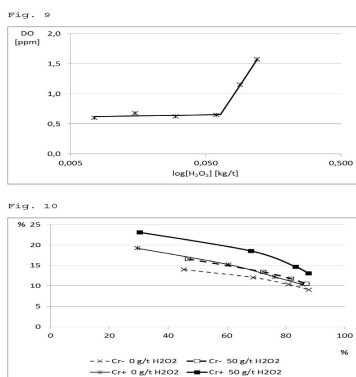


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT



1

Titulo de la Invención(200 caracteres o espacios máximos)

MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE UN CONCENTRADO DE SULFURO DE COBRE A PARTIR DE UN MINERAL QUE CONTIENE SULFURO DE HIERRO

2

Datos del Solicitante / Titular

Nombre:	EVONIK DEGUSSA GMBH	Dirección Electrónica:	clientes@cavelier.com
Dirección:	RELLINGHAUSER STRASSE 1-11 45128	Domicilio/País de constitución:	ALEMANIA - NORDRHEIN-WESTFALEN - ESSEN
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT			
Número:	846026-		

3

Solicitantes

Apellidos - Nombres o Razón Social		Tipo	Identificación
1.	EVONIK DEGUSSA GMBH	EE	846026
2.	MAGOTTEAUX INTERNATIONAL S.A.	EE	1042502
4	Datos del Inventor		
Nombre:		Christopher GREET	Dirección Electrónica: clientes@cavelier.com
Dirección:		10 Broughton Place, Greenwith, South Australia 5125, Australia	Domicilio/País de constitución: AUSTRALIA - SOUTH AUSTRALIA - SOUTH AUSTRALIA
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT ☒ No Aplica			
Número:		-	
5	Inventor(es)		
Apellidos - Nombres		Domicilio	
1.	GREET Christopher	AUSTRALIA	
2.	ARNOLD Gerhard	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	
3.	HAMANN Ingo	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	
4.	HITCHINER Alan	NUEVA ZELANDA	
6	Datos Inventor(es)		
País de Residencia		Departamento/Estado	Ciudad Dirección

1.	AUSTRALIA	SOUTH AUSTRALIA	SOUTH AUSTRALIA	10 Broughton Place, Greenwith, South Australia 5125, Australia
2.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	NEW JERSEY	RINGWOOD	15 High Mountain Road, Ringwood, New Jersey 07456, Estados Unidos de América
3.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	NEW JERSEY	CHESTER	1 Ming Court, Chester, New Jersey 07930, Estados Unidos de América
4.	NUEVA ZELANDA	WAIKATO	MORRINSVILLE	22 North Street, Morrinsville 3300, Nueva Zelanda

7	Datos del Representante Legal / Apoderado		
Nombre:		JOSE ANDRES RINCON USCATEGUI	Dirección Electrónica: cavelier@cavelier.com
Dirección:		CARRERA. 4 No. 72-35	Domicilio/País de constitución: COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE Número: 79780910-		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT	

Presentación de Poder	
Año de Radicación	
Número de Radicación	

8	Datos Solicitud: PCT / WO		
Número Solicitud:	PCT/EP2014/064945	Fecha Solicitud:	11/07/2014

Número Publicacion:		WO 2015/007649 A1	Fecha Publicacion:		22/01/2015
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO		
1.	(33) País de origen ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	Codigo del país US	(31) No. Solicitud 61/856,375	(32) Fecha 19/07/2013	
10	Reivindicaciones				
Número reivindicaciones:		10	Pago Reivindicaciones:		No
11	Reducción de tasas.				
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.					
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos					
12	Documentos Anexos				
☒ Reivindicaciones ☒ Descripción ☒ Dibujos y/o Figuras ☒ Resumen ☐ Certificado Depósito Material Biológico ☐ Uso de Conocimiento tradicional ☐ Listado de secuencias ☒ Artes finales 12 x 12 cm ☐ Poderes, si fuere el caso ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad ☒ Otros Anexos					

Fig. 9

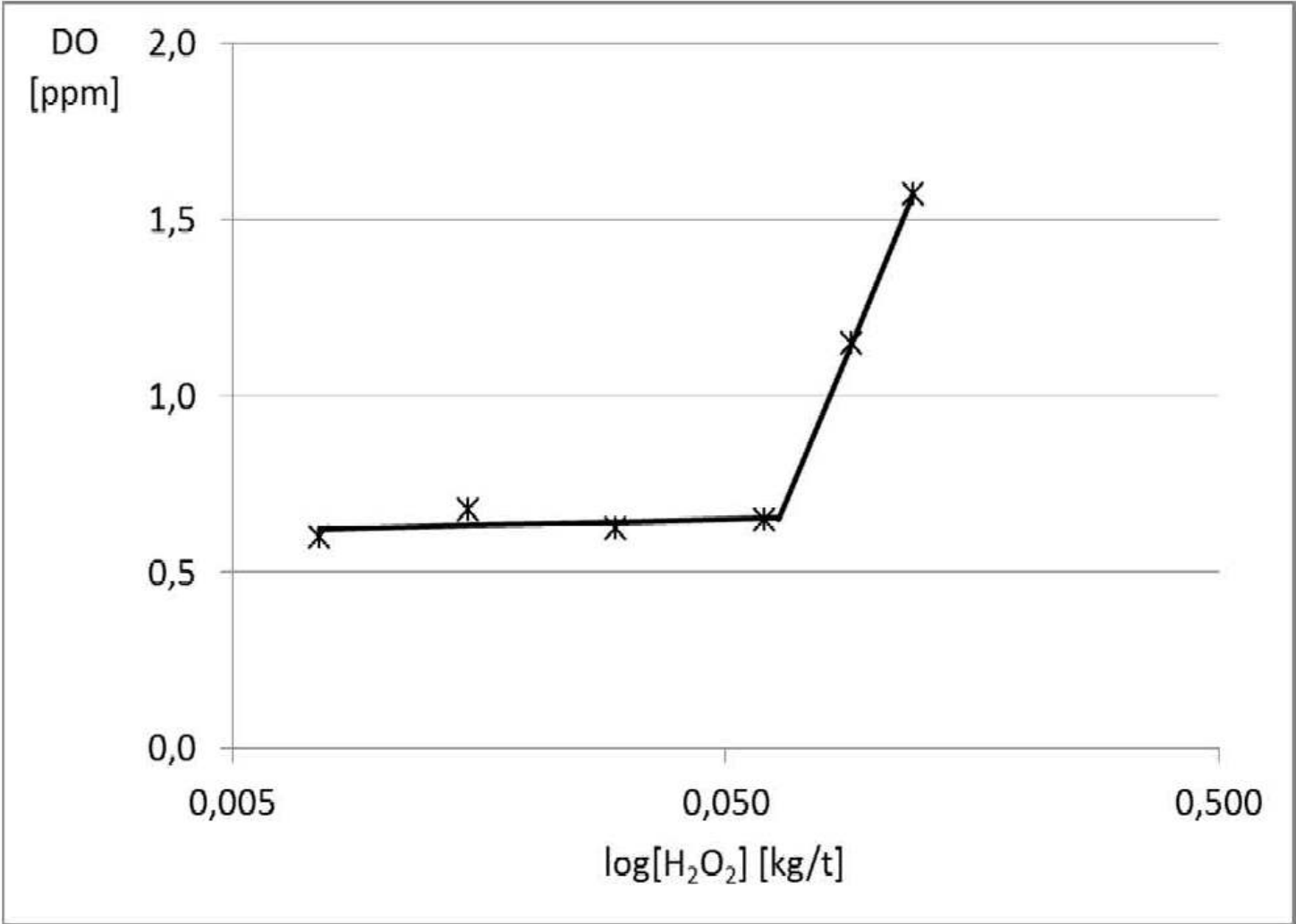
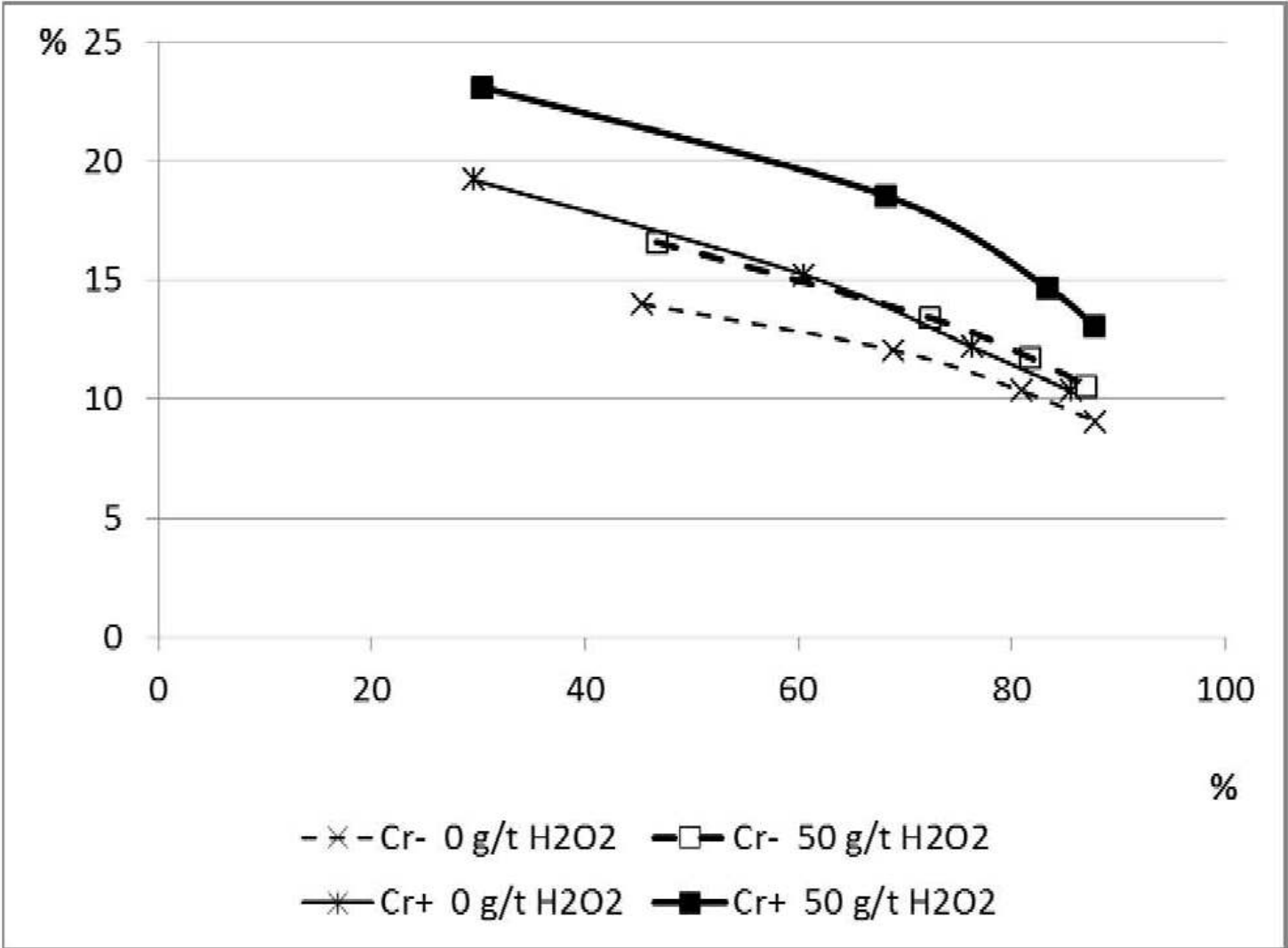


Fig. 10



MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE UN CONCENTRADO DE SULFURO DE COBRE A PARTIR DE UN MINERAL QUE CONTIENE SULFURO DE HIERRO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a un método para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre a partir de un mineral que contiene un sulfuro de hierro, que provee mejoras en el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre, que tiene un consumo bajo de sustancias químicas de procesamiento y que se puede adaptar fácilmente a los cambios en la composición de los minerales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El método más común de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre a partir de un mineral comprende flotación con espuma. El mineral se muele en húmedo para formar una pulpa de mineral, que habitualmente se acondiciona con un compuesto colector que se adsorbe sobre la superficie de los minerales de sulfuro de cobre y vuelve a la superficie de los minerales de sulfuro de cobre más hidrofóbica. Luego se hace pasar un gas a través de la pulpa de mineral para formar burbujas de gas, las partículas hidrofóbicas de la pulpa de mineral se unen predominantemente al límite de las fases gaseosa/líquida de las burbujas y son llevadas con las burbujas de gas a la espuma que se

forma sobre la parte superior de la pulpa de mineral. La espuma se retira de la superficie líquida para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre.

La molienda húmeda de la pulpa de mineral habitualmente se lleva a cabo con medios de molienda de acero, más comúnmente con bolas de acero en un molino de bolas. Se sabe que el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido alto en cromo puede mejorar la recuperación de sulfuros de cobre durante la flotación en comparación con el uso de medios de molienda de acero al carbono. Se cree que la corrosión del acero al carbono y la adsorción de las especies de hierro, formadas por dicha corrosión, sobre la superficie de los sulfuros de cobre deprime la flotación de los sulfuros de cobre y que los medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo mejoran la recuperación de sulfuros de cobre durante la flotación debido a la mayor resistencia a la corrosión de dichas aleaciones.

La mayoría de los minerales de sulfuro de cobre contiene sulfuros de hierro además de sulfuros de cobre y lo que se busca es la flotación selectiva de los sulfuros de cobre, donde los sulfuros de hierro permanecen en las colas de flotación.

En US 5.110.455 se divulga un método de separación de sulfuro de cobre de los bordes de sulfuro de hierro

que emplea acondicionamiento de la pulpa de mineral con un oxidante que preferiblemente es peróxido de hidrógeno. En el documento se describe la adición de un oxidante en una cantidad que eleva el potencial redox de la pulpa de mineral en 20 a 500 mV.

A. Uribe-Salas et al., *Int. J. Miner. Process*, 59 (2000) 69-83, describen una mejora en la selectividad de flotación de calcopirita a partir de un mineral de matriz de pirita por elevación del potencial redox de la pulpa de mineral en 0,1 V por adición de peróxido de hidrógeno antes de la flotación. Se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno agregada para proporciona un potencial redox constante.

RESUMEN DE LA INVENCION

Los inventores de la presente invención han encontrado que la combinación de una molienda húmeda del mineral de sulfuro de cobre con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo, cuyo contenido de cromo comprende entre un 10 y un 35% en peso, con la adición de peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada antes o durante flotación permite obtener un efecto sinérgico, mejorando así el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre. Los inventores también han encontrado que dicha combinación reduce significativamente la cantidad de peróxido de hidrógeno

necesaria para lograr una recuperación óptima de mineral con espuma de sulfuros de cobre.

La presente invención está dirigida entonces a un método de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre a partir de un mineral que contiene un sulfuro de hierro, donde dicho método comprende los pasos de

a) moler el mineral en húmedo con medios de molienda para formar una pulpa de mineral,

b) acondicionar la pulpa de mineral con un compuesto colector para formar una pulpa de mineral acondicionada y

c) aplicar flotación con espuma a la pulpa de mineral acondicionada para formar una espuma y una cola de flotación, separar la espuma de la cola de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre,

y en donde se usan medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo, cuyo contenido de cromo es de entre un 10 y un 35% en peso en el paso a) y el peróxido de hidrógeno se agrega a la pulpa de mineral acondicionada entre los pasos b) y c) o durante el paso c).

Los inventores de la presente invención también han encontrado que la cantidad óptima de peróxido de hidrógeno a utilizar en este método se puede determinar basado en la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa de mineral después de la adición del peróxido de

hidrógeno y que es posible mantener una recuperación óptima de sulfuros de cobre ajustando la cantidad de peróxido de hidrógeno para así mantener una concentración mínima de oxígeno disuelto. Esto permite adaptar el método a los cambios en la composición del mineral sin llevar a cabo ensayos con el mineral o experi

mentos de optimización adicionales.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LAS FIGURAS

En la Figura 1 se muestra el contenido de oxígeno disuelto (DO) graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado en los experimentos del ejemplo 1.

En la Figura 2 se muestra el DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado en los experimentos del ejemplo 2.

En la Figura 3 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado (eje y) graficado en función de la recuperación acumulada de cobre (eje x) para los ejemplos 3 a 6, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo.

En la Figura 4 se muestra el DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado en los experimentos del ejemplo 7.

En la Figura 5 se muestra el DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado en los experimentos del ejemplo 8.

En la Figura 6 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 9 a 13, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo.

En la Figura 7 se muestra el DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado en los experimentos del ejemplo 14.

En la Figura 8 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 15 a 18, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo.

En la Figura 9 se muestra el DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado en los experimentos del ejemplo 19.

En la Figura 10 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los

ejemplos 20 a 23, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo.

En la Figura 11 se muestran las curvas del grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre de los ejemplos 24 a 27.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El método de la invención permite recuperar un concentrado de sulfuro de cobre a partir de un mineral que contiene un sulfuro de hierro usando tres pasos del método.

En el primer paso del método de la invención, el mineral se muele con medios de molienda que son de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo comprende entre un 10 y un 35% en peso, preferiblemente un 10-25% en peso, más preferiblemente un 15-21% en peso. La molienda se puede llevar a cabo en cualquier molino conocido en el arte que emplea medios de molienda. Los molinos adecuados son los molinos de bolas que emplean bolas como medios de molienda o los molinos de cilindros usando cilindros como medios de molienda, siendo preferidos los molinos de bolas. El molino tiene preferiblemente un revestimiento de un material resistente a la abrasión.

Con mayor preferencia, el molino tiene un revestimiento de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo comprende entre un 10 y un 35% en peso.

Las aleaciones de hierro fundido de alto cromo adecuadas para la invención son conocidas del arte anterior. Preferiblemente, la aleación de hierro fundido de alto cromo es una aleación de hierro blanco de alto cromo que comprende una fase de carburo. Más preferiblemente, la aleación de hierro fundido de alto cromo es una solución sólida de martensita libre de perlita y que comprende menos que un 5% en peso de austenita, tales como las aleaciones de hierro fundido de alto cromo conocidas de las publicaciones GB 1 218 981 y GB 1 315 203. Dichas composiciones de fases aseguran una elevada resistencia a la abrasión de los medios de molienda. Los medios de molienda adecuados para la invención se encuentran disponibles comercialmente de Magotteaux bajo el nombre comercial Duromax®.

El mineral se muele en húmedo para formar una pulpa de mineral, es decir una suspensión acuosa de mineral molido. El mineral puede ser alimentado al molino junto con agua. Como alternativa, el mineral y el agua son alimentados por separado. La molienda típicamente se realiza hasta obtener una mediana del

tamaño de partícula de 50-200 μm . Preferiblemente, el mineral se muele hasta lo que se denomina el tamaño de liberación, es decir, la mediana máxima de tamaño de partícula, donde esencialmente todo el sulfuro de cobre queda expuesto a la superficie de las partículas y esencialmente no queda sulfuro de cobre encapsulado dentro de la partícula.

En el segundo paso del método de la invención, el mineral se acondiciona con un compuesto colector para formar una pulpa de mineral acondicionada. Los compuestos colectores son compuestos que después de su adición a la pulpa de mineral se adsorbe a la superficie de los sulfuros de cobre y vuelven hidrofóbica a la superficie. Los compuestos colectores adecuados para la flotación con espuma de sulfuros de cobre son conocidos del arte anterior. Preferiblemente, se usa un xantato de alquilo de un metal alcalino como colector, tal como amil xantato de potasio o etil xantato de sodio. El acondicionamiento típicamente se lleva a cabo por adición de un acondicionador a la pulpa de mineral y mezclado por un período de tiempo suficiente como para lograr la adsorción del acondicionador a la superficie del mineral, típicamente por menos que 15 minutos. Preferiblemente, por entre 0,5 y 15 minutos. Como alternativa, el colector se agrega en el primer paso de molienda y el

acondicionamiento se lleva a cabo por retención de la pulpa de mineral por un tiempo correspondiente.

Se pueden agregar otros reactivos, tales como agentes espumantes, reguladores del pH, agentes depresores y mezclas de los mismos en el paso de molienda, en el paso de acondicionamiento o en ambos pasos. Los agentes espumantes son compuestos que estabilizan la espuma formada en la flotación con espuma. Los agentes espumantes adecuados se encuentran disponibles comercialmente, por ejemplo de Huntsman bajo el nombre comercial Polyfroth®. Los agentes depresores son compuestos que vuelven más hidrofílica a la superficie de minerales indeseados. Se pueden usar las poliaminas conocidas del arte anterior, tales como dietilentriamina o trietilentetraamina, como agentes depresores para los sulfuros de hierro. Se pueden agregar reguladores del pH, tales como óxido de calcio, hidróxido de calcio o carbonato de sodio, para ajustar el pH de la pulpa de mineral en un valor deseado, preferiblemente en un valor en el rango de entre 7 y 11.

En el tercer paso del método de la invención, la pulpa de mineral acondicionada es sometida a flotación con espuma para formar espuma y una cola de flotación, donde el peróxido de hidrógeno se agrega a la pulpa de mineral acondicionada durante la flotación con espuma o

entre el segundo paso de acondicionamiento de la pulpa de mineral y el paso de flotación con espuma. La espuma se separa de la cola de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre. La flotación con espuma se puede llevar a cabo usando el equipo y los procedimientos conocidos por un especialista en el arte para la flotación con espuma de minerales de cobre.

La flotación con espuma se puede llevar a cabo como una flotación de una sola etapa o como una flotación de múltiples etapas, usando por ejemplo etapas de desbastado o *rougher*, con secuestrante y con un limpiador. En la flotación con espuma de múltiples etapas, el peróxido de hidrógeno preferiblemente se agrega antes de la primera etapa de flotación o durante la primera etapa de flotación.

Cuando el peróxido de hidrógeno se agrega entre el paso de acondicionamiento de la pulpa de mineral y el paso de flotación con espuma, el período de tiempo entre la adición de peróxido de hidrógeno y la flotación con espuma preferiblemente es menor que 15 min, más preferiblemente menor que 3 min y con mayor preferencia menor que 1 min. La limitación del período de tiempo entre la adición del peróxido de hidrógeno y la flotación con espuma mejora tanto el grado de concentrado como la recuperación de sulfuros de cobre.

En una forma de realización preferida del método

de la invención, la flotación con espuma se lleva a cabo de manera continua y el peróxido de hidrógeno se agrega de manera continua durante la flotación con espuma.

El peróxido de hidrógeno preferiblemente se agrega como una solución acuosa que comprende entre 0,5 y 5% en peso de peróxido de hidrógeno. La adición de dicha solución diluida de peróxido de hidrógeno provee un mejor grado de concentrado y de recuperación que con la misma cantidad de una solución más concentrada de peróxido de hidrógeno. Por ello, se prefiere diluir una solución comercial de peróxido de hidrógeno que comprende entre 30 y 70% en peso de peróxido de hidrógeno a una solución diluida que comprende entre 0,5 y 5% en peso de peróxido de hidrógeno antes de agregarla en el método de la invención.

La cantidad de peróxido de hidrógeno agregado a la pulpa acondicionada se puede variar sobre un amplio rango que depende de la composición del mineral. El método de la invención solamente requiere de cantidades pequeñas de peróxido de hidrógeno. En general, se necesitan menos que 100 g de peróxido de hidrógeno por tonelada de mineral y preferiblemente se usan menos que 50 g/t. El método se puede llevar a cabo con tan poco como 2 g/t de peróxido de hidrógeno por tonelada de mineral y preferiblemente se usan por lo menos 5 g/t.

Habitualmente existe una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno por tonelada de mineral que depende de la composición del mineral. El aumento de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregada hasta alcanzar la cantidad óptima conducirá a un aumento en el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre, en tanto un aumento de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregada más allá de la cantidad óptima no conducirá a ninguna mejora adicional, pero en general aún conducirá a una reducción en el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre.

La cantidad blanco de peróxido de hidrógeno cercana a la cantidad óptima de peróxido de hidrógeno se puede determinar por medio del siguiente método sin conducir ensayos con el mineral para determinar el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre. Se conduce una serie de experimentos preliminares en los cuales se agregan cantidades variables de peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada y se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa de mineral después de la adición del peróxido de hidrógeno. La concentración de oxígeno disuelto se grafica luego en función de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado para obtener una curva con un punto de inflexión, y la cantidad blanco de peróxido de hidrógeno se determina como la

cantidad de peróxido de hidrógeno en dicho punto de inflexión. El método de la invención preferiblemente se conduce usando entre 0,5 y 10 veces la cantidad blanco, más preferiblemente usando entre 0,5 y 2 veces la cantidad blanco. Preferiblemente, la concentración de oxígeno disuelto es graficada en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado para obtener una curva que tiene una pendiente esencialmente constante a ambos lados del punto de inflexión.

La concentración de oxígeno disuelto en la pulpa de mineral se puede determinar con equipos conocidos en el arte anterior. Los sensores preferidos para determinar la concentración de oxígeno disuelto son los sensores amperométricos o los sensores ópticos que miden la concentración de oxígeno por reducción electroquímica del oxígeno o por neutralización de fluorescencia de un colorante causado por oxígeno. Preferiblemente, el sensor tiene una membrana permeable al oxígeno sobre el dispositivo sensor de oxígeno, donde dicha membrana tiene una baja permeabilidad para el peróxido de hidrógeno.

En el método de la invención, en el cual se usan medios de molienda de aleación de hierro fundido de alto cromo, la curva de la concentración de oxígeno disuelto graficada en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado

habitualmente alcanza un mínimo en el punto de inflexión. Esta propiedad se usa en una forma de realización preferida del método de la invención, donde la concentración de oxígeno disuelto se determina en la pulpa de mineral después de la adición de peróxido de hidrógeno y la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado se ajusta para mantener una concentración mínima de oxígeno disuelto. Dicho ajuste se puede efectuar convenientemente ya sea de manera regular o cuando se ha producido un cambio en la composición del mineral por variación en la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado midiendo al mismo tiempo la concentración de oxígeno disuelto después de la adición de peróxido de hidrógeno y continuando con dichas variaciones en la dirección donde se logra una concentración menor de oxígeno disuelto hasta alcanzar una concentración mínima de oxígeno disuelto.

El método de la invención provee una mejora inesperada en el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre en el concentrado de sulfuro de cobre obtenido, que es mayor de los que un especialista en el arte hubiera esperado del efecto individual conocido cuando se usan medios de molienda de aleación de hierro fundido de alto cromo en lugar de medios de molienda de acero al carbono colado y el efecto observado con la adición de peróxido de hidrógeno a una

pulpa de mineral obtenida por molienda húmeda con medios de molienda de acero al carbono colado. Aún más, el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo para moler el mineral en húmedo reduce sustancialmente la cantidad de peróxido de hidrógeno necesaria para lograr valores óptimos de grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre y de esa manera reduce la cantidad total de sustancias químicas necesarias para la recuperación de sulfuros de cobre por flotación con espuma.

Además de proporcionar una mejora en el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre, el método de la invención también puede proveer una recuperación mejorada de oro a partir del mineral y reducir el contenido de sulfuros de hierro y de minerales arsénicos en el concentrado de sulfuro de cobre.

Los inventores de la presente invención también han comprendido que no se puede emplear el potencial redox de la pulpa de mineral, que se ha utilizado en el arte anterior para controlar la adición de un oxidante en un proceso de flotación con espuma, para controlar o ajustar la adición de peróxido de hidrógeno en el método de la invención. Además han encontrado que la concentración de oxígeno disuelto después de la adición de peróxido de hidrógeno es un parámetro adecuado para

ajustar la cantidad de peróxido de hidrógeno utilizada en el método de la invención, pero dicho parámetro no ha sido identificado en el arte anterior.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención pero no pretenden limitar el alcance de la invención.

EJEMPLOS

En todos los experimentos de flotación, los minerales se molieron hasta un tamaño de partícula P_{80} de 200 μm con un molino de laboratorio Magotteaux Mill® usando cilindros de 16*1 pulgadas como medios de molienda. La pulpa de mineral resultante se transfirió a una celda de flotación de laboratorio y se mezcló por dos minutos para homogeneizar. Se agregó etil xantato de sodio como colector a razón de 21 g por tonelada de mineral, seguido por 5 g por tonelada de agente espumante POLYFROTH® H27 de Huntsman. La pulpa de mineral resultante se acondicionó por 1 min antes de comenzar la flotación por introducción de aire. Se recolectaron cuatro concentrados en el tiempo durante la flotación en los intervalos indicados en los ejemplos. Cada concentrado se recolectó manualmente raspando la espuma de la superficie de la pulpa una vez cada 10 segundos. Los concentrados se pesaron y se evaluaron y se calcularon los grados y las recuperaciones acumuladas a partir de estos datos. Los grados se graficaron en función de la recuperación y

los valores de los grados a una recuperación específica de cobre y la recuperaciones a un grado específico de cobre indicados más adelante en las tablas se leyeron a partir de estas curvas.

Ejemplos 1 a 6

La flotación se realizó con un mineral sedimentario de cobre/oro que tiene un ensayo de cabeza de 1,74% de Cu, 9,95% de Fe, 3,27 ppm de Au, 168 ppm de Bi y 3,21% de S.

En los ejemplos 1 y 2, se condujeron experimentos preliminares usando cantidades variables de peróxido de hidrógeno que se agregaron inmediatamente antes de comenzar la flotación y el potencial redox (Eh) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) se determinaron inmediatamente después de comenzar la flotación. En el ejemplo 1, el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado. En el ejemplo 2, el mineral se molió con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo con un contenido de cromo de un 15% en peso. Los resultados se resumen en la tabla 1. No se observó un cambio significativo en el potencial redox con la adición de peróxido de hidrógeno en el caso de la pulpa de mineral molida con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo.

En la Figura 1 se muestra a curva de DO graficado

en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado por ejemplo 1. La curva de la Figura 1 se muestra un punto de inflexión para una cantidad peróxido de hidrógeno de aproximadamente 66 g/t, donde el DO disminuye ligeramente con la adición de cantidades menores y el DO aumenta rápidamente con la adición de cantidades más grandes. En la Figura 2 se muestra la curva correspondiente para el ejemplo 2 con un punto de inflexión a 34 g/t aproximadamente, donde el DO disminuye con la adición de cantidades menores y el DO aumenta con la adición de cantidades más grandes.

Tabla 1

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado

H₂O₂ agregado [g/t]	Ejemplo 1* acero al carbono colado		Ejemplo 2 aleación de hierro fundido alto en Cr	
	DO [ppm]	E_h[mV]	DO [ppm]	E_h[mV]
0	1,13	241	7,25	258
7,5	1,13	230	7,30	256
15	1,05	220	6,30	254
30	0,95	226	5,00	252
60	0,90	222	5,50	254
90	1,56	227		
120	2,20	239	6,2	252
180			6,80	248
240			7,00	252

* No es acorde con la invención

En los ejemplos 3 a 6, la flotación se realizó con concentrados recolectados sobre intervalos de 0,5, 2, 5 y 10 minutos. En los ejemplos 3 y 4, el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado

y en los ejemplos 5 y 6, el mineral se molió con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo era del 15% en peso. No se agregó peróxido de hidrógeno en los ejemplos 3 y 5. En el ejemplo 4, se agregó una solución acuosa de peróxido de hidrógeno 1% en peso en una cantidad de 75 g/t de mineral inmediatamente antes de comenzar la flotación. En el ejemplo 6, se agregó la misma solución acuosa de peróxido de hidrógeno en una cantidad de 30 g/t de mineral inmediatamente antes de comenzar la flotación.

En la Figura 3 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 3 a 6, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido con alto cromo. En las Tablas 2 y 3 se comparan estos resultados a un 85% de recuperación de cobre y a un 18% de grado de concentrado de cobre.

Tabla 2

Grado de concentrados de cobre y oro y recuperaciones de oro y diluyente a 85% de recuperación de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Grado		Recuperación			
		Cu [%]	Au [ppm]	Au [%]	Bi [%]	IS [%]	NSG [%]

3*	Acero al carbono colado, 0 g/t	18,2	25,0	62,5	69,2	18,8	3,6
4*	Acero al carbono colado 75 g/t	19,2	26,0	55,0	65,0	13,6	3,4
5*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	20,6	29,2	55,8	38,9	11,8	1,8
6	Aleación de hierro fundido alto en Cr 30 g/t	23,2	27,2	57,5	60,0	4,8	2,2

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurada

Tabla 3

Recuperación de cobre y oro y grado de concentrado de oro y diluyentes a 18% de grado de concentrado de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Recuperación		Grado			
		Cu [%]	Au [%]	Au [ppm]	Bi [ppm]	IS [%]	NSG [%]
3*	Acero al carbono colado, 0 g/t	85,7	58,8	24,7	1420	6,2	41,5
4*	Acero al carbono colado 75 g/t	89,3	63,3	24,7	1310	4,7	42,8
5*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	88,8	60,3	26,2	1260	6,2	41,5

6	Aleación de hierro fundido alto en Cr 30 g/t	94,8	70,7	23,3	1280	4,3	43,4
---	--	------	------	------	------	-----	------

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurada

Los datos de la Tabla 2 muestran una mejora sinérgica en el grado de concentrado de cobre y en la selectividad por los sulfuros de cobre frente a los sulfuros de hierro con el método de la invención en comparación con el uso de peróxido de hidrógeno solamente o con el uso de medios de molienda de alto cromo solamente. En la Tabla 3 se muestra una mejora sinérgica similar en la recuperación de cobre y oro.

Ejemplos 7 a 13

La flotación se realizó con un depósito de mineral de sulfuro volcánogénico que tiene un ensayo de cabeza de 2,63% de Cu, 19,2% de Fe y 15,9% de S.

En los ejemplos 7 y 8, se condujeron experimentos preliminares usando cantidades variables de peróxido de hidrógeno que se agregaron inmediatamente antes de comenzar la flotación y el potencial redox (Eh) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) se determinaron inmediatamente después de comenzar la flotación. En el ejemplo 7, el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado. En el ejemplo 8, el mineral se molió con medios de molienda de una aleación de

hierro fundido de alto cromo con un contenido de cromo de un 21 % en peso. Los resultados se resumen en la tabla 4. No se observó un cambio significativo en el potencial redox con la adición de peróxido de hidrógeno en el caso de la pulpa de mineral molida con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo.

En la Figura 4 se muestra a curva de DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado por ejemplo 7. En la curva de la Figura 4 se muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 190 g/t, sin un cambio significativo en el DO con la adición de cantidades menores y con un valor de DO que aumenta rápidamente con la adición de cantidades más grandes. En la Figura 5 se muestra la curva correspondiente para el ejemplo 2 con un punto de inflexión a 16 g/t aproximadamente, donde el DO disminuye con la adición de cantidades menores y el DO aumenta con la adición de cantidades más grandes.

Tabla 4

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado

H₂O₂ agregado [g/t]	Ejemplo 7* acero al carbono colado		Ejemplo 8 aleación de hierro fundido alto en Cr	
	DO [ppm]	E_h[mV]	DO [ppm]	E_h[mV]
0	0,74	250	3,63	258
7,5			3,69	256

10			3,20	254
15			2,58	252
20			2,85	254
25			3,23	252
30	0,77	243	3,55	248
35			4,36	252
60	0,75	237		
120	0,74	239		
180	0,72	235		
240	1,05	236		
300	1,49	240		
360	1,67	245		

* No es acorde con la invención

En los ejemplos 9 a 13, la flotación se realizó con concentrados recolectados sobre intervalos de 0,5, 2, 4 y 7 minutos. En los ejemplos 9 a 11, el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado y en los ejemplos 12 y 13, el mineral se molió con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo era del 21 % en peso. No se agregó peróxido de hidrógeno en los ejemplos 9 y 12. En los ejemplos 10 y 11, se agregó una solución acuosa de peróxido de hidrógeno 1% en peso en cantidades de 15 g/t de mineral y 240 g/t de mineral inmediatamente antes de comenzar la flotación. En el ejemplo 13, se agregó la misma solución acuosa de peróxido de hidrógeno en una cantidad de 15 g/t de mineral inmediatamente antes de comenzar la flotación.

En la Figura 6 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los

ejemplos 9 a 13, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido con alto cromo. En las Tablas 5 y 6 se comparan estos resultados a un 90 % de recuperación de cobre y a un 18% de grado de concentrado de cobre.

Los datos de las tablas 5 y 6 muestran que el método de la invención requiere de menos peróxido de hidrógeno para lograr una elevada recuperación de cobre y grado de concentrado que la flotación de un mineral molido con acero al carbono colado.

Tabla 5

Grado de concentrados de cobre y hierro y recuperaciones de diluyente a 90% de recuperación de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Grado		Recuperación		
		Cu [%]	Fe [%]	Fe [%]	IS [%]	NSG [%]
9*	Acero al carbono colado, 0 g/t	15,5	26,8	18,2	10,0	4,5
10*	Acero al carbono colado 15 g/t	20,5	28,8	17,7	7,7	4,1
11*	Acero al carbono colado 240 g/t	21,1	27,6	16,4	8,0	3,9
12*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	20,1	26,7	16,6	7,7	4,7
13	Aleación de hierro fundido alto en Cr 15 g/t	22,3	27,8	15,6	6,6	3,7

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Tabla 6

Recuperación de cobre y hierro y grado de concentrado de diluyentes a 18% de grado de concentrado de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Recuperación		Grado		
		Cu [%]	Fe [%]	Fe [%]	IS [%]	NSG [%]
9*	Acero al carbono colado, 0 g/t	91,0	18,8	26,8	19,0	28,4
10*	Acero al carbono colado 15 g/t	93,5	20,2	28,1	18,0	26,4
11*	Acero al carbono colado 240 g/t	94,6	19,5	26,9	20,0	27,5
12*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	93,8	18,7	26,2	17,7	29,7
13	Aleación de hierro fundido alto en Cr 15 g/t	95,6	19,4	26,7	18,8	28,7

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Ejemplos 14 a 18

La flotación se realizó con un mineral de pórfidos de cobre/ore que tiene un ensayo de cabeza de 0,43% de Cu, 5,4% de Fe, 0,18 ppm de Au y 5,0% de S.

En el ejemplo 14, se condujo un experimento preliminar en el cual el mineral se molió con medios de

molienda de acero al carbono colado, usando cantidades variables de peróxido de hidrógeno que se agregaron inmediatamente antes de comenzar la flotación, y el potencial redox (E_h) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) se determinaron inmediatamente después de comenzar la flotación. Los resultados se resumen en la tabla 7.

Tabla 7

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado

H₂O₂ agregado [g/t]	Ejemplo 14* acero al carbono colado	
	DO [ppm]	E_h[mV]
0	0,40	224
7,5	0,40	203
15	0,30	186
30	0,30	199
60	0,30	190
120	0,45	201
180	0,75	210
240	1,00	225

* No es acorde con la invención

En la Figura 7 se muestra a curva de DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado por ejemplo 14. En la curva de la Figura 7 se muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 95 g/t, sin un cambio significativo en el DO con la adición de cantidades menores y con un valor de DO que aumenta rápidamente con la adición de cantidades más

grandes.

En los ejemplos 15 a 18, la flotación se realizó con concentrados recolectados sobre intervalos de 0,5, 2, 4 y 9 minutos. En los ejemplos 15 y 16, el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado y en los ejemplos 17 y 18, el mineral se molió con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo era del 18 % en peso. No se agregó peróxido de hidrógeno en los ejemplos 15 y 17. En los ejemplos 16 y 18, se agregó una solución acuosa de peróxido de hidrógeno 1% en peso en una cantidad de 120 g/t de mineral inmediatamente antes de comenzar la flotación.

En la Figura 8 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 15 a 18, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido con alto cromo. En las Tablas 8 y 9 se comparan estos resultados a un 70 % de recuperación de cobre y a un 9 % de grado de concentrado de cobre.

Tabla 8

Grado de concentrados de cobre y oro y recuperaciones de oro y diluyente a 70 % de recuperación de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Grado		Recuperación		
		Cu [%]	Au [ppm]	Au [%]	IS [%]	NSG [%]
15*	Acero al carbono colado, 0 g/t	6,2	1,3	35,0	14,5	3,1
16*	Acero al carbono colado 120 g/t	7,2	1,7	46,0	11,2	2,6
17*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	12,6	2,7	40,0	10,6	0,7
18	Aleación de hierro fundido alto en Cr 120 g/t	18,9	3,2	31,0	3,7	0,5

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Tabla 9

Recuperación de cobre y oro y grado de concentrado de oro y diluyentes a 9 % de grado de concentrado de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Recuperación		Grado		
		Cu [%]	Au [%]	Au [ppm]	IS [%]	NSG [%]
15*	Acero al carbono colado, 0 g/t	60,0	27,5	1,7	33,0	41,0
16*	Acero al carbono colado 120 g/t	67,0	42,5	2,0	27,0	47,0
17*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	77,5	48,0	2,2	34,5	38,0
18	Aleación de hierro fundido alto en Cr 120 g/t	82,0	49,0	2,1	22,0	52,5

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Los datos de la Tabla 8 muestran una mejora sinérgica en el grado de cobre y en la selectividad por los sulfuros de cobre frente a los sulfuros de hierro con el método de la invención en comparación con el uso de peróxido de hidrógeno solamente o con el uso de medios de molienda de alto cromo solamente. En la Tabla 9 se muestra otra mejora en la recuperación de cobre y oro.

Ejemplos 19 a 23

La flotación se realizó con un mineral de cobre/oro alojado en óxido de hierro que tiene un ensayo de cabeza de 0,83% de Cu, 21,7% de Fe, 0,39 ppm de Au, 568 ppm de As y 4,0 % de S.

En el ejemplo 19, se condujo un experimento preliminar en el cual el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado, usando cantidades variables de peróxido de hidrógeno que se agregaron inmediatamente antes de comenzar la flotación, y el potencial redox (Eh) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) se determinaron inmediatamente después de comenzar la flotación. Los resultados se resumen en la tabla 10.

Tabla 10

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado

H₂O₂ agregado [g/t]	Ejemplo 19* acero al carbono colado	
	DO [ppm]	E_h[mV]
0	0,55	233
7,5	0,60	216
15	0,68	203
30	0,63	200
60	0,65	206
90	1,15	214
120	1,57	224

* No es acorde con la invención

En la Figura 9 se muestra a curva de DO graficado en función del logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado por ejemplo 19. En la curva de la Figura 9 se muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 64 g/t, sin un cambio significativo en el DO con la adición de cantidades menores y con un valor de DO que aumenta rápidamente con la adición de cantidades más grandes.

En los ejemplos 20 a 23, la flotación se realizó con concentrados recolectados sobre intervalos de 0,5, 2, 4 y 8 minutos. En los ejemplos 20 y 21, el mineral se molió con medios de molienda de acero al carbono colado y en los ejemplos 22 y 23, el mineral se molió con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo era del 18% en peso. No se agregó peróxido de hidrógeno en los ejemplos 20 y 22. En los ejemplos 21 y 23, se agregó

una solución acuosa de peróxido de hidrógeno 1% en peso en una cantidad de 50 g/t de mineral inmediatamente antes de comenzar la flotación.

En la Figura 10 se muestran las curvas para el grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función de la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 20 a 23, donde Cr- indica el uso de medios de molienda de acero al carbono colado y Cr+ indica el uso de medios de molienda de una aleación de hierro fundido con alto cromo. En las Tablas 11 y 12 se comparan estos resultados a un 80 % de recuperación de cobre y a un 13 % de grado de concentrado de cobre.

Tabla 11

Grado de concentrados de cobre y oro y recuperaciones de oro y diluyente a 80 % de recuperación de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Grado		Recuperación			
		Cu [%]	Au [ppm]	Au [%]	As [%]	IS [%]	NSG [%]
20*	Acero al carbono colado, 0 g/t	10,5	3,7	60,0	33,9	46,3	1,8
21*	Acero al carbono colado 50 g/t	12,0	3,9	59,0	27,5	38,0	1,4
22*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	11,5	4,0	51,5	22,8	34,9	2,0
23	Aleación de hierro fundido alto en Cr 50 g/t	15,7	4,4	46,6	10,3	10,1	1,7

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Tabla 12

Recuperación de cobre y oro y grado de concentrado de oro y diluyentes a 13 % de grado de concentrado de cobre

Ejemplo	Medios de Molienda, H ₂ O ₂ agregado	Recuperación		Grado			
		Cu [%]	Au [%]	Au [ppm]	As [ppm]	IS [%]	NSG [%]
20*	Acero al carbono colado, 0 g/t	57,5	36,0	3,8	2740	42,8	19,1
21*	Acero al carbono colado 50 g/t	75,0	53,0	4,0	2780	41,8	20,1
22*	Aleación de hierro fundido alto en Cr 0 g/t	72,5	43,0	4,2	2070	33,9	28,1
23	Aleación de hierro fundido alto en Cr 50 g/t	87,7	61,5	4,4	1400	15,8	46,1

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Los datos de la Tabla 11 muestran una mejora sinérgica en grado de concentrado de cobre y en la selectividad por los sulfuros de cobre frente a los minerales de sulfuros de hierro y de arsénico con el método de la invención en comparación con el uso de peróxido de hidrógeno solamente o con el uso de medios

de molienda de alto cromo solamente. En la Tabla 12 se muestra una mejora sinérgica similar en la recuperación de cobre y oro.

Ejemplos 24 a 27

La flotación se realizó con un depósito de mineral de sulfuro volcanogénico que tiene un ensayo de cabeza de 2,65% de Cu, 19,6% de Fe y 16,1% de S, donde dicho mineral era similar al mineral utilizado en los ejemplos 7 a 13.

En los ejemplos 24 a 27, el mineral se molió con medios de molienda de aleación de hierro fundido de alto cromo, cuyo contenido de cromo era del 21% en peso. La flotación se realizó con concentrados recolectados sobre intervalos de 0,5, 2, 4 y 7 minutos. No se agregó peróxido de hidrógeno en el ejemplo 24. En los ejemplos 25 a 27, se agregó un 1% en peso de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada, en una cantidad de 15 g/t de mineral. En el ejemplo 25, la flotación se comenzó inmediatamente después de la adición del peróxido de hidrógeno, en tanto en los ejemplos 26 y 27, el mineral se acondicionó con peróxido de hidrógeno al comenzar la flotación entre 15 y 60 minutos después de la adición de peróxido de hidrógeno.

En la Figura 11 se muestran las curvas del grado de concentrado de cobre acumulado graficado en función

de la recuperación acumulada de cobre de los ejemplos 24 a 27. En las Tablas 13 y 14 se comparan estos resultados a un 94 % de recuperación de cobre y a un 20 % de grado de concentrado de cobre.

Tabla 13

Grado de concentrados de cobre y hierro y recuperaciones de diluyente a 94 % de recuperación de cobre

Ejemplo	H ₂ O ₂ agregado, tiempo de acondicionamiento	Grado		Recuperación		
		Cu [%]	Fe [%]	Fe [%]	IS [%]	NSG [%]
24*	0 g/t	19,2	27,0	18,0	10,4	4,8
25	15 g/t, 0 min	21,1	28,0	17,1	10,8	4,8
26	15 g/t, 15 min	20,1	26,3	16,1	11,4	5,1
27	15 g/t, 60 min	20,0	25,8	15,7	11,8	5,2

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Tabla 14

Recuperación de cobre y hierro y grado de concentrado de diluyentes a 20 % de grado de concentrado de cobre

Ejemplo	H ₂ O ₂ agregado, tiempo de acondicionamiento	Recuperación		Grado		
		Cu [%]	Fe [%]	Fe [%]	IS [%]	NSG [%]
24*	0 g/t	93,3	17,2	27,2	18,8	25,1
25	15 g/t, 0 min	94,7	18,0	27,5	23,2	29,3
26	15 g/t, 15 min	94,2	15,3	26,3	23,2	29,3
27	15 g/t, 60 min	94,0	15,8	25,8	23,2	29,3

* No es acorde con la invención

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga no sulfurosa

Los datos de las tablas 13 y 14 muestran que el método de la invención proporciona los mejores resultados si no hay ninguna demora, o sólo una breve demora, entre la adición del peróxido de hidrógeno y el paso de flotación. Sin embargo, aún cuando el mineral es acondicionado con peróxido de hidrógeno, el método de la invención todavía proporcionará una mejora con respecto a un método que emplea medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo y sin peróxido de hidrógeno.

REIVINDICACIONES:

1. Un método de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre a partir de un mineral que contiene un sulfuro de hierro, CARACTERIZADO porque comprende los pasos de

a) moler el mineral en húmedo con medios de molienda para formar una pulpa de mineral,

b) acondicionar la pulpa de mineral con un compuesto colector para formar una pulpa de mineral acondicionada y

c) aplicar flotación con espuma a la pulpa de mineral acondicionada para formar una espuma y una cola de flotación, separar la espuma de la cola de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre,

en donde se usan medios de molienda de una aleación de hierro fundido con alto cromo, cuyo contenido de cromo es de entre un 10 y un 35% en peso en el paso a) y el peróxido de hidrógeno se agrega a la pulpa de mineral acondicionada entre los pasos b) y c) o durante el paso c).

2. El método de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque los medios de molienda comprenden bolas de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo comprende entre un 10 y un 35% en peso.

3. El método de la reivindicación 1 ó 2,

CARACTERIZADO porque la aleación de hierro fundido de alto cromo es una aleación de hierro blanco de alto cromo que comprende una fase de carburo.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, CARACTERIZADO porque la aleación de hierro fundido de alto cromo es una solución sólida de martensita libre de perlita y comprende menos que un 5% en peso de austenita.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, CARACTERIZADO porque el peróxido de hidrógeno se agrega menos que 15 minutos antes de introducir un gas para la flotación con espuma.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, CARACTERIZADO porque la flotación con espuma se lleva a cabo de manera continua y el peróxido de hidrógeno se agrega de manera continua durante la flotación con espuma.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, CARACTERIZADO porque el peróxido de hidrógeno se agrega como una solución acuosa que comprende entre 0,5 y 5% en peso de peróxido de hidrógeno.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, CARACTERIZADO porque se usa un xantato de alquilo de un metal alcalino como colector.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, CARACTERIZADO porque el peróxido de hidrógeno se agrega en una cantidad de entre 0,5 y 10 veces la cantidad blanco, donde dicha cantidad blanco se determina en una serie de experimentos preliminares en los cuales se varía la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado, la concentración de oxígeno disuelto se determina en la pulpa de mineral después de la adición de peróxido de hidrógeno, la concentración de oxígeno disuelto se grafica en función de la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado para obtener una curva que presenta un punto de inflexión, y la cantidad blanco de peróxido de hidrógeno se determina como la cantidad de peróxido de hidrógeno en el punto de inflexión.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, CARACTERIZADO porque la concentración de oxígeno disuelto se determina en la pulpa de mineral después de la adición de peróxido de hidrógeno y la cantidad de peróxido de hidrógeno agregado se ajusta para mantener una concentración mínima de oxígeno disuelto.

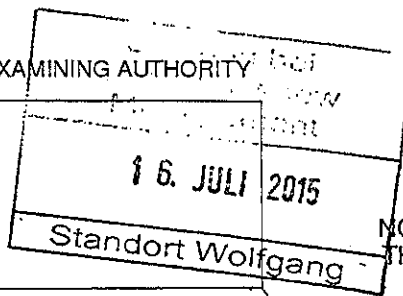
PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINING AUTHORITY

PCT

To:

Evonik Industries AG
CI-IPM-PAT
Postcode 84339
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
ALLEMAGNE



NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF
THE INTERNATIONAL PRELIMINARY
REPORT ON PATENTABILITY
(PCT Rule 71.1)



HP00200300

Date of mailing
(day/month/year)

14.07.2015

Applicant's or agent's file reference

2013P00216WO

GTHIE

IMPORTANT NOTIFICATION

International application No.

PCT/EP2014/064953

International filing date (day/month/year)

11.07.2014

Priority date (day/month/year)

19.07.2013

Applicant

Evonik Industries AG

1. The applicant is hereby notified that this International Preliminary Examining Authority transmits herewith the international preliminary report on patentability and its annexes, if any, established on the international application.

2. A copy of the report and its annexes, if any, is being transmitted to the International Bureau for communication to all the elected Offices.

3. Where required by any of the elected Offices, the International Bureau will prepare an English translation of the report (but not of any annexes) and will transmit such translation to those Offices.

4. REMINDER

The applicant must enter the national phase before each elected Office by performing certain acts (filing translations and paying national fees) within 30 months from the priority date (or later in some Offices) (Article 39(1)) (see also the reminder sent by the International Bureau with Form PCT/IB/301).

Where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary report on patentability. It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned.

For further details on the applicable time limits and requirements of the elected Offices, see Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The applicant's attention is drawn to Article 33(5), which provides that the criteria of novelty, inventive step and industrial applicability described in Article 33(2) to (4) merely serve the purposes of international preliminary examination and that "any Contracting State may apply additional or different criteria for the purposes of deciding whether, in that State, the claimed inventions is patentable or not" (see also Article 27(5)). Such additional criteria may relate, for example, to exemptions from patentability, requirements for enabling disclosure, clarity and support for the claims.

Name and mailing address of the international
preliminary examining authority:



European Patent Office
D-80298 Munich
Tel. +49 89 2399 - 0
Fax: +49 89 2399 - 4465

Authorized Officer

Hue, Sylvie

Tel. +49 89 2399-7573



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

(Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 2013P00216WO	FOR FURTHER ACTION	See Form PCT/IPEA416
International application No. PCT/EP2014/064953	International filing date (day/month/year) 11.07.2014	Priority date (day/month/year) 19.07.2013
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC INV. B03D1/02		
Applicant Evonik Industries AG		
1. This report is the international preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36. 2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet. 3. This report is also accompanied by ANNEXES, comprising: a. ☐ (sent to the applicant and to the International Bureau) a total of sheets, as follows: ☐ sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority, unless those sheets were superseded or cancelled, and any accompanying letters (see Rules 46.5, 66.8, 70.16, 91.2, and Section 607 of the Administrative Instructions). ☐ sheets containing rectifications, where the decision was made by this Authority not to take them into account because they were not authorized by or notified to this Authority at the time when this Authority began to draw up this report, and any accompanying letters (Rules 66.4bis, 70.2(e), 70.16 and 91.2). ☐ superseded sheets and any accompanying letters, where this Authority either considers that the superseding sheets contain an amendment that goes beyond the disclosure in the international application as filed, or the superseding sheets were not accompanied by a letter indicating the basis for the amendments in the application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box (see Rule 70.16(b)). b. ☐ (sent to the International Bureau only) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)) , containing a sequence listing, in the form of an Annex C/ST.25 text file, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see paragraph 3ter of Annex C of the Administrative Instructions).		
4. This report contains indications relating to the following items: ☒ Box No. I Basis of the report ☐ Box No. II Priority ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability ☐ Box No. IV Lack of unity of invention ☒ Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement ☒ Box No. VI Certain documents cited ☐ Box No. VII Certain defects in the international application ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application		
Date of submission of the demand 13.01.2015	Date of completion of this report 14.07.2015	
Name and mailing address of the international preliminary examining authority:  European Patent Office D-80298 Munich Tel. +49 89 2399 - 0 Fax: +49 89 2399 - 4465	Authorized officer Varga, Viktoria Telephone No. +49 89 2399-7728	



**INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT
ON PATENTABILITY**

International application No.
PCT/EP2014/064953

Box No. I Basis of the report

1. With regard to the **language**, this report is based on
- ☒ the international application in the language in which it was filed
 - ☐ a translation of the international application into , which is the language of a translation furnished for the purposes of:
 - ☐ international search (under Rules 12.3(a) and 23.1(b))
 - ☐ publication of the international application (under Rule 12.4(a))
 - ☐ international preliminary examination (under Rules 55.2(a) and/or 55.3(a) and (b))
2. With regard to the **elements*** of the international application, this report is based on *(replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report):*

Description, Pages

1-18 as originally filed

Claims, Numbers

1-8 as originally filed

Drawings, Sheets

1/4-4/4 as originally filed

- ☐ a sequence listing - see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.

3. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:
- ☐ the description, pages
 - ☐ the claims, Nos.
 - ☐ the drawings, sheets/figs
 - ☐ the sequence listing (*specify*):
4. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since either they are considered to go beyond the disclosure as filed, or they were not accompanied by a letter indicating the basis for the amendments in the application as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rules 70.2(c) and (c-bis)):
- ☐ the description, pages
 - ☐ the claims, Nos.
 - ☐ the drawings, sheets/figs
 - ☐ the sequence listing (*specify*):
5. ☐ This report has been established:
- ☐ taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rules 66.1(d-bis) and 70.2(e)).
 - ☐ without taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rules 66.4bis and 70.2(e)).

**INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT
ON PATENTABILITY**

International application No.
PCT/EP2014/064953

6. ☒ With regard to top-up searches (Rules 66.1 *ter* and 70.2(f)):
- ☒ A top-up search was carried out by this Authority on 15.06.2015 (all discovered documents are listed in the Supplemental Box Relating to Top-up Search).
 - ☐ Additional relevant documents have been discovered during the top-up search.
 - ☐ No top-up search was carried out by this Authority because it would serve no useful purpose.
7. ☐ Supplementary international search report(s) from Authority(ies) has/have been received and taken into account in establishing this report (Rule 45bis.8(b) and (c)).

* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded".

Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Yes: Claims	<u>1-8</u>
	No: Claims	
Inventive step (IS)	Yes: Claims	<u>1-8</u>
	No: Claims	
Industrial applicability (IA)	Yes: Claims	<u>1-8</u>
	No: Claims	

2. Citations and explanations (Rule 70.7):

see separate sheet

Box No. VI Certain documents cited

1. Certain published documents (Rule 70.10)

and / or

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

see separate sheet

Re Item V

**Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial
applicability; citations and explanations supporting such statement**

V.1 The following documents are cited in the international search report:

- D1 A URIBE-SALAS ET AL: "Metallurgical improvement of a lead/copper flotation stage by pulp potential control",
INTERNATIONAL JOURNAL OF MINERAL PROCESSING,
vol. 59, no. 1, 1 April 2000 (2000-04-01), pages 69-83, XP055058818,
ISSN: 0301-7516, DOI: 10.1016/S0301-7516(99)00059-9
cited in the application
- D2 US 3 137 649 A (DE BENEDICTIS ALDO ET AL) 16 June 1964
(1964-06-16)
- D3 US 4 549 959 A (ARMSTRONG RAYNOR O [US] ET AL) 29 October
1985 (1985-10-29)
- D4 US 5 110 455 A (HUCH RICHARD O [US]) 5 May 1992 (1992-05-05)
cited in the application
- D5 WO 2013/110420 A1 (EVONIK DEGUSSA GMBH [DE]; ARNOLD
GERHARD [US]; BROWN TERRY [CN]; HAMAN) 1 August 2013
(2013-08-01)

V.2 Claim 1

Document D1 is considered as the prior art closest to the subject-matter of claim 1 and describes a method for recovering a copper sulfide by using hydrogen peroxide. The subject-matter of claim 1 differs from the teaching of D1 in that the hydrogen peroxide is added in an amount so as to decrease the pulp potential. The subject-matter of claim 1 is, thus, novel (A.33(2) PCT).

None of the relevant prior art applied hydrogen peroxide in an amount to lower the pulp potential in order to assist the separation of copper sulfide from iron sulfide. As this new separation technique is effective and not obvious for the skilled person the presence of an inventive step is acknowledged (A.33(3) PCT).

V.3 Claims 2-8

**INTERNATIONAL PRELIMINARY
REPORT ON PATENTABILITY
(SEPARATE SHEET)**

International application No.

PCT/EP2014/064953

Claims 2-8 are dependent on claim 1 and as such also meet the requirements of the PCT with respect to novelty and inventive step (A.33(2) and (3) PCT).

V.4 The possibility of industrial applications of the claimed subject-matters arise from throughout the description (A. 33(4) PCT).

Re Item VI

Certain documents cited

VI.1 Document D5 claims an older priority and could become relevant in the national/regional phase.

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

EVONIK DEGUSSA GMBH
CI-IPM-PAT
Postcode 84/339
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 20 July 2015 (20.07.2015)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 2013P00051WO	
International application No. PCT/EP2014/064945	International filing date (day/month/year) 11 July 2014 (11.07.2014)

1. The following indications appeared on record concerning:		
☒ the applicant	☐ the inventor	☐ the agent
☐ the common representative		
Name and Address EVONIK INDUSTRIES AG Rellinghauser Straße 1-11 45128 Essen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. +49 6181 59 3782	
	Facsimile No. +49 6181 59 4304	
	E-mail address ipm-pat-hanau@evonik.com	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
☒ the person	☐ the name	☐ the address
☐ the nationality		
☐ the residence		
Name and Address EVONIK DEGUSSA GMBH Rellinghauser Straße 1-11 45128 Essen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. +49 6181 59 3782	
	Facsimile No. +49 6181 59 4304	
	E-mail address ipm-pat-hanau@evonik.com ☐ Notifications by e-mail authorized	
3. Further observations, if necessary: Please note the new address for correspondence identified in the addressee box at the top of this form.		
4. A copy of this notification has been sent to:		
☒ the receiving Office	☐ the International Preliminary Examining Authority	
☐ the International Searching Authority	☒ the designated Offices concerned	
☐ the Authority(ies) specified for supplementary search	☐ the elected Offices concerned	
	☐ other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Sevillano Carine e-mail pt05.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 05
Facsimile No. +41 22 338 89 75	

RESUMEN

Método de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre por flotación con espuma a partir de un mineral que contiene un sulfuro de hierro, que comprende molienda húmeda del mineral con medios de molienda de una aleación de hierro fundido de alto cromo cuyo contenido de cromo comprende entre un 10 y un 35% en peso combinada con la adición de peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada antes o durante la flotación con el fin de mejorar el grado de concentrado y de recuperación de sulfuros de cobre.

Fig. 11

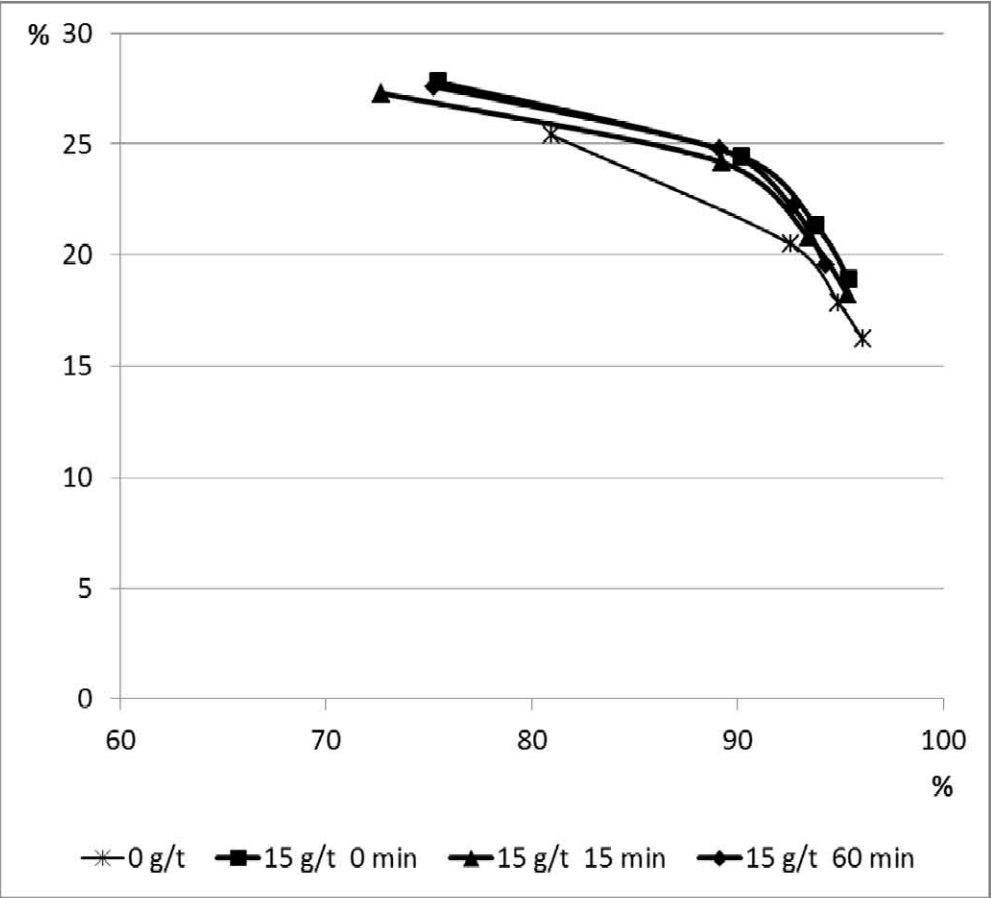


Fig. 9

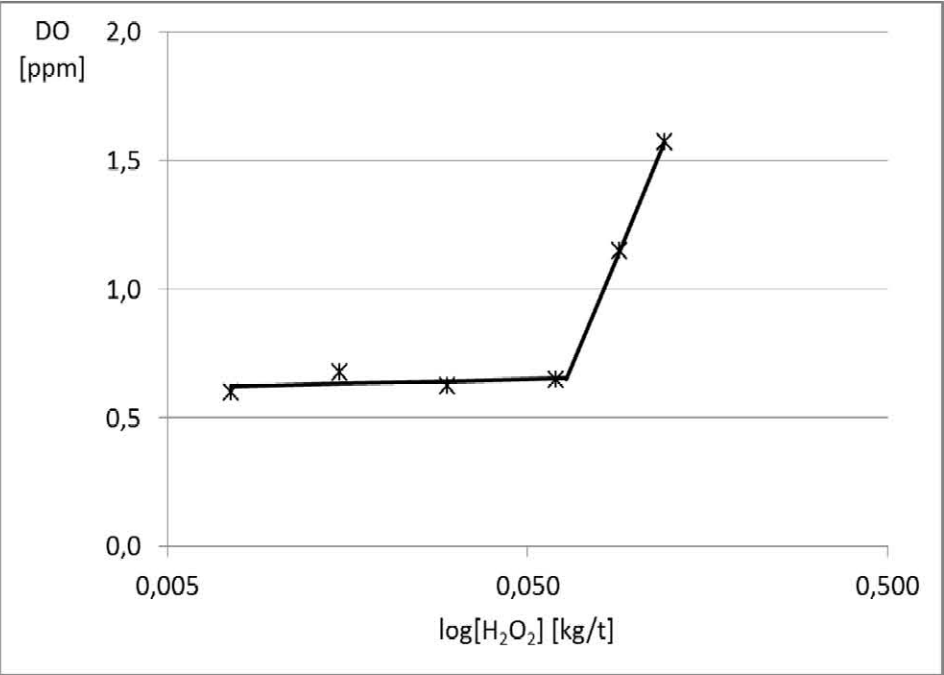


Fig. 10

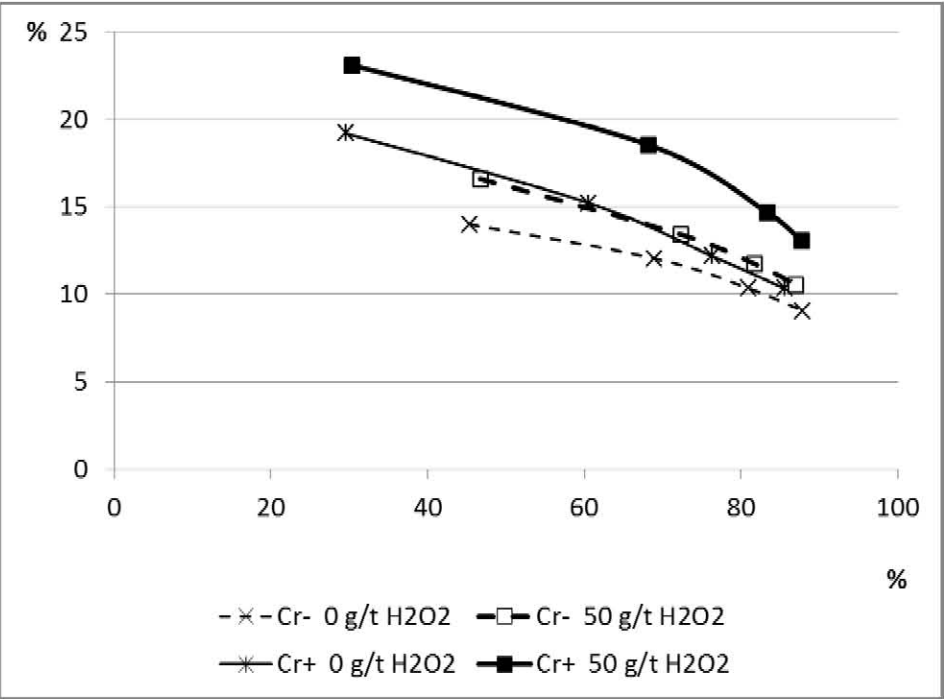


Fig. 7

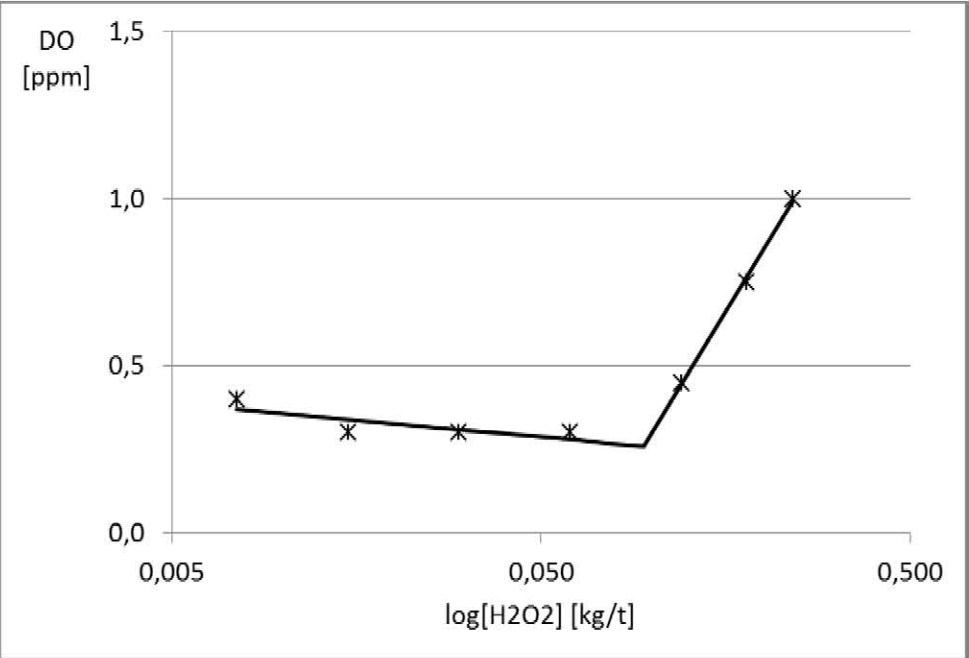


Fig. 8

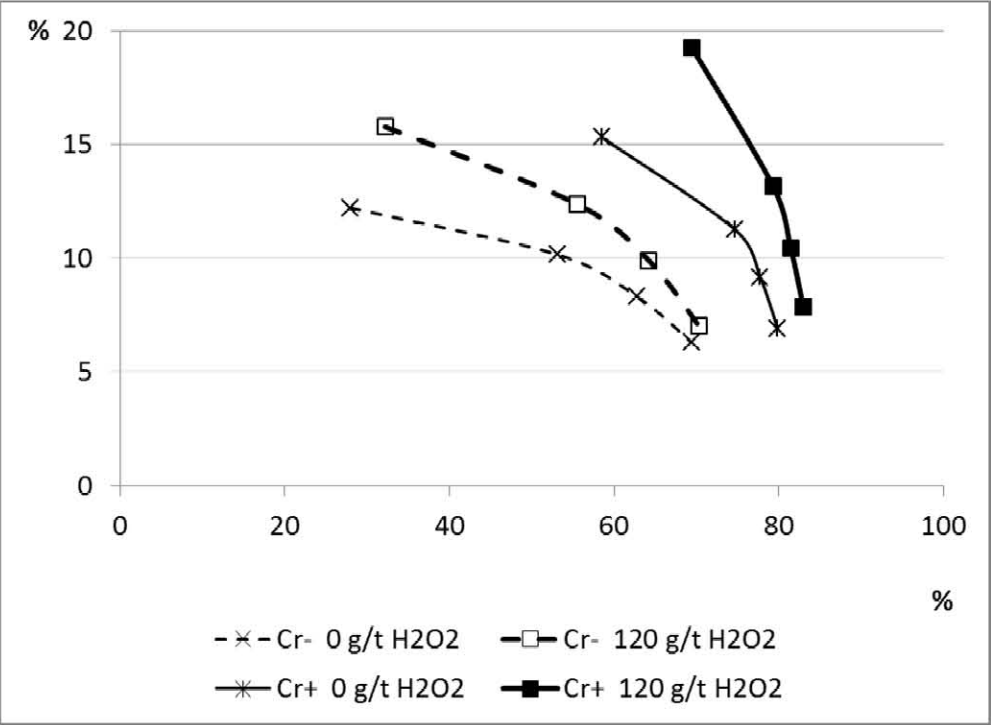


Fig. 5

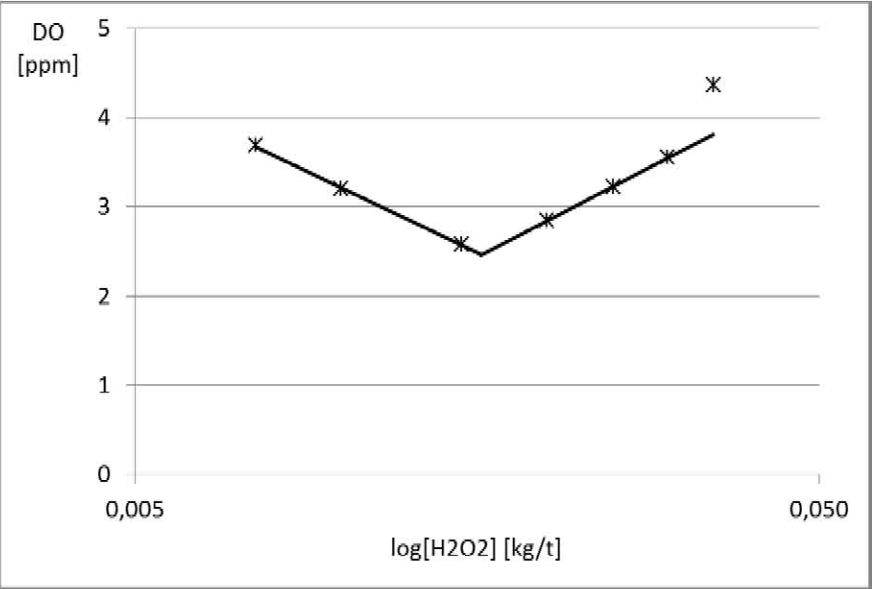


Fig. 6

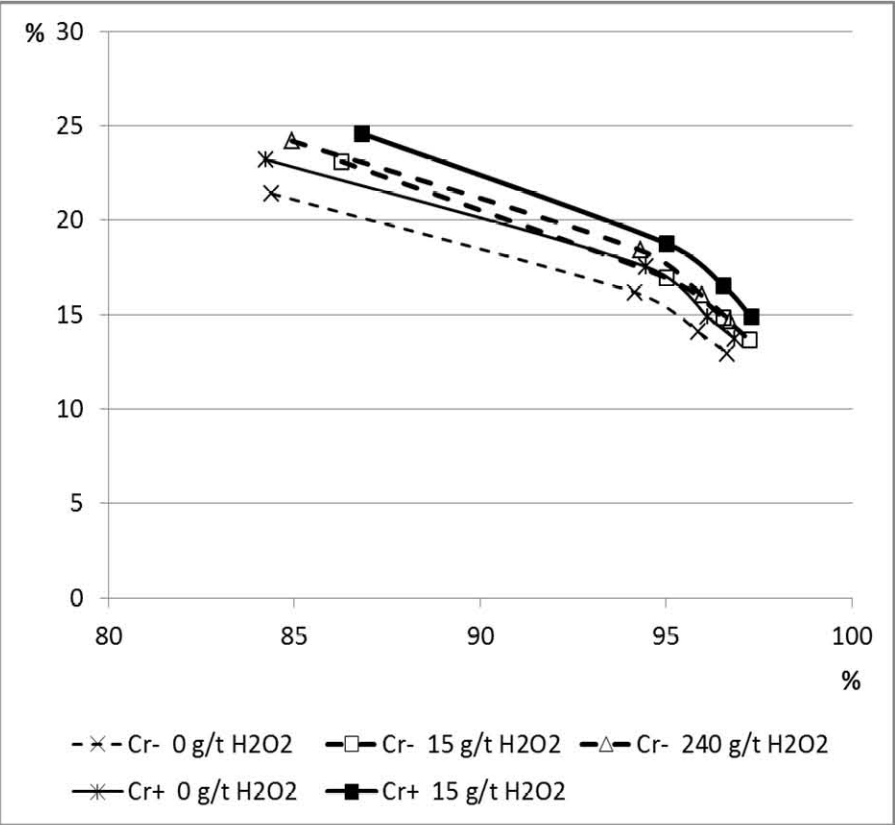


Fig. 3

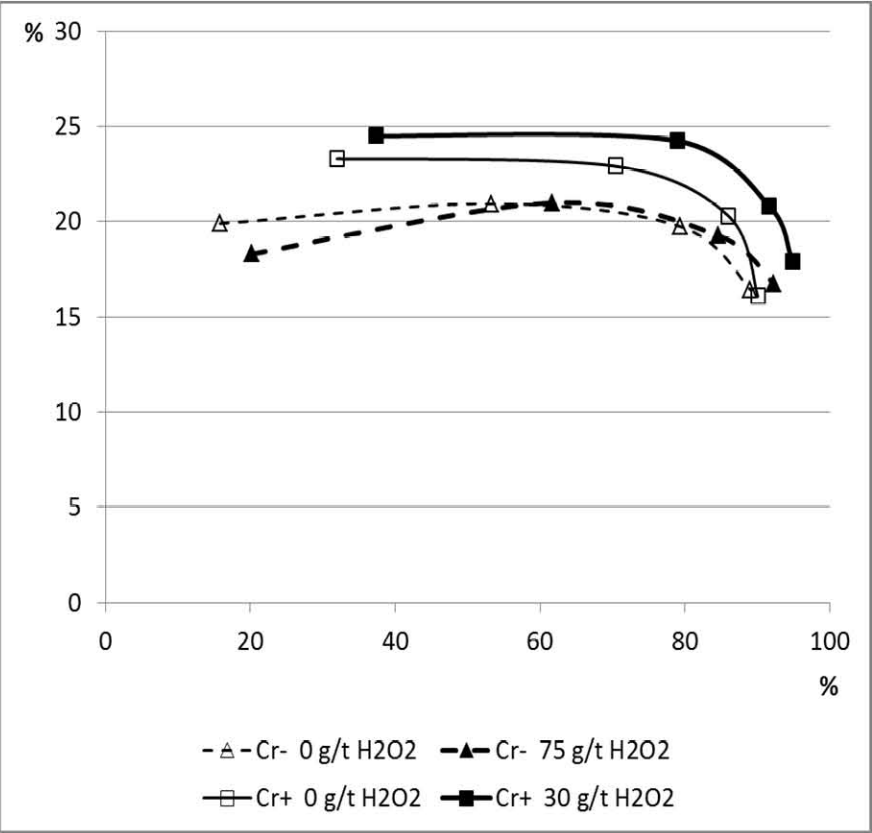


Fig. 4

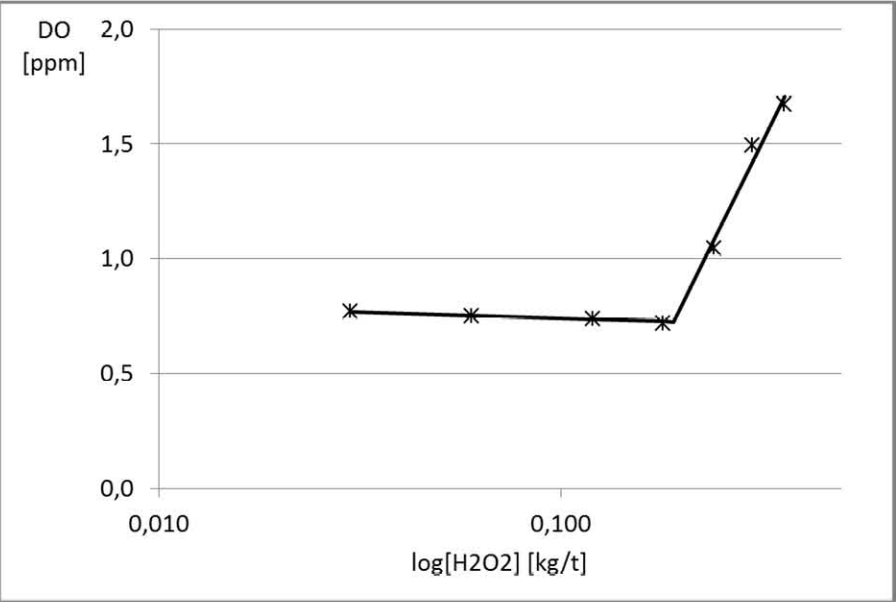


Fig. 1

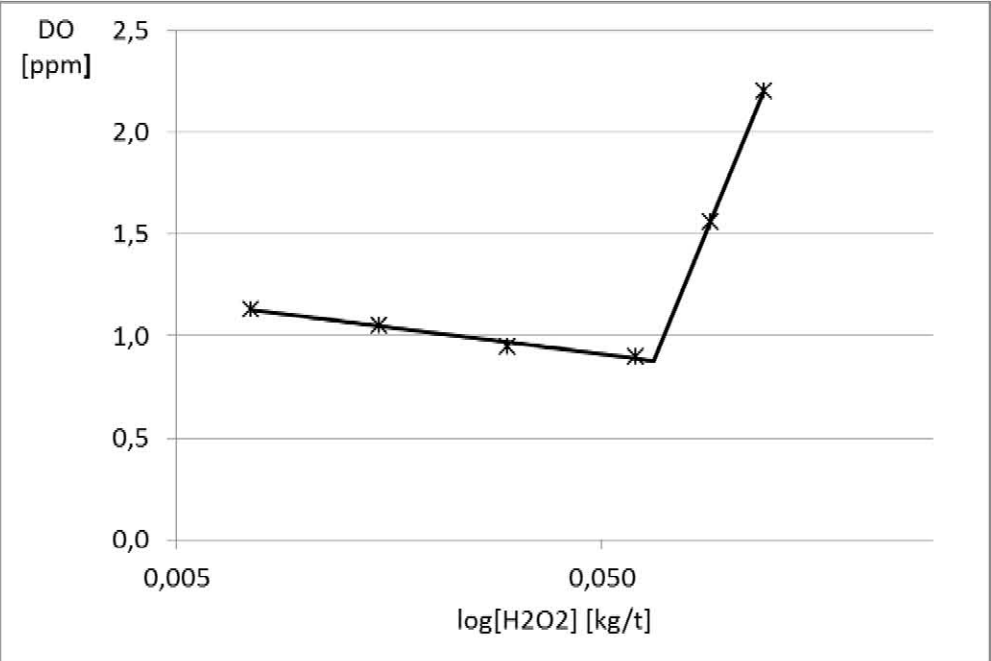


Fig. 2

