

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 972**

51 Int. Cl.:

B01D 61/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2012 PCT/US2012/069402**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.08.2013 WO13112240**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012 E 12866634 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2790817**

54 Título: **Separación mineral usando membranas y filtros de polímero funcionalizadas o revestidas con polímero**

30 Prioridad:

13.12.2011 US 201161569870 P

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

25.03.2021

73 Titular/es:

**CIDRA CORPORATE SERVICES, INC. (50.0%)
50 Barnes Park North
Wallingford, CT 06492, US y
ROTHMAN, PAUL J. (50.0%)**

72 Inventor/es:

ROTHMAN, PAUL J.

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 813 972 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

5 Separación mineral usando membranas y filtros de polímero funcionalizadas o revestidas con polímero

Antecedentes de la invención

10 1. Campo técnico

15 La presente invención se refiere en general a un procedimiento y un aparato para separar material de valor del material no deseado en una mezcla, tal como una suspensión [lechada] de pulpa.

2. Descripción de la técnica relacionada

20 En muchos procesos industriales, la flotación se utiliza para separar material de valor o deseado del material no deseado. A modo de ejemplo, en este proceso se coloca una mezcla de agua, material de valor, material no deseado, sustancias químicas y aire en una celda de flotación.

25 Las sustancias químicas se utilizan para hacer que el material deseado sea hidrófobo y el aire se utiliza para llevar el material a la superficie de la celda de flotación. Cuando el material hidrófobo y las burbujas de aire chocan, se adhieren entre sí. La burbuja sube a la superficie llevando consigo el material deseado.

30 El rendimiento de la celda de flotación depende del flujo del área del área superficial de la burbuja en la zona de recogida de la celda. El flujo del área superficial de la burbuja depende del tamaño de las burbujas y de la velocidad de inyección de aire. El control del flujo del área superficial de la burbuja ha sido tradicionalmente muy difícil. Este es un problema de control multivariable y no existen mecanismos de retroalimentación en tiempo real confiables para usarse para el control.

35 La recuperación de minerales de un proceso de este tipo puede depender en gran medida de la distribución del tamaño de las partículas minerales que ingresan a la celda de flotación. Normalmente, la recuperación de partículas finas y gruesas puede ser significativamente menor que el tamaño de partícula óptimo. En los trabajos de minería rutinariamente se descargan partículas grandes bien liberadas al estanque de relaves.

40 Ejemplos de tales técnicas de separación se describen en los documentos WO2009 010 422 ó FR 2187421.

45 El cesionario de la presente solicitud ha concebido una nueva máquina y proceso para recuperar minerales de valor de una suspensión de pulpa rica en minerales. Esta suspensión puede ser cualquier tipo de suspensión, por ejemplo, minerales molidos movidos por aire o una mezcla acuosa. Esta suspensión [lechada] rica en minerales se pone en contacto con una superficie de polímero funcionalizado que ha sido diseñado para atraer el mineral de interés. La superficie puede ser cualquier cosa, desde una burbuja concebida hasta una placa plana. El material no deseado se elimina y solo queda el mineral deseable en la superficie. Luego, la superficie enriquecida se trata para que el mineral se libere y se recoja. Luego, la superficie del polímero se puede reutilizar.

50 Uno de los desafíos del diseño es concebir una superficie que tenga un área de superficie máxima y, que sin embargo, sobreviva en un entorno industrial. Por lo tanto, debe ser fuerte, resistente al desgaste y poder pasar una gran cantidad de sólidos rechazados mientras captura el material de valor.

55 Existe una necesidad en la industria de proporcionar una mejor manera de separar el material de valor del material no deseado, por ejemplo, incluso en una celda de flotación de este tipo, para eliminar los problemas asociados con el uso de burbujas de aire en este proceso de separación.

Sumario de la invención

60 El aparato de filtración básico

65 La técnica de separación de minerales de acuerdo con el aparato de la reivindicación 1 se basa en cordones, cuerdas o sogas hechos de poli-parafenilen tereftalamida que tiene una superficie de recogida que comprende un material de revestimiento derivado de siloxano.

La técnica de separación de minerales se basa además en el procedimiento de la reivindicación 6.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el derivado de siloxano puede incluir polisiloxanatos o polisiloxanatos de etilhidroxietilcelulosa modificados hidrófobamente, o polidimetilsiloxanos terminados en hidroxilo.

Según algunas realizaciones de la presente invención, la mezcla puede incluir además una pluralidad de moléculas colectoras, y cada una de las moléculas colectoras puede incluir un segmento molecular hidrófobo y un grupo ionizado que se une a la partícula mineral.

Técnicas que utilizan membranas funcionalizadas

Según algunas realizaciones, la presente invención puede configurarse para proporcionar técnicas de separación o filtración de minerales utilizando membranas funcionalizadas.

A modo de ejemplo, la presente invención puede consistir en una nueva máquina y en un proceso para recuperar materiales o minerales de valor de una suspensión de pulpa rica en minerales. Esta suspensión puede ser cualquier tipo de suspensión, por ejemplo, minerales molidos movido por aire o una mezcla acuosa. Esta suspensión rica en minerales se puede poner en contacto con una superficie de polímero funcionalizado que ha sido diseñado para atraer el mineral de interés.

El material no deseado se puede eliminar mediante lavado y quedando solo el material o mineral deseable en la superficie del polímero funcionalizado, o la estructura de la membrana que contiene la superficie del polímero funcionalizado puede separarse del material no deseado. Dicha separación puede tener lugar mediante técnicas relacionadas con la flotación, la separación por tamaños, la separación gravimétrica y/o la separación magnética. A continuación, la superficie enriquecida se trata para que el mineral se libere y se recoja. Luego, la superficie del polímero se puede reutilizar.

Según algunas realizaciones de la presente invención, la máquina o aparato estará configurado con dos cámaras, tanques, celdas o columnas. Una cámara, tanque, celda o columna tiene un entorno propicio para la adhesión [unión] de un material de valor, mineral o partícula de interés, y la otra cámara, tanque, celda o columna tiene un entorno propicio para la liberación del material de valor, mineral o partícula de interés.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se puede colocar un filtro de recogida de polímero funcionalizado en cada cámara, tanque, celda o columna para recoger y liberar el material de valor, mineral o partícula de interés. El filtro de recogida comprende una pluralidad de cordones, cuerdas o sogas hechos de poliparafenileno tereftalamida, los cordones, cuerdas o sogas tienen superficies de recogida configuradas para entrar en contacto con una mezcla que comprende agua y material de valor, comprendiendo el material de valor una pluralidad de partículas minerales; y las superficies de recogida que comprenden un material de revestimiento hecho de un derivado de siloxano para atraer las partículas minerales a las superficies de recogida. Este tipo de proceso se realiza por lotes.

Realización del aparato de separación de minerales

Según algunas realizaciones, la presente invención puede adoptar la forma de una máquina, sistema o aparato que presenta un primer procesador y un segundo procesador. El primer procesador se puede configurar para recibir una mezcla de fluido, material de valor y material no deseado y un elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero configurado para adherirse al material de valor en un entorno rico para la adhesión, y proporcionar un elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero que tiene el material de valor adherido al mismo.

El segundo procesador se puede configurar para recibir un fluido y elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en un entorno rico para la liberación para liberar el material de valor y proporcionar el material de valor liberado del elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero al entorno rico para la liberación.

El aparato se puede configurar para incluir una o más de las siguientes características: El primer procesador puede adoptar la forma de una primera cámara, tanque, celda o columna, y el segundo procesador puede adoptar la forma de una segunda cámara, tanque, celda o columna.

La primera cámara, tanque o columna se puede configurar para recibir una suspensión de pulpa que contiene agua, el material de valor y el material no deseado en el entorno rico para la adhesión, que tiene un pH alto, propicio para la unión del material de valor.

La segunda cámara, tanque o columna se puede configurar para recibir agua en el entorno rico para la liberación, que puede tener un pH bajo o recibir ondas ultrasónicas que son propicias para la liberación del material de valor.

- 5 El elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero puede adoptar la forma de un filtro de recogida de polímero funcionalizado o recubierto con polímero para moverse entre el primer procesador y el segundo procesador como parte de un proceso de tipo discontinuo.

10 El filtro de recogida comprende una pluralidad de cordones, cuerdas o sogas hechos de poli-parafenilen tereftalamida, los cordones, cuerdas o sogas, tienen superficies de recogida configuradas para entrar en contacto con una mezcla que comprende agua y material de valor, comprendiendo el material de valor una pluralidad de partículas minerales; y las superficies de recogida que comprenden un material de revestimiento hecho de un derivado de siloxano para atraer las partículas minerales a las superficies de recogida.

15 El primer procesador puede estar configurado para recibir el filtro de recogida de polímero funcionalizado o recubierto con polímero y para proporcionar un filtro de recogida enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero que tiene el material de valor unido al mismo. El segundo dispositivo procesador puede configurarse para recibir filtro de recogida enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero y proporcionar el material de valor liberado del filtro de recogida enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero.

20 El primer procesador se puede configurar para proporcionar relaves que contengan el material no deseado, y el segundo procesador se puede configurar para proporcionar un producto concentrado que contenga el material de valor.

25 De acuerdo con alguna realización, la presente invención también puede tener la forma de un aparato que presenta primeros medios que se pueden configurar para recibir una mezcla de fluido, material de valor y material no deseado y un elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero configurado para unirse al material de valor entorno rico para la adhesión, y proporcionar un elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero que tiene el material de valor unido al mismo; y un segundo medio que se puede configurar para recibir un fluido y elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en un entorno rico para la liberación para liberar el material de valor, y proporcionar el material de valor liberado del elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero al entorno rico para la liberación.

30 Según algunas realizaciones de la presente invención, los primeros medios se pueden configurar para recibir una suspensión de pulpa que contiene agua, el material de valor y el material no deseado en el entorno rico para la adhesión, que tiene un pH alto, propicio para la unión del material de valor; y el segundo medio se puede configurar para recibir agua en el entorno rico para la liberación, que tiene un pH bajo o recibe ondas ultrasónicas propicias para a la liberación del material de valor.

40

Realizaciones de procedimientos o métodos de separación de los minerales

45 De acuerdo con alguna realización, la presente invención también puede adoptar la forma de un proceso o procedimiento que incluye recibir en un primer procesador una mezcla de fluido, material de valor y material no deseado y un elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero configurado para unirse al material de valor en un entorno rico para la adhesión, y proporcionar desde el primer procesador un elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero que tiene el material de valor unido al mismo; y recibir en un

50 segundo procesador un fluido y el elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en un entorno rico para la liberación para liberar el material de valor, y proporcionar el material de valor liberado del elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero al entorno rico para la liberación.

55 Superficie de polímero o recubierta con polímero

60 La invención describe la realización de una superficie de polímero o recubierta con polímero que cumple con todos los desafíos descritos anteriormente. Este tiene la forma de un cordón, cuerda o soga que tiene varios diámetros y geometrías de sección transversal. Este cordón está hecho de materiales muy fuertes como, entre otros, kevlar. Luego, el cordón se recubre con el polímero funcionalizado y se usa para fabricar una superficie de filtrado. Los cordones se pueden introducir individualmente a la corriente de flujo o como una malla. Como cordones individuales, recolectarán el mineral de valor y aún serán lo suficientemente flexibles para sobrevivir a los impactos debido a la contaminación en la corriente de flujo. Los cordones se pueden reemplazar individualmente si están dañados. Como

65 malla, la superficie tendrá una gran superficie, además de ser flexible y resistente.

Según algunas formas de realización de la presente invención, el procedimiento puede incluir la implementación de acuerdo con una o más de las características expuestas en el presente documento.

5 Breve descripción de los dibujos

10 Con referencia ahora a los dibujos, que no necesariamente están dibujados a escala, las características y ventajas anteriores y otras de la presente invención se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas, tomadas junto con el dibujo adjunto en los que los elementos similares están numerados por igual:

15 La figura 1 incluye la figura 1a que es una vista lateral en corte parcial en forma de diagrama de un procesador de separación configurado con dos cámaras, tanques o columnas que tienen un impulsor de polímero funcionalizado o recubierto con polímero dispuesto en el mismo de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, e incluye la figura 1b que es una vista en sección transversal parcial superior en forma de diagrama de un impulsor de polímero funcionalizado o recubierto con polímero que se mueve en un entorno rico para la adhesión contenido en una cámara, tanque o columna de accesorios y también se mueve en un entorno rico para la liberación contenido en una cámara de liberación, tanque o columna según algunas realizaciones de la presente invención.

20 La figura 2 es un diagrama de un procesador de separación configurado con dos cámaras, tanques o columnas que tienen una cinta transportadora de polímero funcionalizado o recubierta con polímero dispuesta en el mismo de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

25 La figura 3 es un diagrama de un procesador de separación configurado con un conjunto de filtro de polímero funcionalizado o recubierto con polímero para moverse entre dos cámaras, tanques o columnas en un proceso semicontinúo de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

30 La figura 4 es una ilustración de un impulsor según algunas formas de realización de la presente invención.

La figura 5 es una ilustración de una sección de una cinta transportadora según algunas formas de realización de la presente invención.

35 La figura 6 es una ilustración de un filtro según algunas formas de realización de la presente invención.

Las figuras 7a-7f ilustran varias características de la superficie del impulsor, la cinta transportadora y el filtro de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

40 La figura 8a ilustra una pluralidad de grupos funcionales unidos a una fibra para atraer partículas minerales según algunas formas de realización de la presente invención, según algunas formas de realización de la presente invención.

45 La figura 8b ilustra una pluralidad de moléculas hidrófobas unidas a una fibra para atraer partículas minerales, según algunas formas de realización de la presente invención.

La figura 8c ilustra una pluralidad de moléculas hidrófobas unidas a una fibra para atraer partículas no minerales según algunas formas de realización de la presente invención.

50 La figura 9a ilustra una pluralidad de grupos funcionales unidos a superficies para atraer partículas minerales, según algunas realizaciones de la presente invención.

55 La figura 9b ilustra una pluralidad de moléculas hidrófobas unidas a superficies para atraer partículas minerales, según algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 9c ilustra una pluralidad de moléculas hidrófobas unidas a superficies para atraer partículas no minerales, según algunas realizaciones de la presente invención.

60 La figura 10a ilustra una pluralidad de filtros colocados en una tubería horizontal para recoger partículas minerales, según algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 10b ilustra un aparato de liberación configurado para liberar partículas minerales de un filtro, según algunas formas de realización de la presente invención.

65 La figura 11 es un diagrama que muestra un filtro colocado en un estanque de relaves para recoger material de valor según algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 12a ilustra un impulsor que usa una pluralidad de esferas o burbujas sintéticas para recoger material de valor, según algunas realizaciones de la presente invención.

5 La figura 12b ilustra un filtro que usa una pluralidad de esferas o burbujas sintéticas para recolectar material de valor, según algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 12c ilustra un saco de esferas sintéticas que se puede usar como filtro para recoger material de valor en un estanque de relaves, por ejemplo, según algunas realizaciones de la presente invención.

10 La figura 13a ilustra una esfera sintética funcionalizada para atraer partículas hidrófobas, según algunas realizaciones de la presente invención.

15 La figura 13b es una parte de superficie ampliada de la esfera sintética funcionalizada para atraer partículas minerales humedecidas, según algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 13c es una parte de superficie ampliada de la esfera sintética funcionalizada para atraer partículas hidrófobas no minerales, según algunas realizaciones de la presente invención.

20 La figura 14a ilustra una esfera sintética que tiene un grupo funcional para atraer partículas minerales según algunas formas de realización de la presente invención.

La figura 14b es una parte de superficie ampliada de la esfera sintética funcionalizada para atraer partículas minerales, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

25 Las figuras 15a y 15b ilustran algunas realizaciones de la presente invención en las que la esfera o burbuja sintética tiene una parte funcionalizada para tener moléculas colectoras y otra parte funcionalizada para ser hidrófoba, según algunas realizaciones de la presente invención.

30 Descripción detallada de la invención

Figuras 1, 1a, 1b

35 A modo de ejemplo, la figura 1 muestra que la presente invención tiene la forma de una máquina, dispositivo, sistema o aparato 10, por ejemplo, para separar material de valor del material no deseado en una mezcla 11, tal como una suspensión de pulpa, usando un primer procesador 12 y un segundo procesador 14.

40 El primer procesador 12 y el segundo procesador 14 están configurados con un elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero que se muestra, por ejemplo, como un impulsor 20 (figura 1a), 20' (figura 1b), de polímero funcionalizado o recubierto con polímero recubierto de polímero (figura 1a), 20' (figura 1b), de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

45 En funcionamiento, el impulsor 20, 20' gira lentamente en relación con el primer procesador 12 y el segundo procesador 14, los álabes [paletas] impulsores pasan lentamente a través del entorno rico para la adhesión 16 en el primer procesador 12 donde el material de valor se une a las palas y a través del entorno rico para la liberación 18 en el segundo procesador 14, se libera de las palas.

50 A modo de ejemplo, el impulsor 20 de polímero o recubierto con polímero se muestra girando en sentido anti horario como lo indica la flecha a, aunque el alcance de la invención no está destinado a limitarse a la dirección de rotación del impulsor, o la forma en que en el que el polímero funcionalizado o el impulsor 20 (figura 1a), 20' (figura 1b) de polímero funcionalizado o recubierto con polímero está dispuesto, montado o configurado en relación con el primer procesador 12 y el segundo procesador 14.

55 El primer procesador 12 puede adoptar la forma de una primera cámara, tanque, celda o columna que contiene un entorno rico en adhesión generalmente indicado como 16. La primera cámara, tanque o columna 12 se puede configurar para recibir a través de la tubería 13 la mezcla o suspensión de pulpa 11 en forma de fluido (por ejemplo, agua), el material de valor y el material no deseado en el entorno rico para la adhesión 16, por ejemplo, que tiene un pH alto, propicio para la unión del material de valor.

60 El segundo procesador 14 puede adoptar la forma de una segunda cámara, tanque, celda o columna que contiene un entorno rico para la liberación generalmente indicado como 18. La segunda cámara, tanque, celda o columna 14 se puede configurar para recibir a través de la tubería 15, por ejemplo, agua 22 en el entorno rico para la liberación 18, por ejemplo, que puede tener un pH bajo o recibir ondas ultrasónicas propicias para a la liberación del material de valor.

En el estado de la técnica ya se conoce de los entornos ricos para la adhesión como el que forma parte del entorno de elementos 16 que conduce a la unión de un material de valor de interés y que liberan entornos ricos como el que forma parte del entorno 18 que conduce a la liberación del material de valor de interés, y por tanto el alcance de la invención no está destinado a limitarse a ningún tipo o clase particular del mismo, ya sea conocido ahora o desarrollado posteriormente en el futuro. Además, una persona experta en la materia sería capaz de formular un entorno rico para la liberación como el entorno 16 y un entorno rico en liberación correspondiente como el entorno 18 basado en la tecnología de separación descrita en este documento para cualquier mineral de valor particular de interés, como por ejemplo, el cobre, que forma parte de cualquier mezcla particular o pulpa en suspensión.

En funcionamiento, el primer procesador 12 se puede configurar para recibir la mezcla o suspensión de pulpa 11 de agua, material de valor y material no deseado y el elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero que está configurado para adherirse al material de valor en el entorno rico para la adhesión 16. En la figura 1, el elemento de polímero funcionalizado o recubierto con polímero se muestra como el impulsor 20 (figura 1a), 20' (figura 1b) de polímero funcionalizado o recubierto con polímero. En la figura 1a, el impulsor 20 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero tiene un eje 21 y al menos una paleta o álabe impulsor 20a, 20b, 20c, 20d, 2e, 20f, 20g y está configurado para girar lentamente dentro del primer procesador 12 y el segundo procesador 14.

En la figura 1b, el impulsor 20' de polímero funcionalizado o recubierto con polímero tiene un eje 21' y álabes impulsores 20a', 20b', 20c', 20d', 2e', 20f', 20g' y 20h'. Se entiende que cada álabe impulsor en la figura 1 está configurado y funcionalizado con un recubrimiento de polímero para adherirse al material de valor en el entorno rico para la adhesión 16. (El alcance de la invención no está destinado a limitarse al número de palas en el impulsor 20, 20' y la realización en las figuras 1a y 1b se muestra con impulsores 21, 21' que tienen un número diferente de palas).

En la figura 1, el primer procesador 12 está configurado para recibir al menos un álabe del impulsor desde el impulsor 20 (figura 1a), 20' (figura 1b) de polímero funcionalizado o recubierto con polímero. En la figura 1b, al menos uno de los álabes impulsores se muestra como álabe impulsor 20g' que se recibe en una zona de unión 30 que forma parte del entorno rico para la adhesión 16 definido por las paredes 30a, 30b. El primer procesador 12 también se puede configurar con una primera zona de transición indicada generalmente como 40 para proporcionar drenaje desde la tubería 41, por ejemplo, de los relaves 42 tal y como se muestra en la figura 1a.

El primer procesador 12 también puede estar configurado para proporcionar al menos un álabe impulsor enriquecido que tenga el material de valor adherido a la misma, después de pasar a través del entorno rico para la adhesión 16. En la figura 1b, al menos uno de los álabes impulsores enriquecidos se muestra como al menos uno de los álabes impulsores 20c' enriquecidos que se suministra desde el entorno rico para la adhesión 16 en el primer procesador 12 al entorno rico para la liberación 18 en el segundo procesador 14.

El segundo procesador 14 puede estar configurado para recibir a través de la tubería 15 el fluido 22 (por ejemplo, agua) y el elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero para liberar el material de valor en el entorno rico para la liberación 18. En la figura 1b, el segundo procesador 14 se muestra recibiendo el álabe impulsor enriquecido 20c' en una zona de liberación 50, por ejemplo, que forma parte del entorno rico para la liberación 18 y está definida, por ejemplo, por las paredes 30c y 30d.

El segundo procesador 14 también se puede configurar para proporcionar el material de valor que se libera del elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en el entorno rico para la liberación 18. Por ejemplo, en la figura 1b, el segundo procesador 14 se muestra configurado con una segunda zona de transición 60 definida por las paredes 30a y 30d para proporcionar a través de la tubería 61 el drenaje del material de valor en forma de un concentrado 62 (figura 1a).

Figura 2: La cinta transportadora de polímero funcionalizado o recubierta con polímero

A modo de ejemplo, la figura 2 muestra que la presente invención tiene la forma de una máquina, dispositivo, sistema o aparato 100, por ejemplo, para separar material de valor del material no deseado en una mezcla 101, tal como una suspensión de pulpa, utilizando un primer procesador 102 y un segundo procesador 104.

El primer procesador 102 y el segundo procesador 104 están configurados con un elemento con polímero funcionalizado o recubierto con polímero que se muestra, por ejemplo, como una cinta transportadora 120 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero que se recorre entre el primer procesador 102 y el segundo procesador 104, según algunas realizaciones de la presente invención. Las flechas A1, A2, A3 indican el movimiento de la cinta transportadora 120 con polímero funcionalizado o recubierta con polímero.

En el estado de la técnica, se conocen técnicas, que incluyen motores, engranajes, etc., para hacer funcionar un elemento 120 similar a una cinta transportadora entre dos elementos 102 y 104 de procesamiento similar, y no se pretende que el alcance de la invención se limite a ningún tipo o clase particular de los mismos que se conozcan ahora o que se desarrollen posteriormente en el futuro. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente

invención, la cinta transportadora 120 con polímero funcionalizado o recubierta con polímero puede estar hecha de un material de rejilla [malla].

5 El primer procesador 102 puede adoptar la forma de una primera cámara, tanque, celda o columna que contiene un entorno rico para la adhesión generalmente indicado como 106. La primera cámara, tanque o columna 102 se puede configurar para recibir la mezcla o suspensión de pulpa 101 en el forma de fluido (por ejemplo, agua), el material de valor y el material no deseado en el entorno rico para la adhesión 106, por ejemplo, que tiene un pH alto, propicio para la unión del material de valor. El segundo procesador 104 puede adoptar la forma de una segunda cámara, tanque, celda o columna que contiene un entorno rico en liberación generalmente indicado como 108.

10 La segunda cámara, tanque, celda o columna 104 se puede configurar para recibir, por ejemplo, agua 122 en el entorno 108 rico en liberación, por ejemplo, que puede tener un pH bajo o recibir ondas ultrasónicas propicias para la liberación del material de valor. De acuerdo con lo establecido anteriormente, se conocen entornos ricos para la adhesión como el que forma parte del entorno del elemento 106 que son propicios para la adhesión de un material de valor de interés y entornos ricos para la liberación como el que forma parte del entorno 108 propicio para a la liberación del material de valor de interés que son conocidos en la técnica, y no se pretende que el alcance de la invención se limite a ningún tipo o clase particular del mismo, ya sea conocido ahora o desarrollado posteriormente en el futuro.

20 Además, una persona experta en la materia sería capaz de formular un entorno rico para la adhesión como el entorno 106 y un entorno rico para la liberación correspondiente como el entorno 108 basado en la tecnología de separación descrita en este documento para cualquier mineral valioso en particular de interés, por ejemplo, el cobre, que forma parte de cualquier mezcla particular o pulpa en suspensión.

25 En funcionamiento, el primer procesador 102 se puede configurar para recibir la mezcla o suspensión de pulpa 101 de agua, material de valor y material no deseado y la cinta transportadora 120 con polímero funcionalizado o recubierta con polímero que está configurada para unirse al material de valor en el entorno rico para la adhesión 106. En la figura 2, se entiende que la cinta transportadora 120 está configurada y funcionalizada con un recubrimiento de polímero para adherirse al material de valor en el entorno rico la para adhesión 106.

30 El primer procesador 102 también se puede configurar para proporcionar el drenaje desde la tubería 141, por ejemplo de los relaves 142 tal y como se muestra en la figura 2.

35 El primer procesador 102 también se puede configurar para proporcionar una cinta transportadora enriquecida con polímero funcionalizado o recubierta con polímero que tiene el material de valor adherido a la misma, después de pasar a través del entorno rico para la adhesión 106. En la figura 2, se muestra la cinta transportadora enriquecida con polímero funcionalizado o recubierta con polímero, por ejemplo, como ese segmento o parte 120a de la cinta transportadora 120 que se suministra desde el entorno rico para la adhesión 106 en el primer procesador 102 al entorno rico para la liberación 108 en el segundo procesador 104. Se entiende que algunos otros segmentos o partes de la cinta 120 se pueden enriquecer, incluyendo la parte o parte que sale inmediatamente del entorno rico para la adhesión 106, así como la parte o parte que entra inmediatamente en el entorno rico para la liberación 108.

45 El segundo procesador 14 puede estar configurado para recibir el fluido 122 (por ejemplo, agua) y la parte 120a de la cinta transportadora 120 enriquecida con polímero funcionalizado o recubierta con polímero para liberar el material de valor en el entorno rico para la liberación 108.

50 El segundo procesador 104 también se puede configurar para proporcionar el material de valor que se libera del elemento enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en el entorno rico para la liberación 108. Por ejemplo, en la figura 2, el segundo procesador 104 se muestra configurado para proporcionar drenaje a través de la tubería 161 del material de valor en forma de concentrado 162. En la figura 2, el primer procesador 102 está configurado con la cinta transportadora 120 con polímero funcionalizado o recubierta con polímero que con sólo dos vueltas ya pasa por dentro del entorno rico para la adhesión 106.

55 Sin embargo, se prevén realizaciones en las que el primer procesador 102 se puede configurar para procesar la cinta transportadora 120 con polímero funcionalizado o recubierta con polímero que usa una técnica serpentina para enrollar o girar la cinta transportadora 120 en un sentido y en otro, de un lado a otro, dentro del primer procesador para maximizar el área de superficie de la cinta dentro del procesador 102 y la exposición de la cinta transportadora 120 al entorno rico para la adhesión 106.

60 Figura 3: El filtro de polímero funcionalizado o recubierto con polímero

65 A modo de ejemplo, la figura 3 muestra que la presente invención tiene la forma de una máquina, dispositivo, sistema o aparato 200, por ejemplo, para separar material de valor del material no deseado en una mezcla 201, como una suspensión de pulpa, utilizando un primer procesador 202 , 202 'y un segundo procesador 204, 204'. El primer procesador 202 y el segundo procesador 204 están configurados para procesar un elemento de polímero

funcionalizado o recubierto con polímero que se muestra, por ejemplo, como un polímero funcionalizado o un filtro de recogida 220 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero configurado para moverse entre el primer procesador 202 y el segundo procesador 204' tal y como se muestra en la figura 3 como parte de un proceso de tipo por lotes, según algunas realizaciones de la presente invención. En la figura 3, a modo de ejemplo, el proceso de tipo por lotes se muestra con dos primeros procesadores 202, 202' y un segundo procesador 204, 204, aunque el alcance de la invención no está destinado a limitarse al número de primeros o segundos procesadores.

Además, se prevén realizaciones que utilicen un número diferente de primeros y segundos procesadores, diferentes tipos o clases de procesadores, así como diferentes tipos o clases de procesadores, ambos conocidos ahora o que se desarrollarán posteriormente en el futuro. Según algunas realizaciones de la presente invención, el filtro de recogida 220 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero puede adoptar la forma de una membrana o una lámina o capa fina, blanda y flexible. El filtro 220 puede estar hecho de un cordón, cuerda o sogas que puede tener varias secciones transversales y geometrías.

La flecha B1 indica el movimiento del filtro 220 de recogida de polímero funcionalizado o recubierto con polímero desde el primer procesador 202, y la flecha B2 indica el movimiento del filtro de recogida 220 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero hacia el segundo procesador 202. En el estado de la técnica, ya se conocen técnicas que incluyen motores, engranajes, etc., para mover un elemento de filtro 220 de un procesador a otro procesador, así como los elementos 202 y 204, por lo que el alcance de la invención no está destinado a limitarse a ningún tipo o clase particular de los mismos conocidos o desarrollado ahora o más adelante en el futuro.

El primer procesador 202 puede adoptar la forma de una primera cámara, tanque, celda o columna que contiene un entorno rico para la adhesión generalmente indicado como 206. La primera cámara, tanque o columna 102 puede estar configurada para recibir la mezcla o suspensión de pulpa 201 en el forma de fluido (por ejemplo, agua), el material de valor y el material no deseado en el entorno rico para la adhesión 206 rico en unión, por ejemplo, que tiene un pH alto, propicio para la unión del material de valor. El segundo procesador 204 puede tener la forma de una segunda cámara, tanque, celda o columna que contiene un entorno rico para la liberación generalmente indicado como 208. La segunda cámara, tanque, celda o columna 204 se puede configurar para recibir, por ejemplo, agua 222 en el entorno rico para la liberación 208, por ejemplo, que puede tener un pH bajo o recibir ondas ultrasónicas que son propicias para la liberación del material de valor.

De acuerdo con lo establecido anteriormente, en la técnica ya se conoce de entornos ricos para la adhesión como el que forma parte del entorno de los elementos 206 propicios para a la unión de un material de valor de interés y entornos ricos para la liberación como el que forma parte del entorno 208 propicio para la liberación del material de valor de interés, por lo que no se pretende que el alcance de la invención se limite a ningún tipo o clase particular de los mismos, ya sean conocidos ahora o desarrollados posteriormente en el futuro. Además, una persona experta en la materia sería capaz de formular un entorno rico para la adhesión como el entorno 206 y un entorno rico para la liberación correspondiente como el entorno 208 basado en la tecnología de separación descrita en este documento para cualquier mineral valioso de interés particular, por ejemplo, el cobre, que forma parte de cualquier mezcla particular o pulpa en suspensión.

En funcionamiento, el primer procesador 202 se puede configurar para recibir la mezcla o suspensión de pulpa 101 de agua, material de valor y material no deseado y el filtro de recogida 220 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero que está configurado para adherirse al material de valor en el accesorio rico entorno 206. En la figura 3, se entiende que el filtro de recogida 220 de polímero funcionalizado o recubierto con polímero está configurado y funcionalizado con un revestimiento de polímero para adherirse al material de valor en el entornos ricos para la adhesión 106.

El primer procesador 202 también se puede configurar para proporcionar el drenaje desde la tubería 241, por ejemplo de los relaves 242 tal y como se muestra en la figura 3.

El primer procesador 202 también se puede configurar para proporcionar un filtro de recogida enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero que tiene el material de valor unido al mismo, después de sumergirlo en el entorno rico para la adhesión 106. En la figura 3, se muestra un filtro de recogida 220 enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero, por ejemplo, que se suministra desde el entorno rico para la adhesión 206 en el primer procesador 202 al entorno rico para la liberación 208 en el segundo procesador 204.

El segundo procesador 204 puede estar configurado para recibir el fluido 222 (por ejemplo, agua) y el filtro de recogida 220 enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero para liberar el material de valor en el entorno rico para la liberación 208.

El segundo procesador 204 también se puede configurar para proporcionar el material de valor que se libera del filtro de recogida 220 enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en el entorno rico para la liberación 208. Por ejemplo, en la figura 3, el segundo procesador 204 se muestra configurado para proporcionar a través de las tuberías de drenaje 261 el material de valor en forma de concentrado 262.

El primer procesador 202' también se puede configurar con tuberías 280 y bombas 280 para recircular los relaves

242 de regreso al primer procesador 202'. El alcance de la invención también incluye la configuración del segundo procesador 204' con las tuberías y las bombas correspondientes para recircular el concentrado 262 de regreso al segundo procesador 204'. Se pueden implementar técnicas de recirculación similares para las realizaciones descritas en relación con las figuras 1 y 2 anteriores.

5 No se pretende que el alcance de la invención se limite al tipo o tipo de proceso por lotes que se está implementando. Por ejemplo, se prevén realizaciones en las que el proceso por lotes puede incluir que el primer y segundo procesador 202, 204 estén configurados para procesar el filtro de recogida 220 enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en relación con un tipo o clase de material de valor, y el primer y segundo
10 procesador 202', 204' estén configurados para procesar el filtro de recogida 220 enriquecido con polímero funcionalizado o recubierto con polímero en relación con el mismo tipo o clase de material de valor, o con un tipo o clase diferente de material de valor. Además, el alcance de la invención está destinado a incluir procesos por lotes tanto conocidos ahora como los desarrollados posteriormente en el futuro.

15 Con el fin de aclarar aún más el término "polímero funcionalizado" tal y como se aplica al impulsor 20 (figura 1a), la cinta transportadora revestida 120 (figura 2) y el filtro de recogida 220 (figura 3) enriquecidos con polímero funcionalizado o recubiertos con polímero, en las figuras 4 a 6 se ilustran varias superficies que se van a recubrir. Las diversas estructuras físicas de las superficies a revestir se ilustran en las figuras 7a-7f, y algunas realizaciones del polímero funcionalizado se representan en las figuras 8a, 8b, 8c, 9a, 9b y 9c.

20 A modo de ejemplo, el polímero, según algunas realizaciones de la presente invención, al menos se puede funcionalizar para atraer partículas de dos formas diferentes.

25 1. La superficie del polímero tiene una pluralidad de moléculas 73 (figuras 8a, 9a) que tienen un grupo funcional 78 (figuras 8a, 8b) para atraer partículas minerales 72 (figuras 8a, 9a).

2. La superficie del polímero tiene una pluralidad de moléculas 79 (figuras 8b, 9b, 9c, 9d) que hacen que la superficie sea hidrófoba para atraer partículas minerales 71, 71' (figuras 8b, 9b, 9c, 9d).

30 Superficie de polímero que tiene grupos funcionales

35 El término "polímero" en esta descripción significa una molécula grande hecha de muchas unidades de la misma estructura o similar unidas entre sí. En algunas realizaciones de la presente invención, la superficie de polímero en un filtro tiene una pluralidad de moléculas 73 (figuras 8a, 9a) que tienen un grupo funcional 78 (figuras 8a, 8b) para atraer partículas minerales 72 (figuras 8a, 9a). En estas realizaciones, la unidad puede ser un monómero u oligómero que forma la base de, por ejemplo, poliamidas (nailon), poliésteres, poliuretanos, fenol-formaldehído, urea formaldehído, melamina-formaldehído, poliacetato, polietileno, poliisobutileno, poliacrilonitrilo, poli (cloruro de vinilo), poliestireno, poli (metacrilatos de metilo), acetato de polivinilo, poli (cloruro de vinilideno), poliisopreno, polibutadieno, poliácridatos, poli (carbonato), resina fenólica, polidimetilsiloxano y otros polímeros orgánicos o inorgánicos.

45 Por tanto, el material de polímero funcionalizado o recubierto con polímero puede ser duro o rígido como plástico o blando y flexible como un elastómero. Si bien las propiedades físicas del filtro pueden variar, la superficie del filtro está funcionalizada químicamente para proporcionar una pluralidad de grupos funcionales para atraer partículas minerales. Los términos "material de valor" y "partícula mineral" se utilizan aquí indistintamente. Es posible usar una molécula o segmento molecular 76 (figura 8a, 9a) para unir un grupo funcional 78 a la superficie del polímero. En general, la molécula 76 puede ser una cadena de hidrocarburo, por ejemplo, y el grupo funcional 78 puede ser iónico para atraer un mineral, como el cobre a la superficie 74.

55 Un xantato, por ejemplo, tiene tanto el grupo funcional 78 como el segmento molecular 76 que se incorporará al polímero que se utiliza para fabricar o revestir la superficie. Un grupo funcional 78 también se conoce como colector que es iónico o no iónico. El ion puede ser aniónico o catiónico. Un anión incluye, pero no se limita a, oxihidrido, como carboxílico, sulfatos y sulfonatos, y sulfhidral, como xantatos y ditiófosfatos. Otras moléculas o compuestos que se pueden usar para proporcionar el grupo funcional 78 incluyen tionocarboamatos, tioureas, xantógenos, monotiófosfatos, hidroquinonas y poliaminas. De manera similar, se puede incorporar un agente quelante en el polímero como un sitio colector para unirse a un mineral, como el cobre. Una superficie que tiene un polímero funcionalizado también se denomina aquí superficie sintética. Polímero que tiene moléculas para convertir una
60 superficie en hidrófoba

65 En algunas realizaciones de la presente invención, al menos la superficie de una superficie de filtro está funcionalizada de modo que la superficie sea hidrófoba. Es posible funcionalizar la superficie de un polímero para que tenga una pluralidad de moléculas 79 (figuras 8b, 8c, 9b, 9c) para hacer que la superficie sea hidrófoba.

En química, la hidrofobicidad es la propiedad física de una molécula (conocida como hidrofóbica) que se repele de una masa de agua. Las moléculas hidrófobas tienden a ser apolares y, por lo tanto, prefieren otras moléculas

neutras y disolventes no polares. Las moléculas hidrofóbicas en el agua a menudo se agrupan. Según la termodinámica, la materia busca estar en un estado de baja energía y la unión reduce la energía química. El agua está polarizada eléctricamente y es capaz de formar enlaces de hidrógeno internamente, lo que le confiere muchas de sus propiedades físicas únicas. Pero, dado que los hidrófobos no están polarizados eléctricamente y porque no pueden formar enlaces de hidrógeno, el agua repele a los hidrófobos, a favor de unirse a sí misma. Es este efecto el que provoca la interacción hidrofóbica.

El efecto hidrofóbico es la tendencia observada de sustancias apolares a agregarse en solución acuosa y excluir moléculas de agua. Se puede observar como la segregación y repulsión aparente entre el agua y las sustancias no polares. La interacción hidrofóbica es principalmente un efecto entrópico que se origina en la ruptura de los enlaces de hidrógeno entre moléculas de agua líquida por el soluto no polar. Una cadena de hidrocarburo o una región no polar similar o una molécula grande es incapaz de formar enlaces de hidrógeno con el agua. La introducción en el agua de una superficie sin enlaces de hidrógeno de este tipo provoca la interrupción de la red de enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua. Al agregarse juntas, las moléculas no polares reducen la superficie expuesta al agua y minimizan su efecto disruptivo.

La flotación mediante espuma es un proceso para separar selectivamente materiales hidrófobos de hidrófilos. El proceso se ha adaptado y aplicado a una amplia variedad de materiales a separar, y se han adoptado agentes colectores adicionales, incluidos tensioactivos y compuestos sintéticos, para diversas aplicaciones.

En los trabajos de minería, la flotación mediante espuma es un proceso para separar minerales de la ganga [material de descarte] aprovechando las diferencias en su hidrofobicidad. Las diferencias de hidrofobicidad entre minerales de valor y la ganga de desecho aumentan mediante el uso de tensioactivos y agentes humectantes. La separación selectiva de los minerales hace que el procesamiento de minerales complejos (es decir, mezclados) sea económicamente viable. El proceso de flotación se utiliza para la separación de una amplia gama de sulfuros, carbonatos y óxidos antes de seguir refinando.

Los fosfatos y el carbón también se mejoran (purifican) mediante tecnología de flotación. La flotación por espuma comienza por la trituración (es decir, trituración y trituración), que se utiliza para aumentar la superficie del mineral para su posterior procesamiento. El mineral incluye los minerales deseados y otros materiales no deseados, conocidos como ganga. El proceso de moler el mineral en un polvo fino se conoce como liberación. El mineral en polvo fino luego se mezcla con agua para formar una suspensión. El mineral deseado se vuelve hidrófobo mediante la adición de un producto colector tensioactivo o químico. El producto químico en particular depende del mineral que se esté refinando. Esta suspensión (más propiamente llamada pulpa) de partículas minerales hidrófobas y partículas de ganga hidrófobas se coloca luego en una columna de flotación o tubería horizontal en la que el mineral concentrado se separa de los relaves que contienen la ganga.

Para ser eficaces en una suspensión de mineral determinada, los colectores se eligen en función de su humectación selectiva de los tipos de partículas que se van a separar. Un buen colector adsorberá, física o químicamente, con uno de los tipos de partículas. En un circuito de flotación para la concentración de minerales, se agregan varios reactivos de flotación a una mezcla de mineral y agua (llamada pulpa) en un tanque de acondicionamiento. El caudal y el tamaño del tanque están diseñados para que los minerales tengan suficiente tiempo para activarse. La pulpa acondicionada se suministra a un banco de células más ásperas que eliminan la mayoría de los minerales deseados como concentrado.

La pulpa más rugosa pasa a un banco de células depuradoras donde se pueden agregar reactivos adicionales. La espuma de la celda limpiadora generalmente se devuelve a las celdas más rugosas para un tratamiento adicional, pero en algunos casos se puede enviar a celdas especiales más limpias. La pulpa de desecho suele estar lo suficientemente vacía [estéril] para descartarla como relaves. Los circuitos de flotación más complejos tienen varios juegos de celdas limpiadoras y re-limpiadoras, y un triturado intermedio de pulpa o concentrado. Debido a una serie de otros factores, hasta el 15% de los minerales liberados no se recuperan y se descartan como ganga.

55 Colectores

Los colectores se unen químicamente (quimisorción) sobre una superficie mineral hidrófoba o se adsorben sobre la superficie en el caso de, por ejemplo, la flotación de carbón mediante fisisorción. Los colectores aumentan la hidrofobicidad natural de la superficie, aumentando la separabilidad de las partículas hidrofóbicas e hidrofílicas. Las partículas hidrófobas de interés, de acuerdo con la presente invención, se representan como partículas 71', 72' en las figuras 8b, 8c, 9b y 9c.

65 Figuras 4, 5 y 6: Impulsores, cintas transportadoras y filtros

A modo de ejemplo, el impulsor 20 (figura 1) tiene un área de recogida 23 para soportar el polímero funcionalizado

(figura 4). La cinta transportadora 120 (figura 2) tiene un área de recogida 123 para soportar el polímero funcionalizado (figura 5). El filtro 220 (figura 3) tiene un área de recogida 223 para soportar el polímero funcional (figura 6). El área de recogida 23, 123 y 223 puede adoptar muchas formas y tener varias características de superficie (figuras 7a-7f) para atraer las partículas minerales de interés, cuando el impulsor 20, la cinta transportadora 120 y el filtro 220 se ponen en contacto con una mezcla o suspensión [lechada] de pulpa 11 (figura 1), 101 (figura 2), 201 (figura 3) que incluye agua y material de valor.

Figuras 7a-7f: Características superficiales

A modo de ejemplo, cada una de las áreas de recogida 23, 123 y 223 (figuras 4-6) puede tener una pluralidad de aberturas para permitir que la suspensión de pulpa 11 (figura 1), 101 (figura 2), 201 (figura 3) pase a través a la vez que se recoge al menos parte del material de valor en la suspensión de pulpa. La superficie dentro de una abertura y las superficies o bordes alrededor de la abertura estarán provistas de los grupos funcionales para atraer las partículas minerales. Estas superficies se denominan superficies de recogida.

Por ejemplo, las aberturas en las áreas de recogida 23, 123 y 223 pueden adoptar la forma de agujeros o pasajes cilíndricos 701 como se muestra en la figura 7a. Las aberturas en las áreas de recogida 23, 123 y 223 pueden adoptar la forma de vías de paso hexagonales 702 dispuestas como un panal, tal y como se muestra en la figura 7b. Las áreas de recogida 23, 123 y 223 pueden tener una rejilla rectangular 703, tal y como se muestra en la figura 7c. Las áreas de recogida 23, 123 y 223 pueden comprender una pila de láminas onduladas 704a como se muestran en la figura 7d.

Las áreas de recogida 23, 123 y 223 pueden comprender una disposición irregular de estructuras 705 a modo de fibra o de malla, como se muestra en la figura 7e. Las áreas de recogida 23, 123 y 223 pueden comprender una superficie plana 706 como se muestra en la figura 7f. La superficie lisa 06 puede ser una superficie lisa, una superficie similar al papel o una superficie mate, sin estructuras más grandes. El área de recogida 23, 123 y 223 puede estar hecha del material de polímero o recubierto con polímero, tal como un polímero funcionalizado para atraer las partículas minerales.

Alternativamente, solo las superficies de recogida se recubren con dicho polímero. En una realización diferente de la presente invención, el área de recogida 223 comprende un panel, como por ejemplo un panel de vidrio, un panel cerámico y una lámina de metal, en donde uno o ambos lados del panel tienen una superficie plana 706. En otra realización más de la presente invención, el impulsor 20 y el filtro 220 comprenden una recopilación de burbujas o esferas de polímero o recubiertas con polímero tal y como se muestra en las figuras 12a-12b.

Figuras 8a-9c: Moléculas superficiales

A modo de ejemplo, las estructuras de tipo fibra 705 (figura 7e) se pueden funcionalizar para que se unan a las moléculas 73 (figuras 8a, 8b). Las estructuras de tipo fibra 705 tal y como se muestran en la figura 7e pueden estar hechas de fibras individuales 401, 401' tal y como se muestra en las figuras 8a-8c. A modo de ejemplo, las fibras individuales 401, 401' pueden estar hechas de un cordón, cuerda o sogas que puede tener varias secciones transversales y geometrías.

En una realización de la presente invención, la fibra 401 (figura 8a) puede estar hecha de un polímero que tiene una pluralidad de moléculas 73 para proporcionar el grupo funcional 78 y el segmento molecular de unión 76. Un xantato, por ejemplo, tiene tanto el grupo funcional 78 y el segmento molecular 76 que se incorporarán en el polímero que se usa para hacer la fibra 401. Un grupo funcional 78 también se conoce como un colector que es iónico o no iónico para atraer partículas minerales 72. El ión puede ser aniónico o catiónico. Un anión incluye, pero no se limita a, oxihidrido, como carboxílico, sulfatos y sulfonatos, y sulfhidral, como xantatos y ditiofosfatos. Otras moléculas o compuestos que se pueden usar para proporcionar el grupo funcional 78 incluyen tionocarboamatos, tioureas, xantógenos, monotiofosfatos, hidroquinonas y poliaminas.

En otra realización de la presente invención, la fibra 401 está recubierta con un polímero que tiene las moléculas 73 para proporcionar el grupo funcional 78 y el segmento molecular de unión 76. Con tal recubrimiento, la fibra 401 puede estar hecha de vidrio, cerámica, metal, nailon, algodón o un polímero diferente. En la figura 8a se muestra un diagrama de la fibra 401 y las moléculas 73 unidas.

En una realización diferente de la presente invención, la fibra 401' (figura 8b) puede estar hecha de un polímero que tiene una pluralidad de moléculas 79 para convertir la fibra 401' en (y por lo tanto las áreas de recogida 23, 123 y 223 de las figuras 4, 5, 6) hidrófoba. El polímero puede ser un material hidrofóbico como poliestireno, poli (d, l-lactida), poli (dimetilsiloxano), polipropileno, poliacrílico, polietileno, etc. El polímero también puede ser un polímero modificado hidrofóticamente, como etil hidroxietil celulosa hidrofóticamente modificado. Alternativamente, la fibra 401' puede estar hecha de vidrio, cerámica, metal, nailon, algodón u otros materiales textiles y revestida con

moléculas hidrófobas, tales como polisiloxanatos, alquilsilano y fluoroalquilsilano. Las moléculas 79 hacen que la fibra 401' se vuelva hidrófoba.

5 Como tal, una partícula mineral 72' modificada hidrofóticamente puede ser atraída por la fibra hidrofótica 401'. La partícula mineral 72' hidrofóticamente modificada o humedecida comprende una partícula mineral 71 y una o más moléculas 73 unidas a la misma. La molécula 73, o colector, tiene un grupo funcional 78 unido a la partícula mineral 71 y una cadena hidrófoba o segmento molecular 76. En la figura se muestra un diagrama que muestra la atracción entre la cadena hidrófoba o los segmentos moleculares 76 y la fibra hidrófoba 401' 8b. Se debe entender que las partículas 72' pueden ser no minerales y pueden ser algunas partículas dañinas en una masa de agua.

10 Además, la fibra hidrófoba 401' también se puede utilizar para atraer partículas no minerales. Por ejemplo, si una partícula no mineral 71' tiene una o más cadenas hidrófobas o segmentos moleculares 76, la partícula no mineral 71' también es atraída por la fibra hidrófoba 401'. En la figura 8c se muestra un diagrama que muestra la atracción entre las partículas no minerales 71' y la fibra hidrófoba 401. Por lo tanto, la fibra hidrófoba 401' se puede utilizar en un filtro, impulsor o cinta transportadora (similar a los que se muestran en las figuras 4-6) para el control de la contaminación del agua, purificación del agua, etc.

15 Las superficies y bordes alrededor de las aberturas o estructuras de superficie 701, 702, 703, 704 (figuras 7a-7d) se pueden funcionalizar para proporcionar las moléculas 73 (figuras 9a, 9b). Las superficies expuestas y los bordes alrededor de las aberturas o estructuras de superficie 701, 702, 703, 704 están representados por las partes de superficie 403, 403' tal y como se muestra en las figuras 9a-9c. La longitud L de las partes superficiales 403, 403' puede ser igual al grosor del impulsor 20, la cinta transportadora 120 y el filtro 220 (figuras 4-6). Al igual que con la fibra 401 como se muestra en la figura 8a, la parte superficial 403 puede estar hecha de un polímero que tiene una pluralidad de moléculas 73 para proporcionar el grupo funcional 78 y el segmento molecular de unión 76.

20 En una realización diferente, la parte superficial 403 está recubierta con un polímero que tiene las moléculas 73 para proporcionar el grupo funcional 78 y el segmento molecular de unión 76. La parte superficial 403 puede estar hecha de vidrio, cerámica, metal, nailon, algodón o un polímero diferente. El grupo funcional 78 se usa para atraer partículas minerales 72. En la figura 9a se muestra un diagrama de la parte superficial 403 y las moléculas unidas 73.

25 En una realización diferente de la presente invención, la parte superficial 403' puede estar hecha de un polímero que tiene una pluralidad de moléculas 79 que hacen que la parte superficial 403' (y por lo tanto las áreas de recogida 23, 123 y 223 de las Figuras 4, 5, 6) sea hidrofótica. Al igual que con la fibra hidrofótica 401' como se muestra en las figuras 8b y 8c, el polímero puede ser un material hidrofóto como poliestireno, poli (d, l-lactida), poli (dimetilsiloxano), polipropileno, poliacrílico, polietileno, etc. También puede ser un polímero modificado hidrofóticamente, tal como etil hidroxietil celulosa hidrofóticamente modificada. Alternativamente, la parte superficial 403' puede estar hecha de vidrio, cerámica, metal, nailon, algodón u otros materiales textiles y recubierta con moléculas hidrofótas, tales como polisiloxanatos, alquilsilano y fluoroalquilsilano. Las moléculas 79 hacen que la parte superficial 403' se vuelva hidrofóto.

30 Como tal, una partícula de mineral 72' modificada hidrofóticamente es atraída hacia la parte de superficie hidrofóto 403'. En la figura 9b se muestra un diagrama que muestra la atracción entre los segmentos moleculares 76 y la parte de superficie hidrofóto 403'. Se debe entender que las partículas 72' pueden ser no minerales y pueden ser algunas partículas dañinas en una masa de agua. Además, la parte superficial hidrofóto 403' también se puede usar para atraer partículas no minerales. Por ejemplo, si una partícula no mineral 71' tiene una o más cadenas hidrofótas o segmentos moleculares 76, la partícula no mineral 71' también es atraída por la parte superficial hidrofóto 403'.

35 En la figura 9c se muestra un diagrama que muestra la atracción entre las partículas no minerales 71' y la parte superficial hidrofóto 403'. Por lo tanto, un filtro, impulsor o cinta transportadora (similar a los que se muestran en las figuras 4-6) que tiene partes superficiales hidrofótas 403' también se puede usar para el control de la contaminación del agua, purificación del agua, etc., para deshacerse de las partículas modificadas hidrofóticamente 72' que puede no ser un mineral de interés, sino un metal dañino para el medio ambiente.

40 El tratamiento de la superficie plana 706 (figura 7f) puede hacerse similar al de las partes de superficie 403, 403' tal y como se muestra en las figuras 9a-9c. Es decir, la superficie plana 706 se puede funcionalizar para proporcionar un grupo funcional 78 como se muestra en la figura 9a. La superficie plana 706 también se puede funcionalizar para que sea hidrofóto, como se muestra en las figuras 9b y 9c.

45 Se debe entender que, cuando el área de recogida 23 del impulsor 20 (figura 4), el área de recogida 123 de la cinta transportadora 120 (figura 5) y el área de recogida 223 del filtro 220 (figura 6) se funcionalizan para ser hidrofótas, la suspensión de pulpa 11 (figura 1a), la suspensión de pulpa 101 (figura 2) y la suspensión de pulpa 201 (figura 3) se deben mezclar con moléculas colectoras como xantatos para que las partículas minerales 71 (figuras 8b y 9b) en la suspensión se puedan modificar hidrofóticamente con las moléculas colectoras 73 para convertirse en partículas minerales humedecidas 72'.

50 En una realización diferente de la presente invención, el impulsor 20 (figura 1a), la cinta transportadora 120 (figura 2)

y el filtro 220 (figura 3) se utilizan en una tubería horizontal para la separación de minerales. Además, se puede usar un grupo de filtros 220 en un primer procesador 202 como se muestra en la figura 3. A modo de ejemplo, una pluralidad de filtros 220 se colocan en una tubería horizontal 300 para recoger el material de valor en la suspensión 322, como se muestra en la figura 10a. A medida que la suspensión pasa a través de los filtros 220, algunas de las partículas minerales de la suspensión se unirán al área de recogida 223 y las aberturas (véanse las figuras 7a-7e).

Con tal disposición, uno o más de los filtros 220 se pueden sacar de la tubería horizontal 300 para la liberación de minerales (ver figura 10b) mientras otros filtros 220 continúan recolectando las partículas minerales. Los relaves 342 se pueden descargar o transportar a un estanque de relaves o similar (ver figura 11). Las partículas minerales adheridas al filtro 220 se pueden liberar en un entorno rico para la liberación con una solución de pH bajo y/o agitación ultrasónica. El valor de pH de la solución de pH bajo puede ser de 0 a 7, por ejemplo. Como se muestra en la figura 10b, el filtro 220 con partículas minerales recogidas se puede colocar en un aparato de liberación 410 para lavarlo con una mezcla de ácido y agua proporcionada por el recipiente de agua 424 y el recipiente de ácido 422. Se pueden usar una o más fuentes ultrasónicas 432 para sacudir las partículas minerales adheridas del filtro 220.

En una realización de la presente invención, el filtro 200 comprende un panel, tal como un panel de vidrio, un panel cerámico, una lámina de metal, una lámina de plástico, en donde el panel está recubierto con un material de polímero o recubierto con polímero que comprende una pluralidad de moléculas configuradas para atraer las partículas minerales. La superficie del panel puede ser una superficie plana como se muestra en la figura 7f. El agua regenerada 427 se puede canalizar hacia atrás para su reutilización. El mineral 440 concentrado se puede sacar del aparato 410 de liberación.

En muchos entornos de liberación, el valor de pH es más bajo que el valor de pH para la unión de minerales. Cabe señalar que, sin embargo, cuando el material de valor es por ejemplo el cobre, es posible proporcionar un entorno de pH más bajo para la unión de partículas minerales y proporcionar un entorno con un pH mayor para la liberación de las partículas minerales de las esferas o burbujas de polímero o recubiertas con polímero. En general, el valor de pH se elige para facilitar la unión más fuerte y se elige un valor de pH diferente para facilitar la liberación. Por tanto, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se elige un valor de pH para la unión de minerales y se elige un valor de pH diferente para la liberación de minerales. El pH diferente podría ser mayor o menor, dependiendo del mineral y colector específico.

Aplicaciones

El alcance de la invención se describe en relación con la separación de minerales, incluida la separación del mineral de cobre.

A modo de ejemplo, se prevé que las aplicaciones incluyan celdas ásperas / depuradoras de separación en el flujo de producción, que reemplacen a las tradicionales máquinas de flotación.

En las celdas recolectoras de relaves se utilizan para recolectar los minerales no recuperados de una corriente de relaves.

En las celdas de limpieza de relaves se utiliza para limpiar el material no deseado de la corriente de relaves antes de enviarlo al estanque de eliminación.

En las máquinas de recuperación de relaves que se colocan en el estanque de relaves para recuperar minerales de valor que se han enviado al estanque de relaves.

Se debe entender que el filtro 220 (figuras 3, 6) también se puede utilizar para la recuperación de minerales en un punto en los relaves. A modo de ejemplo, se pueden colocar uno o más filtros 220 en un estanque de relaves 350 para recoger las partículas minerales en los relaves 342. Para aumentar el contacto entre el área de recogida 223 y los relaves 342 en el estanque 350, es posible mover los filtros 220 hacia adelante y hacia atrás como lo indican las flechas A y B. Se entiende que cuando el área de recogida 223 del filtro 220 se funcionaliza para que sea hidrófoba, se deben agregar moléculas colectoras tales como xantatos en los relaves 342 de manera que las partículas minerales de los relaves se pueden humedecer.

Se debe entender que las esferas y los filtros de polímero o recubiertos con polímero de acuerdo con la presente invención, ya sea funcionalizados para tener un colector o funcionalizados para ser hidrófobos, también están configurados para su uso en la separación de arenas oleaginosas, para separar el betún de la arena y el agua en la recuperación de betún en una operación minera de arenas petrolíferas.

Otros tipos o clases de materiales de valor o minerales de interés, incluyen el oro, el molibdeno, etc.

Sin embargo, se pretende que el alcance de la invención incluya otros tipos o clases de aplicaciones ya conocidas ahora o que se desarrollen posteriormente en el futuro.

Figuras 12a - 14b: Diferentes formas de realización

5

En las áreas de recogida 23, 123, 223 del impulsor 20, la cinta transportadora 120 y el filtro 220 como se muestra en las figuras 4-7f, las superficies de recogida en las estructuras superficiales están revestidas con un material de polímero o recubiertas con polímero que tiene moléculas particulares para atraer partículas minerales. En diferentes aspectos, el material de polímero o recubierto con polímero se puede usar para proporcionar esas moléculas particulares en las esferas o burbujas, o para crear las esferas o burbujas (véanse las figuras 13a-14b). Las burbujas o esferas que tienen las moléculas particulares para atraer partículas minerales se denominan en el presente documento como burbujas o esferas de polímero o recubiertas con polímero. A modo de ejemplo, las esferas o burbujas 170 de polímero o recubiertas con polímero se utilizan en un impulsor o un filtro para recoger partículas minerales 72, 72' (véanse las figuras 8a-9b, 13a-14b).

10

15

Tal y como se muestra en la figura 12a, el impulsor usa una jaula o similar para contener una pluralidad de esferas de polímero o recubiertas con polímero para proporcionar las superficies de recogida en el área de recogida 23. Como se muestra en la figura 12b, el filtro usa una jaula o similar, para contener una de las esferas 170 de polímero o recubiertas con polímero para proporcionar las superficies de recogida en el área de recolección 223. Cuando las esferas o burbujas 170 de polímero o recubiertas con polímero se utilizan para recoger material de valor en un estanque de relaves 350 (figura 11), se pueden poner en un saco 320 tal y como se muestra en la figura 12c. Al igual que con el material de polímero o recubierto con polímero que se usa en las superficies de recogida 403, 403' (figuras 9a-9c), el material de polímero o recubierto con polímero que se usará en las esferas o burbujas 170 de polímero o recubiertas con polímero puede tener los grupos funcionales 78 para atraer las partículas minerales 72, o puede tener las moléculas hidrófobas 79.

20

25

La figura 13a ilustra una esfera de polímero funcionalizada o recubierta con polímero para atraer partículas hidrófobas. Tal y como se muestra en la figura 13a, la burbuja o esfera 170 de polímero o recubierta con polímero tiene un cuerpo de esfera en fase sólida para proporcionar una superficie de esfera 174. Al menos la parte exterior del cuerpo de esfera está hecha de un material sintético, tal como polímero hidrofóbico, o un recubrimiento de un químico hidrofóbico. Como se muestra en las figuras 13a y 13b, la superficie 174 de la burbuja o esfera sintética comprende una pluralidad de moléculas 79 que hacen que la superficie 174 sea hidrófoba. Por ejemplo, la superficie 174 puede ser una superficie de vidrio revestida con polisiloxanatos que pueden unirse al grupo hidroxilo de la superficie del vidrio.

30

35

Los polisiloxanatos, tales como los poldimetilsiloxanos terminados en hidroxilo, tienen una cadena de silicio-oxígeno para proporcionar las moléculas hidrófobas 79. La partícula hidrófoba 72', como se muestra en la figura 13b, puede ser una partícula mineral 71 que tiene uno o más colectores 73 unidos a la misma. Un extremo (78) del colector 73 tiene un enlace ionizante unido a la partícula mineral 71. El otro extremo del colector 73 tiene una cadena hidrófoba 76 que tiende a moverse hacia las moléculas hidrófobas 79. Por tanto, la partícula hidrófoba 72' puede ser una partícula mineral humedecida. Un colector, como el xantato, tiene tanto el grupo funcional 78 como la molécula 76. La partícula hidrófoba 72, como se muestra en la figura 13c, puede ser una partícula 71' que tiene una cadena hidrófoba 76. Dicha partícula puede que no esté relacionada con minerales, pero se puede disponer para que entre en contacto con el polímero hidrofóbico o con las burbujas o esferas 170 de polímero o recubiertas con polímero de la presente invención.

40

45

Asimismo, la partícula 71 puede ser no mineral y puede ser dañina para el medio ambiente. Por tanto, las burbujas o esferas hidrófobas 170, de acuerdo con la presente invención, pueden usarse en aplicaciones no mineras, tales como control de la contaminación del agua y purificación del agua. El tamaño de la esfera de polímero o recubierta con polímero puede ser menor que el tamaño mínimo de las partículas minerales que es de aproximadamente 150 μm , y puede ser mayor que el tamaño máximo de las partículas minerales. En ciertas aplicaciones, el tamaño de la esfera de polímero o recubierta con polímero puede ser de 1 cm o más.

50

55

La figura 14a ilustra una esfera de polímero o recubierta con polímero que tiene un grupo funcional para atraer partículas minerales. La esfera 170 de polímero o recubierta con polímero tiene un cuerpo de la esfera para proporcionar una superficie 174 de la esfera para atraer partículas minerales 72. La figura 14b es una superficie ampliada de la esfera de polímero funcionalizado o recubierta con polímero para atraer partículas minerales. Al menos la parte exterior del cuerpo de la esfera está hecha de un material sintético, como un polímero, para proporcionar una pluralidad de moléculas o segmentos moleculares 76 en la superficie 174. La molécula 76 se usa para unir un grupo funcional químico 78 a la superficie 174.

60

65

En general, la molécula 76 puede ser una cadena de hidrocarburo, por ejemplo, y el grupo funcional 78 puede tener un enlace aniónico para atraer un mineral, como el cobre a la superficie 174. Un xantato, por ejemplo, tiene tanto el grupo funcional 78 y el segmento molecular 76 que se incorporarán en el polímero que se usa para hacer la esfera 70 de polímero o recubierta con polímero. El grupo funcional 78 también se conoce como un colector que puede tener un enlace no ionizante o ionizante para atraer las partículas minerales 72. De manera similar, se puede incorporar un agente quelante en el polímero como un sitio colector para atraer un mineral, como el cobre.

La liberación de las partículas minerales de las esferas de polímero o recubiertas con polímero puede ser similar a la liberación de las partículas minerales del impulsor, la cinta transportadora o el filtro. Por ejemplo, después de que las esferas 170 de polímero o recubiertas con polímero en el área de recogida 23 ó 223 o en el saco 320 (figuras 12a-12c) hayan recogido una cierta cantidad de partículas minerales, las esferas 170 de polímero o recubiertas con polímero se pueden poner en contacto con una solución de pH bajo y/o someterse a agitación ultrasónica (por ejemplo, la figura 10b) para liberar las partículas minerales. Sin embargo, también se puede usar una solución de pH alto para liberar ciertas partículas minerales mientras que se usa un entorno de pH bajo para la unión de minerales.

Según algunas realizaciones de la presente invención, solo una parte de la superficie de la esfera sintética está funcionalizada para que sea hidrófoba. Lo anterior tiene los siguientes beneficios:

1. Evita que se acumulen demasiadas esferas o limita la acumulación de esferas.
2. Una vez que se adhiere un mineral, es probable que el peso del mineral obligue a la esfera a rotar, permitiendo que la esfera se ubique debajo de la esfera a medida que asciende a través de la celda de flotación:
 - a. Mejora la limpieza ya que puede dejar pasar la ganga.
 - b. Protege la partícula o partículas minerales adheridas para que no se desprendan.
 - c. Proporciona un ascenso más claro a la zona de recogida superior en la celda de flotación.

Según algunas realizaciones de la presente invención, solo una parte de la superficie de la esfera sintética está funcionalizada con colectores. Esto también tiene los beneficios de:

1. Una vez que se adhiere un mineral, es probable que el peso del mineral obligue a la esfera a rotar, permitiendo que la esfera se ubique debajo de la esfera a medida que asciende a través de la celda de flotación:
 - a. Mejora la limpieza ya que puede dejar pasar la ganga.
 - b. Protege la partícula o partículas minerales adheridas para que no se desprendan.
 - c. Proporciona un ascenso más claro a la zona de recogida superior en la celda de flotación.

Según algunas realizaciones de la presente invención, una parte de la esfera sintética se funcionaliza con colectores mientras que otra parte de la misma esfera sintética se funcionaliza para que sea hidrófoba como se muestra en las figuras 15a y 15b. Como se muestra en la figura 15a, una esfera sintética 74 tiene una parte superficial donde el polímero está funcionalizado para tener moléculas colectoras 73 con el grupo funcional 78 y el segmento molecular 76 unidas a la superficie de la esfera 74. La esfera sintética 74 también tiene una parte de superficie diferente donde el polímero está funcionalizado para tener moléculas hidrófobas 79. En la realización como se muestra en la figura 15b, la superficie completa de la esfera sintética 74 se puede funcionalizar para tener moléculas colectoras 73, pero una parte de la superficie está funcionalizada para tener moléculas hidrófobas 79 y dejarla hidrofóbica.

Esta esfera sintética "híbrida" puede recoger partículas minerales que estén mojadas y no mojadas.

Según algunas realizaciones de la presente invención, la superficie de una esfera sintética se puede funcionalizar para tener una molécula colectora. El colector tiene un grupo funcional con un ión capaz de formar un enlace químico con una partícula mineral. Una partícula mineral asociada con una o más moléculas colectoras se denomina partícula mineral humedecida. Según algunas realizaciones de la presente invención, la esfera sintética se puede funcionalizar para que sea hidrófoba con el fin de recoger una o más partículas minerales humedecidas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato que comprende:
- un filtro de recogida que comprende una pluralidad de cordones, cuerdas o sogas hechos de poli-parafenilen tereftalamida, los cordones, cuerdas o sogas tienen superficies de recogida configuradas para entrar en contacto con una mezcla que comprende agua y material de valor, comprendiendo el material de valor una pluralidad de partículas minerales; y
- 10 comprendiendo las superficies de recogida un material de revestimiento hecho de un derivado de siloxano para atraer las partículas minerales a las superficies de recogida.
- 15 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el material de revestimiento comprende un grupo funcional químico para unir las partículas minerales a las superficies de recogida.
3. Aparato según la reivindicación 2, en el que el material de revestimiento está configurado para convertir las superficies de recogida en hidrófobas.
- 20 4. Aparato según la reivindicación 3, en el que las partículas minerales comprenden uno o más segmentos moleculares hidrófobos unidos a las mismas.
- 25 5. Aparato según la reivindicación 1, en el que el derivado de siloxano comprende polidimetilsiloxano, polisiloxanatos de etilhidroxietilcelulosa modificados hidrófobamente, polisiloxanatos o polidimetilsiloxanos terminados en hidroxilo.
- 30 6. Procedimiento que comprende:
- proporcionar un elemento de filtro hecho de una pluralidad de cordones, cuerdas o sogas, la pluralidad de cordones, cuerdas o sogas están hechos de poli-parafenilen tereftalamida, los cordones, cuerdas o sogas tienen superficies de recogida configuradas para entrar en contacto con una mezcla que comprende agua y material de valor, el material de valor comprende una pluralidad de partículas minerales; y
- 35 proporcionar un material de revestimiento hecho de un derivado de siloxano en las superficies de recogida para atraer las partículas minerales a las superficies de recogida.
- 40 7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el material de revestimiento está configurado para convertir las superficies de recogida en hidrófobas, y en el que el derivado de siloxano comprende polidimetilsiloxano, polisiloxanatos de etilhidroxietilcelulosa modificados hidrófobamente, polisiloxanatos o polidimetilsiloxanos terminados en hidroxilo.
- 45 8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además:
- proporcionar moléculas colectoras en la mezcla, las moléculas colectoras comprenden un primer extremo y un segundo extremo, el primer extremo comprende un grupo funcional configurado para unirse a las partículas minerales, el segundo extremo comprende un segmento molecular hidrófobo, en el que las moléculas colectoras comprenden xantatos.
- 50 9. El procedimiento según la reivindicación 6, que comprende además:
- colocar el elemento de filtro en los relaves para permitir que las superficies de recogida entren en contacto con las partículas minerales.

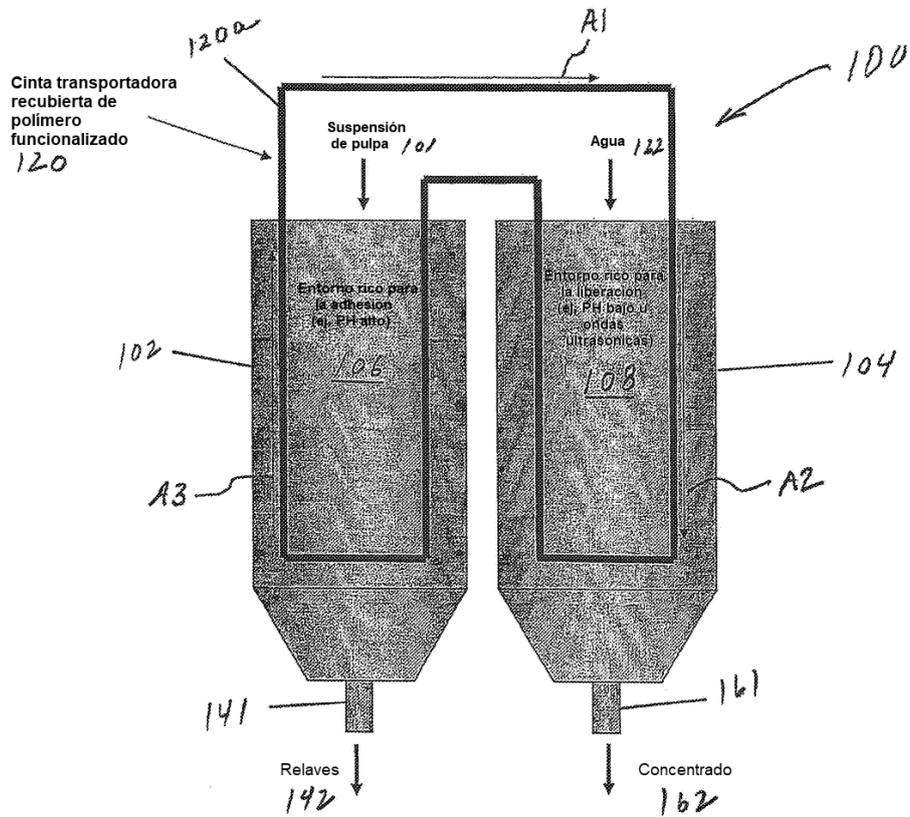


Figura 2

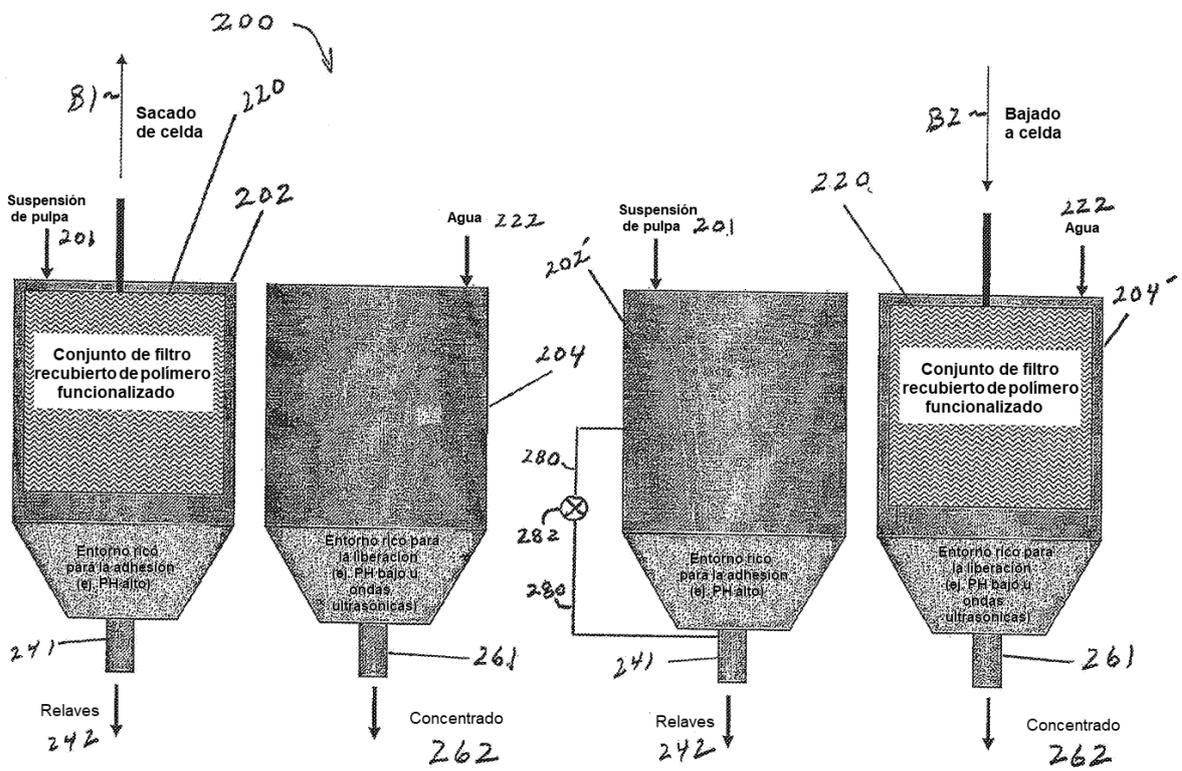


Figura 3

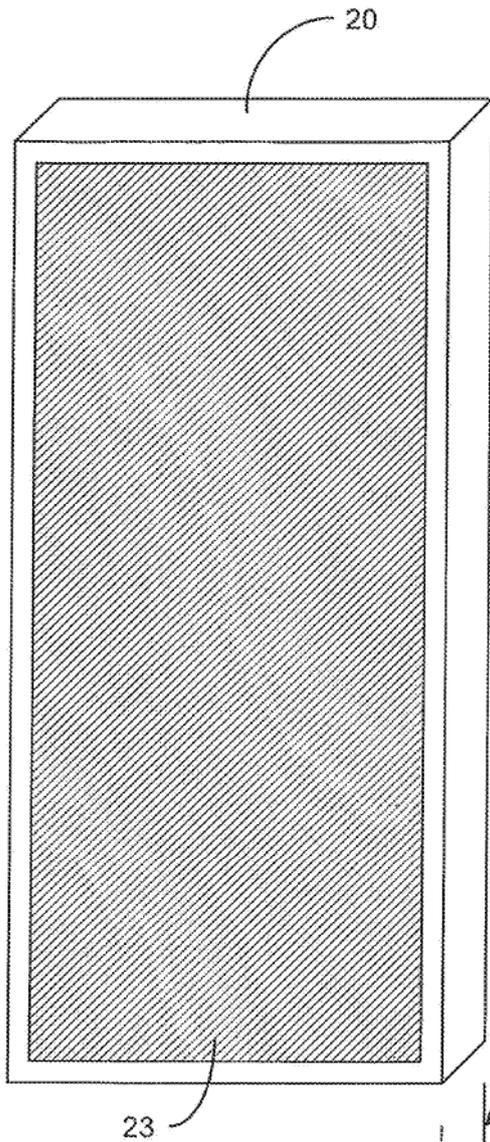


FIG. 4

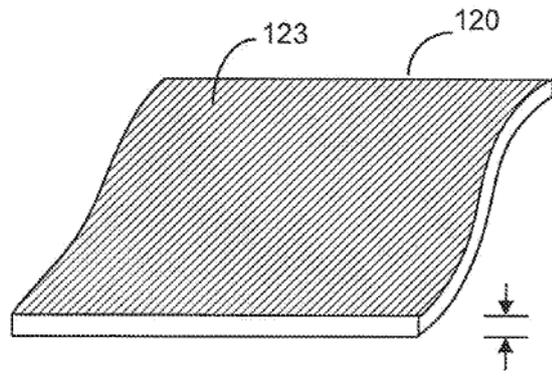


FIG. 5

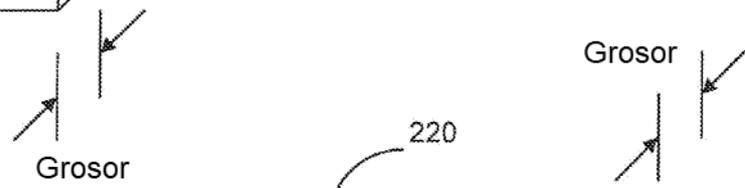
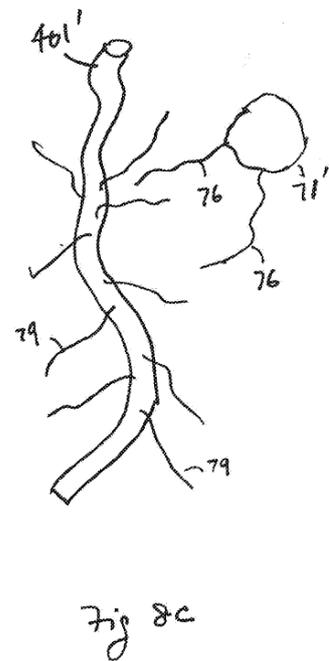
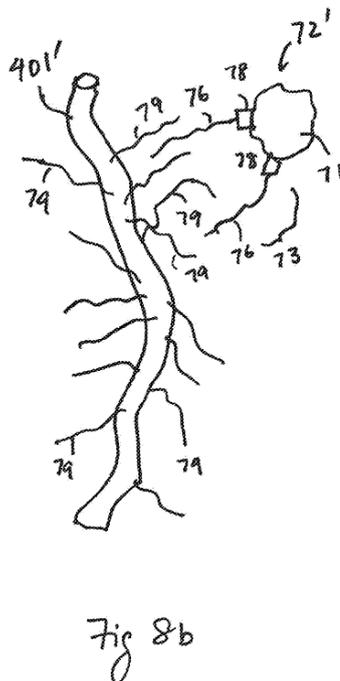
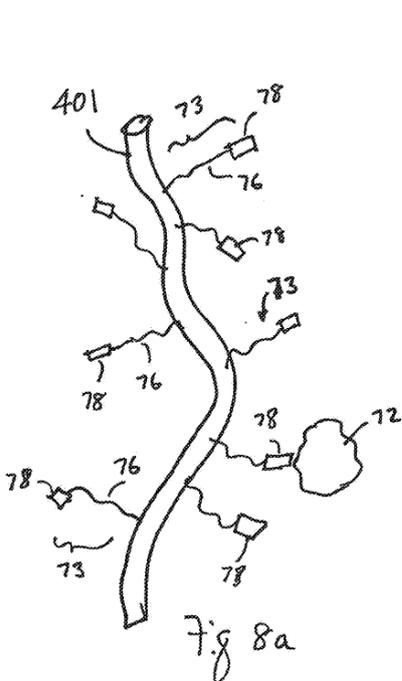
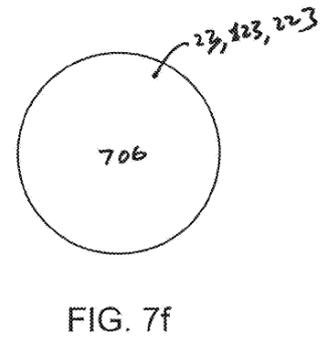
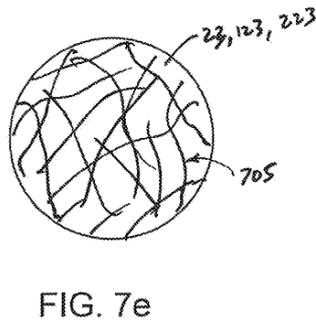
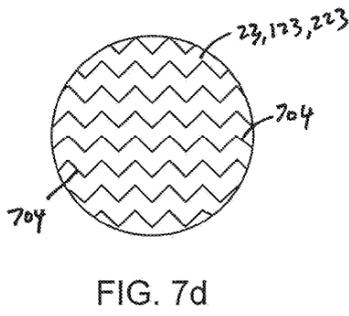
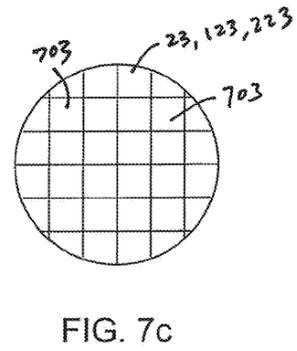
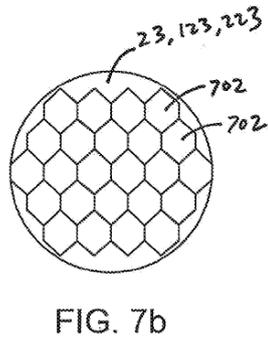
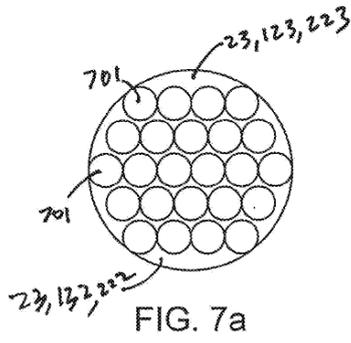
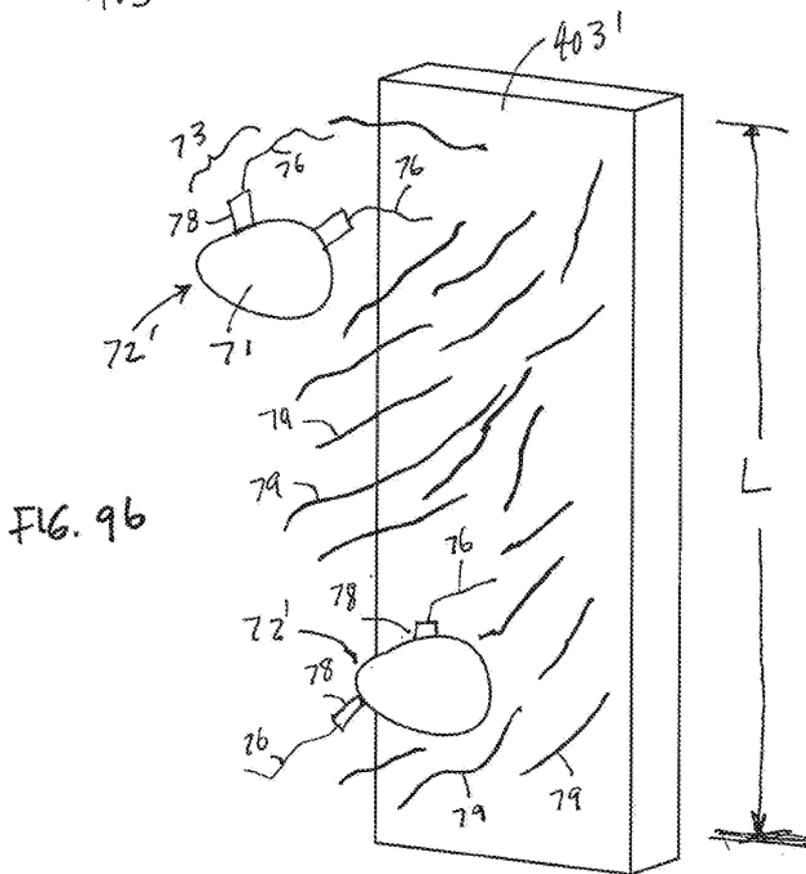
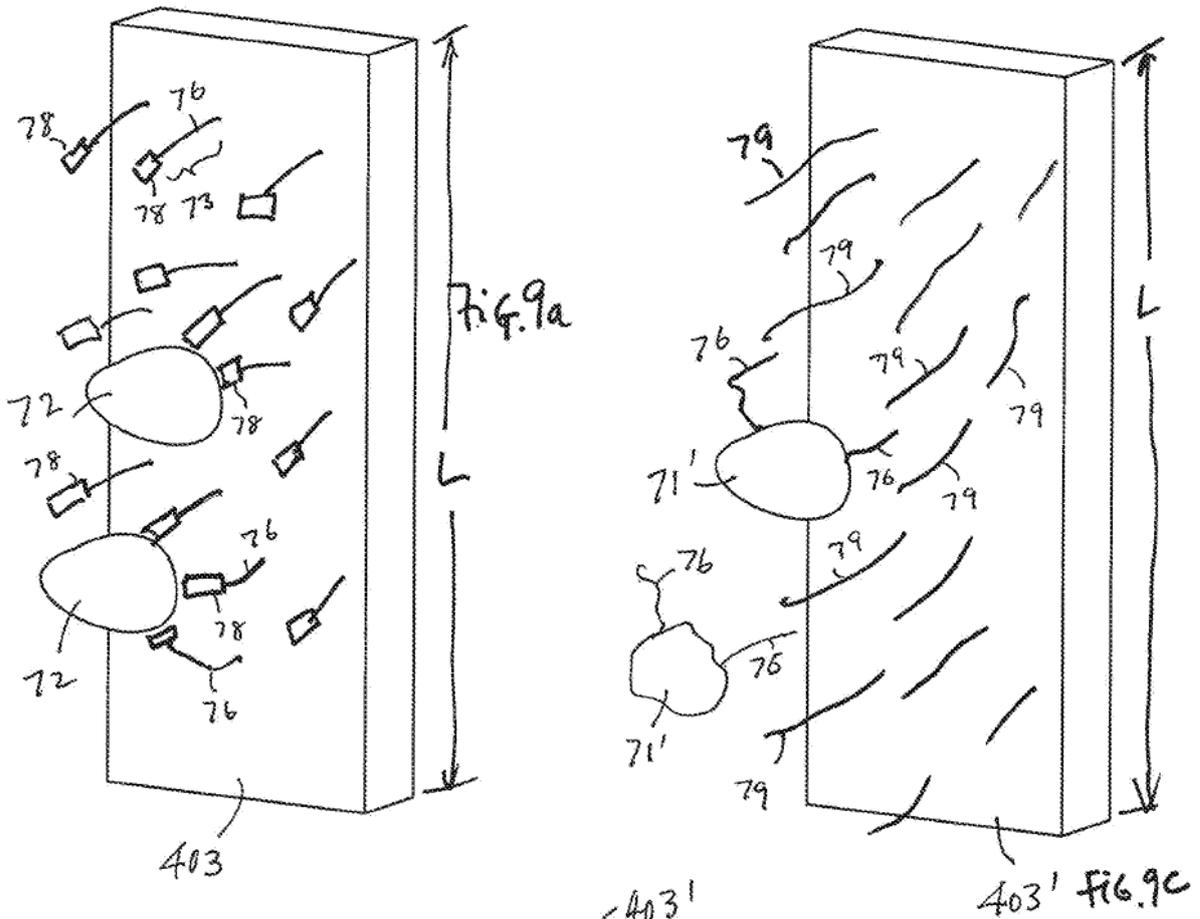


FIG. 6





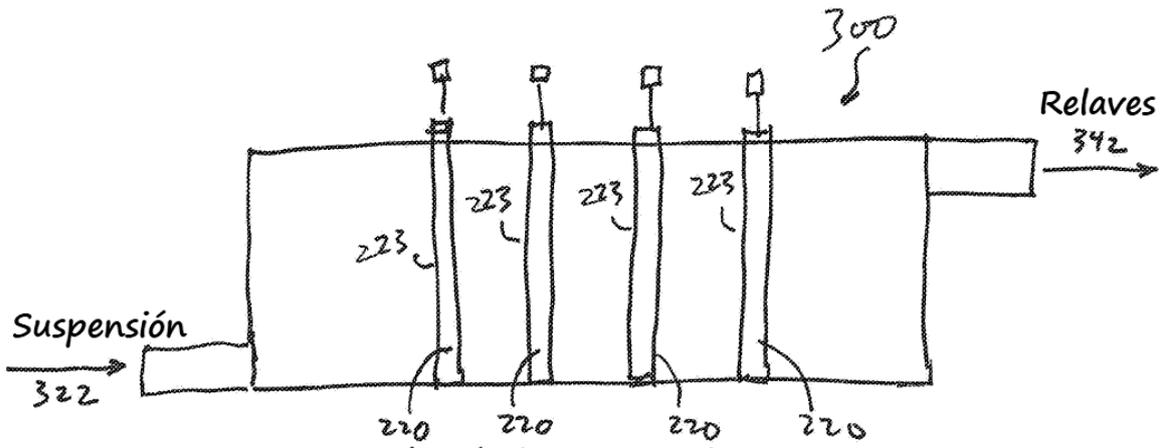
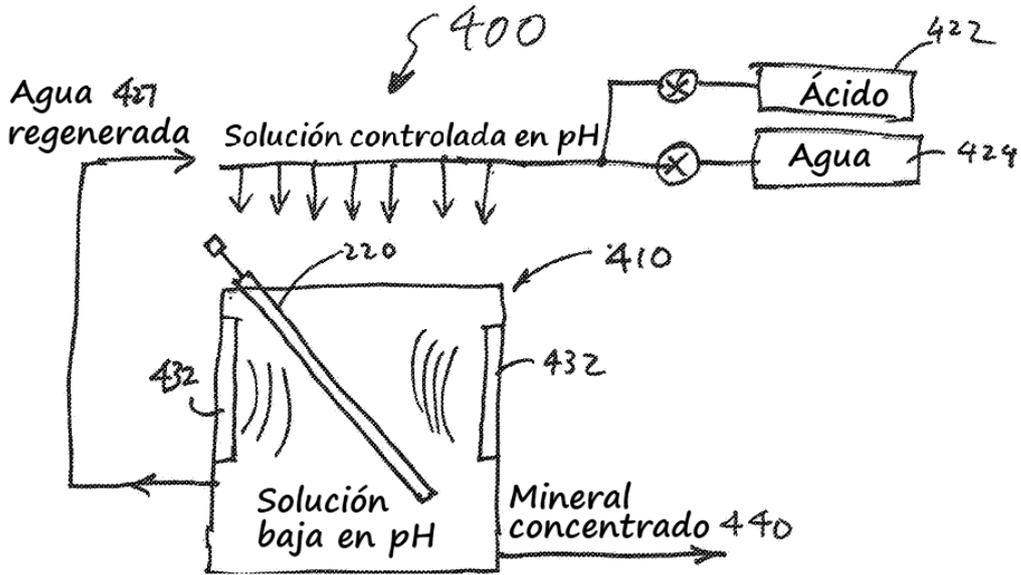


Fig. 10a Tubería horizontal



Aparato liberación

Fig. 10b

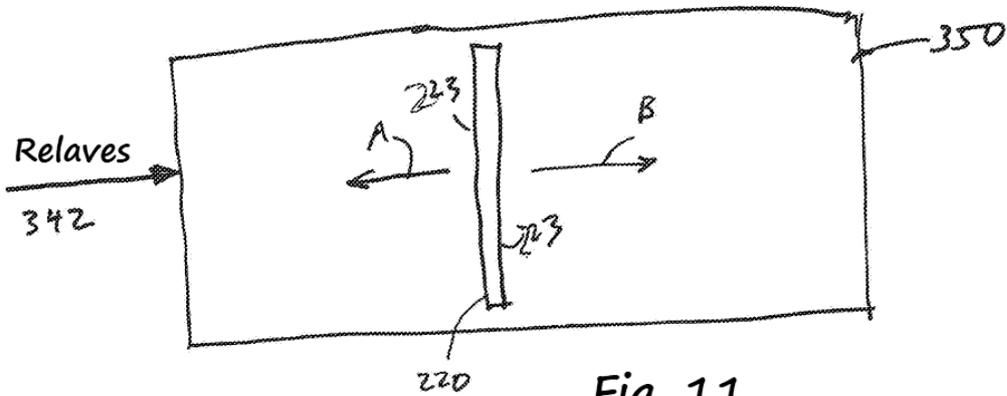


Fig. 11

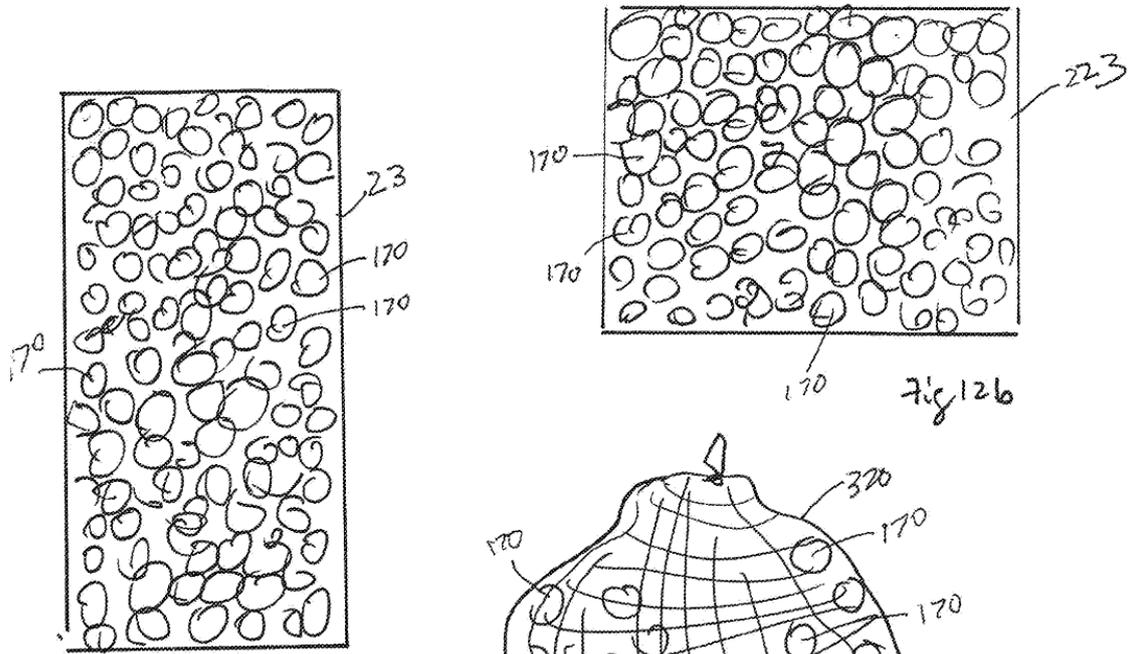


Fig. 12a

Fig. 12b

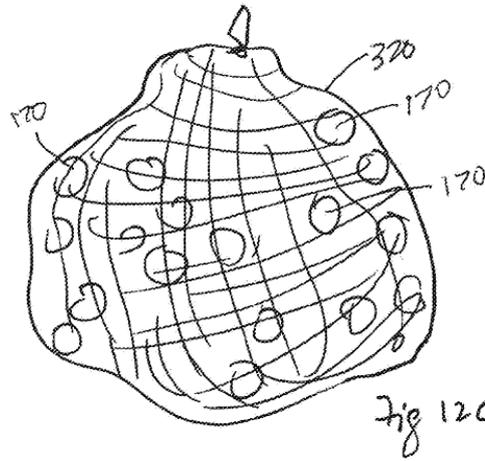


Fig. 12c

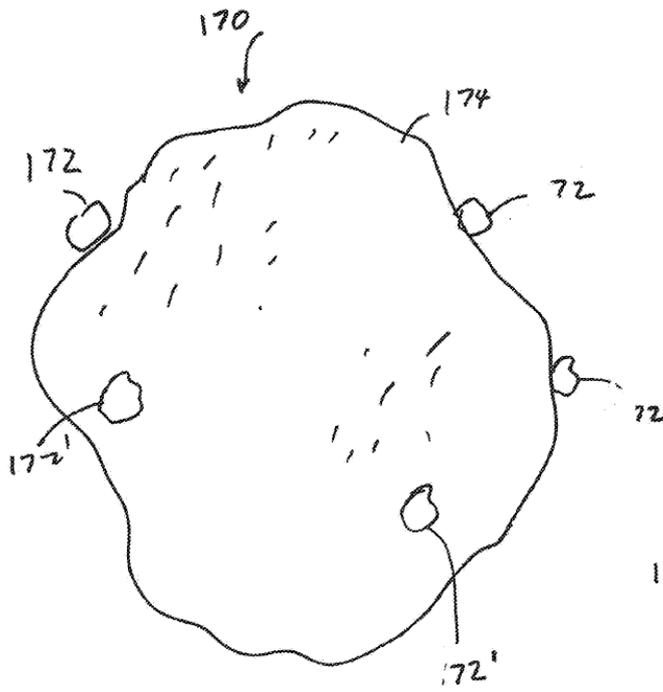


Fig. 13a

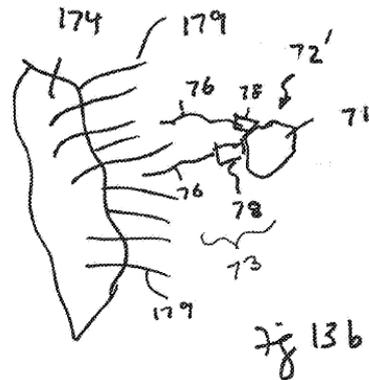


Fig. 13b

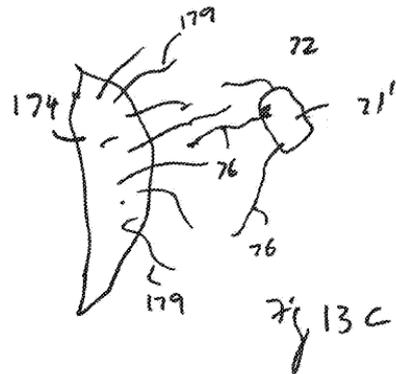


Fig. 13c

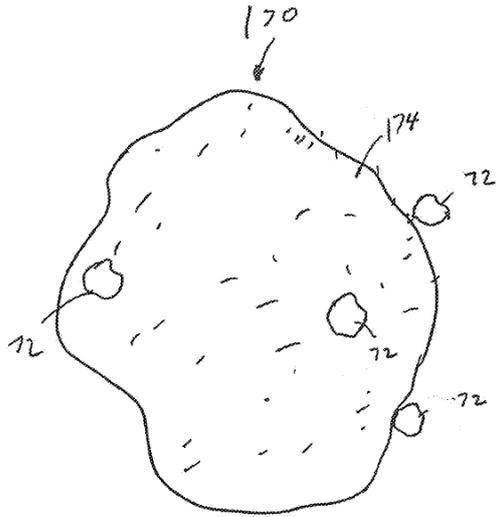


Fig. 14a

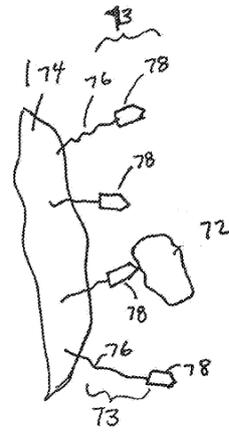


Fig. 14b

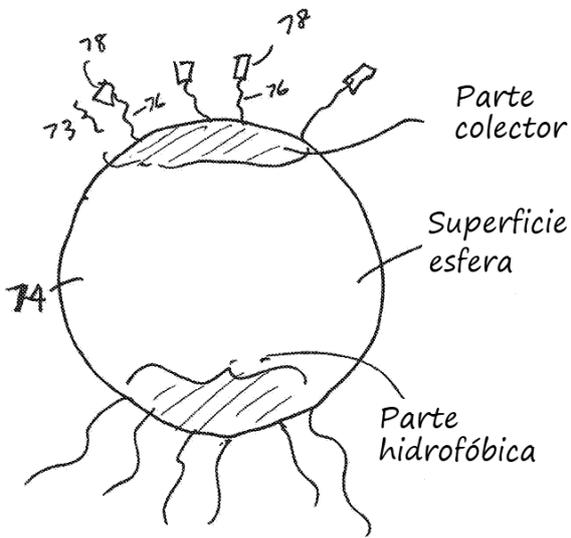


Fig. 15a

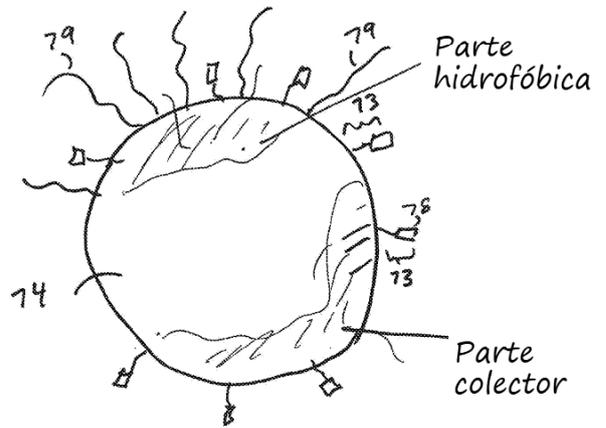


Fig. 15b