

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 058**

21 Número de solicitud: 202390090

51 Int. Cl.:

**C22B 7/00** (2006.01)

**C22B 3/38** (2006.01)

**C01G 53/10** (2006.01)

**C22B 23/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**06.06.2022**

30 Prioridad:

**20.07.2021 CN 202110818269**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**09.01.2024**

71 Solicitantes:

**GUANGDONG BRUNP RECYCLING  
TECHNOLOGY CO., LTD. (33.3%)  
No. 6 Zhixin Avenue, Leping Town,  
528137 Sanshui District Foshan Guangdong CN;  
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,  
LTD. (33.3%) y  
HUNAN BRUNP EV RECYCLING CO., LTD.  
(33.3%)**

72 Inventor/es:

**YU, Haijun;  
XIE, Yinghao;  
LI, Aixia;  
ZHANG, Xuemei y  
LI, Changdong**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento húmedo de níquel-hierro y aplicación del mismo**

ES 2 957 058 A2

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



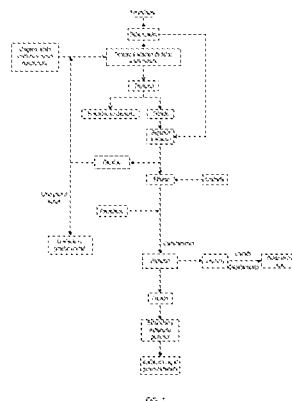
11 Número de publicación: **2 957 058**

21 Número de solicitud: 202390090

57 Resumen:

Procedimiento de tratamiento húmedo de níquel-hierro y aplicación del mismo.

Se divulga un procedimiento de tratamiento húmedo de níquel-hierro y una aplicación del mismo. El procedimiento de tratamiento comprende: en un ambiente de oxígeno a alta presión, mezclar un material de hierro-níquel triturado, ácido sulfúrico y un coadyuvante de corrosión, realizar una reacción de lixiviación ácida, luego realizar una separación sólido-líquido en la suspensión sometida a lixiviación ácida, agregar un oxidante en el filtrado obtenido, calentar, eliminando el coadyuvante de corrosión, añadir un agente precipitante en el filtrado, controlar el valor de pH del filtrado y realizar una separación sólido-líquido para obtener un precipitado de hidróxido férrico y un filtrado que contiene níquel; y realizar extracción y retroextracción en el filtrado que contiene níquel para preparar sulfato de níquel de calidad para baterías. De acuerdo con la presente invención, el níquel-hierro se somete a disolución de ácido de oxidación en cooperación con el adyuvante de corrosión en condiciones ácidas y de oxígeno a alta presión; el níquel-hierro es extremadamente propenso a la oxidación en el entorno de oxígeno a alta presión; y se agrega un oxidante fuerte al filtrado posteriormente, de modo que los iones ferrosos en el filtrado se conviertan completamente en iones férricos, y la ayuda a la corrosión se puede oxidar para generar dióxido de carbono y agua libres de contaminación, evitando así el impacto de la ayuda a la corrosión en el proceso de extracción posterior.



ES 2 957 058 A2

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tratamiento húmedo de níquel-hierro y aplicación del mismo

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere al campo técnico de la metalurgia y, en particular, a un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel y su uso.

### 10 ANTECEDENTES

Actualmente, existen pocos procedimientos para el uso de valor agregado de ferroníquel. En la técnica relacionada, un procedimiento para preparar solución de sulfato de níquel y fosfato férrico de grado batería con arrabio que contiene níquel incluye las siguientes etapas:

15 pretratamiento de una materia prima, lixiviación ácida, precipitación, secado de fosfato férrico, extracción de un filtrado que contiene níquel, y retroextracción para obtener la solución de sulfato de níquel. El procedimiento tiene las ventajas de una alta tasa de recuperación simple de arrabio que contiene níquel, bajo coste y buen rendimiento del producto. Sin embargo, el proceso de lixiviación con ácido es lento y tiene un tiempo de reacción largo, y no puede

20 usarse en la producción en masa.

### SUMARIO

La presente divulgación es para resolver al menos uno de los problemas técnicos del estado

25 de la técnica. La presente divulgación proporciona un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel y su uso. El procedimiento de la presente divulgación tiene las ventajas de un proceso tecnológico corto, un bajo consumo de material auxiliar, un alto rendimiento de lixiviación y similares.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, la presente divulgación proporciona un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel, que incluye las siguientes etapas:

S1, mezclar ferroníquel pulverizado, ácido sulfúrico y un auxiliar de corrosión en una atmósfera de oxígeno a alta presión y realizar una reacción de lixiviación ácida;

35

S2, someter una suspensión de lixiviación ácida obtenida en la etapa S1 a un proceso de

separación sólido-líquido, añadiendo un oxidante al filtrado obtenido y calentando el filtrado, y eliminando el coadyuvante de corrosión; y,

5 S3, agregar un precipitante al filtrado, controlar el pH del filtrado y someter el filtrado a un proceso de separación sólido-líquido para obtener precipitación con hidróxido férrico y un filtrado que contiene níquel.

10 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S1, el auxiliar de corrosión es al menos uno de peróxido de hidrógeno, ácido acético, acetilacetona, ácido oxálico y glicina. El auxiliar de corrosión puede acelerar la oxidación y corroer el ferroníquel rápidamente.

15 Como ayuda a la corrosión, el peróxido de hidrógeno puede facilitar la oxidación y la lixiviación; la acetilacetona y la glicina pueden formar complejos con el ferroníquel para acelerar la reacción; el ácido acético y el ácido oxálico no solo pueden facilitar la disolución ácida, sino que también pueden formar complejos con el ferroníquel, para acelerar la velocidad a lo largo de la reacción.

20 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S1, la concentración del ácido sulfúrico está en un intervalo de 3 mol/L a 8 mol/L

25 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S1, la presión de la reacción de lixiviación ácida está en el intervalo de 3,0 MPa a 6,5 MPa, y la temperatura de la reacción está en el intervalo de 50 °C a 90 °C.

30 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S2, el oxidante es al menos uno de entre clorato, nitrito, nitrato y persulfato. El uso de un oxidante fuerte puede facilitar la transformación de la ayuda a la corrosión en dióxido de carbono o agua, y evitar que la ayuda a la corrosión afecte la siguiente extracción orgánica.

35 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S2, un residuo obtenido en el proceso de separación sólido-líquido se puede volver a someter a la lixiviación ácida en la etapa S1, ahorrando materias primas.

En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S2, la temperatura de calentamiento está en un intervalo de 60 °C a 95 °C. El control de la temperatura del

calentamiento puede facilitar la aceleración de la reacción y la eliminación del dióxido de carbono generado al oxidar el coadyuvante de corrosión con el oxidante.

5 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S3, el precipitante es al menos uno de hidróxido de amonio, hidróxido de sodio, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio.

10 En algunas realizaciones de la presente divulgación, en la etapa S3, el pH del filtrado está en un intervalo de 3 a 3,5. Cuando el pH está en un intervalo de 3 a 3,5, el hidróxido férrico se puede precipitar y separar por completo, y se pueden mantener los iones de níquel.

15 En algunas realizaciones de la presente divulgación, la etapa S3 incluye, además: lavar la precipitación de hidróxido férrico y calentar la precipitación de hidróxido férrico para obtener óxido férrico rojo.

20 En algunas realizaciones de la presente divulgación, el procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel incluye: en la etapa S2, agregar ferroníquel al filtrado obtenido para realizar una reacción de lixiviación por desplazamiento y realizar la filtración para obtener un residuo de ferroníquel y una solución de lixiviación sin cobre. El residuo de ferroníquel se vuelve a someter a la reacción de lixiviación ácida en la etapa S1 y el oxidante se agrega a la solución de lixiviación para el proceso posterior. La reacción de lixiviación por desplazamiento se puede llevar a cabo a presión normal sin oxígeno. El filtrado obtenido por la reacción de lixiviación ácida a alta presión contiene una gran cantidad de iones de hidrógeno y una gran cantidad de iones férricos, y una pequeña cantidad de iones de cobre. El ferroníquel se agrega al filtrado para realizar la reacción de lixiviación por desplazamiento, de manera que se logra una segunda lixiviación y se pueden desplazar los iones de cobre, obteniendo así iones ferrosos. A continuación, se añade el oxidante. La segunda lixiviación se lleva a cabo principalmente en la reacción de lixiviación por desplazamiento y puede mejorar la concentración de iones de níquel y la concentración de iones férricos y eliminar los iones de cobre. Además, a medida que el residuo de ferroníquel se reutiliza en la reacción de lixiviación ácida en una etapa anterior, aumentará el contenido de cobre. Sin embargo, como el contenido de cobre en el ferroníquel es pequeño, se puede realizar una circulación varias veces y el cobre se puede acumular en el residuo de ferroníquel en la segunda lixiviación. Se analiza el residuo de ferroníquel. Cuando el contenido de cobre es alto, el residuo de ferroníquel se somete a una reacción de lixiviación ácida a presión normal y el níquel y el hierro se lixivian selectivamente para obtener una solución de lixiviación y un residuo. La solución de lixiviación se vuelve a

someter a lixiviación ácida a alta presión en la etapa S1 y el residuo se transporta a una fábrica de cobre para su tratamiento posterior.

5 En la presente divulgación, se proporciona además el uso de un filtrado que contiene níquel obtenido mediante el procedimiento de la presente divulgación para preparar sulfato de níquel de calidad para baterías. Específicamente, se añade un agente de extracción al filtrado que contiene níquel para extraer el níquel; el sistema se deja reposar; por separación se obtienen una fase orgánica que contiene níquel y un refinado que contiene impurezas; y se usa una solución de  $H_2SO_4$  que tiene una concentración en un intervalo de 3 mol/L a 5 mol/L para  
10 volver a extraer el níquel de la fase orgánica que contiene níquel, obteniendo así una solución de sulfato de níquel de grado de batería.

En algunas realizaciones de la presente divulgación, el agente de extracción se selecciona de uno o más de P204, P507, DEHPA o Cyanex272.

15 Una realización preferida de la presente divulgación tiene al menos los siguientes beneficios. En la presente divulgación, en una atmósfera de oxígeno a alta presión y en condiciones ácidas, el ferroníquel se somete a oxidación y disolución ácida con la ayuda del coadyuvante de corrosión. El ferroníquel es fácil de oxidar en una atmósfera de oxígeno a alta presión, y la  
20 velocidad de reacción puede acelerarse mediante la ayuda a la corrosión. A continuación, se puede añadir al filtrado un oxidante fuerte tal como clorato, nitrito, nitrato, persulfato y similares. Esto no solo asegura que todos los hierros ferrosos se transformen en hierros férricos, sino que también oxida el auxiliar de corrosión. La ayuda a la corrosión se oxida y se transforma en dióxido de carbono y agua no contaminantes, de modo que la ayuda a la  
25 corrosión no afectará al proceso de extracción posterior. Toda la reacción es rápida y la tasa de lixiviación alcanza el 97 % con el efecto sinérgico del auxiliar de corrosión y el oxidante. Además, no se descarga ningún gas venenoso y se evita la contaminación del medio ambiente.

### 30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente divulgación se ilustrará adicionalmente con referencia a los dibujos y las realizaciones a continuación.

35 La figura 1 es un diagrama de flujo del proceso de la Realización 1 de la presente divulgación.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, el concepto de la presente divulgación y los efectos técnicos producidos por la misma se describirán clara y completamente con referencia a las realizaciones, para  
5 comprender completamente el propósito, las características y los efectos de la presente divulgación. Obviamente, las realizaciones descritas son solo una parte de las realizaciones de la presente divulgación, en lugar de todas las realizaciones. En base a las realizaciones de la presente divulgación, otras realizaciones obtenidas por un experto en la técnica sin trabajo creativo estarán dentro del ámbito de protección de la presente divulgación.

10

**Realización 1**

Haciendo referencia a la figura 1, un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel incluía las siguientes etapas.

15

(1) Pretratamiento de una materia prima: el ferroníquel con un contenido de níquel del 22,35 % se pulverizó en polvo o partículas.

20

(2) Primera lixiviación ácida a alta presión: en una atmósfera de oxígeno a alta presión a 6,5 MPa y 90 °C, el ferroníquel pulverizado obtenido en la etapa (1) se sometió a lixiviación ácida con ácido sulfúrico con una concentración de 3 mol/L y se añadió ácido acético para obtener una mezcla en suspensión. La relación sólido-líquido de la mezcla de suspensión fue de 1:100 g/ml, y la reacción de lixiviación con ácido duró 3 horas.

25

(3) Filtración: después de completar la reacción en la etapa (2), se realizó la filtración para obtener un filtrado y un residuo. El ferroníquel pulverizado se añadió al filtrado y se sometió a una segunda lixiviación para desplazar la pequeña cantidad de iones de cobre. Se realizó nuevamente la filtración para obtener un residuo de ferroníquel y un filtrado sin cobre. El residuo de ferroníquel se reutilizó en la primera lixiviación ácida a alta presión en la etapa (2).

30

Después de una pluralidad de ciclos, cuando se probó que el residuo de ferroníquel tenía un contenido de cobre relativamente alto, el residuo de ferroníquel se sometería a lixiviación a presión normal para obtener una solución de lixiviación y un residuo de lixiviación. La solución de lixiviación se reutilizó en la primera lixiviación ácida a alta presión y el residuo de lixiviación se transportó a una fábrica de cobre para su tratamiento posterior.

35

(4) Proceso de precipitación: se agregó clorato de amonio en el filtrado sin cobre en la etapa

(3) para oxidar los iones ferrosos en el filtrado sin cobre, y se calentó a una temperatura entre 60 °C y 70 °C para eliminar el ácido acético, para evitar que el ácido acético afecte el proceso de extracción posterior.

5 (5) Precipitación bajo control: se añadió hidróxido de amonio al filtrado obtenido en la etapa (4), y se controló el pH del filtrado en un intervalo de 3 a 3,5, y se realizó nuevamente la filtración para obtener una precipitación de hidróxido férrico y un filtrado que contiene níquel. La precipitación de hidróxido férrico se lavó y calentó para obtener óxido férrico rojo.

10 Preparación de sulfato de níquel: el filtrado que contiene níquel se extrae con un agente de extracción P507 para extraer níquel, se deja reposar y se separa para obtener una fase orgánica que contiene níquel y un refinado que contiene impurezas; y luego el níquel se volvió a extraer de la fase orgánica que contiene níquel con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que tiene una concentración de 5 mol/L, para obtener una solución de sulfato de níquel de grado de batería.

15 Se analizó un cristal de sulfato de níquel obtenido por cristalización por evaporación. El contenido de Ni fue del 22,12 %, el contenido de Co fue del 0,021 %, el contenido de Cu fue del 0,00038 % y el contenido de Fe fue del 0,00028 %, que se ajustan a un producto estándar de sulfato de níquel de calidad para baterías.

20

## Realización 2

Un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel incluía las siguientes etapas.

25 (1) Pretratamiento de una materia prima: el ferroníquel con un contenido de níquel del 25,85 % se pulverizó en polvo o partículas.

(2) Lixiviación ácida a alta presión: en una atmósfera de oxígeno a alta presión a 3,0 MPa y 50 °C, la materia prima pulverizada obtenida en la etapa (1) se sometió a lixiviación ácida con ácido sulfúrico con una concentración de 8 mol/L y se añadió acetilacetona para obtener una  
30 mezcla en suspensión. La relación sólido-líquido de la mezcla de suspensión fue de 1:200 g/ml, y la reacción de lixiviación con ácido duró 1,5 horas.

(3) Filtración: después de completar la reacción en la etapa (2), se realizó la filtración para  
35 obtener un filtrado y un residuo. El ferroníquel pulverizado se añadió al filtrado y se sometió a una segunda lixiviación para desplazar la pequeña cantidad de iones de cobre. Se realizó

nuevamente la filtración para obtener un residuo de ferroníquel y un filtrado sin cobre. El residuo de ferroníquel se reutilizó en la primera lixiviación ácida a alta presión en la etapa (2). Después de una pluralidad de ciclos, cuando se probó que el residuo de ferroníquel tenía un contenido de cobre relativamente alto, el residuo de ferroníquel se sometería a lixiviación a presión normal para obtener una solución de lixiviación y un residuo de lixiviación. La solución de lixiviación se reutilizó en la primera lixiviación ácida a alta presión y el residuo de lixiviación se transportó a una fábrica de cobre para su tratamiento posterior.

(4) Proceso de precipitación: se agregó nitrato de amonio en el filtrado sin cobre en la etapa (3) para oxidar los iones ferrosos en el filtrado sin cobre, y se calentó a una temperatura entre 75 °C y 85 °C para eliminar la acetilacetona, para evitar que la acetilacetona afecte al proceso de extracción posterior.

(5) Precipitación bajo control: se añadió hidróxido de amonio al filtrado obtenido en la etapa (4), y se controló el pH del filtrado en un intervalo de 3 a 3,5, y se realizó nuevamente la filtración para obtener una precipitación de hidróxido férrico y un filtrado que contiene níquel. La precipitación de hidróxido férrico se lavó y calentó para obtener óxido férrico rojo.

Preparación de sulfato de níquel: el filtrado que contiene níquel se extrae con un agente de extracción Cyanex272 para extraer níquel, se deja reposar y se separa para obtener una fase orgánica que contiene níquel y un refinado que contiene impurezas; y luego el níquel se volvió a extraer de la fase orgánica que contiene níquel con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que tiene una concentración de 3 mol/L, para obtener una solución de sulfato de níquel de grado de batería.

Se analizó un cristal de sulfato de níquel obtenido por cristalización por evaporación. El contenido de Ni fue del 22,06 %, el contenido de Co fue del 0,027 %, el contenido de Cu fue del 0,00031 % y el contenido de Fe fue del 0,00012 %, que se ajustan a un producto estándar de sulfato de níquel de calidad para baterías.

### Realización 3

Un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel incluía las siguientes etapas.

(1) Pretratamiento de una materia prima: el ferroníquel con un contenido de níquel del 55,35 % se pulverizó en polvo o partículas.

(2) Lixiviación ácida a alta presión: en una atmósfera de oxígeno a alta presión a 5,0 MPa y 70 °C, la materia prima pulverizada obtenida en la etapa (1) se sometió a lixiviación ácida con

ácido sulfúrico con una concentración de 5 mol/L y se añadió ácido oxálico para obtener una mezcla en suspensión. La relación sólido-líquido de la mezcla de suspensión fue de 1:300 g/ml, y la reacción de lixiviación con ácido duró 3 horas.

5 (3) Filtración: después de completar la reacción en la etapa (2), se realizó la filtración para obtener un filtrado y un residuo. El ferroníquel pulverizado se añadió al filtrado y se sometió a una segunda lixiviación para desplazar la pequeña cantidad de iones de cobre. Se realizó nuevamente la filtración para obtener un residuo de ferroníquel y un filtrado sin cobre. El residuo de ferroníquel se reutilizó en la primera lixiviación ácida a alta presión en la etapa (2).  
10 Después de una pluralidad de ciclos, cuando se probó que el residuo de ferroníquel tenía un contenido de cobre relativamente alto, el residuo de ferroníquel se sometería a lixiviación a presión normal para obtener una solución de lixiviación y un residuo de lixiviación. La solución de lixiviación se reutilizó en la primera lixiviación ácida a alta presión y el residuo de lixiviación se transportó a una fábrica de cobre para su tratamiento posterior.

15 (4) Proceso de precipitación: se agregó nitrato de amonio en el filtrado sin cobre en la etapa (3) para oxidar los iones ferrosos en el filtrado sin cobre, y se calentó a una temperatura entre 80 °C y 95 °C para eliminar el ácido oxálico, para evitar que el ácido oxálico afecte el proceso de extracción posterior.

20 (5) Precipitación bajo control: se añadió hidróxido de amonio al filtrado obtenido en la etapa (4), y se controló el pH del filtrado en un intervalo de 3 a 3,5, y se realizó nuevamente la filtración para obtener una precipitación de hidróxido férrico y un filtrado que contiene níquel. La precipitación de hidróxido férrico se lavó y calentó para obtener óxido férrico rojo.

25 Preparación de sulfato de níquel: el filtrado que contenía níquel se extrajo con un líquido mixto de P204 y P507 para extraer níquel, se dejó reposar y se separó para obtener una fase orgánica que contenía níquel y un refinado que contenía impurezas; y luego el níquel se volvió a extraer de la fase orgánica que contiene níquel con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que tiene una  
30 concentración de 4 mol/L, para obtener una solución de sulfato de níquel de grado de batería.

Se analizó un cristal de sulfato de níquel obtenido por cristalización por evaporación. El contenido de Ni fue del 22,18 %, el contenido de Co fue del 0,012 %, el contenido de Cu fue del 0,00028 % y el contenido de Fe fue del 0,00011 %, que se ajustan a un producto estándar  
35 de sulfato de níquel de calidad para baterías.

Las realizaciones de la presente divulgación se describen en detalle anteriormente con referencia a los dibujos, pero la presente divulgación no se limita a las realizaciones mencionadas anteriormente. Dentro del ámbito del conocimiento que posee un experto en la técnica, se pueden realizar varios cambios sin apartarse del propósito de la presente divulgación. Además, en caso de que no haya conflicto, las realizaciones de la presente divulgación y las características de las realizaciones se pueden combinar entre sí.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel, que comprende:
  - 5 S1, mezclar ferroníquel pulverizado, ácido sulfúrico y un auxiliar de corrosión en una atmósfera de oxígeno a alta presión y realizar una reacción de lixiviación ácida;
  - S2, someter una suspensión de lixiviación ácida obtenida en la etapa S1 a un proceso de separación sólido-líquido, añadiendo un oxidante al filtrado obtenido y calentando el filtrado, y eliminando el coadyuvante de corrosión; y
  - 10 S3, añadir un precipitante al filtrado, controlar el pH del filtrado y someter el filtrado a un proceso de separación sólido-líquido para obtener una precipitación con hidróxido férrico y un filtrado que contiene níquel.
2. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
15 en la etapa S1, el auxiliar de corrosión es al menos uno de peróxido de hidrógeno, ácido acético, acetilacetona, ácido oxálico y glicina.
3. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
20 en la etapa S1, la concentración del ácido sulfúrico está en un intervalo de 3 mol/L a 8 mol/L.
4. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
en la etapa S1, la presión de la reacción de lixiviación ácida está en un intervalo de 3,0 MPa a 6,5 MPa, y la temperatura de la reacción está en un intervalo de 50 °C a 90 °C.
- 25 5. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
en la etapa S2, el oxidante es al menos uno de entre clorato, nitrito, nitrato y persulfato.
6. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
en la etapa S2, la temperatura de calentamiento está en un intervalo de 60 °C a 95 °C.
- 30 7. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
en la etapa S3, el precipitante es al menos uno de hidróxido de amonio, hidróxido de sodio, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio.
8. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que  
35 en la etapa S3, el pH está en un intervalo de 3 a 3,5.

9. El procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende además: agregar ferroníquel al filtrado obtenido en la etapa S2 para realizar una reacción de lixiviación por desplazamiento, y realizar la filtración para obtener un residuo de ferroníquel y una solución de lixiviación sin cobre, en el que el residuo de ferroníquel se usa en la reacción de lixiviación ácida en la etapa S1, y el oxidante se agrega a la solución de lixiviación para el proceso posterior.
- 5
10. Uso de un filtrado que contiene níquel obtenido por el procedimiento de tratamiento húmedo para ferroníquel de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en la preparación de sulfato de níquel para baterías.
- 10

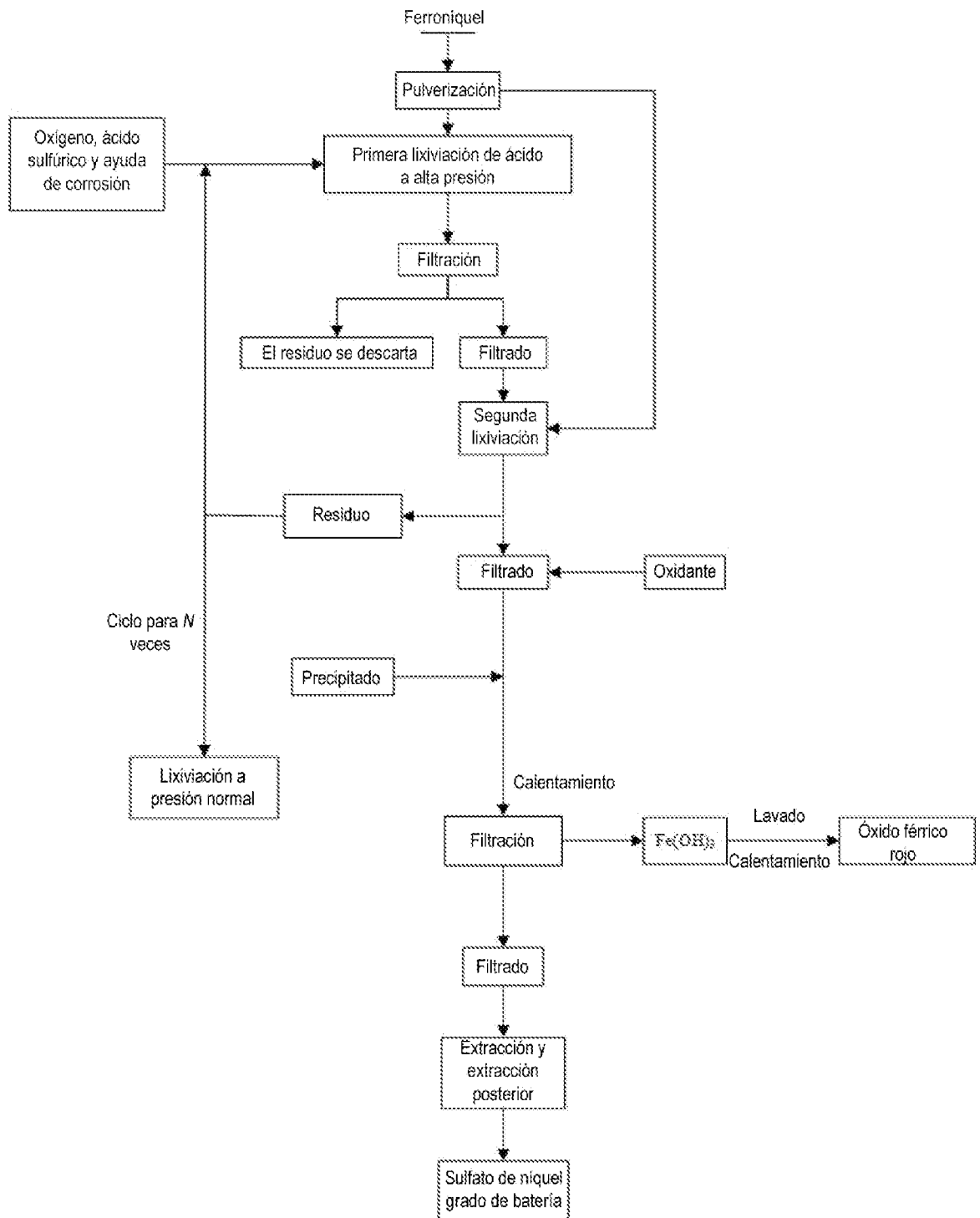


FIG. 1