

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 606**

51 Int. Cl.:

C04B 5/00 (2006.01)

C01B 25/01 (2006.01)

C01B 25/32 (2006.01)

C04B 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2014 PCT/JP2014/005662**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15114703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2014 E 14880452 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3090991**

54 Título: **Procedimiento de recolección de fósforo y calcio**

30 Prioridad:

28.01.2014 JP 2014013536

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

03.07.2019

73 Titular/es:

**NISSHIN STEEL CO., LTD. (100.0%)
3-4-1 Marunouchi
Chiyoda-kuTokyo 100-8366, JP**

72 Inventor/es:

**MATSUO, SHOICHI;
ASABA, AKIHIRO;
FUKUI, YASUSHI y
YAMAMOTO, MASAYA**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 718 606 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

Procedimiento de recolección de fósforo y calcio

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio a partir de escoria de fabricación de acero.

Antecedentes de la técnica

10 Se ha sabido que la escoria de fabricación de acero producida en el procedimiento de fabricación de acero (por ejemplo, escoria de convertidor, escoria de tratamiento previo, escoria de refinado secundario y escoria de horno eléctrico) contiene óxidos de fósforo, calcio, hierro, silicio, manganeso, aluminio y magnesio, por ejemplo. Específicamente, la escoria de fabricación de acero contiene fósforo con silicatos de calcio tales como Ca_2SiO_4 y Ca_3SiO_5 , y óxidos de hierro de calcio tales como $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$. La escoria de fabricación de acero contiene calcio, a partir de cal viva (CaO) cargada durante el procedimiento de fabricación de acero, como CaO no disuelto (cal libre), o como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o Ca_2CO_3 generado a partir de cal libre que reacciona con la humedad o el dióxido de carbono en el aire.

15 El fósforo es un elemento importante como material para fertilizantes o productos químicos. El fósforo mineral (fósforo) no se produce en Japón, y se importa en forma de fósforo mineral, fertilizantes, productos químicos, por ejemplo. El fósforo mineral de alta calidad es de baja cantidad, lo que puede causar presión sobre los recursos de fósforo; por tanto, el precio de fósforo está ahora en aumento (véase, por ejemplo, NPL 1 y 2). En vista de una situación de este tipo, cuando el fósforo se puede recuperar de la escoria de fabricación de acero, la presión sobre los recursos de fósforo se aliviaría. Por tanto, se han hecho intentos de recuperar fósforo de escoria de fabricación de acero (véase, por ejemplo, PTL 1 y 2).

20 PTL 1 desvela un procedimiento de recuperación de fósforo de la escoria de fabricación de acero con calcio eliminado. En el procedimiento de recuperación, el calcio se elimina de la escoria de fabricación de acero por lavado de la escoria de fabricación de acero con agua que contiene dióxido de carbono. A continuación, el fósforo en la escoria de fabricación de acero se eluye en un ácido mineral por inmersión de la escoria de fabricación de acero en el ácido mineral. Por último, el fósforo (ácido fosfórico) se recupera mediante la neutralización del ácido mineral que contiene fósforo eluido (extracto).

25 PTL 2 desvela un procedimiento en el que se recupera un compuesto de calcio de la escoria de fabricación de acero más de una vez, y fósforo en un estado de solución sólida en un compuesto de calcio específico. En el procedimiento de recuperación, la escoria de fabricación de acero (escoria de pretratamiento) se sumerge en agua que contiene dióxido de carbono disuelto. Posteriormente, un compuesto de calcio que no tiene fósforo en un estado de solución sólida se eluye y, después se eluye un compuesto de calcio que tiene fósforo en un estado de solución sólida, con lo que una solución que contiene fósforo se recupera de escoria de desfosforación.

30 El calcio es también un elemento importante que se usa en un procedimiento de sinterización para la fabricación de hierro en forma de carbonato de calcio, o se usa en un procedimiento de fabricación de acero en forma de óxido de calcio después calcinado. El hidróxido de calcio obtenido por el apagado de óxido de calcio con agua se usa como un neutralizador para ácidos y similares en un procedimiento de drenaje. Por tanto, cuando el calcio se puede recuperar de la escoria de fabricación de acero obtenida en el procedimiento de fabricación de hierro, el calcio se puede reutilizar para reducir los costos de fabricación de hierro. Por tanto, se han hecho intentos de recuperar calcio de escoria de fabricación de acero (véase PTL 3).

35 PTL 3 desvela un procedimiento de recuperación de calcio de escoria de convertidor usando dióxido de carbono. El procedimiento de recuperación eluye calcio de la escoria de convertidor mediante la inyección de agua en la escoria de convertidor. Después, se recupera calcio (carbonato de calcio) de la escoria de convertidor al mantener el límite inferior de pH a aproximadamente 10.

Lista de citas**Literatura de patentes**

40 PTL 1
Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2010-270378
PTL 2
50 Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2013-142046
PTL 3
Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 55-100220

Literatura no de patente

NPL 1

"Mineral Resources Material Flow 2011" Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, mayo de 2012, P405-410

NPL 2

5 Kazuyo Matsubae y col., "Recovery of Artificial Phosphorous Resource from Wastes" Collection of Sociotechnology Research Papers, Sociotechnology Research Network, marzo de 2008, páginas 106-113

Sumario de la invención

Problema técnico

10 El procedimiento de recuperación de fósforo desvelado en PTL 1 usa un ácido mineral y neutralizante lo que aumenta de manera desventajosa los costos de recuperación. También se necesita un aparato de filtración (filtro) para filtrar los materiales no disueltos en el momento de la inmersión de la escoria de fabricación de acero en el ácido mineral, lo que aumenta los costos de recuperación. Además, otros componentes tales como hierro, manganeso, magnesio, silicio, aluminio y calcio también se disuelven en el ácido mineral, y esos componentes se precipitan incluso cuando se neutraliza el extracto.

15 El procedimiento de recuperación de fósforo desvelado en PTL 2 tiene que disolver un compuesto de calcio más de una vez, lo que complica el procedimiento de recuperación, y aumenta los costos de recuperación.

20 En el procedimiento de recuperación de fósforo desvelado en PTL 3, mantener el pH a 10 o más es difícil en el uso práctico, y cuando el pH se hace más bajo, el carbonato de calcio precipitado se disuelve de nuevo. Cuando el límite inferior de pH se mantiene a aproximadamente 10, la cantidad de precipitación se vuelve baja. Además, la disolución de los silicatos de calcio que contienen fósforo es difícil en el procedimiento de recuperación, y poco fósforo se puede recuperar, lo que aumenta los costos de recuperación.

Como se ha descrito anteriormente, los procedimientos convencionales para la recuperación de fósforo o calcio sufren de altos costos de recuperación.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio, que puede recuperar fósforo y calcio de la escoria de fabricación de acero a bajo coste.

Solución al problema

Los presentes inventores han encontrado que los objetos se pueden conseguir poniendo escoria de fabricación de acero en contacto con una solución acuosa que contiene dióxido de carbono, y precipitando las sustancias eluidas mediante la eliminación de dióxido de carbono de la solución acuosa, y han completado la presente invención con estudios adicionales.

30 La presente invención se refiere a un procedimiento de recuperación de acuerdo con la reivindicación 1. Se definen realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, pueden recuperarse fósforo y calcio de la escoria de fabricación de acero a bajo coste.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con otra realización de la presente invención.

40 La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio en el Experimento 5.

Descripción de realizaciones

[Método de recuperación]

45 La figura 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ilustra en la figura 1, el procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con la realización incluye una primera etapa en la que el fósforo y calcio en la escoria de fabricación de acero se eluyen en una solución que contiene dióxido de carbono acuoso, y una segunda etapa que se ha de realizar después de la primera etapa y en la que se precipita una mezcla que contiene un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio.

(Primera etapa)

50 En la primera etapa, se pone en contacto escoria de fabricación de acero con una solución acuosa que contiene

dióxido de carbono para eluir fósforo y calcio contenidos en la escoria de fabricación de acero en la solución acuosa.

Se prepara escoria fabricación de acero como material, y después se fractura o pulveriza (Etapa S100). Los tipos de escoria de fabricación de acero no están particularmente limitados, siempre y cuando la escoria de fabricación de acero contenga fósforo y calcio. Los ejemplos de escoria de fabricación de acero incluyen escoria de convertidor, escoria de pretratamiento, escoria de refinación secundaria y escoria de horno eléctrico. Normalmente, la escoria de fabricación de acero contiene, por ejemplo, compuestos (óxidos) de fósforo (P), calcio (Ca), hierro (Fe), silicio (Si), manganeso (Mn), magnesio (Mg) y aluminio (Al). El fósforo está contenido con silicatos de calcio, que son óxidos compuestos de calcio y silicio, tales como Ca_2SiO_4 y Ca_3SiO_5 . El calcio está contenido como óxido de calcio (CaO), que es cal libre, hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) o carbonato de calcio (CaCO_3).

- 5 Se puede usar escoria de fabricación de acero como se descarga en un procedimiento de fabricación de acero, pero se prefiere que se use escoria de fabricación de acero, que se fractura o pulveriza y después de la que se elimina el hierro metal. Cuando se usa escoria de fabricación de acero descargada en un procedimiento de fabricación de acero sin ningún tratamiento, una operación de recuperación puede llegar a ser complicada. El diámetro máximo de las partículas de la escoria de fabricación de acero es preferentemente de, aunque no se limita a, 1000 μm o menos.
- 10 Cuando el diámetro máximo de las partículas de la escoria de fabricación de acero es de más de 1000 μm , el área de contacto entre la escoria de fabricación de acero y la solución acuosa es pequeña por lo que el tiempo de elución de fósforo y calcio se hace más largo, lo que alarga el tiempo para la recuperación de fósforo y calcio. Un ejemplo de un procedimiento de pulverizar la escoria de fabricación de acero es, aunque no se limita a, pulverizar la escoria de fabricación de acero con, por ejemplo, un molino de rodillos o molino de bolas.

- 20 Después, el fósforo y el calcio de la escoria de fabricación de acero preparada en la etapa S100 se eluye en la solución acuosa que contiene dióxido de carbono poniendo la escoria de fabricación de acero en contacto con la solución acuosa que contiene dióxido de carbono (Etapa S110).

- Los tipos de solución acuosa que contiene dióxido de carbono no se limitan en particular, a condición de que la solución acuosa contenga 30 ppm o más de dióxido de carbono, y puede contener otros componentes. Puede usarse cualquier procedimiento para la disolución de dióxido de carbono en agua. Por ejemplo, el dióxido de carbono se puede disolver en agua permitiendo que el gas que contiene dióxido de carbono haga burbujas (soplado). El gas que se ha de soplar puede contener componentes que no sean dióxido de carbono. El gas que se ha de soplar puede contener oxígeno o nitrógeno, por ejemplo. Puede soplar un gas descargado después de la combustión, o gas mixto de dióxido de carbono, aire y humedad para permitir que el dióxido de carbono se disuelva. El gas que se ha de soplar preferentemente contiene dióxido de carbono en alta concentración (por ejemplo al 90 %) para acelerar las reacciones y aumentar la elución de un compuesto de calcio (silicato de calcio). Como se ha descrito anteriormente, la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa es de 30 ppm o más. Cuando la concentración de dióxido de carbono en la solución acuosa es de 30 ppm o más, fósforo y calcio en la escoria de fabricación de acero se puede eluir en la solución acuosa que contiene dióxido de carbono. Puesto que el dióxido de carbono en la solución acuosa disminuye a medida que el fósforo y calcio se disuelven, se pone en contacto el dióxido de carbono que ha de proporcionarse adicionalmente en la solución acuosa después de la escoria de fabricación de acero con la solución acuosa para mantener la concentración de dióxido de carbono (30 ppm o más) que es necesaria para la elución de fósforo y de calcio en la solución acuosa.

- Se puede usar cualquier procedimiento para poner la escoria de fabricación de acero en contacto con la solución acuosa que contiene dióxido de carbono. Por ejemplo, la escoria de fabricación de acero se puede sumergir en agua en la que el dióxido de carbono se disuelva previamente, o la escoria de fabricación de acero se puede sumergir en agua y después el dióxido de carbono se disuelve en el agua. Mientras la escoria de fabricación de acero está en contacto con la solución acuosa, se prefiere que la escoria de fabricación de acero y la solución acuosa se agiten para acelerar las reacciones. La escoria de fabricación de acero de la que se han eluido fósforo y calcio contiene un contenido de componentes de hierro más alto, por tanto la escoria de fabricación de acero se puede usar como materiales de fabricación de hierro sin ningún tratamiento o después de someterse a un tratamiento tal como separación magnética.

- Cuando la escoria de fabricación de acero se pone en contacto con la solución acuosa que contiene dióxido de carbono, óxido de calcio (CaO), hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), carbonato de calcio (CaCO_3), silicatos de calcio (Ca_2SiO_4 y Ca_3SiO_5), y óxidos de hierro (por ejemplo, calcio, $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$) en la escoria de fabricación de acero reaccionan con el agua que contiene dióxido de carbono con lo que un componente de calcio se eluye en la solución acuosa. Cuando se disuelven silicatos de calcio, el pentóxido de difósforo (P_2O_5) en la escoria de fabricación de acero reacciona con la solución acuosa que contiene dióxido de carbono con lo que un componente de fósforo se eluye en agua. El fósforo y el calcio contenidos en la escoria de fabricación de acero se eluyen por tanto en la solución acuosa que contiene dióxido de carbono poniendo la escoria de fabricación de acero en contacto con la solución acuosa.

Posteriormente, la solución acuosa que contiene fósforo y calcio disueltos (sobrenadante) y la escoria de fabricación de acero se separan por, por ejemplo, filtración (Etapa S120).

(Segunda Etapa)

En la segunda etapa posterior a la primera etapa, una mezcla que contiene el compuesto de fósforo y el compuesto de calcio se precipita de la solución acuosa que contiene fósforo y calcio disueltos, y se recupera la mezcla.

5 La mezcla que contiene el compuesto de calcio el compuesto de fósforo se precipita mediante la eliminación de dióxido de carbono de la solución acuosa que contiene fósforo y calcio disueltos. Se puede usar cualquier procedimiento para la eliminación de dióxido de carbono de la solución acuosa. Los ejemplos de los procedimientos para la eliminación de dióxido de carbono incluyen (1) soplar gas en la solución acuosa, (2) reducir la presión de la solución acuosa y (3) calentar la solución acuosa. Los procedimientos se describirán individualmente.

(1) Soplar gas en la solución acuosa

10 En el procedimiento de eliminación de dióxido de carbono mediante soplado de gas en la solución acuosa, se sopla gas que no es dióxido de carbono en la solución acuosa. Esto elimina fácilmente el dióxido de carbono de la solución acuosa mediante la sustitución de dióxido de carbono disuelto con el gas soplado. El tipo de gas que se ha de soplar en agua es preferentemente un gas inorgánico que tiene baja reactividad con agua, o un gas orgánico que tiene baja reactividad con agua. Los ejemplos de gases inorgánicos incluyen aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, argón y helio.
15 Los ejemplos de los gases orgánicos incluyen metano, etano, etileno, acetileno y propano. Los gases orgánicos se deben manipular con cuidado ya que pueden arder o explotar cuando se fuguen al exterior. Cuando se usen gases reactivos con agua tales como el gas de cloro y gas dióxido de azufre, se generan iones tales como iones de cloro y iones de sulfato en el agua. Esos iones forman sales con calcio eluido en agua, lo que no se prefiere porque ninguna mezcla que contiene un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio precipita cuando el dióxido de carbono se elimina de la solución acuosa.
20

(2) Reducir la presión de la solución acuosa

En el procedimiento de eliminación de dióxido de carbono mediante la reducción de la presión de la solución acuosa, la solución acuosa se pone en un recipiente hermético y el aire en el recipiente se evacúa usando, por ejemplo, una bomba para permitir que el recipiente tenga una atmósfera de presión reducida (desgasificación). Además de reducir la presión de la solución acuosa, pueden aplicarse ondas ultrasónicas a la solución acuosa, o la solución acuosa se puede agitar. Por otra parte, además de reducir la presión de la solución acuosa, pueden aplicarse ondas ultrasónicas y agitación a la solución acuosa. Esto puede eliminar de manera eficaz el dióxido de carbono de la solución acuosa.
25

(3) Calentar la solución acuosa

30 En el procedimiento de eliminación de dióxido de carbono por calentamiento de la solución acuosa, la temperatura de la solución acuosa es elevada. Para bajar los costes de calefacción, la temperatura se eleva preferentemente hasta una temperatura dentro de un intervalo de modo que la presión de vapor de agua no supere la presión en la atmósfera. Por ejemplo, cuando la presión en la atmósfera es la presión atmosférica (0,101 MPa), la temperatura de calentamiento es inferior a 100 °C. Cuando la solución acuosa se calienta, no solo se elimina el dióxido de carbono, sino que también un compuesto de calcio precipita fácilmente porque el compuesto de calcio (carbonato de calcio) se hace menos soluble.
35

Los tres procedimientos (1) a (3) anteriores pueden combinarse para eliminar el dióxido de carbono. Esto puede eliminar de manera eficaz el dióxido de carbono de la solución acuosa. La combinación más adecuada puede seleccionarse en vista de, por ejemplo, un sistema de suministro de gas o calor, una ubicación del sitio, y/o la disponibilidad de gas subproducto en una fábrica.
40

Por ejemplo, mientras que el gas se sopla en la solución acuosa, el aire se evacúa más que la cantidad de gas de soplado para permitir que la presión sea una atmósfera de presión reducida. En una combinación de este tipo, se proporcionan efectos de soplado de gas que elimina el dióxido de carbono y proporciona agitación, y de reducción de la presión de la solución acuosa, lo que elimina el dióxido de carbono. Por tanto, el dióxido de carbono se puede eliminar de manera eficaz. Adicionalmente, el calentamiento puede acelerar aún más la eliminación de dióxido de carbono. El dióxido de carbono se puede eliminar fácilmente por los efectos de soplado de gas en la solución acuosa y de reducción de la presión de la solución acuosa, y por tanto, no es necesario que la temperatura de calentamiento sea alta, lo que puede reducir los costes de calefacción.
45

50 Cuando el dióxido de carbono se elimina de la solución acuosa, precipita calcio en la solución acuosa en forma de un compuesto de calcio. Los ejemplos de los compuestos de calcio precipitado incluyen carbonato de calcio, carbonato ácido de calcio e hidróxido de calcio. También se precipita fósforo en la solución acuosa como un compuesto de fósforo mediante la eliminación de dióxido de carbono de la solución acuosa. Los ejemplos de los compuestos de fósforo precipitados incluyen fosfato de calcio, fosfato ácido de calcio e hidroxiapatita (HAp).

Posteriormente, se recupera la mezcla que contiene un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio, que precipita en la etapa S130 (Etapa S140).
55

Por medio de las etapas anteriores, se pueden recuperar fósforo y calcio de la escoria de fabricación de acero a bajo coste.

5 Como se ha descrito anteriormente, el compuesto de fósforo recuperado de escoria de fabricación de acero es importante como recursos de fósforo. Por tanto, se prefiere que el contenido de compuesto de fósforo en la mezcla sea grande. El compuesto de calcio recuperado de la escoria de fabricación de acero se puede reutilizar como materiales de fabricación de hierro. No se prefiere cuando los materiales de fabricación de hierro contienen un compuesto de fósforo. Por tanto, se prefiere obtener por separado una mezcla que contenga un gran contenido de compuesto de fósforo, y una mezcla que contenga un pequeño contenido de compuesto de fósforo de la solución acuosa que contiene fósforo y calcio. Para obtener por separado dos mezclas que tengan diferentes contenidos de cada compuesto, se prefiere realizar la segunda etapa de la siguiente manera.

10 La figura 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con otra realización de la presente invención. Como se ilustra en la figura 2, la segunda etapa en la presente realización incluye una tercera etapa en la que parte del dióxido de carbono se retira de la solución acuosa para precipitar una mezcla, y una cuarta etapa que se va a realizar después de la tercera etapa y en la que el dióxido de carbono se elimina adicionalmente de la solución acuosa para precipitar una mezcla. La proporción de un compuesto de fósforo contenido en la mezcla obtenida en la cuarta etapa es menor que el de la mezcla obtenida en la tercera etapa.

15 Igual a como se han descrito anteriormente son la fractura o pulverización de escoria de fabricación de acero (Etapa S100), la elución de fósforo y calcio de la escoria de fabricación de acero (Etapa 110), la separación de la solución acuosa que contiene fósforo y calcio disueltos (sobrenadante) de la escoria de fabricación de acero de la que se eluyen fósforo y calcio (Etapa S120).

(Tercera etapa)

25 En la tercera etapa, una mezcla con un alto contenido de compuesto de fósforo precipita por la eliminación de parte del dióxido de carbono de la solución acuosa que contiene fósforo y calcio disueltos (Etapa S230). La tercera etapa utiliza la naturaleza de los compuestos de calcio y fósforo que precipitan fácilmente juntos. La velocidad de precipitación de la mezcla en la tercera etapa es preferentemente de 0,1 g/min·l o menos. Cuando la velocidad de precipitación es de 0,1 g/min·l o menos, un compuesto de fósforo se adsorbe en la superficie del compuesto de calcio, lo que permite que una gran cantidad del compuesto de fósforo se precipite con el compuesto de calcio. La agitación de la solución acuosa acelera la precipitación del compuesto de fósforo y el compuesto de calcio juntos. Posteriormente se recupera la mezcla con un alto contenido de compuesto de alto fósforo (Etapa S240).

30 (Cuarta etapa)

35 En la cuarta etapa posterior a la tercera etapa, una mezcla se precipita mediante la eliminación adicional de dióxido de carbono de la solución acuosa que contiene fósforo y calcio disueltos (Etapa S250). Específicamente, después de la tercera etapa, el resto del compuesto de calcio precipita mediante la eliminación adicional de dióxido de carbono de la solución acuosa. Puesto que la mayoría del compuesto de fósforo precipita en la tercera etapa, se puede obtener una mezcla con un bajo contenido de compuesto de fósforo. El procedimiento de eliminación de dióxido de carbono puede ser cualquiera de los descritos anteriormente soplando gas en la solución acuosa, reduciendo la presión de la solución acuosa, y calentando la solución acuosa. Cualquiera de los procedimientos puede obtener un compuesto de calcio que contenga poco compuesto de fósforo. Posteriormente, se recupera la mezcla con un bajo contenido de compuesto de fósforo (Etapa S260).

40 Las etapas anteriores pueden obtener por separado la mezcla con un alto contenido de compuesto de fósforo y la mezcla con un bajo contenido de compuesto de fósforo.

45 En la tercera etapa, la eliminación intermitente de dióxido de carbono puede también obtener una mezcla con un alto contenido de fósforo. Específicamente, se repiten la eliminación de dióxido de carbono y la suspensión de la eliminación de dióxido de carbono dentro de un corto período de tiempo. En la presente realización, el dióxido de carbono se elimina preferentemente por soplado de gas en la solución acuosa o reduciendo la presión de la solución acuosa desde el punto de vista de la operatividad. Por ejemplo, soplar gas en la solución acuosa durante 0,5 minutos y suspender el soplado de gas en la solución acuosa durante un minuto se repiten tres veces. Esto permite que el fósforo se adsorba en la superficie de un compuesto de calcio precipitado, después que un compuesto de calcio precipite de nuevo en la superficie de fósforo o en la solución, y después que un compuesto de fósforo se vuelva a adsorber en la superficie, lo que permite que se adsorba una gran cantidad de compuesto de fósforo por unidad de volumen. En la tercera etapa, continúa la agitación preferentemente durante algún tiempo después de que se detenga el soplado de gas en la solución acuosa o la reducción de la presión de la solución acuosa. Esto permite que un compuesto de fosfato no adsorbido se adsorba al compuesto de calcio precipitado. El soplado de gas en la solución acuosa o la reducción de la presión de la solución acuosa se puede detener en cualquier momento en la tercera etapa. Cuando se elimina dióxido de carbono en condiciones específicas, el tiempo de la tercera etapa es preferentemente 1/50 a 1/3 del tiempo total de eliminación de dióxido de carbono.

[Precipitado]

La mezcla obtenida de este modo (mezcla de acuerdo con la presente invención) contiene un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio, y la mezcla contiene el 1 % en peso o más de fósforo en términos de átomo. Como se ha descrito anteriormente, los ejemplos de los compuestos de fósforo incluyen fosfato de calcio, fosfato ácido de calcio e hidroxiapatita (HAp). Los ejemplos de los compuestos de calcio incluyen carbonato de calcio, carbonato ácido de calcio e hidróxido de calcio. El contenido de fósforo en la mezcla se puede medir por el procedimiento PAI-EEO.

El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio puede recuperar fósforo y calcio a partir de escoria de fabricación de acero como una mezcla de un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio a bajo coste poniendo la solución acuosa que contiene 30 ppm o más de dióxido de carbono en contacto con la escoria de fabricación de acero, eluyendo fósforo y calcio en la escoria de fabricación de acero en la solución acuosa, y eliminando dióxido de carbono de la solución acuosa.

En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se describirá en detalle con referencia a los Ejemplos, sin embargo, la presente invención no se limita a los Ejemplos.

Ejemplos

15 [Experimento 1]

El Experimento 1 muestra ejemplos en los que cada uno de eliminación de dióxido de carbono y recuperación de una mezcla se realizaron una sola vez.

1. Preparación de Escoria

Se prepararon dos tipos de escoria de fabricación de acero que tenían cada uno una relación de componentes diferentes (escoria A y escoria B) (véase la Tabla 1). Se pulverizaron escoria A y escoria B usando un molino de rodillos para tener el diámetro máximo de partícula de 100 µm. El diámetro máximo de las partículas de la escoria pulverizada se midió usando un dispositivo de medición de distribución de tamaño de partículas tipo difracción/dispersión de láser.

[Tabla 1]

	Relación de Componentes (% en peso)						
	Fe	Ca	Si	Mn	Mg	Al	P
Escoria A	14,0	35,1	7,1	3,7	1,6	2,3	0,8
Escoria B	14,6	34,2	6,7	4,9	2,0	0,9	2,1

25 2. Elución de fósforo y calcio

La escoria pulverizada (1 kg, 3 kg o 5 kg) se cargó en 100 l de agua llenando cada recipiente para proporcionar una suspensión de escoria. Después, la suspensión de escoria proporcionada se agitó usando un impulsor durante 30 minutos mientras se soplaba dióxido de carbono en la suspensión de escoria a la velocidad de 20 l/min. La concentración de dióxido de carbono en este momento era de 30 ppm o más. Para la comparación, una suspensión de escoria se agitó por un impulsor durante 30 minutos sin soplar dióxido de carbono en la suspensión de escoria. Cada suspensión de escoria después de la agitación se dejó en reposo para sedimentar escoria. Después, el sobrenadante se recuperó y se filtró por filtración a presión reducida usando un filtro para eliminar sustancias flotantes.

3. Eliminación del dióxido de carbono

35 El dióxido de carbono contenido en el sobrenadante se eliminó por uno de los siguientes procedimientos: (1) soplado de gas en la solución acuosa, (2) reducción de la presión de la solución acuosa, (3) calentamiento de la solución acuosa, (4) soplado de gas en la solución acuosa y calentamiento de la solución acuosa, y (5) soplado de gas en la solución acuosa, reduciendo la presión de la solución acuosa y calentando la solución acuosa. Se generó un precipitado en el sobrenadante por el procedimiento. Se describirán los procedimientos para la eliminación de dióxido de carbono (los (1) a (5) anteriores).

(1) Soplado de gas en una solución acuosa

45 El sobrenadante cargado en un recipiente se agitó usando un impulsor durante 30 minutos mientras se soplaba gas (aire, N₂, O₂, H₂, Ar, He o una combinación de los mismos) en el sobrenadante a una velocidad de 20 l/min para eliminar el dióxido de carbono. En el Ejemplo 11 usando N₂ y Ar como el gas, la velocidad de N₂ fue de 10 l/min, y la velocidad de Ar fue de 10 l/min.

(2) Reducción de la presión de una solución acuosa

Durante 30 minutos, se aplicaron ondas ultrasónicas al sobrenadante cargado en un recipiente hermético mientras la

presión en el interior del recipiente hermético se mantenía a 0,01 MPa para eliminar el dióxido de carbono.

(3) Calentamiento de la solución acuosa

El sobrenadante cargado en un recipiente se agitó usando un impulsor durante 30 minutos mientras la temperatura del líquido del sobrenadante se elevaba a 90 °C para eliminar el dióxido de carbono.

5 (4) Soplado de gas en una solución acuosa y calentamiento de la solución acuosa

El sobrenadante cargado en un recipiente se agitó usando un impulsor durante 30 minutos mientras se soplaba aire en el sobrenadante a una velocidad de 20 l/min, y la temperatura del líquido del sobrenadante se elevó a 90 °C para eliminar el dióxido de carbono.

10 (5) Soplado de gas en la solución acuosa, reducción de la presión de la solución acuosa y calentamiento de la solución acuosa

Un estado se mantuvo durante 30 minutos para eliminar el dióxido de carbono, en el que se sopla aire en el sobrenadante cargado en un recipiente hermético a la velocidad de 5 l/min, mientras la presión en el interior del recipiente hermético se mantenía a 0,03 MPa, y la temperatura del líquido del sobrenadante se elevaba a 60 °C.

4. Recuperación de mezcla y medición de la concentración de fósforo en la mezcla

15 Cada sobrenadante que contenía un precipitado (mezcla) se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla. El sobrenadante, calentado cuando se eliminó el dióxido de carbono, se filtró a presión reducida para recuperar la mezcla mientras se calentaba el sobrenadante de manera de no reducir la temperatura del líquido. La concentración de fósforo en la mezcla recuperada se midió por el procedimiento PAI-EEO. El procedimiento PAI-EEO confirmó que la mezcla también contenía calcio. Por tanto, se confirmó que se obtuvo una mezcla que contenía
20 un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio.

5. Resultados

Las condiciones de recuperación y resultados de recuperación del Experimento 1 se muestran en la Tabla 2.

[Tabla 2]

	Escoria	Método de Elución	Cantidad de Escoria (kg/100 l)	Método de Eliminación de Dióxido de Carbono										Precipitado	
				Gas de Soplado (Tipo de Gas)						Reducción de Presión	Calentamiento	Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)		
				Aire	N ₂	O ₂	H ₂	Ar	He						
Ej. 1	A	Agua que contiene dióxido de carbono disuelto	1	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	0,71	0,30
Ej. 2			Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	1,79	0,43
Ej. 3			Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	2,25	0,35
Ej. 4			No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	0,66	0,41
Ej. 5			No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	1,38	0,39
Ej. 6			No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	1,99	0,45
Ej. 7			No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	0,89	0,29
Ej. 8			No	No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	0,70	0,38
Ej. 9			No	No	No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	0,88	0,29
Ej. 10			No	No	No	No	No	Sí	No	No	No	No	No	0,75	0,36
Ej. 11			No	Sí	No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	0,73	0,38
Ej. 12			No	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No	No	0,29	0,69
Ej. 13			No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	1,59	0,22
Ej. 14			Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	1,70	0,19
Ej. 15			Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	0,93	0,33
Ej. 16			No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	1,75	0,15
Ej. 17			Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	1,40	0,20
Ej. 18			Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	0,79	0,67
Ej. 19			No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	0,86	0,70
Ej. 20			No	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	0,88	0,61
Ej. 21			No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	0,31	1,32
Ej. 22			No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	1,92	0,41
Ej. Comp. 1	A	Agua	1	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	0,05	0,01	

5 Como se muestra en la Tabla 2, los procedimientos de recuperación del Ejemplo 1 a 22 pudieron obtener una mezcla que contenía un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio, en los que la escoria de fabricación de acero se sumergió en agua que contiene dióxido de carbono, y después se eliminó el dióxido de carbono. Por otra parte, el procedimiento de recuperación del Ejemplo Comparativo 1 apenas pudo obtener una mezcla que contenía un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio, en el que la escoria de fabricación de acero se sumergió en el agua sin dióxido de carbono soplado, y después se eliminó el dióxido de carbono.

[Experimento 2]

El Experimento 2 muestra ejemplos en los que cada una de eliminación de dióxido de carbono y recuperación de una mezcla se realizaron dos veces.

10 1. Preparación de escoria

Se repararon los mismos dos tipos de escorias de fabricación de acero que en el Experimento 1 (escoria A y escoria B).

2. Elución de fósforo y calcio

15 La escoria pulverizada (1 kg, 3 kg o 5 kg) se cargó en 100 l de agua que llenaba cada recipiente para proporcionar una suspensión de escoria. Después, la suspensión de escoria proporcionada se agitó usando un impulsor durante 30 minutos mientras se soplaba dióxido de carbono en la suspensión de escoria a una velocidad de 20 l/min. Cada suspensión de escoria después de la agitación se dejó en reposo para sedimentar escoria, y después se recuperó el sobrenadante y se filtró por filtración a presión reducida usando un filtro para eliminar sustancias flotantes.

3. Eliminación de dióxido de carbono y recuperación de la mezcla

20 (1) Soplado de gas en la solución acuosa

25 El sobrenadante cargado en un recipiente se agitó usando un impulsor durante 5 minutos mientras se soplaba gas (aire o N₂) en el sobrenadante a una velocidad de 20 l/min, y posteriormente se suspendió el soplado de gas y se continuó la agitación durante 5 minutos. El sobrenadante que contenía un precipitado (mezcla) se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla. Después de la recuperación de la mezcla, el sobrenadante se cargó en el recipiente de nuevo, y el sobrenadante se agitó usando el impulsor durante 25 minutos mientras se soplaba gas (aire o N₂) en el sobrenadante a la velocidad de 20 l/min. El sobrenadante que contenía un precipitado (mezcla) se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla.

(2) Reducción de la presión de la solución acuosa

30 La presión en el interior de un recipiente hermético cargado con el sobrenadante se mantuvo a 0,01 MPa durante 5 minutos para eliminar el dióxido de carbono, y después el sobrenadante que contenía un precipitado (mezcla) se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla. La presión en el interior de un recipiente hermético que se cargó de nuevo con el sobrenadante después de la recuperación de la mezcla se mantuvo a 0,01 MPa durante 25 minutos para eliminar el dióxido de carbono, y el sobrenadante que contenía un precipitado (mezcla) se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla.

35 4. Medición de la concentración de fósforo en la mezcla

Las concentraciones de fósforo y calcio en la mezcla se midieron de la misma manera que en el Experimento 1.

5. Resultados

Las condiciones de recuperación y resultados de recuperación del Experimento 2 se muestran en la Tabla 3.

[Tabla 3]

	Escoria	Cantidad de Escoria (kg/100 l)	Método de eliminación de Dióxido de Carbono	Precipitado			
				Tiempo de eliminación de Dióxido de Carbono			
				0 a 5 min		5 a 30 min	
				Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)	Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)
Ej. 23	A	1	Soplado de Aire	0,08	3,17	0,79	0,01
Ej. 24		3	Soplado de Aire	0,13	5,32	1,7	0,01
Ej. 25		1	Soplado de N ₂	0,06	4,63	0,73	0,02
Ej. 26		3	Soplado de N ₂	0,11	5,11	1,45	0,01
Ej. 27		1	Reducción de Presión	0,02	9,82	0,25	0,02

40

(continuación)

	Escoria	Cantidad de Escoria (kg/100 l)	Método de eliminación de Dióxido de Carbono	Precipitado			
				Tiempo de eliminación de Dióxido de Carbono			
				0 a 5 min		5 a 30 min	
				Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)	Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)
Ej. 28	B	1	Soplado de Aire	0,07	8,85	0,66	0,02
Ej. 29		1	Soplado de N2	0,06	7,99	0,78	0,02

Como se muestra en la Tabla 3, la primera eliminación de dióxido de carbono durante corto tiempo (5 minutos) pudo obtener una mezcla con un alto contenido de fósforo. La eliminación de dióxido de carbono del sobrenadante del que la mayor parte de compuesto de fósforo se eliminó podría obtener una mezcla con un bajo contenido en fósforo.

5 [Experimento 3]

El Experimento 3 muestra ejemplos en los que cada uno de dos tipos de procedimientos para la eliminación de mezcla de dióxido de carbono se realizaron una vez para recuperar una mezcla.

1. Preparación de escoria y elución de fósforo y calcio

10 Se prepararon los mismos dos tipos de escoria de fabricación de acero que en los experimentos 1 y 2 (escoria A y escoria B). El fósforo y calcio se eluyeron en el mismo procedimiento que en el Experimento 2.

2. Eliminación de dióxido de carbono

(1) Soplado de gas en la solución acuosa y calentamiento de la solución acuosa

15 El sobrenadante cargado en un recipiente se agitó usando un impulsor durante 5 minutos mientras se soplaba gas (aire o N₂) en el sobrenadante a la velocidad de 20 l/min, y después el sobrenadante que contenía una mezcla se filtró a presión reducida usando un filtro de para recuperar la mezcla. Después de la recuperación de la mezcla, el sobrenadante se cargó en el recipiente de nuevo, y el sobrenadante se agitó usando un impulsor durante 25 minutos mientras la temperatura del líquido del sobrenadante se elevaba a 90 °C para eliminar el dióxido de carbono. El sobrenadante se filtró a presión reducida para recuperar una mezcla mientras se calentaba el sobrenadante de manera de no reducir la temperatura del líquido.

20 (2) Soplado de gas en la solución acuosa y reducción de la presión de la solución acuosa

25 El sobrenadante cargado en un recipiente se agitó usando un impulsor durante 5 minutos mientras que se soplaba gas (aire o N₂) en el sobrenadante a la velocidad de 20 l/min, y el sobrenadante que contenía una mezcla se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla. El sobrenadante después de la recuperación de la mezcla se cargó en un recipiente hermético de nuevo, la presión dentro del recipiente hermético se mantuvo a 0,01 MPa durante 25 minutos para eliminar el dióxido de carbono, y a continuación, el sobrenadante que contenía una mezcla se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla.

3. Medición de la concentración de fósforo en la mezcla

La concentración de fósforo en cada mezcla se midió de la misma manera que en el Experimento 1.

4. Resultados

30 Las condiciones de recuperación y los resultados de recuperación del Experimento 3 se muestran en la Tabla 4.

[Tabla 4]

	Escoria	Cantidad de Escoria (kg/100 l)	Método de eliminación de Dióxido de Carbono		Precipitado			
			Soplado de Gas (0 a 5 min)	Reducción de Presión o Calentamiento (5 a 30 min)	Soplado de Gas		Reducción de Presión o Calentamiento	
					Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)	Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)
Ej. 30	A	1	Soplado de Aire	Calentamiento	0,07	3,84	1,66	0,01
Ej. 31		3	Soplado de Aire	Calentamiento	0,12	5,58	2,29	0,01
Ej. 32		1	Soplado de N2	Reducción de Presión	0,06	4,31	0,2	0,02

(continuación)

	Escoria	Cantidad de Escoria (kg/100 l)	Método de eliminación de Dióxido de Carbono		Precipitado			
			Soplado de Gas (0 a 5 min)	Reducción de Presión o Calentamiento (5 a 30 min)	Soplado de Gas		Reducción de Presión o Calentamiento	
					Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)	Masa (g/l)	Concentración de Fósforo (% en masa)
Ej. 33		3	Soplado de N2	Calentamiento	0,13	5,67	2,99	0,01
Ej. 34	B	1	Soplado de Aire	Calentamiento	0,07	8,83	1,64	0,02

5 Como se muestra en la Tabla 4, la primera eliminación de dióxido de carbono por corto tiempo (5 minutos) pudo obtener una mezcla con un alto contenido de fósforo como en el Experimento 2. La eliminación adicional de dióxido de carbono a partir del sobrenadante del que la mayor parte de compuesto de fósforo es eliminado podría obtener una mezcla con un bajo contenido de fósforo.

[Experimento 4]

El Experimento 4 muestra ejemplos en los que se realiza un tipo de procedimiento de eliminación de dióxido de carbono, y la recuperación de una mezcla se realizó dos veces.

1. Preparación de la escoria y elución de fósforo y calcio

10 Se preparó la escoria A usada en los Experimentos 1 y 2. El fósforo y calcio se eluyeron en el mismo procedimiento que en el Experimento 2. El peso de la escoria cargada fue de 1 kg.

2. Eliminación de dióxido de carbono

15 Se eliminó dióxido de carbono por agitación de un sobrenadante cargado en un recipiente hermético usando un impulsor durante 5 minutos mientras que se soplaba aire en el sobrenadante a la velocidad predeterminada, y posteriormente se suspendió el soplado de gas y se continuó la agitación durante 5 minutos. Después, el sobrenadante que contenía un precipitado se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar el precipitado. Después, el dióxido de carbono se eliminó por agitación del sobrenadante cargado en el recipiente de nuevo usando el impulsor durante 25 minutos mientras que se soplaba aire en el sobrenadante a la velocidad predeterminada, y posteriormente el sobrenadante que contenía un precipitado se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar el precipitado. La cantidad de soplado de aire se representa como el volumen de aire durante un minuto a la presión atmosférica por 1 l de la suspensión de escoria.

3. Medición de la concentración de fósforo en la mezcla

La concentración de fósforo en cada mezcla se midió de la misma manera que en el Experimento 1.

4. Resultados

25 Las condiciones de recuperación y los resultados de recuperación del Experimento 4 se muestran en la Tabla 5.

[Tabla 5]

	Método de eliminación de Dióxido de Carbono	Precipitado						
		Tiempo de eliminación de Dióxido de Carbono						
		Cantidad de Soplado de Aire (l/min)	0 a 5 min			5 a 30 min		
			Masa (g/l)	Velocidad de Precipitación (g/min·l)	Concentración de Fósforo (% en masa)	Masa (g/l)	Velocidad de Precipitación (g/min·l)	Concentración de Fósforo (% en masa)
Ej. 35	0,20	0,07	0,014	3,34	0,70	0,028	0,01	
Ej. 36	0,10	0,04	0,008	8,12	0,73	0,029	0,01	
Ej. 37	0,05	0,02	0,003	14,60	0,81	0,032	0,02	

Como se muestra en la Tabla 5, la velocidad de precipitación de un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio siendo de 0,1 g/min·l o menos podría aumentar el contenido de compuesto de fósforo en una mezcla.

[Experimento 5]

En el Experimento 5, se eliminó dióxido de carbono múltiples veces (3 veces). La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio en el Experimento 5.

1. Preparación de escoria y elución de fósforo y calcio

5 Se preparó la escoria A usada en los experimentos 1 y 2 (etapas S100 y S110). El fósforo y calcio se eluyeron en el mismo procedimiento que en el Experimento 2 (Etapa S120). El peso de la escoria cargada fue de 1 kg.

2. Eliminación de dióxido de carbono

10 Se eliminó dióxido de carbono por agitación de un sobrenadante cargado en un recipiente usando un impulsor durante 0,5 minutos mientras se soplaba aire en el sobrenadante a la velocidad predeterminada, y posteriormente se suspendió el soplado de aire y la agitación continuó durante 1 minuto. El soplado de gas y suspensión de soplado de gas se repitieron tres veces (Etapas S300 y S310). Un sobrenadante que contenía una mezcla se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla (Etapa S320). Posteriormente, el sobrenadante cargado en un
15 recipiente de nuevo se agitó usando un impulsor durante 25 minutos mientras que se soplaba aire en el sobrenadante a la velocidad de 20 l/min (Etapa S330), y después el sobrenadante que contenía una mezcla se filtró a presión reducida usando un filtro para recuperar la mezcla (Etapa S340).

3. Medición de la concentración de fósforo en la mezcla

Las concentraciones de fósforo y de calcio en la mezcla se midieron de la misma manera que en el Experimento 1.

4. Resultados

Las condiciones de recuperación y los resultados de recuperación del Experimento 5 se muestran en la Tabla 6.

20

[Tabla 6]

	Eliminación de Dióxido de Carbono 3 veces			Soplado de Aire (25 min)		
	Masa (g/l)	Velocidad de Precipitación (g/min·l)	Concentración de Fósforo (% en masa)	Masa (g/l)	Velocidad de Precipitación (g/min·l)	Concentración de Fósforo (% en masa)
Ej. 38	0,04	0,009	7,89	0,72	0,029	0,01

Como se muestra en la Tabla 6, soplando gas (aire) intermitentemente durante las etapas de eliminación de dióxido de carbono se podría obtener por separado una mezcla con un alto contenido de compuesto de fósforo y una mezcla con un bajo contenido de compuesto de fósforo.

25 Como se ha descrito anteriormente, el procedimiento de recuperación de acuerdo con la presente invención puede recuperar fósforo y calcio a partir de escoria de fabricación de acero a bajo coste mediante la elución de fósforo y calcio contenidos en la escoria de fabricación de acero en una solución acuosa que contiene dióxido de carbono, y precipitando una mezcla que contiene un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio.

Aplicabilidad Industrial

30 El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de la presente invención puede recuperar fósforo y calcio a partir de escoria de fabricación de acero a bajo coste; por tanto, el procedimiento es particularmente ventajoso como procedimiento de recuperación de recursos de fósforo y recursos de calcio durante la fabricación de hierro, por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de recuperación de fósforo y calcio a partir de escoria de fabricación de acero, que comprende:
5 poner la escoria de fabricación de acero en contacto con una solución acuosa que contiene 30 ppm o más de dióxido de carbono para eluir fósforo y calcio contenidos en la escoria de fabricación de acero en la solución acuosa; y
posteriormente, eliminar el dióxido de carbono de la solución acuosa para precipitar una mezcla que contiene un compuesto de fósforo y un compuesto de calcio.
2. El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
la eliminación del dióxido de carbono incluye:
10 eliminar parcialmente el dióxido de carbono de la solución acuosa para precipitar una primera mezcla; y
posteriormente, eliminar adicionalmente el dióxido de carbono de la solución acuosa para precipitar una segunda mezcla, y en el que la relación del compuesto de fósforo en la mezcla obtenida en la eliminación adicional del dióxido de carbono es menor que la relación del compuesto de fósforo en la mezcla obtenida en la eliminación parcial del dióxido de carbono.
- 15 3. El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que, en la eliminación del dióxido de carbono, el dióxido de carbono se elimina por soplado de uno o más gases seleccionados entre el grupo que consiste en aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, argón y helio en la solución acuosa.
4. El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con la reivindicación 2, en el que, en la
20 eliminación parcial del dióxido de carbono, el dióxido de carbono se elimina por soplado intermitente de uno o más gases seleccionados entre el grupo que consiste en aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, argón y helio en la solución acuosa.
5. El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que, en la eliminación del dióxido de carbono, el dióxido de carbono se elimina por reducción de la presión de la solución acuosa.
- 25 6. El procedimiento de recuperación de fósforo y calcio de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que, en la eliminación del dióxido de carbono, el dióxido de carbono se elimina por calentamiento de la solución acuosa.

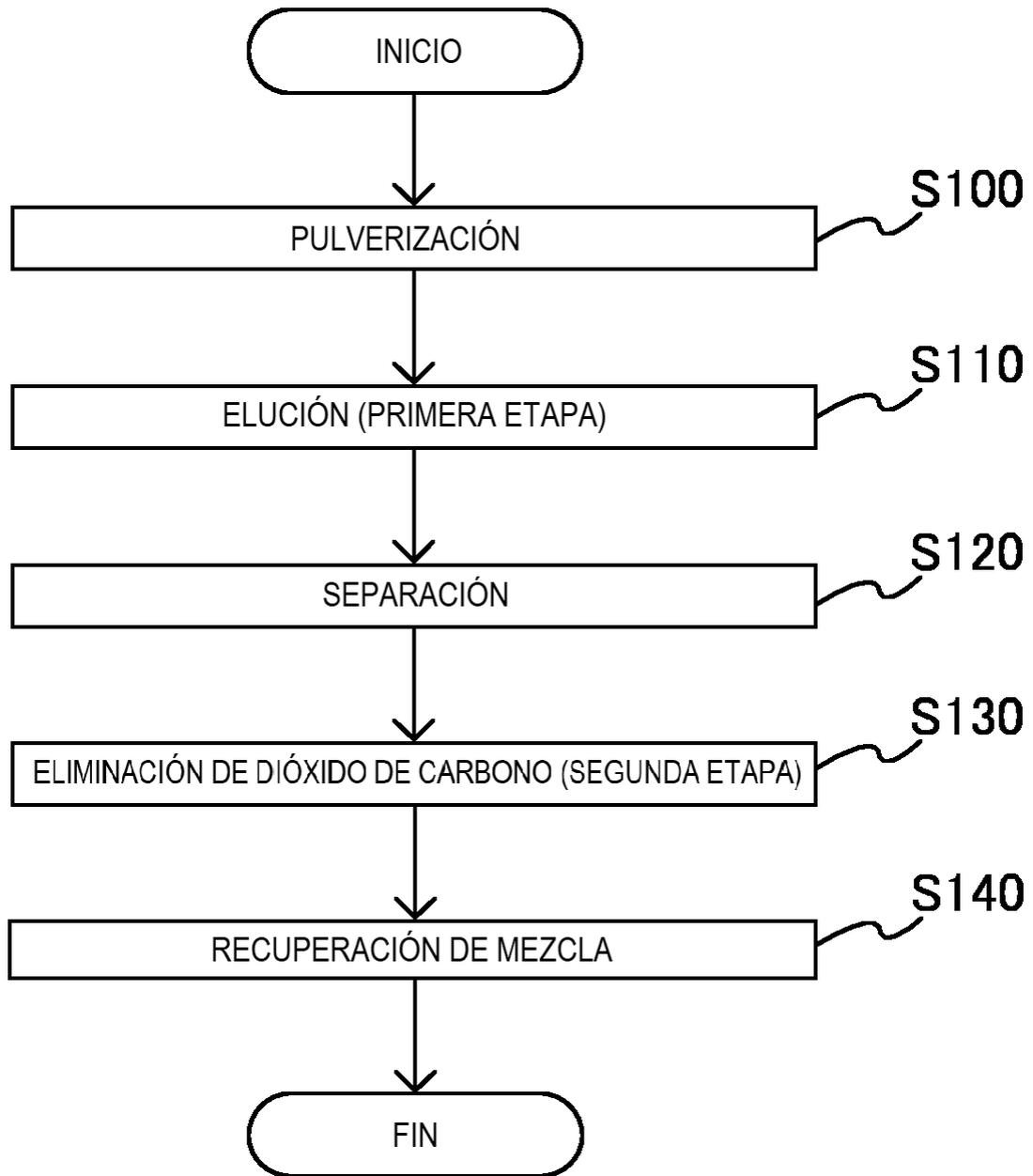


FIG. 1

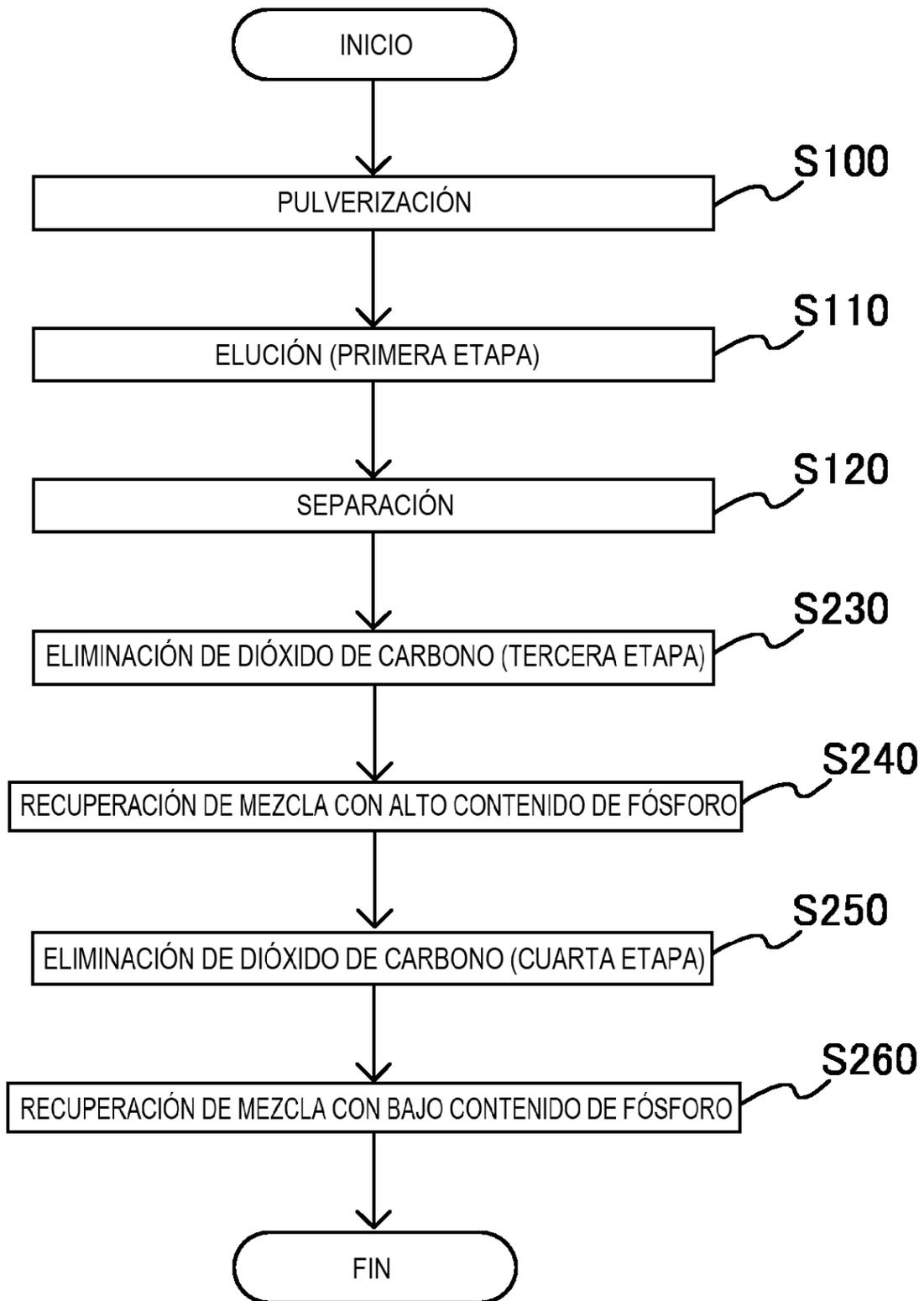


FIG. 2

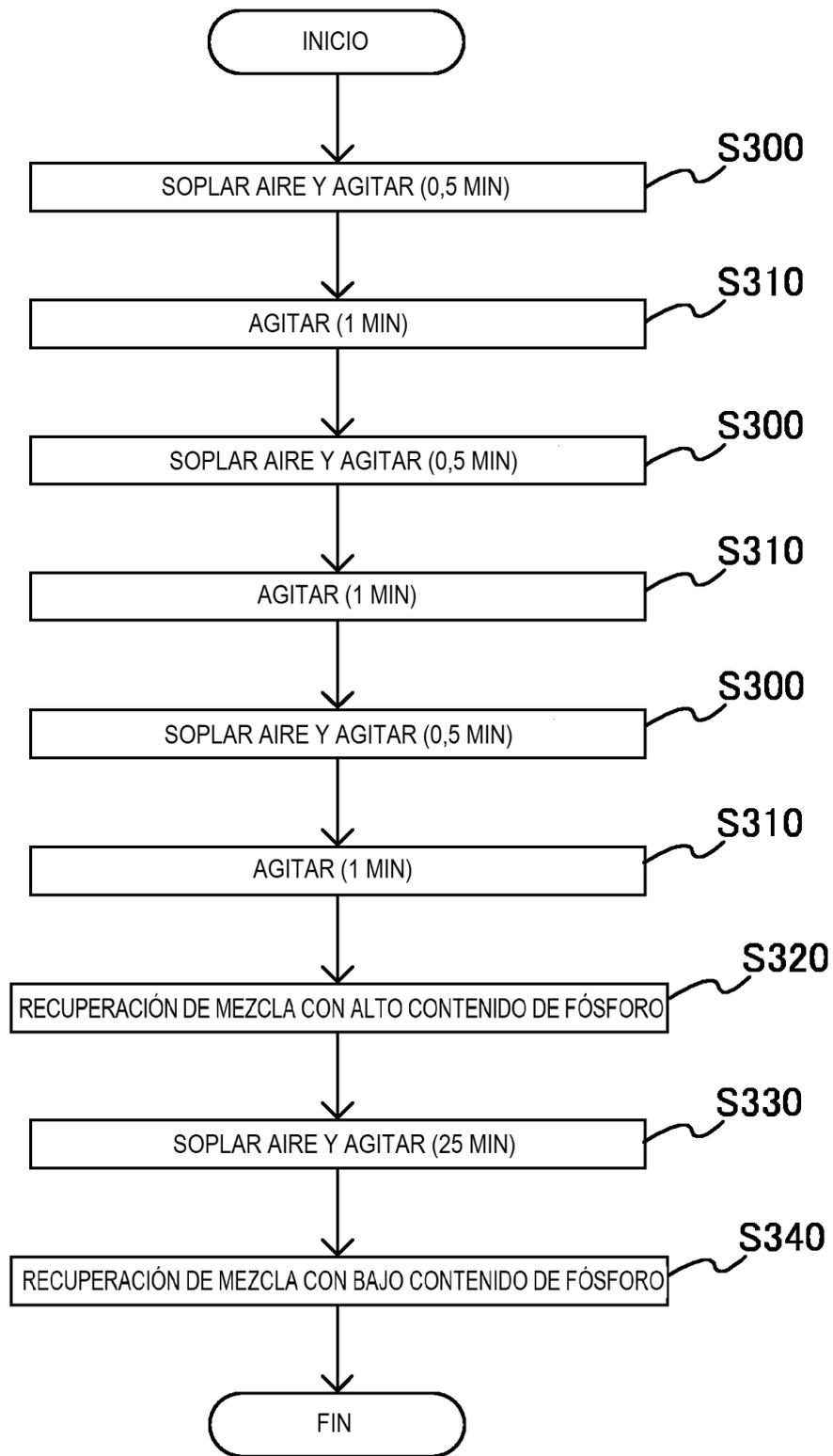


FIG. 3