S^{2-}$, $-(X)_n-POS_2^{2-}$, $-(X)_n-PS_3^{2-}$, $-(X)_n-PS^{2-}$, $-(X)_n-POS^-$, $-(X)_n-PO_2^-$, $-(X)_n-PO_3^{2-}$, $-(X)_n-CO_2^-$, $-(X)_n-CS_2^-$, $-(X)_n-COS^-$, $-(X)_n-C(S)NHOH$, $-(X)_n-S^-$ donde X se selecciona del grupo constituido por O, S, NH, CH₂ y n = 0, 1 o 2, opcionalmente con cationes seleccionados del grupo constituido por hidrógeno, NR₄⁺ donde R es igual a, independientemente entre sí, hidrógeno y/o alquilo de C₁-C₈, un metal alcalino o alcalinotérreo. Los aniones mencionados y los cationes correspondientes forman según la invención compuestos cargados de manera neutra de la fórmula general (I).

Si en las fórmulas mencionadas n = 2, dos grupos A iguales o diferentes, de preferencia iguales, se unen a un grupo Z.

En una modalidad particularmente preferida se emplean compuestos seleccionados del grupo constituido por xantatos A-O-CS₂⁻, dialquilditiofosfatos (A-O)₂PS₂⁻, dialquilditioposfinatos (A)₂-PS₂⁻ y mezclas de los mismos, en cuyo caso A es independientemente uno de otro, un alquilo de C₈-C₂₀ lineal o ramificado, preferiblemente lineal, por ejemplo n-octilo, o un alquilo de C₆-C₁₄, en cuyo caso la ramificación se encuentra preferiblemente en la posición 2, por ejemplo 2-etilhexilo y/o 2-propilheptilo. Como contraiones en estos compuestos se encuentran preferiblemente cationes seleccionados del grupo constituido por hidrógeno, NR₄⁺ donde R es igual, independientemente uno de otro, a hidrógeno y/o alquilo de C₁-C₈, metales alcalinos o alcalinotérreos, principalmente sodio o potasio.

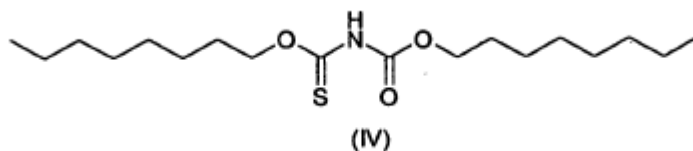
Compuestos muy particularmente preferidos de la fórmula general (I) se seleccionan del grupo constituido por n-octilxantato de sodio o de potasio, butilxantato de sodio o de potasio, di-n-octilditiofosfinato de sodio o de potasio, di-n-octilditiofosfato de sodio o de potasio, y mezclas de estos compuestos.

Para metales nobles, por ejemplo Au, Pd, Rh etc., en EP 1200408 B1 se describen a manera de ejemplo como sustancias surfactantes particularmente preferidas mono-, di- y tritioles o 8-hidroquinolinas.

Para óxidos metálicos, por ejemplo FeO(OH), Fe₃O₄, ZnO etc., carbonato, por ejemplo azurita (Cu(CO₃)₂(OH)₂], malaquita [Cu₂[(OH)₂CO₃]], son sustancias surfactantes particularmente preferidas octilfosfónico (OPS), (EtO)₃Si-A, (MeO)₃Si-A, con los significados previamente mencionados para A. En una modalidad preferida del proceso de la invención, como sustancias surfactantes no se utilizan hidroxamatos para modificar óxidos metálicos.

Para sulfuros metálicos, por ejemplo Cu₂S, MoS₂, etc., sustancias surfactantes particularmente preferidas son mono-, di- y tritioles o xantogenatos.

En otra modalidad preferida del proceso de la invención, Z significa $-(X)_n-CS_2^-$, $-(X)_n-PO_2^-$ o $-(X)_n-S^-$ donde X es igual a O y n es igual a 0 o 1 y donde un catión se selecciona de hidrógeno, sodio o potasio. Sustancias surfactantes muy particularmente preferidas son 1-octantol, n-octilxantato de potasio, butilxantato de potasio, ácido octilfosfónico o un compuesto de la siguiente fórmula (IV)



La puesta en contacto en la etapa (A) del proceso de la invención puede suceder mediante todos los métodos conocidos por el especialista. La etapa (A) puede realizarse en sustancia o en dispersión, preferiblemente suspensión, particularmente preferible suspensión acuosa.

En una modalidad del proceso de la invención la etapa (A) se realiza en sustancia, es decir en ausencia de un agente de dispersión.

A manera de ejemplo, la mezcla que va a tratarse y la sustancia surfactante, al menos una, arriba mencionada se adicionan conjuntamente sin más agente de dispersión en las cantidades correspondientes y se mezclan. El especialista conoce los aparatos de mezcla adecuados, por ejemplo molinos tales como el molino de bola.

En otra modalidad preferida, la etapa (A) se realiza en una dispersión, preferiblemente en suspensión. Como agente de dispersión son adecuados los agentes de dispersión en los que la mezcla de la etapa (A) no es completamente soluble. Agentes de dispersión adecuados para preparar el lodo o dispersión de acuerdo con la etapa (B) del

proceso de la invención se seleccionan del grupo constituido por agua, compuestos orgánicos solubles, por ejemplo alcoholes con 1 a 4 átomos de carbono, y mezclas de los mismos.

En una modalidad particularmente preferida, el agente de dispersión en la etapa (A) es agua.

5 La etapa (A) del proceso de la invención se realiza en términos generales a una temperatura de 1 a 80 °C, preferiblemente a 20 hasta 40 °C, particularmente preferible a temperatura ambiente.

La sustancia surfactante arriba mencionada, al menos una, se empleen general en una cantidad suficiente para lograr el efecto deseado. En una modalidad preferida, la sustancia surfactante, al menos una, se adiciona en una cantidad de 0,01 a 5 % en peso, respectivamente con base en la totalidad de la mezcla que va a tratarse.

Etapa (B):

10 La etapa opcional (B) del proceso de la invención comprende la adición de al menos un agente de dispersión a la mezcla obtenida en la etapa (A) con el fin de obtener una dispersión.

La mezcla obtenida en la etapa (A) contiene, en una modalidad, si la etapa (A) se realiza en sustancia, al menos un primer material y al menos un segundo material que se han modificado en la superficie con al menos una sustancia surfactante. Si la etapa (A) se realiza en sustancia, se realiza la etapa (B) del proceso de la invención, es decir se 15 adiciona al menos un agente de dispersión adecuado a la mezcla obtenida en la etapa (A) a fin de obtener una dispersión.

En la modalidad en la cual la etapa (A) del proceso de la invención se realiza en dispersión, no se realiza la etapa (B). Sin embargo, también es posible en esta modalidad realizar la etapa (B), es decir adicionar otro agente de dispersión con el fin de obtener una dispersión con una concentración baja.

20 Como agentes de dispersión adecuado son adecuados todos los agentes de dispersión que ya han sido mencionados respecto de la etapa (A). En una modalidad particularmente preferida el agente de dispersión en la etapa (A) es agua.

En la etapa (B), la mezcla presente en sustancia de la etapa (A) se transfiere a una dispersión, o la mezcla ya presente en dispersión de la etapa (A) se transfiere a una dispersión de baja concentración adicionando agente de 25 dispersión.

En términos generales, la cantidad de agente de dispersión adicionada en la etapa (A) y/o la etapa (B) se selecciona de acuerdo con la invención de tal manera que se obtenga una dispersión que pueda revolve bien y/o transportarse bien. En una modalidad preferida, la cantidad de mezcla que va a tratarse, respecto de la totalidad del lodo o dispersión, es de hasta 100% en peso, particularmente preferible 0,5 a 10 % en peso.

30 En una modalidad preferida del proceso de la invención, la etapa (P) no se realiza sino se realiza la etapa (A) en dispersión acuosa de tal modo que en la etapa (A) se obtiene directamente una mezcla en dispersión acuosa que tiene la concentración correcta a fin emplearse en la etapa (E) del proceso de la invención

La adición de agentes de dispersión en la etapa (B) del proceso de la invención puede efectuarse de acuerdo con la invención según todos los métodos conocidos por el especialista.

35 Etapa (C):

La etapa (C) del proceso de la invención comprende tratar la dispersión de la etapa (A) o (B) con al menos una partícula magnética hidrófuga de tal manera que al menos un primer material vuelto hidrófugo en la etapa (A), al cual esta enlazada al menos una sustancia surfactante de las previamente mencionadas y el cual se adiciona a una partícula magnética.

40 En la etapa (C) del proceso de la invención pueden emplearse todas las sustancias y materiales magnéticos conocidos por el especialista. En una modalidad preferida la partícula magnética, al menos una, se selecciona del grupo constituido por metales magnéticos, por ejemplo hierro, cobalto, níquel y mezclas de los mismos, aleaciones ferro magnéticas de metales magnéticos, por ejemplo NdFeB, SmCo y mezclas de los mismos, óxidos de hierro magnéticos, por ejemplo magnetita, hematita magnética, ferritas cúbicas de la fórmula general (II)

45
$$M^{2+}_x Fe^{2+}_{1-x} Fe^{3+}_2 O_4 \quad (II)$$

donde

M se selecciona de Co, Ni, Mn, Zn y mezclas de los mismos y

$x \leq 1$,

ferritas hexagonales, por ejemplo, ferrita de bario o de estroncio MFe_6O_{19} donde M = Ca, Sr, Ba, y mezclas de los mismos. Las partículas magnéticas pueden tener adicionalmente una capa externa, por ejemplo de SiO_2 .

- 5 En una modalidad particularmente preferida de la presente solicitud la partícula magnética, al menos una, es magnetita o ferrita de cobalto $Co^{2+}_xFe^{2+}_{1-x}Fe^{3+}_2O_4$ donde $x \leq 1$.

- 10 En una modalidad preferida las partículas magnéticas empleadas en la etapa (C) del proceso de la invención se presentan en un tamaño desde 100 nm a 100 μm , particularmente preferible de 1 a 50 μm . Las partículas magnéticas pueden pasarse al tamaño correspondiente antes de usarse en la etapa (C) de acuerdo con métodos conocidos por el especialista, por ejemplo molienda. Además, las partículas producidas por una reacción de precipitación ajustando los parámetros de la reacción (por ejemplo, pH, duración de la reacción, temperatura) pueden llevarse a este tamaño de partícula.

- 15 En otra modalidad preferida la partícula magnética, al menos una, se vuelve hidrófuga en la superficie con al menos un compuesto hidrófugo. El compuesto hidrófugo se selecciona preferiblemente de compuestos de la fórmula general (III)



donde

B se selecciona de alquilo de C_3 - C_{30} , lineal o ramificado, heteroalquilo de C_3 - C_{30} , alquilo de C_6 - C_{30} , opcionalmente sustituido, heteroalquilo de C_6 - C_{30} , opcionalmente sustituido, y

- 20 Y es un grupo con el cual el compuesto de la fórmula general (III) se enlaza a la partícula magnética, al menos una.

En una modalidad particularmente preferida, B es un alquilo de C_6 - C_{18} , lineal o ramificado, preferiblemente alquilo de C_8 - C_{12} lineal, muy particularmente preferible un alquilo de C_{12} lineal. Heteroátomos presentes opcionalmente según la invención se seleccionan de N, O, P, S y halógenos tales como F, Cl, Br y I.

- 25 En otra modalidad particularmente preferida Y se selecciona del grupo constituido por $-(X)_n-SiHal_3$, $-(X)_n-SiH_2Hal$, $-(X)_n-SiH_2Hal$ donde Hal es igual a F, Cl, Br, I, y de grupos aniónicos tales como $-(X)_n-SiO_3^{3-}$, $-(X)_n-CO_2^-$, $-(X)_n-PO_3^{2-}$, $-(X)_n-PO_2S^{2-}$, $-(X)_n-POS_2^{2-}$, $-(X)_n-PS_3^{2-}$, $-(X)_n-PS_2^-$, $-(X)_n-POS^-$, $-(X)_n-PO_2^-$, $-(X)_n-CO_2^-$, $-(X)_n-CS_2^-$, $-(X)_n-COS^-$, $-(X)_n-C(S)NHOH$, $-(X)_n-S^+$ donde X = O, S, NH, CH_2 y n = 0, 1 o 2, y opcionalmente de cationes seleccionados del grupo constituido por hidrógeno, NR_4^+ donde R, independientemente uno de otro, son hidrógeno y/o alquilo de C_1 - C_8 , metales alcalinotérreos o cinc, además $-(X)_n-Si(OZ)_3$ donde n = 0, 1 o 2 y Z = carga, hidrógeno o un residuo de alquilo de cadena corta.

- 30 Cuando en las fórmulas mencionadas n = 2, dos grupos B iguales o diferentes, preferiblemente iguales se presentan enlazados a un grupo Y.

- 35 Sustancias que se vuelven hidrófugas de manera muy particularmente preferida, de la fórmula (III) son alquiltriclorosilanos (el grupo alquilo con 6-12 átomos de carbono), alquiltrimetoxisilanos (el grupo alquilo con 6-12 átomos de carbono), ácido octilfosfónico, ácido láurico, ácido oleico, ácido esteárico o mezclas de los mismos.

El tratamiento de la solución o dispersión con al menos una partícula magnética hidrófuga en la etapa (C) del proceso de la invención puede efectuarse de acuerdo con todos los métodos conocidos por el especialista.

En una modalidad preferida la partícula magnética, al menos una, se dispersa en un agente de dispersión adecuado.

- 40 Como agentes de dispersión adecuados son adecuados todos los agentes de dispersión en los que la partícula magnética, al menos una, no es completamente soluble. Agentes de dispersión adecuados para dispersar de acuerdo con la etapa (C) del proceso de la invención se seleccionan del grupo constituido por agua, compuestos orgánicos hidrosolubles y mezclas de los mismos, particularmente preferible agua. En la etapa (C) se emplea de modo particularmente preferido el mismo agente de dispersión que en la etapa (B).

- 45 En general, la cantidad de agente de dispersión para dispersar previamente las partículas magnéticas según la invención se selecciona de tal manera que se obtenga un lodo o una dispersión que pueda revolverse fácilmente y/o

transportarse. En una modalidad preferida, la cantidad de mezcla que va a tratarse, respecto del lodo o dispersión total, es de hasta un 60% en peso.

5 La dispersión de las partículas magnéticas pueden producirse de acuerdo con todos los métodos conocidos por el especialista. En una modalidad preferida las partículas magnéticas que se dispersan y la cantidad correspondiente del agente de dispersión, o la mezcla de agente de dispersión se combinan en un reactor adecuado, por ejemplo un reactor de vidrio y se revuelve en con dispositivos conocidos por el especialista, por ejemplo en un tanque de vidrio con un agitador de pala, operado mecánicamente, por ejemplo a una temperatura de 1 a 80 °C, preferiblemente a temperatura ambiente.

10 El tratamiento de la dispersión de la etapa (B) con al menos una partícula magnética hidrófuga ocurre en general de tal manera que ambos componentes se combinan mediante métodos conocidos por el especialista. En una modalidad preferida una dispersión de la partícula magnética, al menos una, se adiciona a la mezcla tratada previamente con al menos una sustancia surfactante. En otra modalidad, la partícula magnética puede adicionarse en forma sólida a una dispersión de la mezcla que va a tratarse en otra modalidad preferida, ambos componentes están presentes en forma dispersada.

15 La etapa (C) se realiza en general a una temperatura de 1 a 80 °C, preferiblemente 10 a 30 °C.

20 En la etapa (C) la partícula magnética, al menos una, se une al material hidrófugo de la mezcla que va a tratarse. El enlace existente entre ambos componentes se basa en interacciones hidrófugas. Entre la partícula magnética, al menos una, y la fracción hidrofílica de la mezcla en general no tiene lugar una interacción enlazante, de tal modo que entre estos componentes no tiene lugar una unión. Después de la etapa (C) en la mezcla se encuentran presentes productos de la unión del material hidrófugo, al menos uno, y de la partícula magnética, al menos una junto al material hidrofílico, al menos uno.

Etapa (D):

La etapa (D) del proceso de la invención comprende la separación de la mezcla del producto de la unión proveniente de la etapa (C) aplicando un campo magnético.

25 La etapa (D) puede realizarse, en una modalidad preferida, introduciendo un imán permanente dentro del reactor en el cual se encuentra presente en la mezcla de la etapa (C). En una modalidad preferida entre el imán permanente y la mezcla que va a tratarse se encuentra una pared divisoria hecha de material no magnético, por ejemplo la pared de vidrio del reactor. En otra modalidad preferida del proceso de la invención, en la etapa (D) se emplea un electroimán que sólo es magnético cuando fluye una corriente eléctrica. El especialista conoce dispositivos
30 adecuados.

La etapa (D) del proceso de la invención puede realizarse a cualquier temperatura adecuada, por ejemplo 10 a 60 °C.

Durante la etapa (D) la mezcla se revuelve preferiblemente de modo permanente con un agitador adecuado, por ejemplo una barra agitadora de teflón o un agitador de pala.

35 En la etapa (D) el producto de adición proveniente de la etapa (C) puede separarse opcionalmente mediante todos los métodos conocidos por el especialista, por ejemplo entrenando el líquido junto con el componente hidrofílico de la suspensión desde el reactor utilizado para la etapa (D) mediante la válvula de fondo o bombeando a través de una manguera los componentes de la suspensión que no se retienen por parte de al menos un imán.

Etapa (E):

40 La etapa (E) del proceso de la invención comprenden la disociación del producto de adición que se ha separado, proveniente de la etapa (D), con el fin de obtener al menos un primer material y la partícula magnética, al menos una, por separado. En una modalidad preferida del proceso de la invención la disociación se efectúa en la etapa (E) de manera no destructiva, es decir que los componentes individuales presentes en la dispersión no se modifican químicamente. A manera de ejemplo, la disociación según la invención no se efectúa mediante oxidación del agente
45 con efecto hidrófugo, con la obtención, por ejemplo, de los productos de oxidación o de los productos de descomposición del agente con efecto hidrófugo.

La disociación puede efectuarse de acuerdo con todos los métodos conocidos por el especialista que sean adecuados para disociar el producto de adición de tal modo que la partícula magnética, al menos una, pueda recuperarse nuevamente en una forma reutilizable. En una modalidad preferida la partícula magnética disociada
50 vuelve a emplearse en la etapa (C).

En una modalidad preferida, la disociación en la etapa (E) del proceso de la invención mediante el tratamiento del producto de adición con una sustancia seleccionada del grupo constituido por solventes orgánicos, compuestos básicos, compuestos ácidos, agentes de oxidación, agentes de reducción, compuestos surfactantes y mezclas de los mismos.

- 5 Ejemplos de solventes orgánicos adecuados son metanol, etanol, propanol, por ejemplo n-propanol o iso-propanol, solventes aromáticos como, por ejemplo, benceno, tolueno, xilenos, éteres, por ejemplo éter dietílico, éter metil-t-butílico, cetonas, por ejemplo acetona, hidrocarburos aromáticos o alifáticos, por ejemplo hidrocarburos saturados, por ejemplo con 8 al 16 átomos de carbono, por ejemplo dodecano y/o Shellsol®, combustibles diesel y mezclas de los mismos. Los componentes principales del combustible diesel son, de manera predominante, alcanos, cicloalcanos e hidrocarburos aromáticos con aproximadamente 9 a 22 átomos de carbono por molécula y un rango de ebullición entre 170 °C y 390 °C.

- 15 Ejemplos de compuestos básicos que pueden emplearse según la invención son soluciones acuosas de compuestos básicos, por ejemplo soluciones acuosas de hidróxidos de metal alcalino y/o metal alcalinotérreo, por ejemplo KOH, NaOH, agua de cal, soluciones de amonio acuoso, soluciones acuosas de aminas orgánicas de la fórmula general R^2_3N , en cuyo caso los residuos R^2 se seleccionan independientemente del grupo constituido por alquilo de C_1 - C_8 , opcionalmente sustituido con otros grupos funcionales. En una modalidad preferida la etapa (D) se efectúa adicionando solución acuosa de NaOH hasta un valor de pH de 13, por ejemplo para la separación de Cu_2S modificado con OPA. Los compuestos ácidos pueden ser ácidos minerales como, por ejemplo, HCl, H_2SO_4 , HNO_3 o mezclas de los mismos, ácidos orgánicos como, por ejemplo, ácidos carboxílicos. Como agentes de oxidación puede emplearse, por ejemplo, H_2O_2 , por ejemplo como solución acuosa al 30% en peso (Perydrol). Para la separación de Cu_2S modificado con tioles se emplea preferiblemente H_2O_2 o $Na_2S_2O_4$.

Ejemplos de compuestos surfactantes que pueden emplearse según la invención son tensioactivos no iónicos, aniónicos, catiónicos y/o zwitteriónicos.

- 25 En una modalidad preferida, el producto de adición de material hidrófugo y partícula magnética se disocia con un solvente orgánico, particularmente preferible con acetona y/o diésel. Esta operación también puede soportarse mecánicamente. En una modalidad preferida, para el soporte de la operación de disociación se emplea ultrasonido.

En general el solvente orgánico se usa en una cantidad que alcanza para disociar esencialmente todo el producto de adición. En una modalidad preferida, se usan 20 a 100 ml del solvente orgánico por gramo de producto de adición que va a disociarse compuesto del material hidrófugo y la partícula magnética.

- 30 De acuerdo con la invención, después de la disociación el primer material, al menos uno, y la partícula magnética, al menos una están presentes como dispersión en el mencionado reactivo de disociación, preferiblemente un solvente orgánico.

- 35 La partícula magnética, al menos una, que contiene este primer material, al menos uno, se separa de la solución por medio de un imán permanente o un electroimán. Los detalles de esta separación son similares a los de la etapa (D) del proceso de la invención.

El primer material que va a separarse, preferiblemente el compuesto metálico que va a separarse, se separa preferiblemente del solvente orgánico mediante destilación del solvente orgánico. El primer material obtenido de esta manera puede purificarse mediante otros métodos conocidos por el especialista. Después de la purificación, el solvente puede reciclarse opcionalmente al proceso de la invención.

40 Ejemplos

Ejemplo 1:

- 45 Una mezcla de 10,0 g de arena de mar (Bernd Kraft GmbH; purificada con ácido clorhídrico; lote 1046306), 2,02 g de Cu_2S (polvo; malla 325; lote Aldrich 01516LD-416) y 1,7 % en peso de 1-octantol (al 98 % para síntesis de Merck; lote S20709716) se muelen entre sí en un molino planetario de bolas (recipiente con ágata de 500 mL con 50 bolas de ágata ($\varnothing = 10$ mm) durante 30 minutos a 200 rpm. La mezcla se seca a continuación en la cabina de secado al vacío ($p < 100$ mbar) durante 16 horas a 50 °C.

- 50 Esta mezcla se combina con 1,506 g de magnetita que ha sido modificada con dodeciltriclorosilano (tamaño de partícula primario: aproximadamente 10 nm), en un aparato de agitación de 1 L, se mezcla con 580 mL de agua y 0,1 g de dodecilamina (de la empresa Alfa Aesar lote: 10108955) y se revuelve durante 45 minutos a 150 revoluciones por minuto con una barra agitadora de tracción. A continuación se mantiene un imán de Co-Sm (5 cm de altura, 2 cm de longitud, 2 cm de ancho) en una pared externa del aparato agitador y se revuelve por 30 minutos más a 150 revoluciones por minuto. Después se retira del agua a través de una manguera y el aparato se seca

todavía durante 10 minutos por medio de un ventilador de aire caliente. La arena que se encuentra en el fondo vuelve a pesarse y resultan 9,77 g. El residuo retenido por el imán pesa 1,76 g (87% del Cu_2S empleado).

A continuación el tanque se llena con 400 mL de acetona y se revuelve durante 30 minutos a 200 revoluciones por minuto. Después se drena a través de una manguera la acetona en la que se encuentra el Cu_2S en forma de partículas finas y se seca. Se obtienen 1,59 g (79% de Cu_2S).

Ejemplo 2:

Se obtiene una mezcla análoga de arena- Cu_2S a las del ejemplo 1. En lugar de 1-octantol se usa sin embargo butilxantato de potasio. El resto del procedimiento experimental se efectúa de modo análogo al ejemplo 1. La cantidad de arena en el fondo fue de 9,64 g, el residuo en el imán fue de 1,61 g (80,0 % de Cu_2S). Después del proceso de separación de la partícula magnética y de la mena revolviendo en acetona se obtienen 1,44 g de Cu_2S (71%).

Ejemplo 3:

Una mezcla de 1,00 g de Cu_2S (Fluka, 99%) y 28,00 g de cuarzo (Euroquarz, Microsil Typ S8) se muele entre sí junto con 0,03 g de ácido octilfosfónico (Rhodia; 80%) en 30 mL de agua durante una hora. Simultáneamente se revuelven entre sí 3,00 g de magnetita (Magnetpigment S0045, BASF, $d_{50} = 2 \text{ mm}$) durante una hora con una suspensión de 0,015 g de ácido octilfosfónico y 15 mL de agua. Ambas suspensiones se mezclan entre sí en 500 mL de agua, se revuelven por una hora y se separan magnéticamente. El contenido de cuarzo en el imán es $\leq 0,5 \%$ en peso. A continuación, el dispositivo se inunda con solución de NaOH de 0,1 M, se agita suavemente y el líquido se descarga a continuación. Después de secar se recuperan 60% del Cu_2S .

Ejemplo 4:

Se dispersan 0,5 g de ZnO recubierto con Pd en 10 mL de agua desmineralizada, en cuyo caso la solución se tiñe de gris. A continuación se adicionan 0,5 g de Fe_3O_4 modificado con tiol y se revuelve vigorosamente. Después de una hora, se mantiene un imán de Co/Sm en la pared externa del recipiente en cuyo caso la solución se vuelve transparente en gran medida. La solución sobrenadante se extrae por decantación a partir de los componentes magnéticos y los componentes volátiles se retiran al vacío. Se recupera 0,1 g de ZnO recubierto con Pd, es decir que se separa magnéticamente el residuo del ZnO de la mezcla.

Ejemplo 5:

1,00 g de polvo de paladio se revuelven con 1,7 % en peso de octantol en el molino de bola y se adicionan 50 mL de agua desmineralizada a continuación se adicionan 4,00 g de Fe_3O_4 que se ha vuelto hidrófugo y el sistema se agita tres veces 15 minutos. A continuación, se mantiene un imán de Co/Sm sobre un lado del recipiente de reacción el agua se decanta en cuyo caso el imán retiene los componentes sólidos en la pared de vidrio. De la solución sobrenadante se aíslan 0,11 g de paladio. El resto (0,89 g, correspondientes a un 89%) se separa de la solución de manera correspondiente por magnetismo y se recolecta en el imán.

Ejemplo 6:

Se revuelve 1 g de Cu_2S (malla 325, empresa Aldrich) con 0,065 g de octilxantato de potasio en 50 mL de agua durante 30 minutos a continuación, se adicionan 3 g de magnetita modificada con ácido octilfosfónico (Magnetic Black 345) y se adicionan otros 100 mL de agua. Después de una hora se descarga el agua y durante un minuto el aire comprimido fluye a través del residuo. Luego se adicionan 500 mL de diesel ("super combustible diesel") y la mezcla de reacción se mezcla vigorosamente durante 20 minutos y a continuación se trata además durante 10 minutos en baño de ultrasonido. A continuación la fase de diesel se decanta sobre un imán de tal manera que los componentes magnéticos se retienen. La fase de diesel con los componentes no magnéticos se somete a una filtración y a continuación el residuo sólido se seca. Se recuperan 0,98 g de sólido que está compuesto en 98% de Cu_2S . La fracción de Fe_3O_4 es menor que 0.01 g.

Este experimento se repite tres veces de manera correspondiente, en cuyo caso solamente se usa la magnetita del primer ciclo de separación. Los pesos de Cu_2S corresponden a 0,87 g (contenido de Cu_2S en un 88%), 0,99 g (contenido de Cu_2S en un 87%), 0,93 g (contenido de Cu_2S en un 95%). En ningún caso se detecta un contenido de Fe_3O_4 demás de 0,01 g.

Ejemplo 7: procesamiento de la mena de cobre natural de Pelambres (Chile)

Contenidos iniciales de la mena a separar: Cu 0,54 % en peso, Mo 0,029 % en peso

Tratamiento previo de la mena

Ante de los experimentos de separación la mena se muele en seco en un molino de martillos hasta que se presenta un 90% en peso de la mena en una fracción que tiene un tamaño menor a 125 μm .

Magnetita hecha hidrófuga:

- 5 Se trata pigmento magnético 345 (BASF SE) con ácido octilfosfónico de 0,5 % en peso en solución acuosa durante 30 minutos a temperatura ambiente (RT). El sólido se retira por filtración hasta que se obtiene una conductividad de aproximadamente 50 μS , se lava con agua caliente (50 °C) y se seca a 80 °C al vacío.

Procedimiento de separación:

- 10 1 L del material que va a separarse se conduce por una serie de imanes permanentes estacionarios. La descarga obtenida se recolecta como la fracción A1. La fracción retenida en los imanes se lava movimiento los imanes por 1 L de agua, en cuyo caso el sólido descargado se recolecta como fracción A2. La fracción R retenida además en los imanes así como las fracciones A1 y A2 se estudian para establecer su contenido de Cu, Fe y Mo.

Ejemplo 7.1:

- 15 100 g de mena se acondicionan en un molino de oscilación (160 mL de esferas de ZrO_2 , $\varnothing$ 1,7-2,7 mm) con 60 mL de agua, 0,065 g de n-octilxantato de potasio y 0,04 g de Shellsol D40 durante cinco minutos. A continuación, se adiciona una suspensión de 3 g de magnetita hecha hidrófuga en 3 g de isopropanol al recipiente de molienda y se acondiciona una vez más por cinco minutos. La suspensión de molienda se separa de los cuerpos de molienda, se diluye en 1 l y se somete al procedimiento de separación (véase arriba). La fracción R (6,4 g) contiene toda la magnetita empleada así como 92,4 % del cobre y 86,1 % del molibdeno.

Ejemplo 7.2:

- 20 100 g de mena se suspenden en un recipiente de agitación equipado con un agitador de propela, en 900 mL de agua. Una solución de 0,065 g de di-n-octilditiofosfinato de potasio en 100 mL de agua así como 0,04 mL de Shellsol se adicionan revolviendo y la mena se acondiciona revolviendo durante una hora. A continuación se agrega una suspensión de 3 g de magnetita hecha hidrófuga en 3 g de isopropanol y se revuelve por otros 30 minutos. A
- 25 continuación se somete al que ha descrito procedimiento de separación. La fracción R (8,97 g) contiene toda la magnetita empleada así como 85,8 % del cobre y 82,3 % del molibdeno.

Ejemplo 7.3:

- 30 100 g de la mena se acondicionan en un molino de oscilación (160 mL de esferas de ZrO_2 , $\varnothing$ 1,7-2,7 mm) con 60 mL de agua, 0,065 g de di-n-octilditiofosfinato de potasio y 0,04 g de Shellsol D40 durante cinco minutos. A continuación al recipiente de molienda se adiciona una suspensión de 3 g de magnetita hecha hidrófuga en 3 g de isopropanol y se acondiciona una vez más por cinco minutos. La suspensión de molienda se separa de los cuerpos de molienda, se diluye a 1 L y se somete al procedimiento de separación (véase arriba). La fracción R (6,9 g) contiene toda la magnetita empleada así como 94,7 % del cobre y 83,2 % del molibdeno. La fracción se compone en 35% de calcopirita (a partir de datos de XRD).

35

REIVINDICACIONES

1. Proceso para separar al menos un primer material de una mezcla que contiene este al menos un primer material y al menos un segundo material, el cual comprende las siguientes etapas:

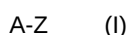
5 (A) poner en contacto la mezcla que contiene al menos un primer material y al menos un segundo material con al menos una sustancia surfactante, opcionalmente en presencia de al menos un agente de dispersión, en cuyo caso la sustancia surfactante se une al, al menos uno, primer material.

(B) opcionalmente adicionar al menos un agente de dispersión a la mezcla obtenida en la etapa (A) a fin de obtener una dispersión,

10 (C) tratar la dispersión de la etapa (A) o (B) con al menos una partícula magnética hidrófuga de tal modo que el al menos un primer material, al cual está unida al menos una sustancia surfactante, se una con al menos una partícula magnética,

(D) separar de la mezcla el producto de unión de la etapa (C) aplicando un campo magnético,

15 (E) disociar el producto de unión separado de la etapa (D), a fin de obtener el al menos un primer material y la al menos una partícula magnética por separado, en cuyo caso la sustancia surfactante es una sustancia de la fórmula general (I)



donde

A se selecciona de alquilo de $\text{C}_3\text{-C}_{30}$, lineal o ramificado, heteroalquilo de $\text{C}_3\text{-C}_{30}$, arilo de $\text{C}_6\text{-C}_{30}$, opcionalmente sustituido, heteroalquilo de $\text{C}_6\text{-C}_{30}$ opcionalmente sustituido, aralquilo de $\text{C}_6\text{-C}_{30}$ y

20 Z es un grupo con el cual se une el compuesto de la fórmula general (I) al, al menos uno, primer material.

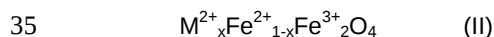
2. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer material es un compuesto metálico hidrófugo o carbón y el segundo material es un compuesto metálico hidrofílico.

25 3. Proceso según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** Z se selecciona del grupo constituido por grupos aniónicos $-(\text{X})_n\text{-PO}_3^{2-}$, $-(\text{X})_n\text{-PO}_2\text{S}^{2-}$, $-(\text{X})_n\text{-POS}_2^{2-}$, $-(\text{X})_n\text{-PS}_3^{2-}$, $-(\text{X})_n\text{-PS}_2^-$, $-(\text{X})_n\text{-POS}^-$, $-(\text{X})_n\text{-PO}_2^-$, $-(\text{X})_n\text{-PO}_3^{2-}$, $-(\text{X})_n\text{-CO}_2^-$, $-(\text{X})_n\text{-CS}_2^-$, $-(\text{X})_n\text{-COS}^-$, $-(\text{X})_n\text{-C(S)NHOH}$, $-(\text{X})_n\text{-S}^-$ donde X se selecciona del grupo constituido por O, S, NH, CH_2 y n = 0, 1 o 2, donde los cationes se seleccionan opcionalmente del grupo constituido por hidrógeno, NR_4^+ donde R son iguales, independientemente entre sí, a hidrógeno y/o alquilo de $\text{C}_1\text{-C}_8$, metales alcalinos o alcalinotérreos.

4. Proceso según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** el al menos un compuesto metálico hidrófugo se selecciona del grupo de las menas de sulfuro, de las menas de óxido y/o con contenido de carbonato.

30 5. Proceso según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque** el al menos un compuesto metálico hidrofílico se selecciona del grupo constituido por compuestos metálicos de óxido y de hidróxido.

6. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la al menos una partícula magnética se selecciona del grupo constituido por metales magnéticos y mezclas de los mismos, aleaciones ferromagnéticas de metales magnéticos y mezclas de los mismos, óxidos de hierro magnéticos, ferritas cúbicas de la fórmula general (II)



donde

M se selecciona de Co, Ni, Mn, Zn y mezclas de los mismos y

$x \leq 1$,

ferritas hexagonales y mezclas de los mismos.

40 7. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el agente de dispersión es agua.

8. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado porque** la mezcla que contiene al menos un primer material y al menos un segundo material se muele antes o durante la etapa (A) para producir partículas con un tamaño de 100 nm a 100 μm .