

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 801**

51 Int. Cl.:

**C01F 7/14** (2006.01)

**B01D 21/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2011 PCT/CA2011/000911**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2012 WO12019287**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2011 E 11815952 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2608862**

54 Título: **Aparato y método para refinar un licor de proceso mediante sedimentación por gravedad**

30 Prioridad:

**20.08.2010 AU 2010903743**

**13.08.2010 AU 2010903637**

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

**12.11.2020**

73 Titular/es:

**RIO TINTO ALCAN INTERNATIONAL LIMITED  
(100.0%)**

**400-1190 Avenue des Canadiens de Montréal  
Montréal, QC H3B 0E3, CA**

72 Inventor/es:

**PELOQUIN, GUY;  
LAROUCHE, ALAIN;  
BOIVIN, ALAIN;  
ST-LAURENT, MATTHIEU;  
GIRARD, RÉGIS y  
SIMARD, GUY**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 792 801 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**

Aparato y método para refinar un licor de proceso mediante sedimentación por gravedad

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato y método para extraer sólidos de un licor de proceso y en particular a un aparato y a un método para extraer sólidos sedimentados por gravedad, incluyendo precipitados, de un licor de proceso.

10

La presente invención presenta una aplicación particular, aunque no exclusiva, en procedimientos industriales para la preparación de corrientes viscosas con sólidos, que incluyen un volumen elevado de hidróxido de aluminio precipitado durante el curso de la producción de alúmina a partir de bauxita mediante el procedimiento de Bayer.

**15 Antecedentes**

Durante el curso del procedimiento de Bayer, el hidróxido de aluminio precipita a partir de un licor de proceso mediante el control de las condiciones del procedimiento asociadas al licor. El precipitado sedimenta en el fondo de un recipiente denominado espesador y el procedimiento que causa que sedimenten los precipitados de un licor se denomina espesamiento. Los precipitados se encontrarán en forma de partículas con un abanico de tamaños, incluyendo algunos tamaños más gruesos y algunos más finos. La proporción de partículas en los intervalos de tamaño más grueso y más fino depende de las condiciones del procedimiento.

20

El espesamiento resulta en que el licor hacia el fondo del espesador presenta un contenido elevado de precipitado más grueso, y es muy viscoso, y el licor próximo a la parte superior del recipiente presenta un contenido muy bajo en precipitado más fino. El licor de proceso puede pasar por una serie de espesadores, algunos de los cuales presentan el efecto de separar precipitados más gruesos respecto de precipitados finos, mientras que otros eliminan sustancialmente los precipitados finos del licor de proceso creando un denominado "licor clarificado". El licor clarificado se separa y se somete a etapas adicionales de tratamiento antes de devolverse al procedimiento de Bayer en forma de un licor cáustico que se utiliza en la digestión de la bauxita.

25

30

Los espesadores utilizados para separar el precipitado grueso respecto del precipitado fino se denominan clasificadores. Se apreciará que el término "espesador" tal como se utiliza a continuación en la presente memoria incluye una referencia a un clasificador.

35

El licor viscoso (asimismo denominado "lechada") típicamente se elimina del fondo del espesador mediante bombeo. Sin embargo, la elevada viscosidad de la lechada puede causar un recorrido de flujo preferente en la proximidad de la salida del espesador para la lechada. Como resultado, los sólidos fuera del recorrido de flujo sedimentan y se acumulan dentro del espesador. El recorrido de flujo preferido formado se denomina "ratonera" ("rat-hole").

40

El efecto de la formación de ratoneras es que el precipitado sedimentado reduce el volumen operativo total dentro del espesador. Lo anterior significa que el licor de proceso presenta un tiempo de residencia más corto en el espesador y, por lo tanto, la lechada viscosa extraída del espesador presenta un contenido de precipitado que es inferior al deseado para el tratamiento posterior. Lo anterior causa además un incremento del contenido de precipitado y del tamaño de precipitado en el extracto del licor de proceso procedente de la zona próxima al tope del espesador, afectando de esta manera negativamente al rendimiento de las etapas de tratamiento posteriores.

45

Por lo tanto, los espesadores deben cerrarse y limpiarse del precipitado sedimentado cada dos meses de media a fin de mantener un contenido de precipitado adecuado en la lechada extraída.

50

Ocasionalmente, el precipitado sedimentado se desprende y cae en el recorrido de flujo preferente de manera que la lechada extraída presentará puntas aleatorias de contenido de precipitado. Lo anterior dificulta el tratamiento corriente abajo y exige etapas adicionales de control que garanticen que el contenido de precipitado de la lechada extraída sea razonablemente consistente.

55

Los documentos US n° 1.299.872, GB n° 847.337 y US n° 3.084.801 describen un aparato y método para la separación de sólidos de líquidos.

60

Por lo tanto, existe una necesidad de reducir las "ratoneras" y la acumulación de sólidos sedimentados en los espesadores. Se apreciará que el término "sólidos" utilizado a lo largo de la presente memoria incluye precipitados.

**Sumario de la divulgación**

El solicitante ha reconocido que pueden reducirse los efectos de la formación de ratoneras mediante la reintroducción de sólidos sedimentados y en sedimentación en la corriente de flujo de lechada altamente viscosa

65

que sale de la base de un espesador. En particular, el solicitante ha reconocido que dirigir los sólidos sedimentados y la lechada altamente viscosa próximos a paredes laterales de un recipiente espesador en la proximidad del recorrido de flujo de lechada que sale del recipiente espesador presenta el efecto de reducir el grado en que se acumulan sólidos en torno a las paredes laterales del recipiente espesador.

5

Según un primer aspecto, se proporciona un aparato según la reivindicación 1 para el refinado de un licor de proceso que incluye sólidos, en el que el aparato incluye:

10

(a) un recipiente que presenta una base y una pared lateral que definen un volumen interno para contener el licor de proceso y para permitir la sedimentación por gravedad de los sólidos en el licor, que produce de esta manera un licor refinado hacia el tope del volumen interno y una lechada hacia el fondo del volumen interno,

15

(b) una salida de licor refinado en el tope o en proximidad al mismo del volumen interno para la extracción de licor clarificado de bajo contenido en sólidos,

20

(c) una salida de lechada en el fondo o en proximidad al mismo del volumen interno para la extracción de la lechada abierta sin restricciones a dicho volumen interno, y

25

(d) los elementos de desplazamiento de sólidos dispuestos dentro del volumen interno, para dirigir los sólidos sedimentados y/o la sedimentación de sólidos en la proximidad de las paredes laterales o de la base hacia el recorrido de flujo de la lechada que se extrae por la salida de lechadas en el fondo o en proximidad al mismo del volumen interno.

El licor de proceso puede ser un licor de procedimiento de Bayer que contiene hidróxido de aluminio precipitado.

30

Los elementos de desplazamiento de sólidos presentan un doble efecto. Específicamente, los elementos de desplazamiento de sólidos contactan con sólidos en la proximidad de las paredes laterales o de la base y desplazan los sólidos hacia el recorrido de flujo de lechada que se están extrayendo del recipiente. Por lo tanto, estos sólidos se vuelven a introducir en el recorrido de flujo y contribuyen a producir una lechada espesada que se extrae del recipiente. Por lo tanto, la lechada espesada presenta un contenido de sólidos más elevado que los licores de proceso espesados sin los elementos de desplazamiento de sólidos.

35

Los elementos de desplazamiento de sólidos asimismo presentan el efecto de causar que los sólidos que se han sedimentado en proximidad a una pared lateral o en proximidad a la base del recipiente se desplacen, tal como causando avalanchas y cascadas de los sólidos sedimentados, desde zonas de elevada acumulación de sólidos a zonas de baja acumulación de sólidos. Dichas zonas de baja acumulación de sólidos son zonas en las que la lechada avanza por el aparato y sale del recipiente por la salida de lechadas en la base o en proximidad a la base del recipiente y asimismo zonas en las que los elementos de desplazamiento de sólidos contactan con los sólidos sedimentados y los llevan al recorrido de flujo de la lechada que sale del recipiente.

40

Los elementos de desplazamiento de sólidos presentan el efecto adicional de agitar el licor en las zonas en que están dispuestos los elementos de desplazamiento de sólidos de manera que evitan la sedimentación de sólidos en dichas zonas. Dicha agitación es importante para arrastrar nuevamente sólidos anteriormente sedimentados de vuelta a la lechada. Asimismo resulta importante garantizar que los sólidos que están sedimentando por gravedad del licor de proceso se mantengan en la corriente de sólidos arrastrados de vuelta después de sedimentar en las paredes laterales y otras zonas de acumulación de sólidos.

45

En consecuencia, los elementos de desplazamiento de sólidos no se utilizan de hecho para transportar o sacar sólidos del recipiente. Por el contrario, los elementos de desplazamiento de sólidos se utilizan para producir una lechada espesada con un contenido de sólidos más elevado, para causar que los sólidos que se han sedimentado en proximidad a una pared lateral o en proximidad a la base del recipiente se desplacen y para agitar el licor en las zonas en las que se disponen dichos elementos de desplazamiento de sólidos.

50

Según un aspecto de la invención, los elementos de desplazamiento de sólidos se disponen para dirigir sólidos en la proximidad de la pared lateral o de la base hacia un recorrido de flujo de la lechada. En cualesquiera casos, incluyendo el caso en que la base del recipiente no es horizontal, los elementos de desplazamiento de sólidos pueden disponerse para dirigir sólidos en la proximidad de una pared del recipiente que se encuentra sobre el fondo de dicho recipiente, sea la pared lateral o la base, hacia el recorrido de flujo de la lechada.

55

En las formas de realización ejemplificativas de la presente invención, una parte de los sólidos en la proximidad de la pared lateral, es decir, los sólidos sedimentados y/o los sólidos en sedimentación, se pone en contacto físico con los elementos de desplazamiento. La expresión "físicamente en contacto" se refiere a que una o más partes de los elementos de desplazamiento contactan con la parte de los sólidos en la proximidad de la pared lateral o de la base de manera que la parte se desplaza en el recipiente hacia un recorrido de flujo de la suspensión que se extrae por la salida de lechada, estando orientado este recorrido de flujo hacia la base del recipiente.

60

5 Las partes de tope, por lo menos uno de los laterales, preferentemente todos los laterales, y más preferentemente las partes de fondo de los elementos de desplazamiento no se encuentran protegidos y están expuestos al sólido en el volumen interno del recipiente. En otras palabras, los elementos de desplazamiento preferentemente no se encuentran protegidos, se encuentran no confinados o no bloqueados por ningún otro elemento en el volumen interno del recipiente.

10 Los elementos de desplazamiento preferentemente presentan una forma alargada. Los elementos de desplazamiento alargados preferentemente se encuentran expuestos, no protegidos, no confinados o no bloqueados por ningún otro elemento en torno a dichos elementos, por lo menos en una parte de la longitud del elemento, preferentemente la mayor parte de la longitud, es decir, más de 50% de su longitud. Lo anterior permite un acceso no confinado y no restringido de la lechada a los elementos de desplazamiento a lo largo de por lo menos la mayor parte de su longitud, dentro del recipiente y preferentemente a lo largo de su longitud completa dentro del recipiente. El acceso de los elementos de desplazamiento de esta manera no debe encontrarse con ninguna restricción o punto de estrangulamiento que cause el puenteo o bloqueo del flujo de lechada a medida que avanza hacia el contacto con el elemento. Por lo tanto, no debe causarse que la lechada pase por aberturas estrechas antes de alcanzar el elemento del interior del recipiente. La lechada de alta viscosidad normalmente fluirá bajo los efectos de la gravedad, ya que no se encuentran superficies o artículos confinadores que restrinjan el flujo hacia abajo.

20 Preferentemente, la salida de la lechada se forma en la base del recipiente.

25 La salida de la lechada se encuentra abierta sin restricciones al volumen interno del recipiente. Es decir, la salida de lechada se encuentra en comunicación abierta con el volumen interno del recipiente y no protegido, no confinado o no bloqueado por ningún otro elemento dentro del volumen interno del recipiente.

30 Los elementos de desplazamiento de sólidos pueden disponerse para dirigir los sólidos radialmente hacia el interior, hacia el recorrido de flujo de lechada que se está extrayendo por la salida de lechadas hacia la base del recipiente. Preferentemente, la salida de lechada en la base o en proximidad a la base se encuentra situada en el centro del recipiente.

35 Los elementos de desplazamiento de sólidos comprenden tornillos giratorios. Se cree que los tornillos giratorios resultan eficientes para dirigir los sólidos sin causar agitación en niveles superiores en el volumen interno que podrían perturbar la sedimentación por gravedad de los sólidos de dicha zona.

De acuerdo con lo anterior, los elementos de desplazamiento de sólidos se disponen preferentemente en una zona inferior del volumen interno del recipiente espesador en donde se produce típicamente la acumulación de sólidos por los sólidos en sedimentación.

40 Puede encontrarse por lo menos un tornillo giratorio para dirigir los sólidos hacia el recorrido de flujo de la lechada que se extrae por la salida de lechada. Alternativamente, puede haber por lo menos dos tornillos giratorios. En una forma particular, puede haber 4 tornillos giratorios, estando dispuesto cada uno aproximadamente 90° respecto a un tornillo giratorio contiguo. En otra forma, pueden encontrarse grupos de dos tornillos giratorios paralelos entre sí y opcionalmente puede encontrarse dos o más grupos.

45 En cualquier caso, los tornillos giratorios se disponen de manera que los sólidos son dirigidos por los tornillos giratorios a una zona central que coincide con la posición del recorrido de flujo de la lechada que sale del recipiente por la salida de lechada en el fondo o en proximidad al fondo del recipiente.

50 Los tornillos giratorios pueden formarse con dos o más secciones y cada sección puede presentar una longitud diferente. El tornillo en cada sección puede presentar un paso diferente y/o un diámetro diferente.

55 Cada tornillo giratorio puede presentar una primera sección con un primer diámetro y/o una primera longitud de paso y una segunda sección con un segundo diámetro y/o una segunda longitud de paso y en el que el primer diámetro y/o la primera longitud de paso es/son inferior(es) al segundo diámetro y/o segunda longitud de paso.

La primera sección puede ser contigua a la pared lateral del aparato.

60 Los tornillos giratorios pueden formarse en árboles respectivos en alineación perpendicular; cada árbol puede pasar a través de la pared lateral y estar acoplado con un elemento de accionamiento. El tornillo en un primer extremo del árbol puede estar colocado opuesto al tornillo en el otro extremo del árbol. Esto permite dos tornillos en un único árbol y la rotación en la misma dirección de cada material de transporte hacia el centro del recipiente y alejándose de la pared lateral del mismo.

65 El elemento de accionamiento puede comprender un motor y una caja de cambios para controlar la rotación de los árboles giratorios. El motor puede ser eléctrico o hidráulico.

Los tornillos giratorios pueden formarse para proporcionar un rendimiento nominal en el intervalo de 50 a 200 m<sup>3</sup>/h, cada uno bajo unas condiciones normales de funcionamiento, aunque preferentemente de 80 a 120 m<sup>3</sup>/h.

5 Preferentemente, los tornillos giratorios giran a una velocidad y están dimensionados de manera que pueden transportar hacia el centro del recipiente sólidos en el intervalo de 50% a 100% de los sólidos totales que salen del recipiente por la salida en la base del mismo. Los tornillos giratorios pueden transportar por lo menos 70% de los sólidos totales que salen del recipiente, aunque pueden transportar por lo menos 80% o incluso hasta por lo menos 90% de los sólidos totales que salen del recipiente.

10

El licor refinado puede presentar un contenido de sólidos en el intervalo de 0% a 25% en volumen.

La lechada espesada puede presentar un contenido de sólidos en el intervalo de 10% a 60% en volumen.

15 El aparato puede ser un recipiente espesador para espesar o clasificar un licor de proceso en un procedimiento de Bayer. El licor de proceso puede ser el producto de una etapa de digestión de la bauxita en el procedimiento de Bayer. De acuerdo con lo anterior, el recipiente espesador puede estar destinado al espesamiento o a la clasificación de un licor de proceso de Bayer que contiene hidróxido de aluminio precipitado. El licor refinado extraído del aparato puede reciclarse en la etapa de digestión de la bauxita.

20

En un segundo aspecto, se proporciona una planta de tratamiento que incluye un aparato de refinado según el primer aspecto situado *in situ* en la planta, recibiendo el aparato (a) una corriente de entrada de licor de proceso y (b) que contiene un licor refinado y una lechada, y en el que el licor refinado se extrae por una salida de licor refinado en el tope o en proximidad al tope del aparato y la lechada se extrae por una salida de lechada en el fondo o en proximidad al fondo del aparato.

25

La planta puede incluir, además:

30 (a) un reactor para poner en contacto un material de alimentación con una solución bajo condiciones para producir un licor de proceso que contiene un componente valioso y sólidos residuales,

(b) un separador sólido/líquido para eliminar los sólidos residuales del licor de proceso, y

35

(c) un aparato de recuperación para recuperar el componente valioso a partir de la lechada.

La planta puede ser una planta de procedimiento de Bayer en la que el componente valioso es un compuesto portador de aluminio y en el que el reactor digiere la bauxita para producir el licor de proceso que contiene hidróxido de aluminio en solución; el licor de proceso se somete a condiciones que causan la precipitación del hidróxido de aluminio y el aparato de recuperación trata el hidróxido de aluminio para producir alúmina.

40

En un tercer aspecto, se proporciona un método que utiliza el aparato de refinado según el primer aspecto para el refinado de un licor de proceso que incluye sólidos mediante sedimentación por gravedad en un recipiente con una base y pared lateral que definen un volumen interno, incluyendo el método las etapas de:

45 (a) permitir que los sólidos en el licor de proceso sedimenten por gravedad hacia la base, formando de esta manera: (i) una lechada de elevado contenido de sólidos y una acumulación de sólidos sedimentados en una zona inferior del volumen interno y (ii) un licor refinado en una zona superior del volumen interno,

50

(b) extraer la lechada de elevado contenido de sólidos y el licor refinado por puntos separados de extracción en el recipiente, y

(c) operar los elementos de desplazamiento de sólidos para dirigir los sólidos sedimentados y/o sólidos en sedimentación en la proximidad de la pared lateral o la base hacia un recorrido de flujo de la lechada de elevado contenido de sólidos que se extrae del recipiente.

55

El método de refinado puede ser un método para espesar o clasificar un licor de proceso en un procedimiento de Bayer. El licor de proceso puede ser el producto de una etapa de digestión de la bauxita en el procedimiento de Bayer. De acuerdo con lo anterior, el método puede estar destinado al espesamiento o clasificación de un licor de proceso de Bayer que contiene hidróxido de aluminio precipitado. El licor clarificado que se extrae del aparato puede reciclarse en la etapa de digestión de la bauxita.

60

Los elementos de desplazamiento de sólidos pueden presentar la forma indicada anteriormente con respecto al primer aspecto.

65 Los elementos de desplazamiento de sólidos pueden hacerse funcionar para proporcionar un rendimiento nominal de 50% a 100% de la capacidad de bajo flujo del recipiente bajo condiciones normales de funcionamiento. Los

elementos de desplazamiento de sólidos pueden hacerse funcionar para proporcionar un rendimiento nominal en el intervalo de 50 a 450 m<sup>3</sup>/h, preferentemente de 50 a 200 m<sup>3</sup>/h, cada uno bajo condiciones normales de funcionamiento, aunque preferentemente de 80 a 120 m<sup>3</sup>/h.

5 La etapa (c) puede comprender el control de los elementos de desplazamiento de sólidos para permitir que el método funcione en continuo.

La etapa (c) puede comprender además el control del funcionamiento de los elementos de desplazamiento de sólidos para el funcionamiento del método bajo condiciones normales de funcionamiento durante por lo menos dos meses, y más preferentemente durante por lo menos tres meses.

10 El método puede comprender además suministrar el licor de proceso al recipiente. El licor de proceso puede ser un licor de proceso refinado.

15 El método puede comprender además una etapa de acondicionado del licor de proceso para causar la precipitación de los sólidos antes y/o después de suministrar el licor al recipiente.

### Breve descripción de los dibujos

20 A continuación, se describen unas formas de realización haciendo referencia a un ejemplo de un aparato representado en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de flujo esquemático del procedimiento de Bayer.

25 la figura 2 es una sección transversal esquemática de una forma de realización de un recipiente espesador.

la figura 3A es una fotografía de un recipiente espesador parcialmente drenado de la forma representada en la figura 2 después del funcionamiento del aparato para espesar licor de proceso. La figura 3B es un dibujo que corresponde a la fotografía de la figura 3A.

30 la figura 4 asimismo es una fotografía de un recipiente espesador parcialmente drenado de la forma representada en la figura 2 después del funcionamiento del aparato para espesar licor de proceso. La figura 3B es un dibujo que corresponde a la fotografía de la figura 3A.

35 la figura 5 es una sección transversal esquemática de otra forma de realización de un recipiente espesador.

### Descripción detallada

40 Los clasificadores de gravedad y equipos de sedimentación por gravedad se utilizan típicamente en procedimientos hidrometalúrgicos para separar sólidos respecto de licores de proceso. Un ejemplo es el procedimiento de Bayer, que típicamente utiliza dichos equipos para separar hidróxido de aluminio respecto del licor de proceso. Aunque la invención presenta un abanico de aplicaciones, incluyendo el espesamiento y clasificación de licores de proceso, la descripción a continuación se refiere al espesamiento de un licor de proceso de Bayer y a la producción de un licor clarificado de bajo contenido de sólidos. Lo anterior no debe considerarse una aplicación limitativa de la invención al espesamiento.

Se representa de manera general en la figura 1 un procedimiento de Bayer para producir alúmina a partir de bauxita.

50 El procedimiento de Bayer, en términos generales, implica un reactor 1 que se suministra con bauxita triturada 3 y un solvente 2, típicamente solución cáustica a temperatura elevada. El solvente 2 disuelve selectivamente compuestos portadores de aluminio para producir un licor de proceso cargado con aluminio en forma de hidróxido de aluminio. El resto de la bauxita no se disuelve y por el contrario forma un "barro rojo" fino 5 que se separa respecto del licor de proceso en la etapa de separación sólidos/líquido 4, típicamente un aparato multietapa de sedimentación por gravedad.

A continuación, el licor de proceso se pasa a un recipiente precipitador 6, en el que se acondiciona para causar que el hidróxido de aluminio precipite en forma de un sólido. El licor de proceso o lechada 11 se pasa a continuación a un aparato espesador 7 y el licor clarificado 13 en dicho aparato espesador se recicla en la bauxita triturada 3. El aparato espesador 7 permite que el hidróxido de aluminio sedimente por gravedad formando una lechada 11 con un contenido de sólidos relativamente elevado. La lechada 11 se extrae del aparato espesador 7. La sedimentación de los sólidos deja un licor clarificado en proximidad al tope del aparato espesador 7, que se extrae y se procesa de manera que pueda reciclarse en el reactor 1 como por lo menos parte del solvente 2.

65 La suspensión del aparato espesador 7 se somete a tratamiento adicional para separar el hidróxido de aluminio sólido respecto de la lechada. A continuación, los sólidos se calcinan en un horno 8 a aproximadamente 1050°C

para causar la descomposición del hidróxido de aluminio en alúmina 9 (sólidos) y vapor de agua. La alúmina a continuación puede utilizarse como carga de alimentación en un procedimiento separado de fundición de la alúmina y producción de metal aluminio.

5 Según una forma de realización de la invención, el aparato espesador 7 se forma como recipiente 10 en la figura 2.

10 El recipiente 10 presenta una base 12 con una forma troncocónica invertida a partir de la que una pared lateral 14 se extiende hacia arriba definiendo colectivamente un volumen interno para recibir un líquido de entrada en forma de un licor de proceso 22 y para permitir que el licor de proceso 22 espese mediante la sedimentación por gravedad de sólidos en suspensión. La expresión "licor de proceso" se utiliza a continuación en la presente memoria para denotar un líquido que contiene sólidos, que en el caso del procedimiento de Bayer pueden ser precipitados de hidróxido de aluminio.

15 Se extrae una lechada espesada por la salida de lechada, en forma de un orificio de extracción 16 formado en la base 12. La extracción de la lechada espesada causa una corriente de flujo designada mediante las flechas marcadas como 'F' dentro del volumen interno. La lechada de bajo contenido de sólidos extraída se somete a tratamiento adicional, por ejemplo, para separar adicionalmente los sólidos del licor de proceso que permanece en la lechada.

20 A medida que los sólidos sedimentan a partir del licor de proceso, se forma un licor clarificado 30 en una zona superior del recipiente 10 y se extrae por una salida de licor, en forma de un orificio de licor clarificado 20, para el tratamiento posterior corriente abajo, por ejemplo para recuperar y reciclar cáustico para la reutilización en el procedimiento de Bayer o para recuperar y reciclar otros solventes en procedimientos hidrometalúrgicos alternativos.

25 El licor de proceso 22 en el recipiente 10 incluye sólidos que son muy finos, típicamente con una mediana de tamaño de partícula sólida en el intervalo de 95 a 105  $\mu\text{m}$ . Por lo tanto, dichos sólidos se comportan como materiales de tipo arcilloso una vez sedimentados. A medida que los sólidos sedimentan por gravedad, las condiciones dentro del recipiente 10 son relativamente quiescentes. Esto causa que los sólidos sedimenten sobre la base 12 formando una capa 50.

35 La corriente de flujo F para la lechada se mantiene donde la lechada espesada, es decir, la lechada de elevado contenido de sólidos continúa fluyendo por el recipiente 10 y sale por el orificio de extracción de lechada 16.

40 Durante el funcionamiento, en el caso de que se produzca la acumulación de una capa 50 de sólidos sobre la base 12, se reducirá el volumen interno operativo del recipiente 10 y por lo tanto se reducirá el grado en que el licor de proceso podrá procesarse en el recipiente 10. En efecto, el tiempo de residencia del licor de proceso de entrada 22 en el volumen interno se reduce de manera que la lechada extraída por el orificio de extracción de lechada 16 presenta un contenido de sólidos variable y típicamente puede ser muy inferior al deseado.

45 Para contrarrestar dicho efecto, el recipiente 10 incluye tornillos 60 que comprenden palas helicoidales 62 en un árbol 64. El árbol 64 se extiende al través del diámetro del recipiente 10, saliendo por la pared lateral 14. El árbol 64 está controlado por una caja de cambios 66 que está acoplada con un motor eléctrico 68 para controlar la rotación del árbol 64 y, por lo tanto, los tornillos 60. Las palas 62 de los tornillos 60 se extienden desde una posición en estrecha proximidad a la pared lateral 14 y una zona central en el volumen interno que coincide con la corriente de flujo F de la lechada de elevado contenido de sólidos.

50 De acuerdo con lo anterior, los tornillos 60 dirigen los sólidos en la capa 50 que se ha acumulado sobre la base 12 y pared lateral 14 del recipiente hasta una zona central del recipiente 10 que coincide con la corriente de flujo F. De acuerdo con lo anterior, los sólidos se dirigen radialmente hacia dentro, hacia la corriente de flujo F, de manera que se suministran sólidos a la corriente de flujo F para facilitar la formación de una lechada de elevado contenido de sólidos.

55 En ausencia de los tornillos 60, es típico que la capa 50 se acumule en la medida mostrada por las líneas discontinuas en la figura 2.

60 La figura 2 representa de una forma esquemática una demarcación entre el licor clarificado 30 y la lechada 40. Sin embargo, la concentración de sólidos en el recipiente típicamente se incrementa con la profundidad en el recipiente, de manera que en la superficie superior del líquido en el recipiente 10, los sólidos han sedimentado prácticamente por completo fuera del licor de proceso, dejando un licor clarificado 30. Sin embargo, puede observarse que, con una acumulación de sólidos en la capa 50 en la medida de las líneas discontinuas, se ha reducido significativamente el volumen utilizable en el recipiente. Los tornillos 60 reducen dicha acumulación y garantizan que, a pesar de la utilización continua, se mantiene sustancialmente el volumen utilizable. Lo anterior presenta un efecto importante en el aspecto de que se incrementa la vida útil del recipiente 10 más allá de dos meses y generalmente es de por lo menos tres meses, dependiendo del tamaño del recipiente 10, antes de que se requiera un mantenimiento para eliminar la capa 50.

La reducción de la acumulación de la capa 50 en la proximidad de los tornillos 60 se aprecia más claramente en las figuras 3 y 4. Específicamente en referencia a la figura 4, el nivel de sólidos es claramente más elevado sobre la pared lateral 14 del recipiente 10 en las zonas alejadas de los tornillos 60, en comparación con el nivel de sólidos en la proximidad de los tornillos 60.

Alternativamente, los tornillos 60 pueden instalarse a través de la base cónica 12 tal como se muestra en la figura 5.

Sin respaldo teórico, el solicitante cree que los tornillos 60 transportan sólidos en la capa 50 hacia una zona central del recipiente que coincide con la corriente de flujo F de lechada de elevado contenido de sólidos. Aunque la capa 50 puede continuar acumulándose en zonas alejadas de los tornillos 60, la capa 50 de sólidos resulta desestabilizada por la diferencia de acumulación y típicamente caerá en forma de avalancha o cascada de sólidos hacia los tornillos 60 o hacia la zona central del recipiente.

Se cree además que los tornillos proporcionan suficiente agitación para mantener los sólidos dentro del flujo de sólidos que salen del recipiente en su vecindad, y de esta manera permiten que la lechada de elevado contenido de sólidos se transfiera de las paredes laterales 14 a la corriente de flujo F.

El aparato incluye cuatro tornillos giratorios 60 dispuestos perpendicularmente a una zona inferior del recipiente 10 y típicamente en donde los sólidos forman una capa 50. En dicha configuración, los tornillos dirigen sólidos radialmente hacia adentro, hacia la zona central. Sin embargo, se prevé que puedan adoptarse configuraciones alternativas en el caso de que se utilicen cuatro o menos de cuatro tornillos 60 en un recipiente 10. Sin embargo, resulta preferido espaciar los tornillos 60 equidistantemente en el recipiente 10 para uniformizar la acumulación de la capa 50 y para prolongar el tiempo entre las limpiezas de mantenimiento.

En referencia a la figura 3, se forman dos tornillos 60 formados en un árbol 54 y los dos tornillos restantes se forman en otro árbol 64. Los árboles 64 se disponen ortogonalmente, aunque se separan verticalmente para evitar interferencias.

Se proporcionan unos dispositivos de fijación en el interior de la pared lateral 14 para fijar cada árbol 64 respecto al recipiente 10, aunque permitiendo la rotación de los árboles. Los tornillos en cualquiera de los extremos del árbol 64 están colocados opuestos, de manera que cada tornillo desplaza sólidos alejándolos de la pared lateral y hacia la corriente de flujo F, típicamente en el centro del recipiente.

En la puesta en práctica, en un recipiente 10 con un diámetro interno de aproximadamente 7.3 mm, los tornillos 60 se hacen girar a 7.5 rpm con el motor eléctrico 68 y la caja de cambios 66. Cada tornillo presenta un diámetro de 450 a 550 mm en una primera sección contigua a la pared lateral 14 y un diámetro de 550 a 650 mm en una segunda sección que es interior a la primera sección. La primera sección es de aproximadamente 1.5 m de longitud y el paso de las paletas 62 es de 400 a 500 mm. La segunda sección es de aproximadamente 1.1 m de longitud y el paso de las paletas 62 es de 500 a 650 mm.

Cada tornillo 60 es de un tipo que presenta un borde de ataque que corta en los sólidos en la capa 50 causando que resulten atraídos y transportados a lo largo de la longitud del tornillo 60. En donde el tornillo 60 cambia de diámetro, se encuentra un borde de ataque adicional que recoge sólidos adicionales en el volumen adicional del recorrido de transporte del tornillo y además dirige dichos sólidos adicionales hacia el centro del recipiente 10.

Basándose en los datos numéricos anteriores, cada uno de los tornillos 60 presenta un rendimiento nominal de 100 m<sup>3</sup>/h. Sin embargo, se apreciará que la longitud, el paso y diámetro de los tornillos pueden seleccionarse para proporcionar la transferencia requerida de los sólidos según el diámetro del recipiente 10 y la naturaleza de los sólidos en la lechada.

El trabajo de ensayo preliminar demuestra que un recipiente 10 sin tornillos 60 produce un bajo flujo con una concentración de sólidos de 600 a 850 gpl (es decir, 24.8% a 3.5% en vol. de sólidos). En contraste, el mismo recipiente 10 provisto de tornillos 60 tal como se muestra en las figuras 3 y 4 produce un bajo flujo con una concentración de sólidos de 1050 a 1150 gpl (es decir, 43.4% a 47.5% en vol. de sólidos). Se apreciará que dichos resultados se obtuvieron bajo condiciones de ensayo a escala de laboratorio y que la concentración real de sólidos bajo las condiciones normales en planta puede ser inferior. Sin embargo, se espera que la utilización de los tornillos 60 proporcionará una mejora significativa de la concentración de sólidos en los recipientes espesadores 10.

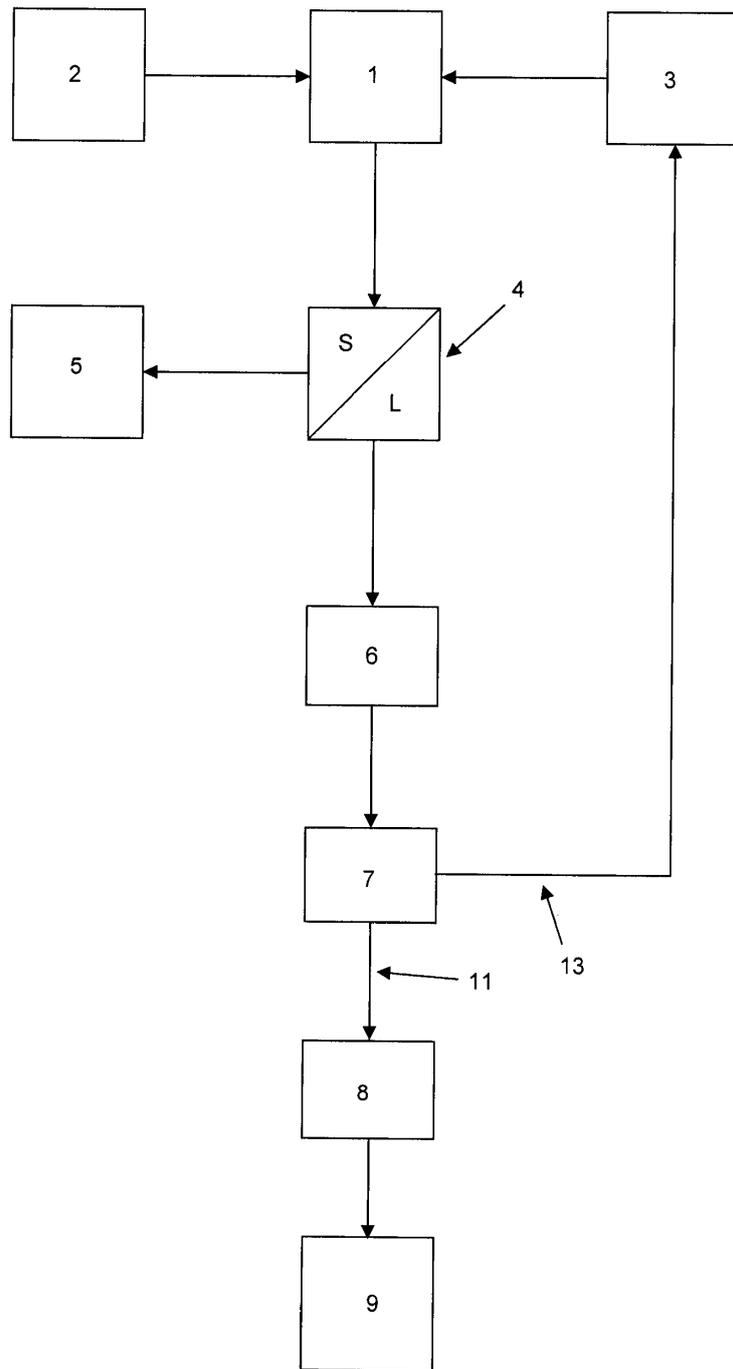
En la reivindicaciones, a continuación, y en la descripción anterior de la invención, excepto cuando el contexto requiera lo contrario de manera expresa o como implicación necesaria, el término "comprende" o las variaciones tales como "comprendiendo" o "que comprende" se utiliza en un sentido inclusivo, es decir, para especificar la presencia de las características indicadas pero sin excluir la presencia o la adición de características adicionales en diversas formas de realización de la invención.

**REIVINDICACIONES**

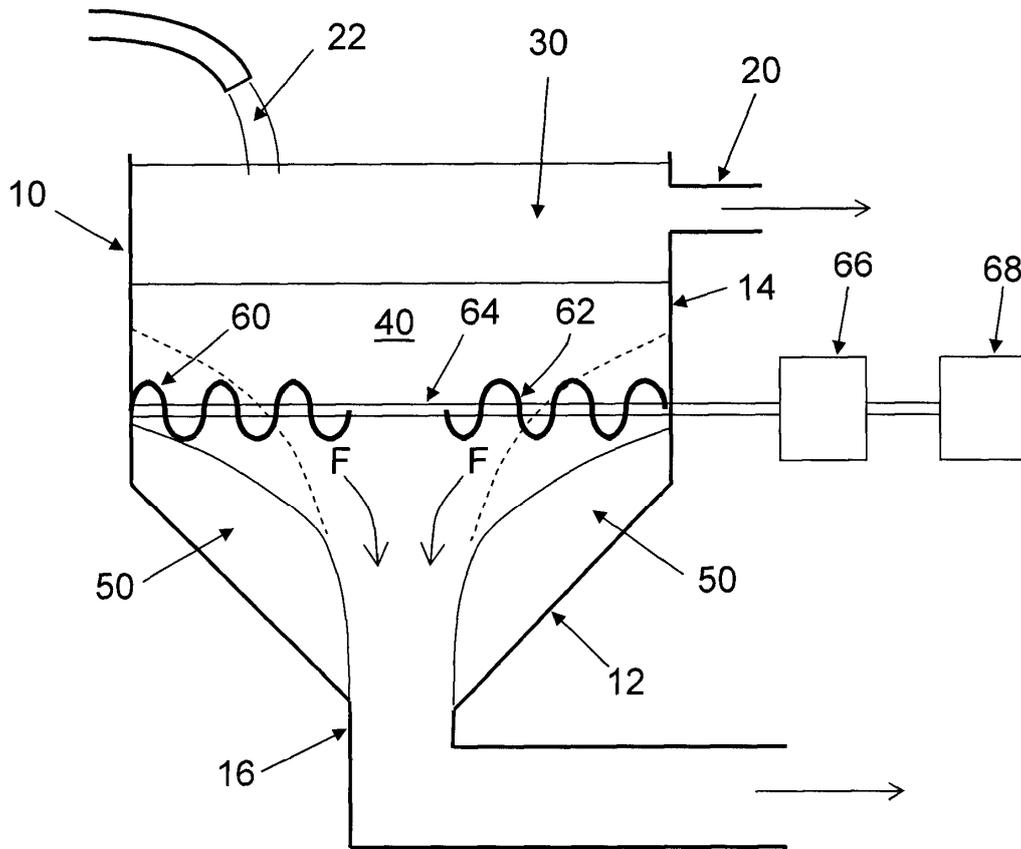
1. Aparato (7) para refinar un licor de proceso que incluye unos sólidos, incluyendo dicho aparato:
  - 5 (a) un recipiente (10) que presenta una base (12) y una pared lateral (14) que definen un volumen interno para contener el licor de proceso (22) y para permitir la sedimentación por gravedad de los sólidos en el licor, para producir así un licor refinado (30) hacia una parte superior del volumen interno y una lechada (40) hacia la parte inferior del volumen interno;
  - 10 (b) una salida de licor refinado (20) en, o próxima a, la parte superior del volumen interno para extraer el licor refinado;
  - (c) una salida de lechada (16) en, o próxima a, la parte inferior del volumen interno para extraer la lechada, abierta sin restricciones a dicho volumen interno; y
  - 15 (d) unos elementos de desplazamiento de sólidos dispuestos dentro del volumen interno, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos comprenden por lo menos un tornillo giratorio formado sobre un árbol (64), en el que el árbol se extiende a través del diámetro del recipiente (10) y fuera de la pared lateral (14) para dirigir los sólidos sedimentados y/o los sólidos de sedimentación en la proximidad de la pared lateral o de la base hacia un recorrido de flujo (F) de la lechada que se está extrayendo desde la salida de lechada.
  - 20
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el licor de proceso es un licor de proceso de Bayer que contiene hidróxido de aluminio precipitado.
- 25 3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos se disponen para dirigir los sólidos en la proximidad de una pared (14; 12) del recipiente (10) sobre la parte inferior de dicho recipiente hacia el recorrido de flujo (F) de la lechada que se está extrayendo desde la salida de lechada (16).
- 30 4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos se disponen para dirigir los sólidos sedimentados y/o los sólidos de sedimentación radialmente interiormente hacia el recorrido de flujo (F) de la lechada.
- 35 5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos se disponen una zona inferior del volumen interno del recipiente (10), en el que se produce típicamente la acumulación de sólidos a partir de la sedimentación.
- 40 6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos comprenden por lo menos un tornillo giratorio (60).
7. Aparato según la reivindicación 6, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos comprenden por lo menos dos tornillos giratorios (60).
- 45 8. Aparato según la reivindicación 7, en el que los elementos de desplazamiento de sólidos comprenden cuatro tornillos giratorios, estando cada uno dispuesto a aproximadamente 90° respecto a un tornillo giratorio adyacente.
9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el por lo menos un tornillo giratorio (60) está dispuesto de manera que los sólidos son dirigidos mediante el tornillo giratorio a una zona central que coincide con la posición del recorrido de flujo (F).
- 50 10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que se forma el por lo menos un tornillo giratorio (60) con dos o más secciones de diferente longitud, diferente paso y/o diferente diámetro.
- 55 11. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que se forma por lo menos un tornillo giratorio (60) o cada tornillo giratorio (60) sobre unos árboles alineados entrecruzados respectivos (64), pasando cada árbol a través de la pared lateral y estando acoplado a un elemento de accionamiento (66, 68).
- 60 12. Aparato según la reivindicación 11, en el que el tornillo sobre un primer extremo del árbol (64) está colocado opuesto al tornillo sobre el otro extremo del árbol (64).
13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que dicho aparato es un recipiente espesador para espesar o clasificar un licor de proceso en un proceso de Bayer.
- 65 14. Planta de tratamiento, en la que comprende un aparato de refinado (7) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 situado *in situ* en la planta, (a) recibiendo el aparato un vapor de entrada (11) del licor de proceso y (b)

conteniendo un licor refinado y una lechada, y en la que el licor refinado (13) se extrae desde una salida de líquido refinado en, o próxima a, la parte superior del aparato y la lechada se extrae desde una salida de lechada en, o próxima a, la parte inferior del aparato.

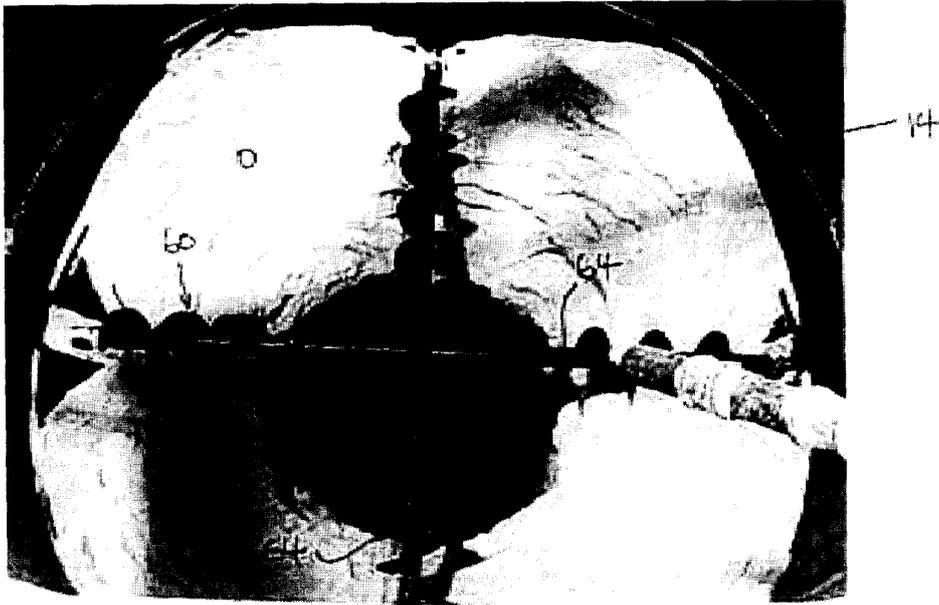
- 5 15. Método que utiliza el aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para refinar un licor de proceso que incluye sólidos mediante sedimentación por gravedad de los sólidos en un recipiente (10) que presenta una base (12) y una pared lateral (14) que definen un volumen interno, incluyendo el método las etapas de:
- 10 (a) permitir que los sólidos en el licor de proceso sedimenten por gravedad hacia la base, formando así: (i) una lechada de elevado contenido de sólidos y una acumulación de sólidos sedimentados en una zona inferior del volumen interno y (ii) un licor refinado en una zona superior del volumen interno;
- 15 (b) extraer la lechada de elevado contenido de sólidos y el licor refinado a partir de puntos de extracción separados en el recipiente; y
- (c) hacer funcionar los elementos de desplazamiento de sólidos para dirigir los sólidos sedimentados y/o los sólidos de sedimentación en la proximidad de la pared lateral o de la base hacia un recorrido de flujo de lechada de elevado contenido de sólidos que se está extrayendo del recipiente.
- 20 16. Método según la reivindicación 15, en el que el licor de proceso es un licor de proceso de Bayer que contiene hidróxido de aluminio precipitado.



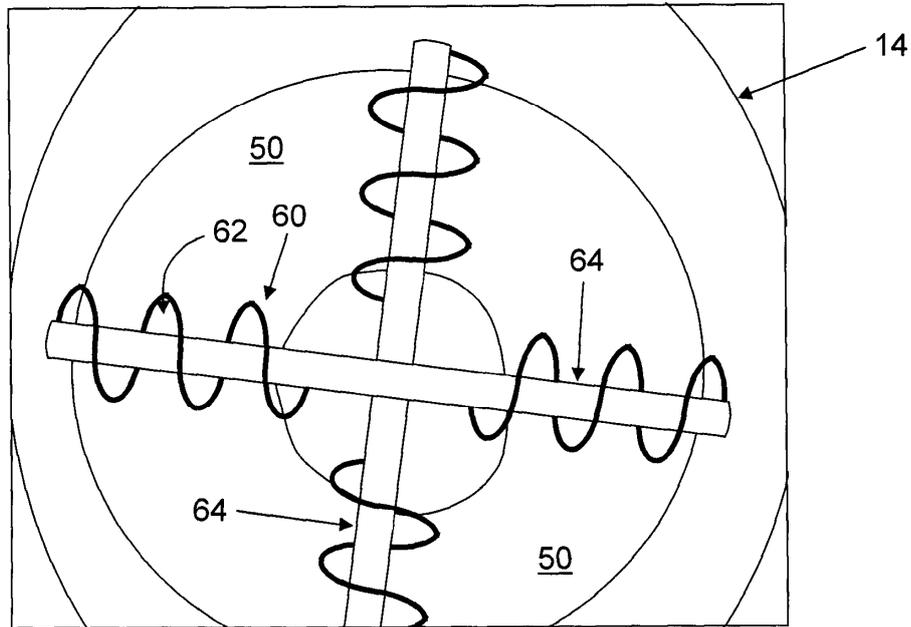
**Fig. 1**



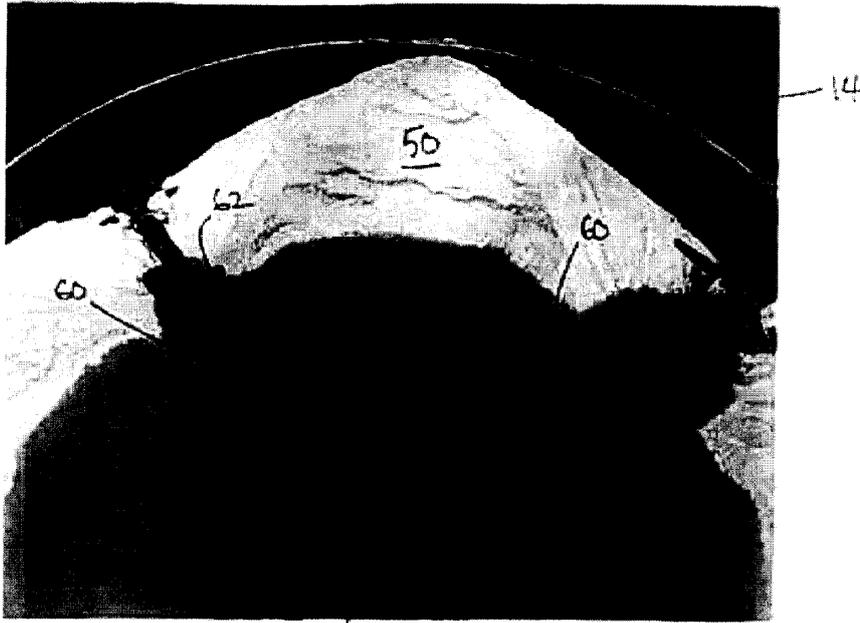
**Fig. 2**



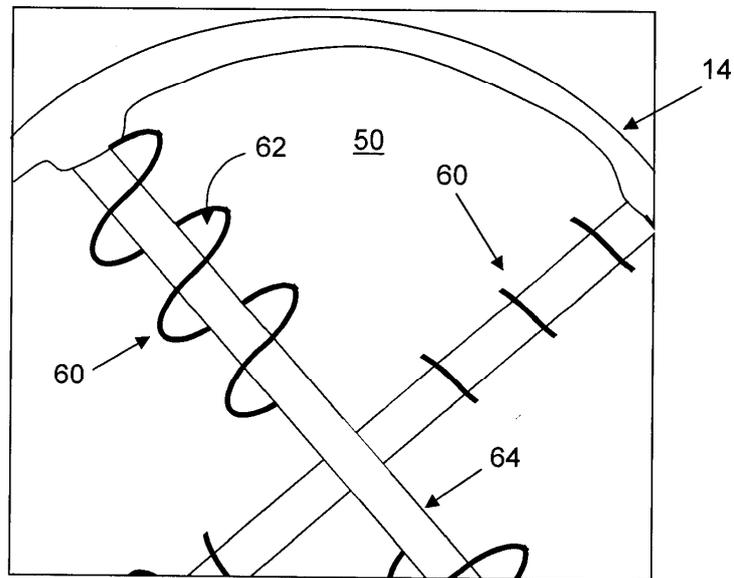
**Fig. 3A**



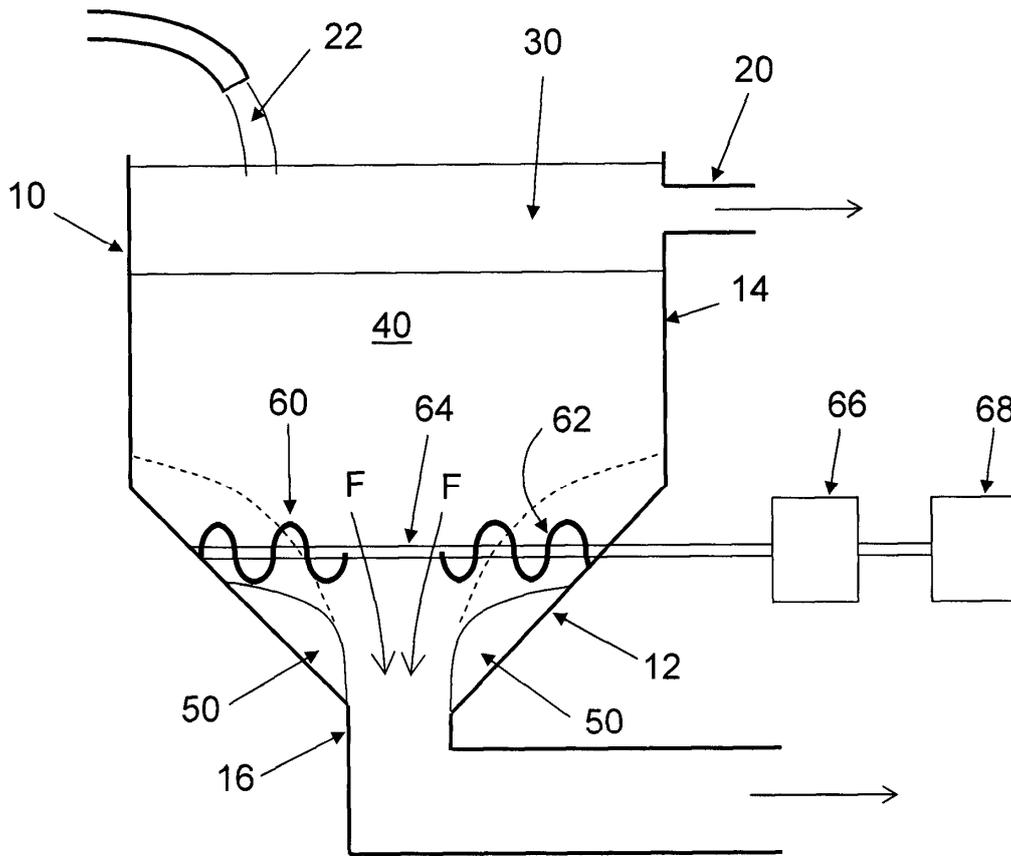
**Fig. 3B**



4 **Fig. 4A**



**Fig. 4B**



**Fig. 5**