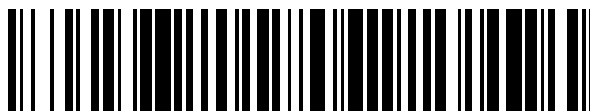


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 858**

51 Int. Cl.:

C22B 60/00 (2006.01)

B01J 16/00 (2006.01)

C22B 7/00 (2006.01)

C22B 60/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2005 E 05758752 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 1771588**

54 Título: **Recuperación de uranio en un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico**

30 Prioridad:

01.07.2004 US 883073

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

30.01.2015

73 Titular/es:

**AREVA INC. (100.0%)
3315 Old Forest Road
Lynchburg, VA 24506, US**

72 Inventor/es:

KIMURA, RICHARD, THADDEUS

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 527 858 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

Recuperación de uranio en un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para recuperación de uranio. Más específicamente, la presente invención proporciona un procedimiento para recuperar uranio a partir de un cuerpo de material usando un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico.

10

INFORMACIÓN DE ANTECEDENTES

[0002] El documento US-5.463.177 desvela un proceso de extracción para extraer uranio de una muestra líquida aplicando energía ultrasónica a un baño que contiene la muestra. El documento JP-10/186.090 desvela un procedimiento para descontaminar residuos metálicos contaminados por UF_6 en el que los residuos metálicos se lavan en agua con ondas ultrasónicas.

15

[0003] El documento US-5.098.645 desvela un proceso para reprocesar combustible nuclear gastado, en el que dicho combustible nuclear se disuelve en ácido nítrico en una vasija de contención, en el que dicha vasija se usa como recipiente para eliminación. Puede usarse un mezclador ultrasónico como ayuda para la disolución.

20

[0004] El documento US-2003/0.183.043 desvela un proceso y un aparato para extraer metal y/o metaloides de un material usando extracción con fluidos supercríticos, con la aplicación de ultrasonidos.

[0005] Los materiales contaminados, tales como las tierras y las cenizas de un incinerador, plantean numerosos desafíos para la industria de procesamiento de uranio. En las instalaciones de procesamiento de uranio, tierras y cenizas del incinerador pueden contaminarse con diferentes materiales, entre ellos metales pesados, uranio y otros materiales radiactivos. Los materiales de uranio, cuando están presentes en dichos sólidos, pueden estar distribuidos uniformemente por los sólidos o pueden estar concentrados en secciones discretas. La eliminación de materiales de uranio de estos sólidos es especialmente difícil ya que, en la mayoría de los casos, tiene lugar una distribución no uniforme de uranio en bajos niveles de concentración. Las técnicas de tratamiento/separación de materiales que usan una técnica de separación mecánica (es decir, clasificadores) no están equipados para separar uranio a bajas concentraciones y, en consecuencia, no tienen uso práctico en estos casos. Otro inconveniente de los clasificadores de separación mecánica es que estos clasificadores usan grandes cantidades de energía para la cantidad de materiales separados y, por tanto, son inviables en términos económicos.

25

30

35

[0006] Los sistemas actuales usados para separar el uranio de los sólidos son también caros debido a otros factores económicos diversos. Los sólidos que están contaminados deben ser eliminados (es decir, excavados), transportados en camiones a un lugar de tratamiento, tratados y después devueltos al lugar de excavación original para su vertido. Las múltiples etapas de manipulación para limpiar el material sólido incrementan tanto los costes de energía final asociados con el tratamiento como los costes asociados en mano de obra. La manipulación de sólidos contaminados requiere también sistemas especiales de transporte en camión para evitar que los sólidos contaminen el sistema de transporte en camión y el entorno circundante debido a fugas en el sistema de transporte en camión.

40

[0007] Por tanto, existe la necesidad de proporcionar un procedimiento que permita separar el uranio de un sólido base, como, por ejemplo, tierras y/o cenizas de incinerador, con mayor eficacia que las técnicas de separación mecánica actuales.

45

[0008] Existe la necesidad adicional de proporcionar un procedimiento que permita separar el uranio de forma económica del sólido base.

50

RESUMEN

[0009] Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento que permita separar el uranio de un sólido base, como, por ejemplo, tierras y/o cenizas de incinerador, con mayor eficacia que las técnicas de separación mecánica actuales.

55

[0010] Los objetivos de la presente invención, que se define mediante las reivindicaciones adjuntas, se consiguen tal como se ilustra y se describe.

60

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**[0011]**

65 La figura 1 es una representación esquemática de una configuración que usa un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico para recuperación de uranio a partir de materiales sólidos.

La figura 2 es una vista ampliada del extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico para recuperación de uranio ilustrado en la figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5

[0012] En referencia a la figura 1, se ilustra una configuración 10 que usa un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico para recuperación de uranio. La configuración 10 se usa para tratar sólidos, tales como tierras y/o cenizas de incinerador, que están contaminados con uranio. En la configuración, un alimentador de residuos de combustibles 12 alimenta una cámara de combustión 14 de un incinerador para su disposición final. La cámara de combustión 14 puede alimentarse con una entrada de gas natural 18, u otra fuente de energía combustible tal como gasóleo, como ejemplo no limitativo. Los componentes gaseosos resultantes del proceso de combustión en la cámara de combustión 14 son liberados desde la cámara de combustión 14 por una salida de efluentes gaseosos 16 que, tal como se ilustra, libera los componentes gaseosos generados en la cámara de combustión 14 a la atmósfera. Aunque no se ilustra, pueden producirse etapas de procesamiento adicionales para que los efluentes gaseosos salgan de la cámara de combustión con el fin de reducir la cantidad final de contaminantes descargados a la atmósfera. Dichas etapas de tratamiento pueden ser, por ejemplo, reducción catalítica no selectiva, inyección de urea como tratamientos no limitativos disponibles.

[0013] El uranio sólido resultante que contiene componentes derivados del proceso de combustión en la cámara de combustión 14 es un uranio que contiene cenizas 20 cuando los materiales volátiles y combustibles se han eliminado en la cámara de combustión 14 mediante el proceso de combustión. La concentración de uranio en las cenizas que salen de la cámara de combustión 14 puede variar según la cantidad de concentración de uranio añadida originalmente a la cámara de combustión 14. El alimentador de residuos de combustibles 12 puede contener, por ejemplo, un componente de uranio mayor o menor y, como consecuencia, las cenizas resultantes pueden tener una concentración de uranio diversa.

[0014] Pueden añadirse sólidos comerciales portadores de uranio 22 por separado o mezclarse con las cenizas de uranio 20 que salen de la cámara de combustión 14 para producir de ese modo un sólido portador de uranio 24 que puede ser separado en un componente de uranio y un componente portador sin uranio. La forma sólida del material puede ser partículas discretas de material, tales como polvo fino o sólidos portadores de uranio. El sólido portador de uranio 24 puede ser suministrado en una primera unidad 26A de un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico para recuperación de uranio 26. El sólido portador de uranio 24 puede ser colocado en la parte inferior de una unidad ultrasónica 26A que está configurada para aceptar materiales sólidos y transportar estos materiales desde la parte inferior de la unidad 26A a la parte superior de la unidad 26A. Tal como se ilustra, las unidades ultrasónicas 26A,B,C pueden ser configuraciones de tornillo mezclador 26 que proporcionan un cambio de altura en los sólidos que entran en la parte inferior de las unidades 26A,B,C. En la parte superior de las unidades ultrasónicas 26A,B,C puede añadirse ácido a la unidad 26A,B,C para permitir que el uranio se separe con precisión de los sólidos sin uranio en el sólido portador de uranio 24. Tal como se ilustra, pueden usarse tres unidades ultrasónicas 26A,B,C individuales en serie para separar el uranio del resto de los sólidos 24. Cada unidad ultrasónica 26A,B,C puede tener una bomba separada 34 que coloca un ácido en la parte superior de la unidad ultrasónica 26A,B,C. El ácido añadido puede ser, por ejemplo, ácido nítrico, como ejemplo no limitativo, para retirar el contenido de uranio de los sólidos 24. La adición de ácido a cada unidad ultrasónica 26A,B,C puede realizarse a partir de la descarga de cualquier unidad ultrasónica anterior, con lo que se reduce al mínimo la cantidad de ácido nítrico usada además de proporcionar una capacidad superior de separación de uranio. La adición de ácido a cada unidad ultrasónica puede estadificarse de manera que los sólidos de uranio de baja concentración entran en contacto con el ácido que está más concentrado con lo que es posible retirar el uranio con mayor eficacia. Además, el ácido que no está tan concentrado (es decir, el ácido que se ha usado en una etapa anterior o retirada de uranio) puede combinarse con más sólidos portadores de uranio. De esta manera, se mantiene una concentración de ácido óptima en contacto con los sólidos 24 a lo largo del procesamiento, permitiendo de ese modo un uso mínimo de ácido a la vez que se eleva al máximo la capacidad de retirada de uranio. El número de unidades ultrasónicas puede variar con el fin de optimizar la recuperación de uranio. El equipo puede dimensionarse también para garantizar la seguridad crítica, dependiendo de la geometría de seguridad.

[0015] Cada una de las unidades ultrasónicas 26 puede configurarse de manera que tenga una camisa (es decir, una cubierta exterior) que calienta la unidad 26 y los materiales colocados en el interior de la unidad ultrasónica 26. El calentamiento de la camisa y los materiales colocados en el interior puede conseguirse a través del calentamiento eléctrico o a través de la creación de una camisa de vapor. Pueden usarse otros mecanismos de calentamiento, y los tipos de calentamiento deben considerarse ilustrativos y no limitativos.

[0016] En la realización de ejemplo mostrada, una primera unidad ultrasónica 26A acepta una combinación de cenizas de U enriquecido y sólidos comerciales portadores de uranio 24. Esta combinación de sólidos 24 se añade a la parte inferior de la primera unidad ultrasónica 26A y posteriormente se calienta por medio de la camisa cuando los sólidos atraviesan la primera unidad ultrasónica 26A. El material colocado en la parte inferior de la unidad ultrasónica 26A se combina con ácido nítrico añadido por la bomba 40, en el que el ácido nítrico entra en la parte superior de la unidad ultrasónica 26A y fluye hacia abajo a la unidad 26A. El ácido nítrico añadido por la bomba 40 se obtiene de una segunda unidad ultrasónica 26B que antecede a la primera unidad ultrasónica 26A.

[0017] El material que sale de la primera unidad ultrasónica 26A entra en una descarga ultrasónica 40 que transporta el material desde la primera unidad ultrasónica 26A a una segunda unidad ultrasónica 26B. El material transportado por la descarga ultrasónica 40 entra en la parte inferior de la segunda unidad ultrasónica 26B y se transfiere a través de la segunda unidad ultrasónica 26B. El material es calentado de nuevo por una camisa de unidad 26B. De forma simultánea a la transferencia del material desde la primera unidad ultrasónica 26A a la segunda unidad ultrasónica 26B, se bombea el ácido nítrico obtenido de una tercera unidad ultrasónica 26C a la parte superior de la segunda unidad ultrasónica 26B. Los sólidos que entran en la segunda unidad ultrasónica 26B entran en contacto con el ácido nítrico desde la tercera unidad ultrasónica 26C dentro del interior calentado de la segunda unidad ultrasónica 26B. Los sólidos de la segunda unidad ultrasónica 26B salen de la parte superior de la segunda unidad ultrasónica 26B y entran en la parte inferior de la tercera unidad ultrasónica 26C. Se añade una solución de ácido nítrico a la parte superior de la tercera unidad ultrasónica 26C. Cuando los sólidos que entran en la parte inferior de la tercera unidad ultrasónica 26C atraviesan la tercera unidad ultrasónica 26C, entran en contacto con la solución de ácido nítrico añadida que atraviesa la tercera unidad ultrasónica 26C. El material sólido que sale de la tercera unidad ultrasónica 30 puede desecharse como un residuo sólido 30.

[0018] El ácido nítrico que sale de la primera unidad ultrasónica 26A puede ser recogido por una bomba 32 y enviado a un depósito de alimentación 86 que recoge el ácido nítrico recogido de los extractores de tornillo a contracorriente ultrasónicos 26A,B,C. El depósito de alimentación 86 puede ser un depósito de cualquier tamaño que acepte el flujo total de ácido nítrico transferido desde las unidades ultrasónicas 26A,B,C. El depósito de alimentación 86 tiene dos salidas, una primera salida para material gaseoso y una segunda salida para material acuoso. La primera salida para material gaseoso sale del depósito de alimentación 86 y desemboca en un depurador de efluentes gaseosos del proceso 48. La segunda salida para material acuoso 88 desemboca en un mezclador-sedimentador de extracción 78 que tiene un componente de fase acuosa y un componente de fase orgánica. El componente de fase acuosa tiene una salida para residuos de refinado 80 que continúa hasta un sistema de tratamiento de residuos de refinado 82. Una salida para el sistema de tratamiento de residuos de refinado puede continuar hasta un sumidero del edificio 62, por ejemplo, u otra instalación de almacenamiento. El sumidero del edificio 62 puede vaciarse a continuación en un depósito de residuos 62 para su eliminación. La fase orgánica del mezclador-sedimentador de extracción 78 puede tener una salida 74 que entra en un sistema de reacondicionamiento de fase orgánica 68. El sistema de reacondicionamiento de fase orgánica 68 puede tener también una entrada para ácido nítrico 70 como ayuda para el reacondicionamiento. El sistema de reacondicionamiento de fase orgánica 68 puede tener también una línea de retorno 72 que permite el retorno de los constituyentes de la fase orgánica al mezclador-sedimentador de extracción 78. El producto de uranio limpio 76 puede ser recuperado desde el mezclador-sedimentador de extracción 78 después del tratamiento de los componentes de fase orgánica. El sistema de reacondicionamiento de fase orgánica 68 puede tener una salida para un lavado ácido 66 que entra también en el sumidero del edificio 62.

[0019] El tercer extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico para recuperación de uranio 26C puede tener también una salida para un depurador de efluentes gaseosos del disolvedor 44. El depurador de efluentes gaseosos del disolvedor 44 puede tener una entrada para agua 42 como ayuda en el proceso de depuración. El depurador de efluentes gaseosos del disolvedor 44 puede tener dos salidas, siendo una primera salida para efluentes gaseosos depurados 46 y una segunda salida 92 para un sistema de neutralización 54. El sistema de neutralización 54 puede aceptar el flujo del depurador de efluentes gaseosos del proceso 48 así como una entrada de sustancias cáusticas 58. Después de la neutralización de los materiales del sistema 54, el sistema 54 puede descargar materiales a un sumidero del edificio 64, por ejemplo. Los efluentes gaseosos depurados 50 que salen del depurador de efluentes gaseosos del proceso 48 pueden evacuarse a la atmósfera.

[0020] Usando este sistema, el ácido nítrico que se transfiere a los sólidos 24 que avanzan a través de las unidades ultrasónicas 26 acumula uranio. Esta acumulación de uranio es tratada a continuación por el sistema, permitiendo así extraer el contenido de uranio de los sólidos 24.

[0021] En referencia a la figura 2, se ilustra un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico (y su equipamiento asociado). Las cenizas y los sólidos de uranio 200 pueden depositarse en una tolva 202 de un sistema de alimentación rotatorio 204. Aunque se ilustra como un sistema de alimentación rotatorio, pueden usarse otros sistemas lo que incluye, pero no se limita a, sistemas de rodillos mecánicos y de cinta transportadora. El sistema de alimentación rotatorio 204 puede tener un motor de velocidad variable 206 que permite que la velocidad de alimentación del sistema 204 varíe de acuerdo con la velocidad de carga de los sólidos de uranio en la tolva 202.

[0022] El sistema de alimentación rotatorio 204 deposita las cenizas y sólidos de uranio en la base de un extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206. El extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 puede ser una unidad de alimentación de tornillo, como ejemplo no limitativo. La camisa del extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 puede calentarse, por ejemplo, por vapor o por electricidad, para favorecer una mayor eficacia de eliminación de uranio desde los sólidos 200. El extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 puede tener una salida de efluentes gaseosos 208 a la atmósfera para fines de ventilación. Una entrada de ácido 210 situada en la parte superior del extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 permite suministrar ácido a los sólidos 200 para fomentar el proceso de eliminación de uranio. La entrada de ácido 210 puede

dimensionarse de acuerdo con la velocidad de alimentación de las cenizas y los sólidos contaminados con uranio suministrados en el extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 por el sistema de alimentación rotatorio 204. La velocidad de transferencia de los sólidos 200 a través del extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 puede controlarse por medio de un motor de velocidad variable 212. El extractor de tornillo a contracorriente 5 ultrasónico 206 puede tener varios transmisores ultrasónicos, tal como se ilustra en la figura 2, para proporcionar energía ultrasónica a materiales que atraviesa la longitud del extractor 206.

[0023] Los sólidos que salen de la parte superior del extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 salen a través de una salida de extractor 214. La salida de extractor 214 puede pasar a través de una centrifuga o 10 un secador 216 o puede sortear la centrifuga o el secador 216 y entrar en un sistema de eliminación 240.

[0024] El ácido nítrico que tiene uranio acumulado al pasar sobre los sólidos 200 que se transportan a través del extractor de tornillo a contracorriente ultrasónico 206 es transferido por una bomba 218 a un sistema de prensa de filtrado 224. El contenido líquido, el lixiviado, puede reciclarse a otros sistemas 220 o puede recuperarse 15 mediante un procesamiento adicional 226. Los constituyentes sólidos 222 pueden eliminarse mediante el sistema de prensa de filtrado 224.

[0025] Para todos los extractores de tornillo a contracorriente ultrasónicos ilustrados, la transferencia de uranio en masa desde la masa de sólido a un lixiviado de uranio o un producto de uranio se mejora mediante la 20 impartición de energía ultrasónica, flujo a contracorriente, mezclado y calor. Los solicitantes han encontrado a través de la experimentación que el lixiviado ultrasónico demuestra ser más eficaz que el lixiviado estático, ya que la energía de mezclado mejora la velocidad de difusión del uranio en solución. El clasificador de tornillo puede estar provisto de vibradores unidos a la parte inferior de los extractores. El flujo a contracorriente eleva al máximo el 25 gradiente de concentración de uranio al poner en contacto el ácido nuevo con los sólidos de uranio bajos, y el ácido cargado con uranio con sólidos portadores de uranio altos. El ácido nítrico fluye hacia abajo en una dirección opuesta a los sólidos, que son impulsados hacia arriba a través del extractor. El mezclado de los sólidos puede mejorarse a través de pequeñas palas unidas al tornillo del extractor.

[0026] La presente invención proporciona la separación de uranio de materiales sólidos de una forma 30 económica. El sistema proporcionado puede ser transportable de manera que el tratamiento puede realizarse en el lugar de contaminación. El sistema reduce también los costes de mano de obra y energía asociados con la separación de uranio en comparación con las técnicas de separación mecánica.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para eliminar uranio de un cuerpo de material sólido (24) que contiene una concentración de uranio, comprendiendo el procedimiento:
- 5 suministro del cuerpo de material sólido (24);
- depósito del cuerpo de material sólido (24) en al menos un extractor ultrasónico (26A, 26B, 26C);
- 10 depósito de una cantidad de ácido en el extractor ultrasónico (26A, 26B, 26C);
- calentamiento de una camisa del extractor ultrasónico (26A, 26B, 26C);
- 15 transporte del cuerpo de material sólido (24) en el extractor ultrasónico (26A, 26B, 26C) y la cantidad de ácido en direcciones a contracorriente entre sí de manera que el cuerpo de material sólido y el ácido entran en contacto entre sí en el interior del extractor ultrasónico calentado (26A, 26B, 26C) mientras el extractor ultrasónico proporciona energía ultrasónica al cuerpo de material sólido y a la cantidad de ácido, en el que la cantidad de ácido retira uranio del cuerpo de material sólido (24);
- 20 recogida de la cantidad de ácido y el cuerpo de material sólido en diferentes posiciones en el extractor ultrasónico;
- transporte de la cantidad de ácido con el uranio retirado a un mezclador-sedimentador de extracción (78); y
- sedimentación del producto de uranio por el mezclador-sedimentador de extracción.
- 25 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el ácido añadido al extractor ultrasónico es ácido nítrico.
3. El procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el cuerpo de material sólido (24) es cenizas
- 30 de incinerador.
4. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además:
- tratamiento de la cantidad de ácido con el uranio retirado en una sección de fase acuosa y una sección de fase
- 35 orgánica del mezclador-sedimentador de extracción (78).
5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:
- retirada del gas generado en el extractor ultrasónico y transporte del gas a un depurador de efluentes gaseosos del
- 40 disolvedor (44);
- depuración de los efluentes gaseosos provenientes del depurador de efluentes gaseosos (44), y
- liberación de los efluentes gaseosos a la atmósfera.

45

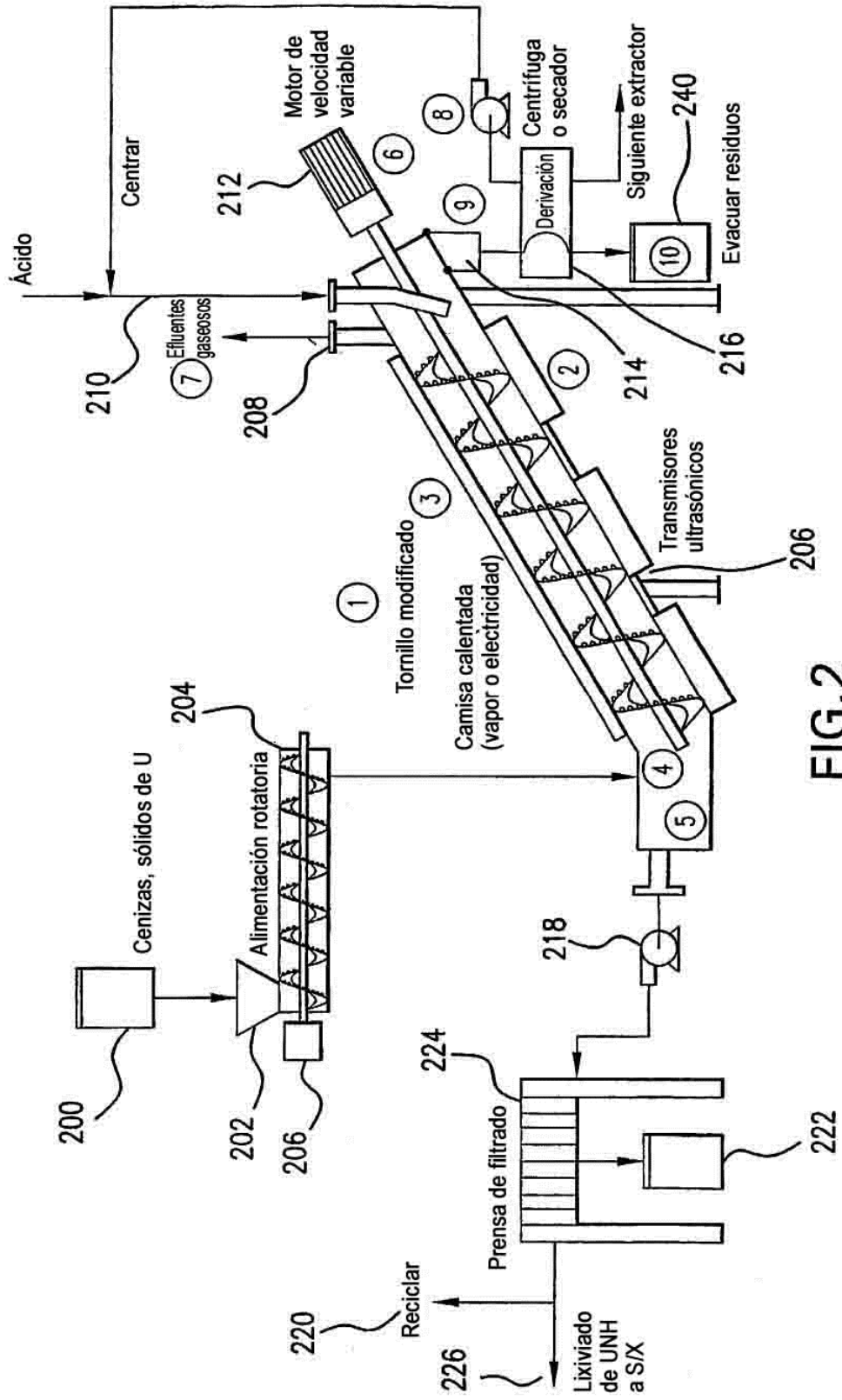


FIG. 2